

ELISABETH MARY DE CARVALHO BAPTISTA

**ESTUDO MORFOSEDIMENTAR DOS RECIFES DE ARENITO
DA ZONA LITORÂNEA DO ESTADO DO PIAUÍ,
BRASIL**

Florianópolis (SC)

2010

**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

Elisabeth Mary de Carvalho Baptista

**Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito
da zona litorânea do estado do Piauí,
Brasil**

Orientador: Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho

TESE DE DOUTORADO

Área de concentração: Utilização e Conservação dos Recursos Naturais

Linha de pesquisa: Oceanografia Costeira e Geologia Marinha

Florianópolis (SC), agosto de 2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

B222c Baptista, Elisabeth Mary de Carvalho

Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea do estado do Piauí, Brasil [tese] / Elisabeth Mary de Carvalho Baptista ; orientador, Norberto Olmiro Horn Filho. - Florianópolis, SC, 2010.

305 p.: il., tabs., mapas, quadros, fotos

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Recifes e ilhas de coral - Piauí. 2. Zona litorânea. 3. Atributo geológico. I. Horn Filho, Norberto Olmiro. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU 91

**Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea
do estado do Piauí, Brasil**

ELISABETH MARY DE CARVALHO BAPTISTA

Esta Tese foi julgada e aprovada em sua forma final para obtenção do
título de

DOUTORA EM GEOGRAFIA

Área de Concentração: **Utilização e Conservação de Recursos
Naturais**

Banca Examinadora

Dr. Norberto Olmiro Horn Filho – Orientador e Presidente
GCN/UFSC

Dr. Edison Ramos Tomazzoli – GCN/UFSC

Dr. Jarbas Bonetti Filho – GCN/UFSC

Dr. Edson Vicente da Silva – UFC/CE

Dr. Agostinho Paula Brito Cavalcanti – UFPI/PI

Prof. Dra. Magaly Mendonça
Coordenadora do PPGGeo/UFSC

Florianópolis, 13 de agosto de 2010.

Dedico esta tese à meu pai, **Prof. João Gabriel Baptista** (*in memoriam*) que me ensinou a amar a Geografia, a valorizar o Piauí e a acreditar que na vida tudo é possível com dedicação, honestidade, fé e trabalho.

A meu filho **Marcus Pierre**, minha melhor criação, por compartilhar o amor que sinto pela zona costeira e suas feições, por me acompanhar na aventura em outra região brasileira e por compreender as horas de afeto e companhia que lhe foram roubadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, e ao Programa de Pós-graduação em Geografia, pela realização do curso de doutorado, possibilitando minha participação.

À Universidade Estadual do Piauí – UESPI, que me liberou das atividades docentes, para participar efetivamente do curso de doutorado, através do Programa de Incentivo à Capacitação Docente e Técnica – PICDT.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela cessão de bolsa de doutoramento, que contribuiu efetivamente para minha permanência na cidade de realização do curso (Florianópolis/SC) e viabilizou a realização das atividades de campo no decorrer da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho, meu orientador, pela paciência, disposição e boa vontade em me ouvir e orientar, pela confiança depositada, pela amizade em todos os momentos, pela compreensão nas horas difíceis e pelas importantes sugestões ao trabalho que muito contribuíram com a pesquisa.

Aos professores da banca examinadora de seleção pela oportunidade de participar do curso e realizar a pesquisa.

A todos os professores das disciplinas pelos subsídios oferecidos na ampliação de meus conhecimentos, principalmente no que se refere às novas metodologias, e ao constante incentivo à realização da investigação.

Aos professores da banca do seminário de qualificação pelas oportunas sugestões que contribuíram para a concretização da pesquisa e para a redação de um texto mais objetivo. Em especial ao Prof. Dr. Edison Ramos Tomazolli pelo tempo dedicado à realização da análise petrográfica das rochas dos recifes, ponto central do trabalho, e pelas microfotografias decorrentes.

Aos colegas do curso, que junto comigo, sofreram as angústias e vitórias, principalmente nos dois primeiros anos, quando estivemos mais próximos. Uma menção especial aos colegas Janice Peixoto, Ulisses Rocha, Daniel Ribeiro, André Ferreira e Luciana Almeida, pela amizade construída, pelo incentivo constante e pela colaboração com a tese em diversas ocasiões.

Aos professores da banca de defesa de tese pelas adequadas e competentes inferências que contribuíram significativamente para a efetivação da tese e redação final do texto.

À secretária do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFSC, Marly Terezinha Costa, pela gentileza com que me tratou e pelas orientações administrativas sempre precisas no decorrer de todo o curso.

Aos técnicos que colaboraram com os diversos procedimentos necessários para a realização da pesquisa, em particular ao laboratorista Sérgio Paiva (do Laboratório de Laminação da UFSC).

Ao Prof. MSc. Francisco de Assis da Silva Araújo pela amizade, pela disponibilidade sempre e pela ajuda fundamental na utilização do GPS e na definição dos procedimentos técnicos de Geoprocessamento.

Aos tecnólogos em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Adriano D'Carlos Batista Oliveira, Daniel Silva Veras e Kelson de França Sousa pela contribuição imprescindível na elaboração dos mapas e perfis topográficos. Um apreço especial para Adriano, pelas inúmeras revisões no mapa e pelo apoio até a concretização da tese.

À Prof^ª. Dra. Maria do Socorro Baptista Barbosa, minha irmã, pelo apoio integral, pela confiança, amizade e estímulo nas horas mais difíceis e também pela revisão ortográfica e elaboração do *abstract*.

Aos meus sobrinhos Antônio Carlos Baptista Barbosa e José Francisco Barbosa de Sousa Júnior, um agradecimento especial pelo acolhimento, suporte e carinho que me proporcionaram durante o período em que dividimos o mesmo teto.

Aos ambientalistas Juarez França Júnior e Vicente da Silva pela disponibilidade em acompanhar a pesquisa de campo, pela divulgação desta em meio televisivo e em especial ao último, pelo registro fotográfico de campo em 2008.

Às professoras mestres Liége de Souza Moura e Waldirene Alves Lopes da Silva, pela amizade, pelo apoio, pela confiança e pelo companheirismo, mesmo de longe, durante toda a trajetória da pesquisa.

Ao amigo Marcos Freitas pela formatação final da tese e principalmente pela infinita paciência e compreensão para comigo.

À minha família, em particular aos meus pais, pelo incentivo e pela compreensão de nossa tão prolongada ausência.

E a todos que direta ou indiretamente participaram de minha luta, contribuindo também para o desenvolvimento desta investigação.

Muito Obrigada!

RESUMO

Os recifes de arenito constituem-se como uma feição relevante das costas tropicais, sendo componente fundamental deste ambiente, funcionando como protetores do litoral contra a ação erosiva das ondas, exercendo influência na morfologia costeira e configurando-se ao mesmo tempo testemunhos do fluxo e refluxo das marés e, conseqüentemente, do nível das águas oceânicas. Apresentam ainda função ecológica significativa ao abrigar inúmeras espécies animais e vegetais marinhas e até mesmo terrestres a partir do substrato rochoso que fornecem. Entende-se, então, que devido à expressiva ocorrência destas feições na costa brasileira, com destaque para o litoral nordestino, sua nítida relevância para os processos costeiros e, considerando ainda, o desconhecimento quase total acerca de sua presença na costa piauiense, configura-se necessário um estudo mais detalhado sobre as mesmas, propósito desta pesquisa. Assim, esta tese teve como objetivo geral estudar os recifes de arenito da zona litorânea piauiense do ponto de vista físico, considerando suas características morfossedimentares, visando seu reconhecimento como feição litoral relevante para o Piauí. A metodologia constou de: pesquisa bibliográfica; levantamento cartográfico; interpretação de fotografias aéreas, cartas topográficas e náutica; observação não – participante não – estruturada; amostragem; planialtimetria; geoprocessamento; registro fotográfico; análise dos resultados obtidos; discussão; conclusão e apresentação da tese. Os recifes de arenito ocorrem no litoral piauiense de forma linear e paralela à costa, geralmente descontínuos, servindo de substrato para o desenvolvimento de diferentes espécies marinhas animais e vegetais. Atuam como obstáculos naturais frente à ação das ondas e marés mais fortes e altas, atenuando o impacto das mesmas. O número de linhas de recifes é variado, sendo mais visíveis durante a maré baixa, aquelas mais próximas à costa e sua extensão máxima atinge aproximadamente 2,5 km. A composição dominante dos recifes de arenito da área estudada é de grãos de quartzo e quartzito, cimentados por óxido de ferro e tem a origem de seus componentes relacionados à Formação Barreiras, base geológica principal da área. Foram identificados, então, dois tipos distintos com relação à fonte de seus componentes e ao cimento: recifes de arenito propriamente ditos e recifes de arenito de praia (ou *beachrocks*), sendo os primeiros predominantes em 6 das 7 praias em

que ocorrem. A presença dos recifes de arenito em quase um terço da zona litorânea piauiense contribui para a formação de uma linha de costa irregular com alternância de pequenas enseadas (como em Cajueiro da Praia, Morro Branco e Barra Grande) e pontais arenosos (como em Itaqui). Esta pesquisa, sem o propósito de esgotar o estudo sobre essas formações rochosas, recomenda a necessidade de novos trabalhos e considera fundamental estabelecer algumas proposições, com destaque para: utilização dos recifes de arenito com unidade geoambiental na definição de programas e ações voltadas para o gerenciamento costeiro da região; criação de uma unidade de conservação com objetivo específico de proteção dessas estruturas e reafirmação das mesmas de sua relevância como atributo geológico da zona litorânea do estado do Piauí.

Palavras chave: recifes de arenito; zona litorânea Piauí; atributo geológico.

ABSTRACT

The sandstone reefs are formed as a relevant feature of the tropical coasts, and a key component of this environment, acting as protectors of the coast against the erosive action of waves, influencing the morphology and coastal setting at the same time witness the ebb and flow tides and, consequently, the level of ocean waters. They also present a significant ecological role by hosting several species of animals and marine plants and even land from the bedrock that they provide. It is understood, then, that due to the significant occurrence of these features on the Brazilian coast, especially the northeastern coast, its clear relevance to coastal processes and considering also the almost total ignorance about their presence on the *Piauí* coastal zone, it is configured as necessary a more detailed study on them, which is the purpose of this research. Thus, this thesis studies the sandstone reefs from the coast of *Piauí* in a physical point of view, considering their morphological and sedimentologic characteristics, seeking recognition as a littoral feature for *Piauí*. The methodology included: bibliographic research, mapping survey, interpretation of aerial photographs, topographic maps and nautical charts; not structured and not participating observation, sampling, topographic techniques, GIS, photographic records, analysis of results, discussion, conclusion and presentation of the thesis. The sandstone reefs occur off the coast of *Piauí* linearly and parallel to the coast, usually discontinuous, serving as a substrate for the development of different types of marine animals and plants. They act as natural obstacle against the action of the stronger and higher waves and tides, mitigating their impact. The number of lines of reefs is varied, being more visible during low tide, those closest to the shore and reaches its maximum extent approximately 2.5 km. The dominant composition of the sandstone reefs in the study area is quartz and quartzite cemented by iron oxide and its components origin is related with the *Barreiras* Formation, base of the main geological area. Have been identified, then, two distinct types based on the source of the components as concrete themselves sandstone reefs and beach sandstone reef (or beachrocks), the former being predominant in 6 of 7 beaches in which they occur. The presence of sandstone reefs in almost one third of the coastal zone of *Piauí* contributes to the formation of an irregular coastline with small coves alternating (as in *Cajueiro da Praia, Morro*

Branco and *Barra Grande*) and spit (as in *Itaqui*). This research, that is not meant to exhaust the study of these formations, recommends the need for further work and considers it vital to establish some propositions, notably: the use of sandstone reefs as unit in the definition of geo-environmental programs and actions for coastal management the region, creation of a conservation area with specific goal of protection of these structures and reaffirmation of the same relevance as geological attribute of the coastal zone of state of *Piauí*.

Key-words: stonereefs; *Piauí* coastal zone; geological attribute.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estágios da formação de <i>beachrocks</i>	40
Figura 2. Fase 1: Formação do primeiro <i>beachrock</i>	41
Figura 3. Primeiro momento de remoção da areia sobre o <i>beachrock</i>	41
Figura 4. Segundo momento de remoção da areia sobre o <i>beachrock</i>	42
Figura 5. Fase 2: Seqüência de formação do <i>beachrock</i> , após oscilação do nível do mar, com novo aporte de sedimentos favorecendo as condições de cimentação do novo pacote	42
Figura 6. Fase 3: <i>Beachrock</i> final sofrendo ação destrutiva sobre a face voltada para o mar e conseqüente basculamento após a quebra	43
Figura 7. Modelo proposto para a origem e evolução de um <i>beachrock</i> em latitude média	44
Figura 8. Distribuição mundial dos recifes rochosos recentes	66
Figura 9. Compartimentação do litoral brasileiro	70
Figura 10. Mapa geológico simplificado da zona costeira leste – nordeste do Brasil, indicando os elementos da circulação atmosférica para a região	89
Figura 11. Localização geográfica da área de estudo no estado do Piauí, sua posição na região Nordeste e no Brasil	91
Figura 12. Formações geológicas da Bacia Sedimentar do Maranhão – Piauí	101
Figura 13. Mapa geológico do Piauí – Zona Costeira	103
Figura 14. Esquema do litoral piauiense	105
Figura 15. Recobrimento sedimentar simplificado da plataforma continental brasileira. A seta indica a pequena porção correspondente à costa piauiense	119
Figura 16. Mapa geológico da planície costeira piauiense adjacente aos recifes de arenito	142
Figura 17. Setorização dos complexos recifais da zona litorânea do Piauí	161
Figura 18. Praia de Cajueiro da Praia (1) com recifes de arenito	163
Figura 19. Perfil topográfico P1 da praia de Cajueiro da Praia ...	164

Figura 20. Aspectos mineralógicos da amostra R1 do recife de arenito de Cajueiro da Praia (Qtzito = seixos de quartzito; Qz = seixos, grânulos e grãos de quartzo). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm	165
Figura 21. Praia de Morro Branco (2) com recifes de arenito	167
Figura 22. Perfil topográfico P2 da praia de Morro Branco	169
Figura 23. Aspectos mineralógicos da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, composto de grãos de areia de quartzo (Qz) de diversos tamanhos, cimentados por óxidos/hidróxidos de ferro (porções escuras entre os grãos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm	170
Figura 24. Aspectos mineralógicos da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco (Qtzito = grânulos de quartzito; Qz = grãos de quartzo; Ox = cimento de óxido de ferro). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm	170
Figura 25. Aspectos gerais da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, destacando a presença dos poros (Qz = grãos de quartzo; porções escuras = cimento de óxidos/hidróxidos de ferro; poro = espaço vazio entre os grãos). Luz natural polarizada. Comprimento da foto = 1,4 mm	171
Figura 26. Detalhe da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, observando-se os clastos angulosos de quartzo com angularidade secundária, produzida pela substituição de seus bordos por óxidos/hidróxidos de ferro. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 1,4 mm	172
Figura 27. Mesma fotomicrografia anterior, à luz polarizada, evidenciando a continuidade cristalográfica do clastos de quartzo com bordos substituídos. Luz polarizada analisada (LP). Comprimento da foto = 1,4 mm	172
Figura 28. Praia da Barrinha (3) com recifes de arenito de praia	174
Figura 29. Perfil topográfico P3 da praia da Barrinha	176
Figura 30. Textura geral da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha (Qz = grãos de areia de quartzo; Bf = biofragmentos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm	177
Figura 31. Detalhe da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha (Qz = grãos de quartzo; Bf = biofragmentos de dois tipos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm	177

Figura 32. Detalhe da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha, observando-se os grãos de areia arredondados de quartzo (Qz) e minerais opacos (Op), com cimento de carbonato (Cb) em seus interstícios. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 1,4 mm	178
Figura 33. Praia de Barra Grande (4) com recifes de arenito	179
Figura 34. Perfil topográfico P4 da praia de Barra Grande	181
Figura 35. Aspectos mineralógicos da amostra R6 do recife de arenito da praia de Barra Grande (Qtzito = seixos de quartzito; Po = poros vazios entre o cimento de óxido/hidróxidos de ferro e demais grãos claros de quartzo). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm	182
Figura 36. Praia de Carnaubinha (5) com recifes de arenito	184
Figura 37. Perfil topográfico P5 da praia de Carnaubinha	185
Figura 38. Aspectos mineralógicos da amostra R9 dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha, à direita da microfoto, maior proporção de cimento de óxido/hidróxidos de ferro (porções escuras) e à esquerda, maior proporção em poros vazios. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm	186
Figura 39. Estrato superior e inferior do Depósito marinho praiado da praia de Carnaubinha	188
Figura 40. Praia de Itaqui (6) com recifes de arenito. A oeste – praia do Coqueiro	189
Figura 41. Perfil topográfico P6 da praia de Itaqui	192
Figura 42. Aspectos mineralógicos da amostra R12 do recife de arenito da praia de Itaqui, observando-se os seixos e grânulos de grãos de quartzo (Qz) e quartzito (Qtzito) cimentados por óxido/hidróxido de ferro. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm	193
Figura 43. Aspectos mineralógicos e estruturais da amostra R12 do recife de arenito da praia de Itaqui (Qtzito = clastos de quartzito; Qz = clastos de quartzo; Ox = cimento de óxidos/hidróxidos de ferro; Carb = poros no cimento preenchido por carbonato). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm	193
Figura 44. Mesma microfotografia anterior à luz polarizada (LP). Observa-se que os poros preenchidos por carbonato assumem cor de interferência clara. Comprimento da foto = 4 mm	194

Figura 45. Praia do Coqueiro (7) com recifes de arenito. A leste – praia de Itaqui	196
Figura 46. Perfil topográfico P7 da praia do Coqueiro	198
Figura 47. Aspectos mineralógicos da amostra R11 do recife de arenito da praia do Coqueiro, com poros e grãos cimentados por óxido/hidróxido de ferro (material escuro). Qz = clastos de quartzo com bordos corroídos; Quartzito = clasto arredondado de quartzito; Po = poros. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm	199
Figura 48. Sobreposição dos perfis topográficos com referência aos recifes do litoral do Piauí	200
Figura 49. Configuração dos sub-ambientes praias	234
Figura 50. Configuração da costa piauiense de acordo com a presença de recife de arenito	235
Figura 51. Costão rochoso demonstrando os diferentes níveis da região intertidal: supralitoral, litoral ou entre-marés e infralitoral	237
Figura 52. Evolução geológica dos recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras	255
Figura 53. Evolução geológica dos recifes de arenito de praia ..	256

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Rochas de praia (<i>beachrocks</i>) formadas na zona intertidal – ilha Heron, Austrália	46
Foto 2. Bancos horizontais de arenitos paralelos à linha da costa – praias do Futuro e Sabiaguaba – Fortaleza / CE	47
Foto 3. Aspecto da linha interna de um recife de arenito com estratificação cruzada, apresentando aberturas ou depressões denominadas “barretas” – Natal / RN	49
Foto 4. Exposição do <i>beachrock</i> evidenciando o nível anterior mais elevado do mar – CE	51
Foto 5. Costa protegida por <i>beachrocks</i> – Porto Rico	52
Foto 6. Efeitos das ondas incidentes sobre os recifes influenciando o formato das praias e o transporte de sedimentos – Natal / RN	52
Foto 7. <i>Beachrocks</i> demonstrando antiga linha de costa e importância histórica – Recife / PE	54
Foto 8. Algas marinhas bentônicas em recifes de arenito – ES	59
Foto 9. Recifes de arenito no mundo: A. Siesta Key, Florida, EUA. B. praia de Corrubedo, Espanha. C. Alanya, Turquia. D. Cook islands, China	69
Foto 10. Aspecto do recife de arenito – praia de Boa Viagem – Recife / PE	76
Foto 11. <i>Beachrocks</i> expostos na praia Barra do Correia – Beberibe / CE	78
Foto 12. Arenito ferruginoso da Formação Barreiras parcialmente exposto na Volta da Jurema – Fortaleza / CE	79
Foto 13. Foto 13. Recifes de arenito na zona costeira do Piauí – município de Cajueiro da Praia: A. praia de Cajueiro da Praia. B. praia da Barrinha. C. praia de Barra Grande	85
Foto 14. Recifes de arenito na zona costeira do Piauí – município de Luis Correia: A. praia de Carnaubinha. B. praia de Itaqui. C. praia do Coqueiro	85
Foto 15. Formas deposicionais dos recifes sobre a costa piauiense: A. Sobre a faixa praial em contato com o supralitoral. B. Como placas sobrepostas. C. Sobre a faixa praial no mesolitoral. D. Rochedos em direção ao oceano	86

Foto 16. Escultura feita com rochas dos recifes de arenito – Luis Correia	121
Foto 17. Vista para nordeste da planície costeira adjacente à praia de Carnaubinha	145
Foto 18. Vista para norte do Embasamento sedimentar da Formação Barreiras relacionado aos sedimentos fluviais e marinhos, representando a base geológica do litoral piauiense	146
Foto 19. Jazida de exploração de sedimentos da Formação Barreiras próximo à praia de Barra Grande	147
Foto 20. Depósito aluvial associado aos sedimentos de aluviões de margens de rios e riachos, por vezes associados ao Depósito paludial	148
Foto 21. Vista para nordeste dos recifes de arenito dispostos de forma irregular sobre a faixa praial, relacionados à Formação Barreiras	149
Foto 22. Recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>) com estratificação plano-paralela horizontal	150
Foto 23. Depósito paludial com presença de solos lamacentos e manguezal	151
Foto 24. Depósito eólico configurando campos de dunas móveis e fixas	153
Foto 25. Depósito eólico na forma de dunas livres, com presença de marcas de onda assimétricas na superfície do sedimento arenoso	155
Foto 26. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia do Coqueiro	156
Foto 27. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia de Carnaubinha	157
Foto 28. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia de Itaqui, observando-se os tubos alongados à base de carbonato de cálcio, que lembram diminutas estalactites e estalagmites	157
Foto 29. Depósito marinho praial constituído de sedimentos arenosos e presença de marcas de onda assimétricas	158
Foto 30. Recifes de arenito da praia de Cajueiro da Praia e em segundo plano, o Depósito eólico holocênico	163
Foto 31. Rochas do recife de arenito da praia de Cajueiro da Praia, mostrando em (A), o contato entre os recifes e a falésia adjacente ao Depósito eólico e em (B), detalhe da rocha com conchas incrustadas	164

Foto 32. Recifes de arenito da praia de Morro Branco	168
Foto 33. Recifes de arenito da praia de Morro Branco com a ocorrência de típicas “barretas”	168
Foto 34. Detalhe dos recifes de arenito da praia da Barrinha	174
Foto 35. Rochas do recife de arenito de praia (<i>beachrock</i>) da praia da Barrinha, observando-se em (A) uma vista geral para leste das rochas psamíticas e, em (B) detalhe de uma marmita preenchida por água e com presença de vegetação	175
Foto 36. Vista para nordeste dos recifes de arenito da praia de Barra Grande	180
Foto 37. Rochas do recife de arenito da praia de Barra Grande	180
Foto 38. Vista para nordeste dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha	184
Foto 39. Vista para leste dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha	185
Foto 40. Detalhe dos estratos do sedimento praial da praia de Carnaubinha	188
Foto 41. Detalhe dos recifes de arenito da praia de Itaqui	189
Foto 42. Vista para nordeste do pontal arenoso originado dos processos costeiros na praia de Itaqui	190
Foto 43. Vista para norte do recife de arenito da praia de Itaqui que acompanha a faixa de sedimentos praias	191
Foto 44. Detalhe dos recifes de arenito da praia de Itaqui	191
Foto 45. Vista para leste dos recifes de arenito da praia do Coqueiro	196
Foto 46. Vista para norte dos recifes de arenito da praia do Coqueiro	197
Foto 47. Canalização de água do mar – praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia	207
Foto 48. <i>Beachrocks</i> entre os recifes de arenito – praia de Morro Branco – Cajueiro da Praia	209
Foto 49. Recifes de arenito entre os <i>beachrocks</i> – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	210
Foto 50. <i>Beachrocks</i> sobre os recifes de arenito – praia de Carnaubinha – Luis Correia	211

Foto 51. Funções dos recifes de arenito do litoral piauiense: A / B. Indicação de antigas linhas de costa e da variação do nível relativo do mar – praias de Morro Branco – Cajueiro da Praia e do Coqueiro – Luis Correia, respectivamente. C / D / E. Substrato para a vida marinha e terrestre – praias do Coqueiro, Carnaubinha e Itaqui – Luis Correia, respectivamente. F. Proteção da costa e atenuação das ondas incidentes – recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>) – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	212
Foto 52. Sinalização sobre a presença dos recifes de arenito no litoral piauiense – praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia	213
Foto 53. Embarcação paulista LESTEMAR encalhada sobre os recifes de arenito na década de 50: A. Foto de 1969 – barco ainda com o mastro. B / C. Fotos de 1971 – ano da retirada – praia do Coqueiro – Luis Correia	215
Foto 54. Presença de lixo nos recifes de arenito – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia	216
Foto 55. Ilha D’Anta durante a maré alta – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia	224
Foto 56. Ilha D’Anta durante a maré baixa – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia	224
Foto 57. Recifes de arenito atenuando a energia das ondas, durante a maré baixa, proporcionando águas calmas e próprias para o banho – praia do Coqueiro – Luis Correia	226
Foto 58. Recifes de arenito encobertos pela água, durante a maré alta, com vento impulsionando ondas de maior energia e em conseqüência água mais agitada – praia do Coqueiro – Luis Correia	227
Foto 59. Formação de bancos de areia temporários impulsionados pela descarga do volume de água da lagoa da Santana em frente aos recifes de arenitos de praia (<i>beachrocks</i>), no decorrer e após o período de chuvas – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	228
Foto 60. Recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>), sobre a faixa de praia no decorrer do período de chuvas em 2008, com presença de marmitas – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	229
Foto 61. Areia recobrimdo os recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>), um ano após o período de chuvas de 2008, percebendo-se o mesmo contorno da linha de costa – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	229

Foto 62. Recifes de arenito sobre a costa piauiense em contato com o supralitoral: A. praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia. B. praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia	238
Foto 63. Recifes de arenito sobre a costa piauiense ocorrentes no mesolitoral: A. praia de Morro Branco – Cajueiro da Praia. B. praia de Carnaubinha – Luis Correia. C. praia de Itaqui – Luis Correia. D. praia do Coqueiro – Luis Correia	239
Foto 64. Recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>) sobre a costa piauiense aflorando no supralitoral em permanente exposição na praia da Barrinha – Cajueiro da Praia	240

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Definições propostas para os recifes de arenito	34
Quadro 2. Mecanismos para formação dos recifes de arenito	37
Quadro 3. Locais de formação dos recifes de arenito	45
Quadro 4. Morfologia dos recifes de arenito	48
Quadro 5. Principais contribuições dos recifes de arenito	55
Quadro 6. Registro das idades dos recifes de arenito no mundo .	62
Quadro 7. Registro das idades dos recifes de arenito no Brasil ..	63
Quadro 8. Estudos sobre recifes de arenito no mundo	67
Quadro 9. Estudos sobre recifes de arenito no Brasil	72
Quadro 10. Estudos sobre recifes de arenito no Nordeste	74
Quadro 11. Estudos sobre recifes de arenito no Piauí	81
Quadro 12. Evolução histórica da utilização do termo Barreiras .	99
Quadro 13. Macroalgas dos recifes piauienses – Rodófitas, Feófitas e Clorófitas	111
Quadro 14. Diversidade da fauna nos recifes piauienses – animais marinhos	113
Quadro 15. Diversidade da fauna nas praias piauienses com recifes – animais terrestres	115
Quadro 16. Variação média das marés do litoral piauiense – 2002 a 2009	117
Quadro 17. Distribuição das amostras de rochas coletadas no trabalho de campo por localidade.....	139
Quadro 18. Distribuição das amostras de sedimentos coletadas no trabalho de campo por tipo de depósito e idade	140
Quadro 19. Coluna estratigráfica da planície costeira adjacente aos recifes de arenito do litoral piauiense	143
Quadro 20. Dados texturais da amostra de sedimentos da Formação Barreiras, adjacente à praia de Barra Grande	147
Quadro 21. Dados texturais das amostras do Depósito paludial ..	152
Quadro 22. Dados texturais das amostras do Depósito eólico	154
Quadro 23. Extensão e localização das áreas de recifes de arenito no litoral do Piauí	160
Quadro 24. Localização dos perfis topográficos realizados nas praias com recifes de arenito do litoral piauiense	162
Quadro 25. Dados texturais das amostras da praia de Cajueiro da Praia	166

Quadro 26. Dados texturais da amostra da praia de Morro Branco	173
Quadro 27. Dados texturais das amostras da praia da Barrinha ...	178
Quadro 28. Dados texturais da amostra de sedimento da praia de Barra Grande	183
Quadro 29. Dados texturais das amostras da praia de Carnaubinha	187
Quadro 30. Dados texturais da amostra de sedimento da praia de Itaqui	195
Quadro 31. Dados texturais da amostra de sedimento da praia do Coqueiro	199
Quadro 32. Análise petrográfica das rochas dos recifes	204
Quadro 33. Tamanho médio das rochas de cada área de recife ...	206
Quadro 34. Caracterização física dos recifes	208
Quadro 35. Principais funções e fontes de sedimentos dos recifes de arenito	217
Quadro 36. Caracterização granulométrica das praias com ocorrência de recifes de arenito	221
Quadro 37. Diferentes classificações da costa piauiense	231
Quadro 38. Classificação das praias piauienses de acordo com a presença dos recifes de arenito, dinâmica hídrica e morfologia do ambiente praial	235
Quadro 39. Divisão da costa piauiense	244

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Calibração de datações radiocarbono e transformação das datas calibradas em datas calendário	65
Tabela 2. Análise petrográfica – principais elementos	205
Tabela 3. Análise granulométrica – principais parâmetros	220

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	27
2. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA E ÁREA GEOGRÁFICA	30
3. OBJETIVOS	31
3.1. GERAL	31
3.2. ESPECÍFICOS	31
4. RECIFES DE ARENITO: UMA REVISÃO DE LITERATURA	32
4.1. DEFINIÇÕES	33
4.2. PROCESSOS DE FORMAÇÃO	36
4.2.1. Modelos.....	39
4.3. LOCAL DE FORMAÇÃO	44
4.4. MORFOLOGIA	46
4.5. CONTRIBUIÇÃO NA CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM COSTEIRA	50
4.6. IDADE GEOLÓGICA DOS RECIFES DE ARENITO	60
4.7. RECIFES DE ARENITO NO MUNDO	66
4.8. RECIFES DE ARENITO NO BRASIL	69
4.9. RECIFES DE ARENITO NA REGIÃO NORDESTE	73
4.10. RECIFES DE ARENITO NO PIAUÍ	79
5. ÁREA DE ESTUDO	89
5.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASPECTOS FISIOMORFOLÓGICOS	89
5.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	92
5.2.1. Histórico e definição do termo “Barreiras”	94
5.2.2. Esboço geológico	100
5.2.3. Aspectos geomorfológicos	104
5.3. CLIMA E HIDROGRAFIA	108
5.4. VEGETAÇÃO E FAUNA	109
5.5. OCEANOGRAFIA COSTEIRA	116
5.6. ASPECTOS AMBIENTAIS	119
6. METODOLOGIA	124
6.1. LEVANTAMENTO DE DADOS EM GABINETE	125
6.1.1. Pesquisa bibliográfica.....	125
6.1.2. Levantamento cartográfico.....	125
6.2. INTERPRETAÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA	126
6.2.1. Fotointerpretação e análise de imagens de satélite	126

6.3. PROCEDIMENTOS DE CAMPO.....	127
6.3.1. Recifes de arenito	127
6.3.1.1. Observação não – participante não – estruturada.....	127
6.3.1.2. Amostragem.....	128
6.3.1.3. Registro fotográfico	128
6.3.2. Planície costeira.....	128
6.3.3. Sistema praial.....	128
6.3.3.1. Planialtimetria	129
6.3.3.2. Amostragem.....	130
6.4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO	130
6.5. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO	132
6.5.1. Análise petrográfica dos recifes de arenito	132
6.5.2. Análise granulométrica dos sedimentos praias e da planície costeira.....	133
6.5.2.1. Análise granulométrica	133
6.5.2.2. Quantificação do teor de matéria orgânica.....	134
6.5.2.3. Quantificação do teor de carbonato biodetrítico	134
6.6. TRATAMENTO DOS DADOS EM GABINETE	134
6.6.1. Análise – síntese.....	135
6.6.2. Indução – dedução	135
6.6.3. Interpretação petrográfica dos recifes de arenito	135
6.6.4. Elaboração do mapa geológico da planície costeira.....	136
6.6.5. Integração planície costeira / plataforma continental interna.....	136
6.6.6. Tratamento estatístico das amostras de sedimentos praias e da planície costeira.....	136
6.7. ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS FINAIS	137
7. RESULTADOS.....	139
7.1. GEOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA ADJACENTE AOS RECIFES DE ARENITO	141
7.1.1. Planície costeira.....	141
7.1.1.1. Formação Barreiras	146
7.1.2. Sistema deposicional continental.....	148
7.1.2.1. Depósito aluvial	148
7.1.3. Sistema deposicional litorâneo.....	149
7.1.3.1. Recifes de arenito.....	149
7.1.3.2. Recifes de arenito de praia.....	150

7.1.3.3. Depósito paludial.....	151
7.1.3.4. Depósito eólico.....	153
7.1.3.5. Depósito marinho praial	158
7.1.4. Plataforma continental interna.....	159
7.2. O COMPLEXO RECIFAL – PRAIAL DO ESTADO DO PIAUÍ – ASPECTOS FISIOGRAFICOS, TEXTURAI, MORFOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS	159
7.2.1. Setor 1: complexo recifal do município de Cajueiro da Praia.....	162
7.2.1.1. Praia de Cajueiro da Praia.....	162
7.2.1.2. Praia de Morro Branco	167
7.2.1.3. Praia da Barrinha	173
7.2.1.4. Praia de Barra Grande.....	179
7.2.2. Setor 2: complexo recifal do município de Luis Correia	183
7.2.2.1. Praia de Carnaubinha.....	183
7.2.2.2. Praia de Itaqui.....	188
7.2.2.3. Praia do Coqueiro	195
7.2.3. Sobreposição dos perfis topográficos referentes aos recifes piauienses.....	200
8. DISCUSSÃO.....	203
8.1. OS RECIFES DE ARENITO DA ZONA LITORÂNEA PIAUIENSE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOSEDIMENTARES	203
8.1.1. Relação da granulometria com os recifes de arenito	218
8.2. OS RECIFES DE ARENITO DA ZONA LITORÂNEA DO ESTADO DO PIAUÍ E AS PERPECTIVAS FUTURAS	222
8.2.1. Os recifes de arenito como atributo natural geológico e sua contribuição na geomorfologia costeira do litoral piauiense ...	222
8.2.2. Classificação da costa piauiense a partir da presença dos recifes de arenito.....	230
8.2.3. Relação dos recifes de arenito com o perfil das praias ...	236
8.2.4. Os recifes de arenito como unidade geoambiental de análise integrada e como ferramenta para o gerenciamento costeiro.....	240
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	247
10. REFERÊNCIAS.....	260

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras são áreas constituídas por uma grande diversidade de ecossistemas, proporcionados pela interface entre os meios aquático e terrestre, apresentando, assim, um conjunto ímpar de relações entre os seres vivos que neles habitam e os elementos físicos que os compõem. Neste contexto estão inseridos ecossistemas como manguezais, dunas, restingas, marismas, praias, estuários, deltas, promontórios, recifes de coral e recifes de arenito.

Os recifes de arenito são formações presentes nas zonas costeiras, localizados principalmente nas áreas tropicais e intertropicais que, segundo a literatura, são decorrentes da cimentação de areias e fragmentos de conchas, correspondendo a antigas praias consolidadas, sendo definidos principalmente pela sua composição granulométrica, apresentando diferenças na sua identificação e interpretação, da questão do termo que os denomina à sua formação.

Segundo Suguio (1992, p. 102), essas formações correspondem aos recifes rochosos ou costeiros e representam “rochas inorgânicas, principalmente arenitos e conglomerados... formados por grãos predominantemente quartzosos e cimentados por calcita e na zona intermarés, contendo conchas fragmentadas ou inteiras de moluscos”. De acordo com Magliocca (1987, p. 251), caracterizam um “banco, nas costas marítimas, de areia consolidada à custa de cimentação com carbonato de cálcio ou óxido de ferro”.

Não só por que fazem parte da morfologia costeira é que se torna importante o estudo sobre estes recifes. Diferentes pesquisas vêm demonstrando a participação destes na dinâmica e evolução costeira, principalmente como testemunhos das mudanças relativas do nível do mar. De acordo com Hopley (1986 *apud* MEIRELES *et al.*, 2002), os arenitos ou rochas de praia, sedimentos que ocorrem na zona intermaré, cimentados por carbonato de cálcio, mostram-se como indicadores de flutuações relativas do nível do mar, que podem ser correlacionadas entre si, mesmo de formas distintas, estando envolvidas por eventos transgressivos correlatos ao longo do litoral.

Enquanto o Brasil possui extensa costa litorânea, sendo os recifes de arenito freqüentes em toda orla nordestina, o estado do Piauí apresenta uma costa com apenas 66 km de extensão, a menor do país, constituindo 0,89% do litoral brasileiro. Sua morfologia, segundo Baptista (1981, p.127) compõe-se basicamente de três tipos: “erosão marinha, dunas e alagadiços, não possuindo barreiras e outras formações

litorâneas, com exceção dos recifes areníticos que afloram na maré baixa”.

De acordo com a Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996b), no litoral piauiense, os recifes de arenito estão restritos às faixas praias de Barra Grande e Coqueiro, situados abaixo da linha de preamar, tratando-se de alinhamentos rochosos, descontínuos, ocupando enseadas ou proximidades de desembocaduras fluviais. Para Cavalcanti (2000), essas rochas formam uma linha paralela à costa atual, em blocos contínuos próximos à praia, apresentando antigas linhas da costa, consolidadas por carbonato de cálcio e posteriormente cimentados.

Muitos estudos vêm sendo realizados para aprofundar o conhecimento acerca dessas formações, com destaque para aqueles sobre o litoral nordestino, principalmente por que as zonas litorâneas se configuram como regiões dinâmicas, tanto do ponto de vista natural como antrópico, evidenciando assim a necessidade constante de se discutir as diferentes idéias referentes a seus componentes, incluindo os recifes de arenito, e a sua dinâmica. Em vista disso, estabeleceu-se uma revisão bibliográfica que serviu de base para o desenvolvimento da pesquisa, constituindo uma diretriz para a elaboração da presente tese de doutorado.

Dessa forma, considerando a limitada literatura acerca dos recifes de arenito existentes na costa litorânea piauiense, e o próprio desconhecimento geral sobre as características e potencialidades do espaço litorâneo piauiense, dentro do processo histórico de construção do espaço brasileiro, pretendeu-se nesta pesquisa, estudar estas formações do ponto de vista morfológico (forma e disposição espacial) e sedimentológico (tipos e fontes de sedimentos) e analisar sua importância para a configuração da faixa praias, estabelecendo-se a seguinte questão: Que características os recifes de arenito ocorrentes nas praias piauienses apresentam de forma a contribuir para a geomorfologia costeira da zona litorânea piauiense visando à gestão sustentável da mesma?

O corpo desta tese está dividido em cinco segmentos: o primeiro corresponde à revisão bibliográfica apresentando um apanhado do referencial teórico básico referente aos recifes de arenito, necessário para a compreensão do desenvolvimento da pesquisa. No segundo são apresentadas as características fisiográficas e ambientais relacionados à área de estudo. No terceiro são discutidos os aspectos metodológicos, descrevendo-se as técnicas e os procedimentos utilizados, inclusive

equipamentos e *softwares* empregados. O quarto apresenta os resultados obtidos de forma objetiva e concisa, sendo estes discutidos no quinto segmento que aborda as questões mais relevantes com relação à pesquisa, para na sequência apresentar as considerações finais pertinentes, as recomendações relacionadas aos recifes de arenito da zona litorânea piauiense e ainda, sugestões de pesquisas e/ou trabalhos futuros.

A justificativa para realização desse estudo e os objetivos propostos para sua concretização se apresentam a seguir.

2. JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA E ÁREA GEOGRÁFICA

O estudo justificou-se pela necessidade de ampliar os conhecimentos sobre os recifes de arenito piauienses, no sentido de melhor conservar os recursos litorâneos do estado, uma vez que eles salvaguardam, em seu ambiente, elementos essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas costeiros e que também contribuem na função dos oceanos de regulador climático, fonte de água e oxigênio para a atmosfera terrestre e provedor de diversos outros recursos orgânicos e inorgânicos. Além disso, constituem palco para o desenvolvimento de diversas atividades humanas como a pesca, atracamento de pequenas embarcações, turismo, alimentação e pesquisa científica.

Identificaram-se como problemas de investigação o desconhecimento específico acerca dos recifes de arenito piauienses em relação a seus aspectos físicos, morfológicos e sedimentológicos, a configuração do sistema praial em função de sua presença e ação, e a sua possível contribuição na gestão sustentável da região. Essas questões explicam e motivam a escolha do tema e a área associada a ela. Além delas, o fato de que historicamente, no Brasil, quase não se conhece o estado do Piauí como um todo, e em particular, seu litoral, também se configurou como motivação para o desenvolvimento desta pesquisa.

Esperou-se assim contribuir para a ampliação dos conhecimentos acerca da zona litorânea piauiense, relacionados, notadamente, aos recifes de arenito presentes, considerando sua caracterização morfológica e sedimentológica visando à manutenção de sua função na morfologia do respectivo litoral. Esperou-se ainda como impacto da pesquisa o reconhecimento da importância destas formações rochosas como feição litoral relevante para o estado do Piauí, sua valorização através da divulgação dos resultados da pesquisa quanto a seus aspectos morfológicos e sedimentológicos e, por fim, colaborar para a continuidade das atividades da linha de pesquisa Oceanografia Costeira e Geologia Marinha, do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e para o fortalecimento do Programa de Incentivo à Capacitação Docente e Técnica (PICDT) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI).

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

O objetivo geral dessa pesquisa é de estudar os recifes de arenito piauienses do ponto de vista físico, considerando suas características morfossedimentares, visando seu reconhecimento como feição litoral relevante para o Piauí.

3.2. ESPECÍFICOS

- Discutir as diversas interpretações da literatura especializada acerca dos recifes de arenito, como elemento da morfologia praial, proporcionando subsídios teóricos e metodológicos para execução da pesquisa;
- Caracterizar a área de estudo de ocorrência dos recifes em relação aos aspectos físico-naturais e ambientais;
- Identificar os aspectos físicos dos recifes de arenito quanto à sua composição mineralógica, fontes principais dos sedimentos que os constituem, bem como caracterizar sua morfologia e disposição espacial a partir da análise e comparação com outras áreas reconhecidas de ocorrência dessas formações, considerando seu processo de formação;
- Reconhecer e valorizar os recifes de arenito piauienses, como atributo natural geológico do litoral piauiense e como elemento da paisagem costeira visando sua contribuição para a gestão sustentável da região.

4. RECIFES DE ARENITO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Nos estudos bibliográficos realizados acerca dos recifes de arenito a primeira situação em que se defronta corresponde à identificação de um número expressivo de termos aplicados a estas formações, sendo o mais comum o termo inglês *beachrock* (utilizado na maioria dos trabalhos analisados), traduzido, entretanto, ora como arenito de praia, ora como recife de arenito e também como rocha de praia. Outros termos são utilizados: recife arenítico, recife rochoso, recife costeiro, recife de pedra, rocha praial, rocha recifal, conglomerados de praia, bancos de arenitos e cordões de arenito, sem contar os termos utilizados nas diversas línguas.

Também é comum o termo *arrecife*, sendo principalmente utilizado na linguagem popular. Alguns textos trazem ainda os termos barreira ou praia-barreira como sendo sinônimos para estas formações. O termo *beachrock* ainda aparece com diferentes formas ortográficas: *beachrock*, *beach rock* e *beach-rock*, dependendo da interpretação do autor e algumas vezes entre aspas. Neste texto, o termo *beachrock* está escrito de acordo com o apresentado na referência citada.

Existem ainda discussões em considerar estas formações como recifes ou não. Originalmente o termo recife (do grego *razif*) que significa literalmente pavimento, foi utilizado para designar qualquer formação rochosa presente nas costas que constituísse obstáculos à navegação. Por conta disso vários autores preferem utilizar o termo *beachrock* ou arenito de praia, deixando o termo recifes para os bancos coralíneos. É evidente, então a inconsolidação de termos na designação dos arenitos de praia, uma vez que alguns estudiosos não os consideram como *beachrocks* e acreditam também não formarem recifes (PETRI & FÚLFARO, 1983; POPP, 1987; POPP, 1998), indicando ainda que o termo arenito de praia também é impróprio, sugerindo arenito de recife (*stone reef*) para identificá-los (MENDES, 1984; DOMINGUEZ *et al.*, 1990).

Outra questão levantada refere-se ao local de formação, pois dependendo deste a estrutura rochosa recebe a denominação recifes de arenito (*sandstone reef*), se decorrentes da cimentação de depósitos da face praial, e de rochas praias (*beachrocks*), se originam de depósitos da antepraia ou estirâncio (DOMINGUEZ *et al.*, 1992). Alguns autores ainda identificaram os recifes de arenito como um tipo de costão rochoso (COUTINHO, 2002; PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS – PMS, 2002) enquanto outros indicaram o termo *beachrock*

para a denominação em língua inglesa para a formação rochosa em questão (SANTOS, 2005).

Embora 78% dos autores tenham utilizado o termo *beachrock*, neste texto será utilizado o termo recife de arenito para referência a estas formações, por conta de sua maior aceitação nos estudos referentes à região nordestina na qual está inserida a área de estudo desta pesquisa, respeitando-se, entretanto, no momento de transcrições literais, o termo utilizado pelos autores nos diversos trabalhos pesquisados. A análise realizada considerou a questão temporal, considerando os estudos em ordem cronológica, dos mais antigos para os mais recentes, no que se refere a aspectos conceituais, morfológicos e de formação e sua contribuição na paisagem e evolução costeira, assim como uma perspectiva espacial relacionando as pesquisas sobre essas rochas no mundo, Brasil, região Nordeste e Piauí. As definições, formas que se apresentam e o processo de formação dessas rochas também são apresentados diferentemente a partir das diversas interpretações e por conta das condições físico naturais onde ocorrem.

4.1. DEFINIÇÕES

Considerando o elevado e variado número de definições encontradas para os recifes de arenito é possível inferir que no decorrer dos estudos desenvolvidos, registrados a partir do início do século XX, estabeleceu-se uma evolução neste aspecto no sentido em que inicialmente estes corpos rochosos eram definidos somente como antigas praias consolidadas por cimentação a partir do carbonato de cálcio (por deposição do cimento calcita) como evidenciado nos trabalhos de Branner (1904c), Russel (1958), Ottmann (1960), Weyl (1970), Leinz & Leonardos (1971), Inman (1976), Davis Jr. (1977), Oliveira (1978), Guerra (1987), Oliveira (1987), Magliocca (1987), Popp (1987), Scoffin & Stoddart (1987), Suguio (1992), Chaves *et al.* (1994), UNESCO (1996), Amaral & Mendonça (1996), Turner (2000), Manso *et al.* (2001) e Guerra *et al.* (2005). Através da análise desses trabalhos foi possível perceber que a definição inicial perdura até os dias de hoje. Entretanto, outras definições foram estabelecidas para estas formações, na sua maioria, associadas ou complementares a primeira e algumas bastante diferenciadas. Alguns autores ainda indicaram duas ou mais definições para os recifes de arenito. Um resumo dessas definições e seus respectivos autores pode ser visualizado no Quadro 1, apresentados cronologicamente em relação à definição proposta.

Quadro 1. Definições propostas para os recifes de arenito.

Definições	Referências
Antigas praias arenosas que sofreram cimentação por carbonato de cálcio, pela dissolução de conchas calcárias.	Branner (1904c); Mabesoone (1964,1966); Weyl (1970); Leinz & Leonardos (1971); Inman (1976); Davis Jr. (1977); Oliveira (1978); Maia <i>et al.</i> (2005); Guerra <i>et al.</i> (2005)
Estruturas rochosas que podem se associar a algas, corais, vermes e restos de animais.	Russel (1958); Davis Jr. (1977); JCR (2005)
Antigas zonas de praia submarinas em profundidades de 1 a 2 m, posteriormente consolidadas.	Ottmann (1960); Mabesoone (1964); Coutinho <i>et al.</i> (1976); Oliveira (1978)
Praias arenosas cimentadas, formadas pela deposição do cimento calcita e posterior cimentação.	Russel (1958); Guerra (1987); Magliocca (1987); Popp (1987); Scoffin & Stoddart (1987); Chaves <i>et al.</i> (1994); UNESCO (1996); Amaral & Mendonça (1996); Turner (2000)
Arenitos friáveis ou consolidados formados em praias tropicais ou subtropicais.	Mendes (1984); Vieira <i>et al.</i> (2006)
Antigas praias consolidadas por cimentação de grãos de quartzo.	Guerra (1987); Oliveira (1987); Suguio (1992); Chaves <i>et al.</i> (1994)
Depósitos de plataforma / bancos nas costas marítimas / rochedos próximos à costa.	Mendes & Petri (1971); Magliocca (1987); Oliveira (1987); IBGE (1998)
Sedimentos de natureza biodetrítica (algas marinhas) misturadas a lamas terrígenas.	Taylor & Illing (1969); Krumbein (1979); Popp (1987); Carter (1988); Strasser <i>et al.</i> (1989); Molenaar & Venmans (1993); Bernier <i>et al.</i> (1997); Rey <i>et al.</i> (2005); Psomiadis (2006); Vieira & De Ros (2006)
Rochas inorgânicas (arenitos e conglomerados) cimentados por calcita (carbonato de cálcio).	Suguio (1992); Shaked <i>et al.</i> (2002); Martins <i>et al.</i> (2003); Guerra & Sial (2003); Desruelles (2004); Guerra & Manso (2004); Savi <i>et al.</i> (2004)

Grãos vulcânicos e diatomitos ligados por cimento de sílica amorfa, precipitada de fluídos geotermais.	Jones <i>et al.</i> (1997)
Areias de estirâncio cimentadas por carbonato de cálcio.	Diniz (2002)
Rochas sedimentares geradas nas zonas intermarés, compostas de areias sílicas puras a areias carbonáticas biogênicas.	IDEMA (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Vieira & De Ros (2006)
Sedimentos praias litificados, cimentados por uma variedade de cimentos.	Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a,b); Morelock & Ramirez (2005)
Areias de praia cimentadas por carbonato, podendo apresentar seixos e restos de conchas.	Maia <i>et al.</i> (2005); CEARÁ (2006)

Fonte: Baptista (2010).

Denota-se que as definições estabelecidas consideraram geralmente o local e o processo de formação, a constituição mineralógica e o cimento aglutinante. Destas as que se diferenciam correspondem àquelas que indicaram outros componentes na formação dessas estruturas como, por exemplo, o trabalho de Jones *et al.* (1997) que faz referência à *beachrocks* compostos por grãos vulcânicos, e outras como no caso de Mendes & Petri (1971) e IBGE (1998) que inseriram estes como depósitos de plataforma e não como a grande maioria que informou sua ocorrência e formação na zona intertidal das praias.

Outro aspecto interessante a ser evidenciado, em relação às definições, refere-se ao período de estudo sobre essas formações. Do início do século XX ao início do século XI em determinados períodos não foi possível identificar nenhum ou se encontrou muito poucos trabalhos que tratassem dessas formações, com destaque para o período entre 1905 a 1957 que representa o maior espaço de tempo, totalizando cerca de 50 anos, sem estudos publicados. Em outros momentos ocorrem pequenos períodos variando entre 5 a 10 anos de ausência de trabalhos, demonstrando, entretanto uma significativa preocupação com o entendimento sobre estas estruturas principalmente no que se refere à sua origem, em relação ao local de sua formação e ao processo que a desencadeou. Destes questionamentos decorre a diversificação e

inconsolidação dos termos que as nomeiam, proporcionando inclusive discussões sobre a existência ou não das mesmas como elemento geológico costeiro ou de plataforma. Também pôde ser percebido que muitas definições tratam os recifes de arenito simplesmente como rochas enquanto outras indicam serem sedimentos resultantes de praias pretéritas litificadas. Destaque para a definição de Guerra (1987, p. 33) que informou ser arenito de praia uma “rocha resultante do endurecimento e cimentação das areias de recifes, formados sobre as praias”. Esta idéia indica uma inversão para a concepção de recife de arenito quando se compara com as demais, mas é a única que assim se coloca. O avanço nas constatações encontra-se, então, na explicação sobre os processos de formação a serem apresentados posteriormente. E por isso, quanto à definição, em geral, as pesquisas denotam seguir uma mesma concepção.

4.2. PROCESSOS DE FORMAÇÃO

Quanto ao processo de formação está claro que os recifes de arenito se originam a partir da litificação de sedimentos praias através da cimentação por meio de diferentes cimentos, predominando os de carbonato de cálcio, como calcita e aragonita, podendo também ser reconhecidos como elementos cimentantes, o óxido de ferro e a sílica. Os tipos de sedimentos que são aglutinados para formarem estes recifes também variam entre seixos, restos de conchas e fragmentos de diferentes seres vivos, como corais, algas calcárias, mangues, ostras, vermes, foraminíferos e outros, definindo então dois tipos de componentes: os litoclastos, formado pelos fragmentos de rochas presentes e os bioclastos, decorrente da decomposição dos seres vivos ocorrentes no local.

A predominância de seres vivos em detrimento aos sedimentos litoclásticos tem levado diversos autores a denominarem essas estruturas com termos específicos considerando o principal componente como: rocha algática, rocha coralínea, rocha de vermes e rocha de animais (RUSSEL, 1958) ou ainda recife orgânico (SUGUIO, 1992) entre outros. Certamente o mais conhecido por existir de forma significativa e exuberante em diversas partes do planeta são os recifes de corais, formados pela solidificação dos esqueletos desses animais que agrupados se configuram numa estrutura sólida semelhante à rocha que serve de proteção e abrigo para diferentes espécies de animais e vegetais marinhos. Na literatura, entretanto se confunde um pouco estes recifes

com os de arenito, pois em muitos casos os recifes de corais se formaram sobre estruturas rochosas de arenito (LEÃO, 1994), contribuindo para o questionamento acerca da designação do termo recife de arenito, levando inclusive a autores a considerar que os recifes se classificam em dois tipos quanto à origem: de corais e de arenito (GUERRA, 1987; AB'SABER, 2001).

A origem e evolução dos recifes de arenito têm sido explicadas de diferentes maneiras quanto ao tipo de água que participa no processo e, como já foi dito, em relação ao cimento. Diversos autores têm defendido pelo menos cinco maneiras básicas de ocorrência dessas formações desde Ginsburg (1953) a Vieira & De Ros (2006). Os vários mecanismos estabelecidos para a formação dos recifes de arenito são apresentados, de forma simplificada, no Quadro 2, com a indicação dos autores que os sugeriram e respectivo ano, relacionados cronologicamente por cada processo.

Quadro 2. Mecanismos para formação dos recifes de arenito.

Mecanismo	Referências
Deposição do carbonato de cálcio.	Ginsburg (1953); Tanner (1956,1961)
Evaporação da água salgada contida na areia.	Ginsburg (1953); Guilcher (1957); Stoddart & Cann (1965); Christofolletti (1974); Friedman (1975); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Guerra & Sial (2003); Morelock & Ramirez (2005); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a); Rey <i>et al.</i> (2005); Psomiadis (2006)
Infiltração da água doce na praia.	Branner (1904c); Guilcher (1957); Mabesoone (1964); Guerra & Sial (2003); Guerra & Manso (2004); Morelock & Ramirez (2005); Turner (2005); Psomiadis (2006)
Desprendimento do calcário dos recifes de corais.	Brinkmann (1964)
Dissolução e precipitação da água do mar.	Brinkmann (1964)

Contato da água doce com a água salgada da areia.	Guilcher (1957); Schmalz (1971); Chaves <i>et al.</i> (1994); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Guerra & Sial (2003); Calvet <i>et al.</i> (2003); Guerra & Manso (2004); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a); Rey <i>et al.</i> (2005); Calvet <i>et al.</i> (2005); JCR (2005); Sichel <i>et al.</i> (2006); Psomiadis (2006)
Cimentação por aragonita.	Stoddart & Cann (1965); Bird (1984); Chaves <i>et al.</i> (1994); Desruelles <i>et al.</i> (2004); JCR (2005)
Cimentação por óxido de ferro.	Leinz & Leonardos (1971); Guerra (1987); Magliocca (1987)
Precipitação do cimento por perda do gás dióxido de carbono dissolvido da água presente nos poros dos sedimentos carbonáticos.	Thorstenson <i>et al.</i> (1972); Hanor (1978); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a)
Dissolução de conchas	Petri & Fúlfaro (1983)
Cimentação precoce de sedimentos de praia por cimento micrítico com forte influência microbiana.	Neumeir (1998); Wonderly (2006)
Precipitação abiótica pela evaporação da água do solo.	Thorstenson <i>et al.</i> (1972); Hanor (1978); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a); Rey <i>et al.</i> (2005); Vieira & De Ros (2006)
Infiltração da água meteórica com a água do mar.	Calvet <i>et al.</i> (2003); Guerra & Manso (2004); Calvet <i>et al.</i> (2005); Vieira & De Ros (2006)
Precipitação do carbonato de cálcio micrítico como um bioproduto da atividade microbiológica.	Taylor & Illing (1969); Krumbein (1979); Popp (1987); Carter (1988); Strasser <i>et al.</i> (1989); Molenaar & Venmans (1993); Bernier <i>et al.</i> (1997); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a); Rey <i>et al.</i> (2005); Psomiadis (2006); Vieira & De Ros (2006)

Fonte: Baptista (2010).

A maioria das teorias propostas apresenta fortes evidências que as sustentam tornando-se impossível atribuir a formação de todos os *beachrocks* a um único processo. No entanto, apresentam também um importante ponto em comum: a cimentação deve ocorrer dentro da zona intermarés, fato que, segundo os autores, separa o ‘verdadeiro’ *beachrock* de outros depósitos de praia litificados, pois para eles mesmo que um depósito exiba as características de *beachrock*, se sua cimentação ocorreu em ambiente diferente, que não seja a zona intermarés, não pode ser considerado *beachrock* pelo uso estrito da definição.

4.2.1. Modelos

Diversos modelos para explicar a formação dos recifes de arenito foram desenvolvidos por variados autores demonstrando os diferentes estágios para a consolidação dessas estruturas, considerando os elementos constituintes, o cimento aglutinador, e a condições hidrodinâmicas do local de ocorrência e origem.

Um primeiro exemplo refere-se ao trabalho de Chaves *et al.* (1994) que afirmaram que a cimentação dos *beachrocks* se processa por meio de dois estágios: I. Ocorrência do cimento calcífero ao redor dos sedimentos siliciclásticos, predominando a composição por calcita e os grãos biogênicos consistindo de aragonita; e II. Preenchimento dos poros por cimento calcário, constituído de calcita cripto-cristalina. Enfatizam a possibilidade de um terceiro estágio, com base em Assis (1990), que corresponderia à formação de uma franja acicular decorrente do processo de micritização dos grãos bioclásticos. A cimentação da areia da praia decorreria principalmente da evaporação capilar da água intersticial, sob influência de uma solução de água do mar com água doce pobre em carbonatos.

Outra idéia a se fazer referência é a de Font & Calvet (1997 *apud* MAIA *et al.*, 2005) que sugeriram três etapas para a cimentação dos *beachrocks*: 1. Constituída de cimento micrítico de calcita magnésiana; 2. Constituída por cimentos fibrosos e/ou prismáticos de aragonita e, localmente, cimento de calcita magnésiana; e 3. Cimentação pelotooidal.

Dentre as diversas outras proposições para explicar o processo de formação dessas estruturas destacam-se a da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 1996) por demonstrar a formação de uma maneira mais simplificada e de forma

bem generalizada (Fig. 1), a de Chaves (2000 *apud* GUERRA & MANSO, 2004) que apresentou um modelo para a origem dessas estruturas indicando fases alternadas de deposição e cimentação proposto para as regiões tropicais, como o Nordeste do Brasil (Figs. 2 a 6) e a de Rey *et al.* (2005) que sugeriram quatro estágios para o desenvolvimento das mesmas em áreas de latitudes médias (Fig. 7).

Assim, os estudos da UNESCO, através da Plataforma Global de Desenvolvimento Sustentável em Regiões Costeiras e Pequenas Ilhas (*Sustainable Development in Coastal Regions and Small Islands – CSI*), iniciados em 1996 sobre o meio ambiente dessas áreas, apontaram que os *beachrocks* são formados dentro do corpo de uma praia, sob a superfície da areia e próximo do lençol freático considerando 3 estágios: A. Formação dos *beachrocks* dentro do corpo de uma praia; B. Perda da cobertura de areia do *beachrock* e exposição da rocha dura na praia. C. Exposição das camadas de *beachrocks* com o recuo continuado da linha da costa (Fig. 1). De acordo com este modelo uma vez que as coberturas de areia se alinham os *beachrocks* endurecem-se constituindo rochas e que a exposição de camadas dessas rochas indica uma linha de costa em erosão.

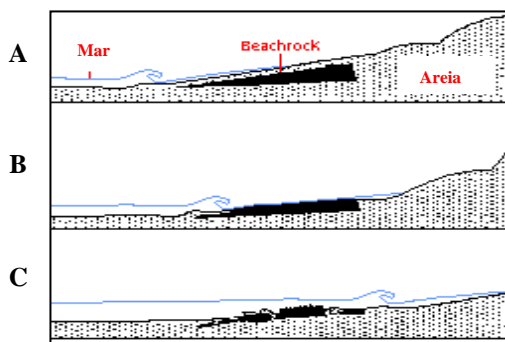


Figura 1. Estágios da formação de *beachrocks*.

Fonte: UNESCO (1996).

O modelo proposto por Chaves (2000 *apud* GUERRA & MANSO, 2004) indicou que o processo de formação dessas estruturas no litoral do Nordeste brasileiro se constitui de várias fases de deposição e cimentação, sendo que a formação da primeira “linha” de *beachrocks* depende de determinadas condições como a disponibilidade de uma camada de areia e praia que não sofra efeitos erosivos e remoção,

permitindo a instalação do processo de diagênese, constituindo um ambiente de sedimentação. A partir daí o processo desenvolve-se através de algumas fases. Na primeira ocorre cimentação, por aragonita ou calcita rica em Mg, de um pacote de areia na zona de praia pela interação das marés e/ou da água doce, formando um *beachrock* não contínuo com espessura variada com nível médio do mar mais elevado, cobrindo a praia (Fig. 2).

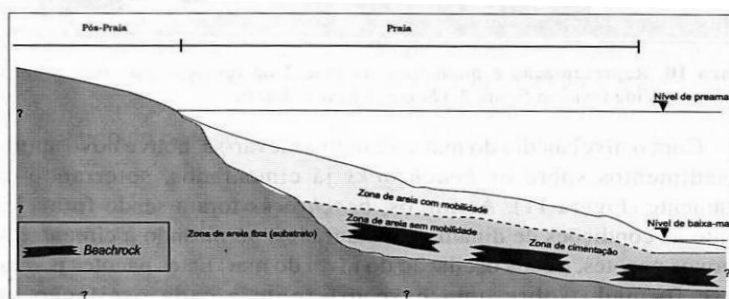


Figura 2. Fase 1: Formação do primeiro beachrock.

Fonte: Guerra & Manso (2004).

Em seguida, configurando-se como uma fase intermediária, acontece a remoção da areia, em dois momentos, sujeita aos efeitos das marés e correntes (Figuras 3 e 4), expondo os *beachrocks* que ficam submetidos à erosão subaérea, evidenciando a superfície de erosão causada pelos processos destrutivos das ondas e correntes.

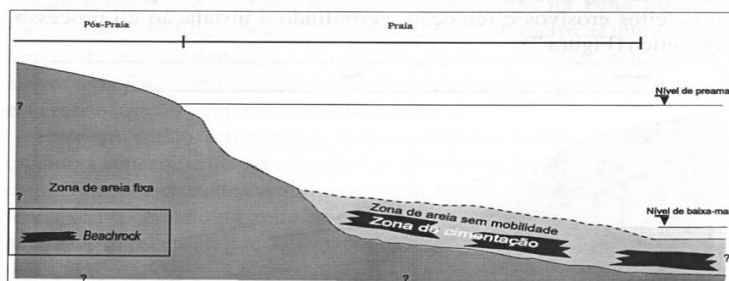


Figura 3. Primeiro momento de remoção da areia sobre o beachrock.

Fonte: Guerra & Manso (2004).

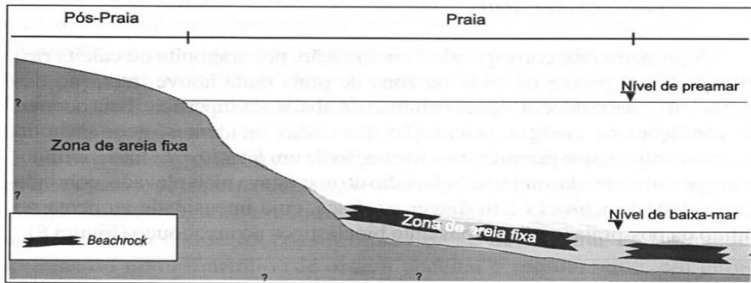


Figura 4. Segundo momento de remoção da areia sobre o beachrock.

Fonte: Guerra & Manso (2004).

A ocorrência de um novo aporte de sedimentos sobre os *beachrocks* já cimentados, a partir de nova elevação do nível do mar, caracteriza a segunda fase do processo (Fig. 5), na qual a formação dessas estruturas acontece em virtude das condições de dinâmica instauradas, que favorece a cimentação de novos pacotes a cada oscilação do nível do mar, estando estes sujeitos aos processos erosivos, principalmente decorrentes das atuações mecânicas das ondas, das correntes e das ações biológicas e químicas.

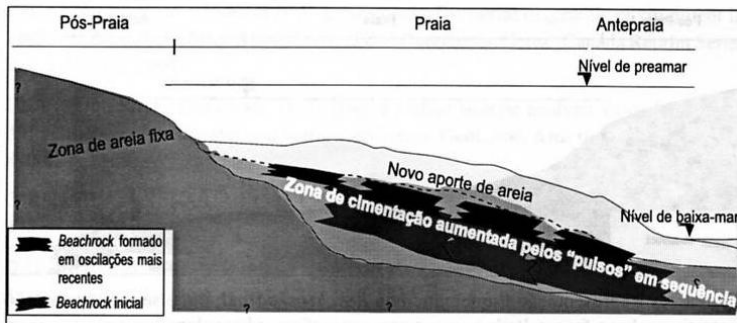


Figura 5. Fase 2: Seqüência de formação do beachrock, após oscilação do nível do mar, com novo aporte de sedimentos favorecendo as condições de cimentação do novo pacote.

Fonte: Guerra & Manso (2004).

A terceira e última fase se constitui pela continuidade dos processos destrutivos sobre a base dos *beachrocks* fazendo com que sua estrutura de sustentação enfraqueça provocando uma série de

solapamentos associados à ação da gravidade (Fig. 6), ocorrendo então a escavação da base arenosa sobre a qual repousa o arenito que, sob ação da gravidade, se fratura deslocando-se em direção ao mar.

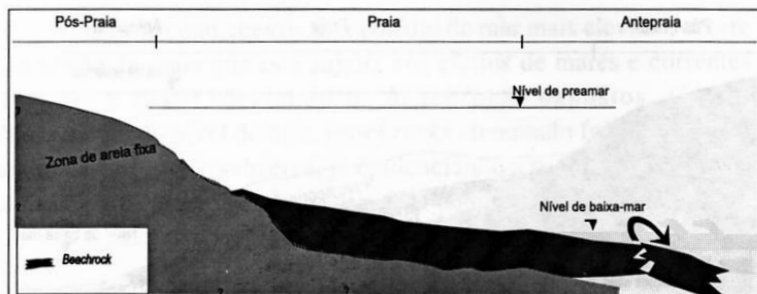


Figura 6. Fase 3: Beachrock final sofrendo ação destrutiva sobre a face voltada para o mar e conseqüente basculamento após a quebra.

Fonte: Guerra & Manso (2004).

O modelo proposto por Rey *et al.* (2005) por sua vez, evidencia um modelo evolutivo para a origem e evolução dos *beachrocks* em latitudes médias de regiões temperadas apresentando quatro estágios: 1. Cimentação inicial da zona intertidal – precipitação do carbonato de cálcio pela mistura da água do mar com a água doce no inverno e consolidação durante o verão; 2. Exposição e modelagem pela ação das ondas – que penetram na camada de rochas promovendo a erosão e modelando a mesma; 3. Colonização e endurecimento – pelo desenvolvimento de colônias de microorganismos e algas como novo processo de deposição do cimento promovendo a solidificação; e 4. Desintegração/preservação e imersão – através da cobertura dos *beachrocks* pela areia (Fig. 7).

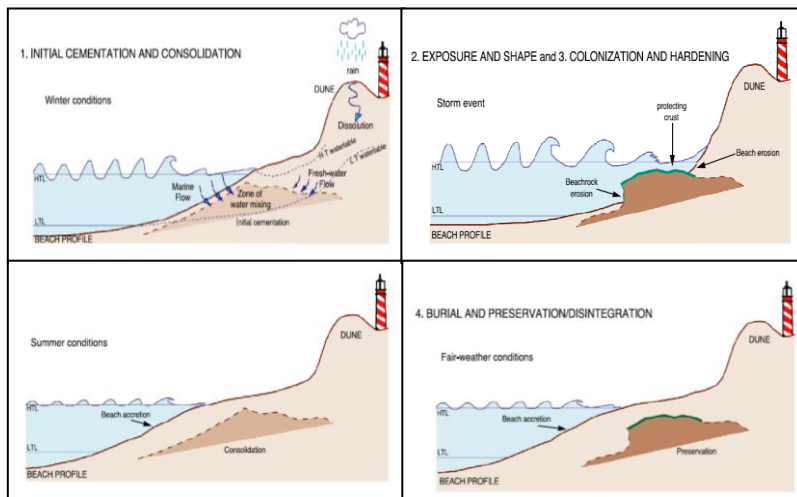


Figura 7. Modelo proposto para a origem e evolução de um *beachrock* em latitude média.

Fonte: Rey *et al.* (2005).

Comparando-se os modelos apresentados percebe-se que os processos se diferenciam pouco quanto à mecânica de desenvolvimento, mesmo em condições naturais distintas, por conta da diferença de latitude. Provavelmente a diferenciação deve ocorrer em relação ao cimento e aos tipos de sedimentos que irão constituir essas estruturas.

4.3. LOCAL DE FORMAÇÃO

Quanto ao local de formação dessas estruturas é necessário entender que a grande maioria dos autores refere-se à zona intertidal ou intermarés, como sendo o local predominante para sua consolidação, tendo sido este processo, entretanto, descrito também em outras zonas como, por exemplo, na zona de aerossol ou de *spray*, na zona sublitorânea ou simplesmente sobre a linha da costa. O Quadro 3 apresenta um resumo dessas referências, em ordem cronológica por local indicado.

Quadro 3. Locais de formação dos recifes de arenito.

Local	Referências
Zona intertidal ou intermarés ou intermareal (entre os níveis de preamar e baixamar).	Stoddart & Cann (1965); Davis Jr. (1977); Bird (1984); Scoffin & Stoddart (1987); Suguio (1992); Neumeir (1998); Chaves (2000); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Calvet <i>et al.</i> (2003); IDEMA (2004); Desruelles <i>et al.</i> (2004); Savi <i>et al.</i> (2004); Calvet <i>et al.</i> (2005); Morelock & Ramirez (2005); Vousedoukas <i>et al.</i> (2005a,b); Rey <i>et al.</i> (2005); JCR (2005); Turner (2005); Psomiadis (2006); Vieira & De Ros (2006); Vieira <i>et al.</i> (2006)
Em planícies de canais de marés.	Bricker (1971)
Plataforma continental interna próxima à linha da costa.	Bigarella (1975a)
Zona de aerossol ou <i>spray</i> .	Scoffin & Stoddart (1987); Vieira & De Ros (2006)
Região inframaré ou infratidal.	Dominguez <i>et al.</i> (1990)
Próximo ao lençol freático.	UNESCO (1996)
Parte alta da zona submareal.	Calvet <i>et al.</i> (2003, 2005)
Parte baixa da zona supramareal.	Guilcher (1957); Calvet <i>et al.</i> (2003, 2005)
Sobre a linha da costa.	Russel (1958); Christofolletti (1974); Dominguez <i>et al.</i> (1990); UNESCO (1996); CEARÁ (2006)
Parte submarina da praia / zona sublitorânea.	Ottmann (1965); IDEMA (2004)
Entre a linha de praia e a zona de arrebentação.	Sichel <i>et al.</i> (2006)

Fonte: Baptista (2010).

Como visto no quadro anterior a ocorrência dos recifes de arenito está predominantemente relatada como se processando na zona estabelecida entre os níveis de maré alta e maré baixa e por isso na

maior parte do tempo sujeitos à oscilação destas, ou aparecendo também nos seus limites, entre a parte baixa da zona supramareal e a parte alta da zona submareal (CALVET *et al.*, 2003, 2005). Esta situação está diretamente relacionada com o processo de formação, pois na zona intertidal (Foto1) encontram-se os elementos essenciais para a consolidação dessas formações.



Foto 1. Rochas de praia (*beachrocks*) formadas na zona intertidal – ilha Heron, Austrália.

Fonte: Davis Jr. (1977).

Importante ressaltar ainda que a ocorrência dos recifes de arenito foi essencialmente registrada nas costas oceânicas ou marinhas (LEINZ & LEONARDOS, 1971; GUERRA, 1987; MAGLIOCCA, 1987; AMARAL & MENDONÇA, 1996), em muitas partes do mundo (RAVI *et al.*, 2006), principalmente nas áreas tropicais (maioria dos autores), subtropicais e intertropicais (RUSSEL, 1958) do planeta, existindo registros também em regiões temperadas e até mesmo frias. Este aspecto será novamente tratado no item sobre a distribuição mundial dos recifes de arenito.

4.4. MORFOLOGIA

A morfologia dos recifes de arenito é descrita de maneira geral como corpos rochosos ou bancos de arenitos horizontais ou inclinados,

paralelos ou semi-paralelos à linha da costa apresentando suave mergulho em direção ao mar (Foto 2). A maior parte dos trabalhos analisados descreve essas estruturas com formas semelhantes, por vezes alterando somente o termo de designação, utilizando-se de sinônimos. Outras formas também têm sido apresentadas como aquelas análogas às dos recifes de corais em franjas, barreiras e atol (GUERRA, 1987), como cristas lineares (TURNER, 2000; GUERRA *et al.*, 2005), como lajes inclinadas (DESRUELLES *et al.*, 2004), como faixas longas e estreitas e até como placas submersas (MORELOCK & RAMIREZ, 2005).



Foto 2. Bancos horizontais de arenitos paralelos à linha da costa – praias do Futuro e Sabiaguaba – Fortaleza / CE.

Fonte: Maia *et al.*(2005).

O Quadro 4 resume as diversas formas atribuídas aos recifes de arenito nos estudos realizados, apresentados em ordem cronológica para cada forma indicada.

Quadro 4. Morfologia dos recifes de arenito.

Forma	Referências
Bancos de arenitos horizontais; bancos de arenitos inclinados, paralelos à linha da costa ou somente bancos de arenitos.	Guilcher (1957); Bird (1984); Chaves <i>et al.</i> (1994)
Bancos de areia consolidada.	Leinz & Leonardos (1971); Magliocca (1987)
Longas faixas paralelas à costa; faixas sobre a linha da praia ou faixas em seqüência semi-paralelas.	Guilcher (1957); Christofolletti (1974); Coutinho & Farias (1979); Jones <i>et al.</i> (1997); Guerra & Manso (2004); JCR (2005); Morelock & Ramirez (2005); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a); Maia <i>et al.</i> (2005); Guerra <i>et al.</i> (2005); CEARÁ (2006)
Formações distantes da costa; rochas costa afora; rochedos no mar.	Christofolletti (1974); Davis Jr. (1977); Magliocca (1987)
Linhas paralelas ou aproximadamente paralelas à costa com estratificação sub-horizontal.	Branner (1904c); Coutinho & Farias (1979)
Em franja, presos por um dos lados à costa, com estratificação entrecruzada das camadas e com superfície acidentadas por pequenas marmitas (barretas).	Maio (1977); Guerra (1987)
Em barreira, situados a pouca distância da costa.	Guerra (1987)
Em forma circular como um atol.	Guerra (1987)
Rochas com estratificação quase horizontal ou cruzada com pequena inclinação em direção ao mar aberto.	Popp (1987)
Com estruturas cruzadas acanaladas e de baixo ângulo, intercaladas.	Amaral & Mendonça (1996)
Paralelos e próximos à linha de costa.	Brandini (2000)

Em forma de cristas lineares estreitas paralelas à linha de costa.	Turner (2000); Guerra <i>et al.</i> (2005)
Corpos contínuos de rochas normalmente paralelas, às vezes perpendiculares, à linha de costa com suave mergulho em direção mar (inferior a 15°).	Calvet <i>et al.</i> (2003); Savi <i>et al.</i> (2004) Calvet <i>et al.</i> (2005)
Lajes inclinadas em direção ao mar.	Dalongeville & Sanlaville (1984); Desruelles <i>et al.</i> (2004)
“Cumeeiras” de arenito paralelas à linha da costa com forma de faixas longas e estreitas.	Guerra & Manso (2004)
Placas submersas.	Morelock & Ramirez (2005)
Corpos rochosos alongados e estreitos, paralelos à linha da praia em direção mar.	Maia <i>et al.</i> (2005); CEARÁ (2006)

Fonte: Baptista (2010).

É evidenciado ainda que esses corpos rochosos podem apresentar estratificação sub-horizontal (COUTINHO & FARIAS, 1979; POPP, 1987) ou estratificação entrecruzada entre as camadas (MAIO, 1977; GUERRA, 1987; POPP, 1987; AMARAL & MENDONÇA, 1996), sempre com ângulo inferior a 15° em direção ao mar (Foto 3).

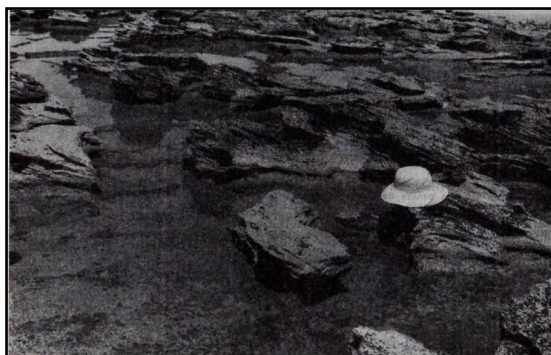


Foto 3. Aspecto da linha interna de um recife de arenito com estratificação cruzada, apresentando aberturas ou depressões denominadas “barretas” – Natal / RN.

Fonte: Maio (1977).

Também foi evidenciado na literatura estudada que a forma dessas rochas pode influenciar na sua formação e distribuição, pois embora a morfologia dessas rochas indique uma origem inorgânica, os mecanismos físico-químicos que nelas operam não podem ser responsáveis por sua descontínua distribuição, levando a autores como Kaye (1959) a afirmar que o problema está mais em explicar a ausência do que a presença dos *beachrocks* em muitas praias e como Taylor & Illing (1969) a propor que os microambientes exercem uma maior influência no processo de cimentação do que os macroambientes (TURNER, 2005).

Dessa forma embora já se tenha realizados vários estudos significativos sobre os recifes de arenito, ainda se percebe que não existe uma denominação unânime, levando a discussões acerca da maneira deles se originarem tendo sido apontado diversos processos. Foram indicados ainda diferentes locais para sua consolidação predominando, no entanto, sua ocorrência sobre a faixa praial. A morfologia dessas estruturas apresenta também certa variação, mas a forma predominante, ou seja, citada pela maior parte dos textos analisados, é a de faixas paralelas à costa.

4.5. CONTRIBUIÇÃO NA CARACTERIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM COSTEIRA

Os recifes de arenito constituem-se elementos da paisagem costeira que comumente têm função ecológica por abrigar inúmeras espécies animais e vegetais marinhos e até mesmo terrestres a partir do substrato rochoso que fornecem. Apresentam também importante função no equilíbrio da dinâmica costeira, uma vez que exercem o trabalho de proteger a linha da costa da ação erosiva costeira, sendo ao mesmo tempo testemunhos do fluxo e refluxo das marés e conseqüentemente do nível relativo do mar. Diversos autores e pesquisas vêm retratando as funções associadas a essas formações, sendo aqui relacionadas considerando também a ordem cronológica de seu desenvolvimento.

A partir dos primeiros estudos analisados, da década de 70 do século XX aos dias atuais, os recifes de arenito têm sido apontados como atributos geológicos ou feições geomorfológicas presentes nas zonas litorâneas que apresentam diversas funções no ambiente praial sendo considerado muito importante principalmente nas pesquisas sobre as oscilações do nível das águas oceânicas.

Sendo assim, a maioria dos autores registrou essas estruturas rochosas como evidências das fases de elevação do nível do mar, configurando-os como testemunhos de um nível do mar mais alto do que o atual e como indicadores geológicos para a determinação das curvas relativas do nível do mar (Foto 4).



Foto 4. Exposição do *beachrock* evidenciando o nível anterior mais elevado do mar – CE.

Fonte: Maia *et al.* (2005).

Por isso os recifes de arenito também são considerados definidores da linha de costa por influenciar a morfologia das praias de diversas maneiras protegendo-as contra a erosão costeira (Foto 5), ajudando na sua estabilização, servindo como anteparo para dissipação de parte da energia das ondas incidentes (Foto 6), influenciando o fluxo dos sedimentos costeiros e retardando a entrada destes costa adentro.



Foto 5. Costa protegida por beachrocks – Porto Rico.

Fonte: Morelock & Ramirez (2005).



Foto 6. Efeitos das ondas incidentes sobre os recifes influenciando o formato das praias e o transporte de sedimentos – Natal / RN.

Fonte: Cunha (2004).

Outras funções também se destacam em relação a essas estruturas, principalmente no que se refere a constituírem evidências de

antigas linhas de costa (Foto 7) e da existência de irregularidades no fundo do mar próximo à costa. Também se constitui relevante a importância histórica e socioambiental desses recifes, pois no decorrer do tempo vem servindo como substrato para obras de engenharia, na construção de portos, quebra-mares etc., além de terem sido identificados como barreiras contra a disseminação de elementos estranhos à costa, como por exemplo, no caso de derramamento de óleo (CASTRO *et al.*, 2003).

Por se tratar de elementos fundamentais para a dinâmica e proteção das costas, poucos trabalhos indicaram algum tipo de utilização econômica dos recifes de arenito, além do turismo, que deve ser desenvolvido sem provocar danos aos mesmos. Entretanto, Baptista (2004) indicou algumas atividades econômicas com possibilidades de desenvolvimento nestas áreas como: utilização das algas para fabricação de cosméticos e extração de produtos químicos de importância medicinal, fabricação de bijuterias a partir das carapaças dos animais encontrados mortos para uma pequena comercialização e atividades ecoturísticas, sempre levando em consideração a necessidade de conservar o ambiente sem provocar prejuízos ao ecossistema através de um constante programa de monitoramento.

Historicamente têm sido relacionados ainda à configuração de espaços urbanos como é o caso típico da cidade de Recife, capital do estado de Pernambuco, região Nordeste, Brasil, cujo nome decorre da presença de extensas linhas de recifes de arenito sobre sua faixa praial (Foto 7). Em outras regiões do mundo as rochas dos recifes de arenito têm servido como substrato para resguardar artefatos humanos de momentos históricos relevantes, como no caso de restos de garrafas e produtos bélicos da 2ª Guerra Mundial.



Foto 7. Beachrocks demonstrando antiga linha de costa e importância histórica – Recife / PE.

Fonte: Guerra & Manso (2004)

O Quadro 5 apresenta as principais contribuições dos recifes de arenito, sendo muitas delas relacionadas entre si, identificadas nos diversos estudos analisados, com seus respectivos autores e datas, apresentadas também em ordem cronológica para cada contribuição indicada.

Quadro 5. Principais contribuições dos recifes de arenito.

Contribuição	Referências
Evidências das fases de elevação relativa do nível do mar (variação do nível do mar) / testemunhos eustáticos.	Mabesoone (1973); Maio (1977); Hopley (1986); Lessa & Ângulo (1997); Bezerra (1998); Suguio (1999); Meireles (1999); Meireles (2001); Friedman (2002); Meireles <i>et al.</i> (2002); Meireles (2002); Meireles & Silva (2002); Barros <i>et al.</i> (2003); Calvet <i>et al.</i> (2003); Desruelles <i>et al.</i> (2004); Araújo <i>et al.</i> (2004); Manso <i>et al.</i> (2004); Maida & Ferreira (2004); Guerra & Manso (2004); Cunha (2004); Calvet <i>et al.</i> (2005); Turner (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); Psomiadis (2006); Zincone & Ricardi-Branco (2006); Vieira & De Ros (2006); Araújo & Clementino (2006)
Definidores das costas litorâneas / influência na morfologia das praias.	Maio (1977); Souza (2001); Lima & Vital (2002); Bezerra <i>et al.</i> (2003); Sena <i>et al.</i> (2004); Manso <i>et al.</i> (2004); Cunha (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Guerra (2005); Moreira (2005); Vousedoukas <i>et al.</i> (2005a,b); Turner (2005)
Protetores contra a erosão do litoral (minimização da atuação da energia modeladora do mar).	Rossi (1988); Brandão (1998); Assis (1999); Turner (1999b); Muehe (2001); Manso <i>et al.</i> (2001); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Bezerra <i>et al.</i> (2003); Calvet <i>et al.</i> (2003); Barreto <i>et al.</i> (2004); Sena <i>et al.</i> (2004); Calvet <i>et al.</i> (2005); Moreira (2005); Turner (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); Dominguez (2006)

Influência no fluxo de sedimentos costeiros / retardamento do transporte de sedimentos costa adentro.	Ignarra (1989); Turner (1999a,b, 2000); Spurgeon <i>et al.</i> (2003); Guerra & Manso (2004); Cunha (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Turner (2005); Lima <i>et al.</i> (2005b)
Testemunhos de um nível do mar mais alto que o atual.	Dominguez <i>et al.</i> (1990); Martin <i>et al.</i> (1999a); Meireles (2001); Silva <i>et al.</i> (2001); Shaked <i>et al.</i> (2002); Kikuchi (2002); Suguio (2003); Manso <i>et al.</i> (2003b); Barreto <i>et al.</i> (2004); Maia <i>et al.</i> (2005); Sichel <i>et al.</i> (2006)
Representantes de estágios na evolução costeira (reco da linha praial).	Suguio (1992); Guerra & Manso (2004); Turner (2005); Martins <i>et al.</i> (2005a,b); Vieira & De Ros (2006)
Indicadores geológicos para determinação das curvas relativas do nível do mar.	Dominguez <i>et al.</i> (1992); Camargo <i>et al.</i> (2005)
Ferramenta na interpretação costeira reconstituindo antigas linhas de costa / indicadores da evidência de paleolinhas de costa.	Chaves <i>et al.</i> (1994); Muehe (1995); Barros <i>et al.</i> (2003); Desruelles <i>et al.</i> (2004); Savi <i>et al.</i> (2004, 2005)
Indicadores de posição das linhas das costas e do nível do mar.	Muehe (1995); Turner (2005); Camargo <i>et al.</i> (2005); Guerra <i>et al.</i> (2005)
Retardamento do desenvolvimento da praia.	Turner (2005)
Proteção e estabilização da praia ou costa (funcionando como um quebra-mar).	Semeniuk & Searle (1987); UNESCO (1996); Muehe (2001); Lima & Vital (2002); Bezerra <i>et al.</i> (2003); Guerra & Manso (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Morelock & Ramirez (2005); Moreira (2005); Turner (2005); Barreto <i>et al.</i> (2007)
Conferir beleza à paisagem / Atrativo turístico.	Baptista (2004); Barreto <i>et al.</i> (2007)
Importância histórica.	Desruelles <i>et al.</i> (2004); Barreto <i>et al.</i> (2007)

Dissipação de parte da energia das ondas incidentes / atenuação da gravidade da energia das ondas ocasionais.	Amaral & Mendonça (1996); Brandão (1998); Turner (1999a, 2000); Muehe (2001); Lima & Vital (2002); Castro <i>et al.</i> (2003); Manso <i>et al.</i> (2003a,b); Bezerra <i>et al.</i> (2003); Cunha (2004); Sena <i>et al.</i> (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Turner (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); Guerra <i>et al.</i> (2005)
Área de lazer para banhistas.	Barreto <i>et al.</i> (2007)
Interpretação da dinâmica costeira.	Guerra & Manso (2004); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a,b)
Substrato e habitat para grande número de espécies marinhas e terrestres (ex.: corais).	Ottmann (1965); Souza (2001); Manso <i>et al.</i> (2003a,b, 2004); Maida & Ferreira (2004); Guerra & Manso (2004); Cocentino <i>et al.</i> (2004); Neumann-Leitão <i>et al.</i> (2004); Paranaguá <i>et al.</i> (2004); Nunes <i>et al.</i> (2005); Turner (2005); Dominguez (2006); Velloso (2006); Barata & Crispino (2006); CPRH (2007)
Contribuição ao monitoramento de recifes de corais	Camargo <i>et al.</i> (2005)
Substrato para construção de obras de engenharia (portos, contenções etc.).	Guerra & Manso (2004); Barreto <i>et al.</i> (2007)
Evidência da existência de irregularidades no fundo mar.	Souza (2001)
Diminuição do valor recreacional da praia / impedimento do banho e natação.	Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a,b); Turner (2005)
Reflexos de uma variação cronoestratigráfica da água do mar.	Friedman (2002)
Auxílio na explicação de paleoambientes.	Guerra & Manso (2004)
Reflexos de mudança climática global / registro de alterações climáticas / diminuição da temperatura do mar.	Friedman (2002, 2005, 2006); Martins & Urien (2004); Rey <i>et al.</i> (2005); Khilyuk & Chilingar (2006)

Aumento da erosão da praia.	Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a,b)
Evidências dos processos de cimentação do carbonato superficial.	Vieira & De Ros (2006)
Barreiras à disseminação de elementos estranhos à costa (ex.: óleo) / Implicações ambientais.	Castro <i>et al.</i> (2003); Rey <i>et al.</i> (2005)
Indicadores para a datação dos movimentos tectônicos recentes / levantamentos e atividades tectônicas.	Riccomini & Assumpção (1999); Friedman (2002); Turoglu & Curebal (2005);
Indicadores de subambientes praias que sofreram sedimentação.	Oliveira (2000); Suguio (2003); Savi <i>et al.</i> (2004, 2005)
Controle da desembocadura dos rios.	Souza (2001); Cunha (2004)
Atracamento de barcos.	Baptista (2004)
Preparação de cosméticos e produtos medicinais (algas e rochas) e fabricação de bijuterias (animais)	Baptista (2004)

Fonte: Baptista (2010).

Os recifes de arenito apresentam também uma significativa importância ecológica uma vez que constituem substrato para a fixação de seres vivos bentônicos, como algas (Foto 8), cnidários, moluscos etc. e como habitat para o desenvolvimento de animais nectônicos como peixes, servindo de abrigo, local de desova e berçário.



Foto 8. Algas marinhas bentônicas em recifes de arenito – ES.

Fonte: Barata & Crispino (2006).

Cabe ressaltar, então, a função turística dos recifes de arenito, pois também são considerados como atributos geológicos naturais que conferem beleza à paisagem litorânea, servindo ainda como espaço de lazer para os banhistas e para aqueles que realizam dentre as práticas ecoturísticas, a observação da biodiversidade no habitat natural no qual vivem, através de caminhadas monitoradas e mergulhos orientados.

Alguns estudos, embora restritos, discordam destas últimas funções indicando que pelo contrário, a presença dessas estruturas pode diminuir o valor recreacional da praia, prejudicando o banho e a natação e até aumentar sua erosão (VOUSDOUKAS *et al.*, 2005a).

Podemos, então, indicar que os recifes de arenito apresentam pelo menos 8 (oito) funções a saber:

1. Geológica – como testemunhos das variações relativas do nível do mar e de linhas de costa pretéritas;
2. Geomorfológica – como elementos participantes na morfologia, evolução e dinâmica litorânea e como protetores da costa contra ação das ondas e erosão costeira;
3. Ecológica / biológica – como substrato para a biodiversidade marinha e terrestre local, provendo alimento e abrigo;

4. Econômica – por prover recursos orgânicos (animais e vegetais) e inorgânicos (rochas e elementos químicos) com diferentes formas de aproveitamento.
5. Histórica – como substrato para obras antrópicas e participe do desenvolvimento histórico de diferentes grupos humanos;
6. Socioambiental – como barreiras para a disseminação de agentes poluidores lançados no litoral, contribuindo para a sustentabilidade natural e sócio-econômica da área;
7. Turística – como atributo paisagístico configurando-se então um atrativo turístico natural da paisagem litorânea.
8. Lazer – associada à função turística, como área para caminhadas e para banho nas “barretas” que se formam entre as rochas dos recifes.

Dessa forma é inegável a importância dessas estruturas sendo imprescindível um maior conhecimento sobre sua origem e processo de formação, morfologia e contribuição nas diversas faixas praias nas quais ocorrem, proporcionando cada vez mais um aprofundamento acerca da geografia costeira das diferentes regiões do mundo.

4.6. IDADE GEOLÓGICA DOS RECIFES DE ARENITO

Um dos aspectos relevantes relacionado aos arenitos de praia (*beachrocks*) refere-se à identificação de sua idade geológica, pois em virtude de sua condição de evidências de antigas linhas de costa e testemunhos da variação do nível médio das águas oceânicas, a determinação do tempo geológico a que pertence a rocha pode contribuir significativamente para a compreensão da evolução dos processos costeiros e marinhos ocorridos nas diversas regiões litorâneas. Distintos métodos científicos têm sido desenvolvidos para datar eventos da história da Terra com destaque para a Geocronologia. Este termo tem sido utilizado em dois sentidos: um mais geral relacionado “a qualquer processo de estudar eventos (geológicos) em relação ao tempo, *cronométrico* e *cronoestrático*, e a calibração mútua deles criando assim uma escala de tempo” (TAKATOHI, 1999, p.16) e outro mais específico constituindo-se de métodos laboratoriais que determinam datas utilizando unidades de tempo padrão como ano, ka (*kilo annum* – 10^3 anos), Ma (*Mega annum* – 10^6 anos), Ga (*Giga annum* – 10^9 anos) (HARLAND *et al.*, 1990 *apud* TAKATOHI, 1999). Dessa forma a geocronologia tem como objetivo principal “calibrar a escala

cronométrica com a estratigráfica produzindo uma *escala geocronológica* (grifo do autor) que é assim composta de divisões estratigráficas padrão calibradas em anos” (TAKATOHI, 1999, p. 16).

Dentre os diversos métodos utilizados na Geocronologia um dos mais conhecidos é o do Carbono 14 ou radiocarbono. Este se constitui de um método de datação baseado em quantidade de isótopos radioativos de carbono e seus derivados, sendo aplicado apenas a materiais de origem animal ou vegetal e é empregado em amostras orgânicas de parte do Quaternário. Como os *beachrocks* apresentam conchas em sua constituição, este método é bastante empregado para determinar a idade dessas rochas.

Na pesquisa realizada nos estudos sobre recifes de arenito no mundo e no Brasil, aproximadamente 20 deles faziam referência à datação dos *beachrocks*. A análise do conteúdo destes trabalhos indicou que praticamente todos empregaram o método do radiocarbono, tendo o ^{14}C como indicador, para determinar a idade geológica das rochas, utilizando na maioria das vezes, amostras de conchas, variando a forma de apresentação das unidades de tempo. Assim, a idade dos recifes de arenito de praia variou, em estudos realizados em outras partes do mundo de 3 a 33 Ka AP e no Brasil os estudos informaram idades estimadas entre 1 a 8 Ka AP. A indicação das idades em anos se baseou somente numa interpretação simplificada das informações reunidas nos Quadros 6 e 7 que apresentam esses estudos e as respectivas idades. Isso deu por conta das pesquisas analisadas informarem os resultados em unidades diferentes não sendo recomendada a comparação entre esses dados não comparáveis. A Tabela 1 traz exemplos da relação entre a data convencional e data calibrada e sua transformação em data calendário (apresentada considerando a determinação do período histórico referente ao surgimento do cristianismo utilizando o termo DC, ou seja, depois de Cristo, como unidade de referência). Além disso, os estudos também informam a datação em diferentes partes dos recifes de arenito de praia (*beachrocks*), dificultando ainda mais a interpretação.

Quadro 6. Registro das idades dos recifes de arenito no mundo.

Local	Método	Idade estimada	Tipo de amostra	Fonte
Província Zhejiang (China)	Não especificado	Entre 3.420 Ka AP e 6.080 Ka AP	Conchas dos <i>beachrocks</i>	Jiang & Yang (1995)
Golfo de Aqaba (Israel)	Radio carbono (^{14}C)	3.380 ± 45 Ka AP e 2.705 ± 40 Ka AP	Cimento dos <i>beachrocks</i>	Shaked <i>et al.</i> (2002)
Praia de Pedra da Greta (Costa de Quarteira sudeste de Algarve, Portugal)		6.700 a 6.100 Ka AP até 7.500 Ka AP	<i>Beachrocks</i> (toda a rocha: conchas, cimento e carbonatos litoclásticos)	Teixeira & Pinto (2002)
Siesta Key (Flórida – Estados Unidos)		4.300 a 1.880 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	Spurgeon <i>et al.</i> (2003)
Praia Chaco Verde (Ilha de La Palma – Canárias, Espanha)		32.850 ± 490 Ka AP	Cimento dos <i>beachrocks</i>	Calvet <i>et al.</i> (2003)

Praia Chica (Ilha de La Palma – Canárias, Espanha)	Radio carbono (¹⁴ C)	14.090 ± 130 Ka AP	Cimento dos <i>beachrocks</i>	Calvet <i>et al.</i> (2003)
Ilhas de Mikonos, Délós e Rhénée (Cyclades – Grécia)		400 ± 25 Ka AP a 486 ± 35 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	Desruelles <i>et al.</i> (2004)

Fonte: Baptista (2010).

Quadro 7. Registro das idades dos recifes de arenito no Brasil.

Local	Método	Idade estimada	Tipo de amostra	Fonte
Praia de Piedade (Jaboatão dos Guararapes / PE)	Radio carbono (¹⁴ C)	5.900 ± 300 Ka AP	Bancos de arenitos	Delibrias & Laborel (1971 <i>apud</i> AURELIANO, 2000)
Rio Vermelho (BA)		6.610 ± 120 Ka AP e 6.635 ± 135 Ka AP	Conchas de bancos de rochas de praia	Mendes (1984)
Litoral de Pernambuco		4.830 ± 210 Ka AP e 6.200 ± 250 Ka AP	Bancos de arenitos	Dominguez <i>et al.</i> (1990)
Praias de Boa Viagem e Piedade (Recife – PE)		4.830 ± 210 Ka AP e 6.200 ± 250 Ka AP respectiva- mente	Bancos de arenitos	Chaves <i>et al.</i> (1994)

Litoral do Nordeste (principalmente Rio Grande do Norte)	Radio carbono (^{14}C)	De 1.600 \pm 40 Ka AP a 6.550 \pm 210 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	Bezerra (1998)
Praia de Santa Cruz Cabralia (BA)		6.500 a 6.000 Ka AP	Conchas de arenitos de praias (<i>Beachrocks</i>)	Martin <i>et al.</i> (1999b)
Nordeste (Brasil)	Não especificado	7.250 a 1.150 Ka AP	<i>Beachrocks</i> holocênicos	Ricomini & Assunção (1999)
Atol das Rocas (PE)	Radio carbono (^{14}C)	1.91 a 2.83 ka AP	Arenitos de praias	Kikuchi (2002)
Litoral norte (Rio Grande do Norte)		7.000 a 1.150 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	IDEMA (2004)
Costa N – S (Rio Grande do Norte)		Entre 7.000 – 6.000 Ka AP e 5.500 – 4.500 Ka AP	Arenitos praias (<i>beachrocks</i>)	Barreto <i>et al.</i> (2004)
Costa do Rio Grande do Norte	Radio carbono (^{14}C)	Idades mais antigas entre 5.600 a 7.400 Ka AP e 4.380 e 5.310 Ka AP	Rochas praias (<i>beachrocks</i>)	Barreto <i>et al.</i> (2004)
Cabo Frio (RJ)	Não especificado	Próximo de 5 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	Savi <i>et al.</i> (2004)

Entre Macau e baía Formosa (RN)	Radio carbono (^{14}C)	7.460 a 110 Ka AP	<i>Beachrocks</i>	Vieira & De Ros (2006)
Região Sul (Paraná – Brasil)		8.700 a 25.100 Ka AP	Cimento dos <i>beachrocks</i>	Veiga <i>et al.</i> (2007)

Fonte: Baptista (2010).

Tabela 1. Calibração de datações radiocarbono e transformação das datas calibradas em datas calendário.

Material datado	Data convencional	Data calibrada (2 s)	Data calendário (2 s)
Carvão	1.000 ± 50 Ka AP	980 – 790 Ka AP	970 – 1.160 DC
Conchas	1.000 ± 50 Ka AP	650 – 500 Ka AP	1.300 – 1.450 DC
Carvão	5.000 ± 100 Ka AP	5.920 – 5.480 Ka AP	3.970 – 3.530 DC
Conchas	5.000 ± 100 Ka AP	5.570 – 5.030 Ka AP	3.620 – 3.080 DC
Carvão	12.000 ± 80 Ka AP	14.260 – 13.670 Ka AP	12.310 – 11.720 DC
Conchas	12.000 ± 80 Ka AP	13.800 – 13.310 Ka AP	11.850 – 11.360 DC

Fonte: Adaptado de Stuiver & Reimer (1993 *apud* SCHEEL-YBERT, 1999).

Alguns autores fizeram menção à datação por outros tipos de isótopos radioativos também presentes nos recifes de arenito, mas, nestes casos não apresentaram os resultados em termos de idade. Não indicaram a datação das rochas em si, uma vez que todas as amostras eram de recifes de arenito ou rochas de praia (*beachrocks*) independente do termo que utilizaram para designá-las.

A importância da datação dessas formações está não somente na sua inserção na história geológica da área, mas também para a compreensão da variação das águas oceânicas, pois são indicadores de condições pretéritas da estabilidade do nível do mar. “Através de métodos geocronológicos, a idade de formação dos arenitos de praia

poderá ser determinada e, comparando-se as idades de linhas consecutivas e, geralmente paralelas se obterá um cenário das flutuações do nível do mar em termos espaço-temporais” (CAMARGO *et al.*, 2005. p. 2). Ou seja, esses agrupamentos de rochas se configuram como antigas linhas de costa sendo importantes registros da variação do nível do mar na costa brasileira ao longo do tempo geológico. Isto pode indicar que, de modo geral, pelo menos para a costa do Nordeste do Brasil, há 5 Ka AP, o nível do mar esteve aproximadamente a 5 m acima do atual, e há 14 Ka AP, cerca de 100 m abaixo deste.

4.7. RECIFES DE ARENITO NO MUNDO

Os recifes de arenito ou recifes rochosos se distribuem no mundo em uma faixa que corresponde às zonas equatoriais e tropicais (Fig. 8), apresentando características das áreas onde geralmente afloram. São componentes da morfologia destas regiões participando também de suas histórias evolutivas. Foram identificados em diversas regiões costeiras do mundo como: Açores, Arábia Saudita (região do Golfo de Aqaba), Austrália, diversas ilhas do Caribe, Chile, China, Colômbia, Equador, Espanha, Estados Unidos, Grécia, Havaí, Índia, Israel, Itália, México, Micronésia, Moçambique, Porto Rico, Portugal, Quênia, Nova Zelândia, Tanzânia, Turquia e Venezuela.

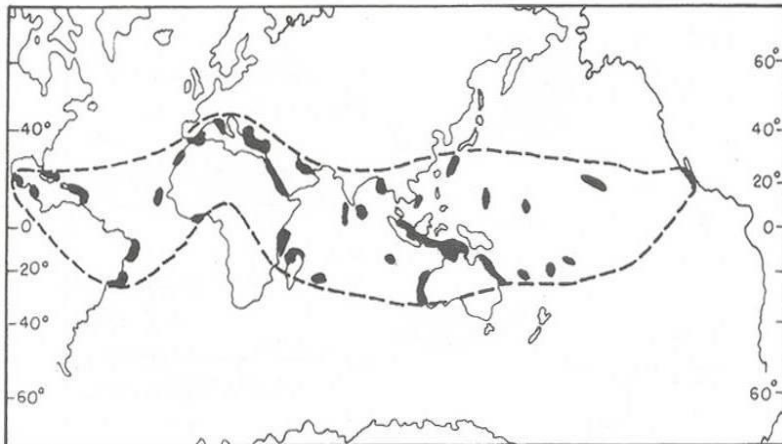


Figura 8. Distribuição mundial dos recifes rochosos recentes.

Fonte: Suguio (1992). Sem escala no original.

Os primeiros trabalhos identificados nas décadas de 50 e 60 do século XX relacionavam-se ao conhecimento sobre os recifes de arenito ocorrentes nas praias do Caribe, na região do golfo do México, na Flórida (EUA), Honduras Britânicas (atual Belize), Bahamas, ilhas Marshall, golfo Pérsico e mar Vermelho, de forma simplificada e com pouco aprofundamento.

Da década de 70 à 90 do século XX as pesquisas identificadas foram realizadas principalmente em poucos países da Ásia, África, Oceania e América do Norte, detalhando mais sobre essas estruturas. A partir do ano 2001 até os dias atuais as pesquisas intensificaram-se abrangendo praticamente todas as regiões costeiras do mundo e diversas ilhas distribuídos em países dos cinco continentes como demonstrado no Quadro 8 a seguir, cujas referências são apresentadas em ordem cronológica do registro para cada localidade.

Quadro 8. Estudos sobre recifes de arenito no mundo.

País	Referências
Açores	Wikipédia (2006b)
Argentina	Martins <i>et al.</i> (2005b)
Austrália	Flood (1977); Last & De Decke (1990); Edufuturo (2006); Wikipédia (2007)
Bahamas	Stoddart & Cann (1965)
Caribe	Russel (1958)
China	Jiang & Yang (1995); Chaoxiong (1999)
Dinamarca	<i>Dredgings News</i> (2006)
Equador	Edufuturo (2006)
Espanha	Knox (1973); Rey <i>et al.</i> (2004, 2005); Calvet <i>et al.</i> (2005); www.vivelanaturaleza.com (2006)
Estados Unidos (Flórida)	Stoddart & Cann (1965); Spurgeon <i>et al.</i> (2003);
Golfo do México	Stoddart & Cann (1965)
Golfo Pérsico	Stoddart & Cann (1965)
Grécia	Desruelles <i>et al.</i> (2004); Desruelles (2005); Vousdoukas <i>et al.</i> (2005a,b)
Honduras Britânicas	Stoddart & Cann (1965); Craig (1966)

Ilhas Marshall	Stoddart & Cann (1965); Wikipédia (2006a)
Índia	Ravi <i>et al.</i> (2006)
Itália	Longhitano (2001, 2003)
Mar Vermelho (Golfo de Aqba)	Stoddart & Cann (1965); Shaked <i>et al.</i> (2002)
México	<i>Cambridges Carbonates Ltda</i> (1993); Little (2004)
Moçambique	Cooper & Pilkey (2002); Moreira (2005)
Nova Zelândia	Jones <i>et al.</i> (1997)
Portugal	Teixeira & Pinto (2002)
Quênia	Kairu (1997)
Tanzânia	Francis <i>et al.</i> (1997)
Turquia	Desruelles (2004); Turoglu & Curebal (2005)
Uruguai	Martins <i>et al.</i> (2005b)

Fonte: Baptista (2010).

Percebe-se que a partir do ano 2000 intensificaram-se e se diversificaram os estudos no mundo sobre essas estruturas, podendo apresentar características morfológicas diferentes, mas sempre presentes sobre a linha da praia em praticamente todos os lugares registrados. Esses recifes aparecem desde a costa da Europa até o litoral asiático, sendo também registrados no continente americano e no africano (Foto 9). Isto é, o que se pensava ser restrito às regiões tropicais demonstrou pelos estudos estar presente em condições climáticas que não correspondem a estas.

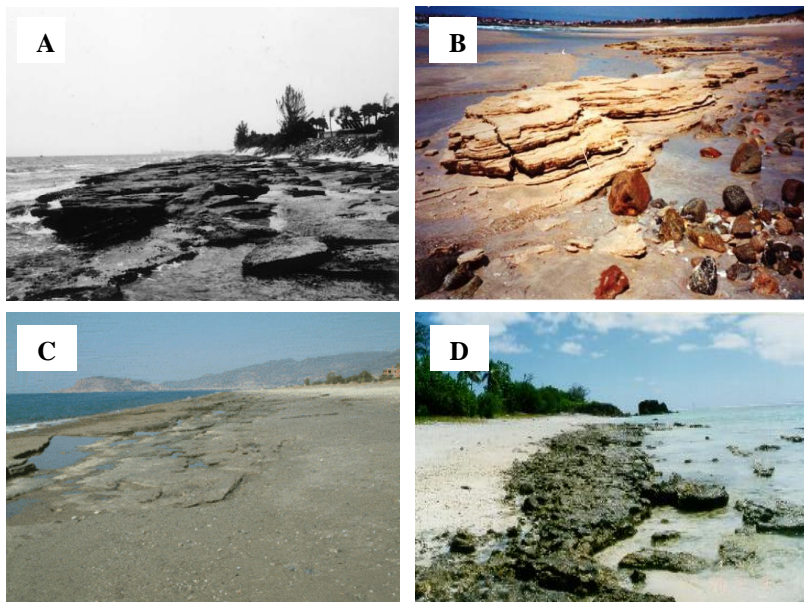


Foto 9. Recifes de arenito no mundo: A. Siesta Key, Florida, EUA. B. praia de Corrubedo, Espanha. C. Alanya, Turquia. D. Cook islands, China.

Fontes: A. Spurgeon *et al.* (2003) / B. Rey *et al.* (2004) / C. Desruelles (2004) / D. Chaoxiong (1999).

Esses trabalhos além de registrarem a ocorrência dos recifes de arenito e indicar seu processo de formação, tinham como preocupação, na sua grande maioria, conhecer a contribuição dessas estruturas na morfologia das faixas praias, sua participação como testemunhos das variações do nível do mar e sua função ecológica como habitat de diferentes seres vivos.

4.8. RECIFES DE ARENITO NO BRASIL

O Brasil apresenta uma zona costeira localizada em uma condição climática variando do equatorial ao tropical, com elevadas temperaturas, e suas costas são basicamente do tipo arenosa. Por estas condições são comuns os recifes de arenito na costa brasileira tipicamente na região Nordeste, com características específicas de cada ambiente.

Em relação à compartimentação do litoral brasileiro podemos considerar a proposta de Silveira (1964), utilizada pela maioria dos autores, que define a costa brasileira como uma área bastante diversa apresentando uma enorme coleção de paisagens, havendo grande diferença entre elas, distinguindo cinco grandes complexos: Litoral Amazônico ou Equatorial, Litoral Nordestino ou das Barreiras, Litoral Oriental, Litoral Sudeste ou das Escarpas Cristalinas e Litoral Meridional ou Subtropical (Fig. 9). Nestes complexos destaca somente no Nordeste a presença, junto à costa oriental, das linhas de recifes.



Figura 9. Compartimentação do litoral brasileiro.

Fonte: Silveira (1964 *apud* TESSLER & GOYA, 2005).

As pesquisas relacionadas aos recifes de arenito na costa do Brasil, também utilizam diversas nomenclaturas e indicam processos de formação diferenciados demonstrando, entretanto uma importante função ecológica a estes ecossistemas. Embora nem todos os textos

sejam trabalhos específicos sobre os recifes de arenito brasileiros, fazem importante referência à presença destas rochas dentro do contexto estudado recomendando a necessidade de seu registro nesta revisão bibliográfica.

Os primeiros estudos correspondem ao trabalho de Darwin (1841) sobre as formações de Pernambuco e a pesquisa de Branner (1904b,c) sobre aquelas presentes entre os estados do Ceará e Bahia. Esta última configura-se como o primeiro trabalho descritivo acerca dos recifes de arenito brasileiros. Muitos trabalhos registram estas estruturas no litoral brasileiro e/ou nordestino de forma geral, sem especificar os estados. Os estudos sobre os recifes de arenito no Brasil discorrem predominantemente sobre a ocorrência dessas estruturas no litoral nordestino, entretanto, muitos trabalhos registraram a presença destas em outras regiões litorâneas brasileiras com destaque para o Rio de Janeiro e São Paulo, na região Sudeste, e para o Rio Grande do Sul, na região Sul. Estes estudos, desenvolvidos predominantemente a partir dos anos 90, do século XX, fazem referência principalmente à ocorrência submersa dessas formações, ou seja, não se apresentam sobre a zona intertidal, como na maioria dos casos, mas podem configurar como evidências pretéritas do nível do mar para a região em questão.

Cabe ressaltar que na região Norte a referência feita aos Parcéis de Manuel Luis, constituídos essencialmente de corais, decorrem somente do fato dessas estruturas oferecerem riscos à navegação, em alusão à definição clássica para recifes e de serem considerados o ponto inicial ou limite norte das áreas recifais brasileiras (CORREIA, 1997; CASTRO, 1997). A região em que se encontra esses parcéis corresponde à costa do litoral do estado do Maranhão, que embora esteja regionalmente localizado na região Nordeste suas características pré-amazônicas o classifica como do Norte pertencente no caso, conforme Silveira (1964) ao compartimento Litoral Amazônico ou Equatorial. Por isso não são citados no item correspondente aos recifes da região Nordeste.

Já os do Rio Grande do Sul e Paraná merecem citação por encontrarem-se na sua maioria submersos, diferenciando-se da ocorrência comum dos recifes de arenito sobre as praias.

Os trabalhos analisados e suas respectivas áreas de estudo, autor (res) e data estão especificados no Quadro 9, seguindo a ordem cronológica por estado.

Quadro 9. Estudos sobre recifes de arenito no Brasil.

Estado	Referências
Região Norte	
Amapá	Coutinho (2002).
Pará	PMS (2007).
Maranhão	Correia (1997); Castro (1997).
Região Sudeste	
São Paulo	Ab'Saber (1955); Petri & Fulfaro (1983); Correia (1997); Ivanaukas (1997); Rossie & Matos (2002); Zincone & Ricardi-Branco (2006).
Rio de Janeiro	Silveira (1964); Macedo (1971); Muehe (1982); Dias <i>et al.</i> (1982); Muehe & Ignarra (1984); Ignarra (1989); Muehe (1995); Muehe (1998); Muehe & Valentini (1998); Suguio (2003); Pereira <i>et al.</i> (2003); Savi <i>et al.</i> (2004, 2005); Sichel <i>et al.</i> (2006).
Espírito Santo	FEEMA (1990); Guimarães <i>et al.</i> (2004); Santos (2005); Barata & Crispino (2006).
Região Sul	
Rio Grande do Sul	Figueiredo Jr. (1975); Calliari & Abreu (1984); Calliari <i>et al.</i> (1994); Buchmann & Tomazelli (1999); Buchmann <i>et al.</i> (1999); Buchmann (2002); Martins & Urien (2004); Ponzi (2004); Guerra & Manso (2004); Martins <i>et al.</i> (2005b).
Santa Catarina	Martins <i>et al.</i> (2005a).
Paraná	Veiga <i>et al.</i> (2007)

Fonte: Baptista (2010).

Esses estudos não se preocuparam somente em registrar a ocorrência e localização dos recifes de arenito nas áreas estudadas, também indicaram a constituição e a forma dessas estruturas, em alguns casos o processo de formação, assim como a constatação desses como

testemunhos eustáticos, evidenciando as variações do nível do mar, para os trechos litorâneos nos quais ocorrem.

4.9. RECIFES DE ARENITO NA REGIÃO NORDESTE

No Nordeste brasileiro, os trabalhos que estudam especificamente os recifes de arenito são significativos, principalmente nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Outros textos que não tenham como objetivo específico o estudo destas rochas foram também considerados face ao registro de sua presença na área da pesquisa e no contexto da zona costeira nordestina.

Para a região Nordeste os trabalhos realizados no sentido de estudarem os recifes de arenito ocorrentes no litoral, direta ou indiretamente, iniciaram-se a partir do estudo de Darwin (1841), passando por algumas pesquisas no decorrer do século XX, sendo que Andrade (1955), Ottman (1960) e Mabesoone (1964) iniciaram a discussão sobre a origem e a idade dos arenitos do litoral nordestino (BUCHMANN, 2002). Em seqüência destacam-se também estudos realizados nos anos 1990 a 2000.

A partir de 2001 vêm-se realizando estudos mais sistemáticos, sendo que estes se referem predominantemente aos recifes de arenito ocorrentes no Rio Grande do Norte (com 43 trabalhos) e em Pernambuco (39 trabalhos), seguidos pelos que tratam dessas formações na Bahia (32 trabalhos) e Ceará (22 trabalhos) e por fim os de Alagoas (12 trabalhos). Nos estados da Paraíba e Sergipe também se registrou a ocorrência dessas formações, mas poucos são os estudos que as detalham (5 e 2 trabalhos, respectivamente).

No caso do Maranhão, não existem registros de recifes de arenito, somente os de corais denominados Parcéis de Manuel Luis, que constituem o início das áreas recifais brasileiras ao norte, como citados anteriormente (CORREIA, 1997; CASTRO, 1997), por isso merecendo citação.

O Quadro 10 apresenta um resumo desses trabalhos, a partir dos estados com maior volume de pesquisas, considerando os autores por ordem cronológica nas respectivas áreas de estudo. Ressalta-se que alguns trabalhos aparecem repetidos em diferentes estados por apresentarem estudos mais amplos, geralmente sobre a região Nordeste como um todo, ou se tratando apenas de uma área, fazendo comparações com outras da mesma região.

Quadro 10. Estudos sobre recifes de arenito no Nordeste.

Estado	Referências
Rio Grande do Norte	<p>Maury (1934); Mendonça (1966); Laborel (1970); Moreira (1977); Maio (1977, 1980); Popp (1987); Solewicz (1989); Amaral & Mendonça (1996); Szpilman (1997); Castro (1997); Muehe (1998); Silva <i>et al.</i> (1998); Bezerra (1998); Riccomini & Assumpção (1999); Santos (1999); Amaral (2000); Bezerra <i>et al.</i> (2000); Muehe (2001); Cruz & Sá (2001); Macedo (2002); Lima & Vital (2002); Frazão & Vital (2002); Kikuchi (2002); Barros <i>et al.</i> (2003); Castro <i>et al.</i> (2003); Bezerra <i>et al.</i> (2003); IDEMA (2004); Barreto <i>et al.</i> (2004); Maida & Ferreira (2004); Cunha (2004); Tessler & Goya (2005); Ferreira Jr. <i>et al.</i> (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); Melo <i>et al.</i> (2005); Tabosa <i>et al.</i> (2005); Tabosa & Vital (2005); Lima <i>et al.</i> (2005a); Medeiros <i>et al.</i> (2005); Scudelari <i>et al.</i> (2005); Vieira e De Ros (2006); Araújo & Clementino (2006); Vieira <i>et al.</i> (2006).</p>
Pernambuco	<p>Darwin (1841, 1909); Branner (1915); Maio (1977, 1980); Guerra (1987); Leinz & Amaral (1987); Assis <i>et al.</i> (1990); Oliveira <i>et al.</i> (1990); Dominguez <i>et al.</i> (1990); Chaves <i>et al.</i> (1994); Chaves (1996); Chaves & Sial (1998); Imperiano (1999); Pereira (1999); Assis (1999); Chaves (2000, 2001); Manso <i>et al.</i> (2001); Kikuchi (2002); Barros <i>et al.</i> (2003); Manso <i>et al.</i> (2003a,b); CPRH (2003); Araújo <i>et al.</i> (2004); Manso <i>et al.</i> (2004); Cocentino <i>et al.</i> (2004); Macedo <i>et al.</i> (2004); Paranaguá <i>et al.</i> (2004); Maida & Ferreira (2004); Guerra & Manso (2004); Tessler & Goya (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); Camargo <i>et al.</i> (2005); Guerra (2005); Araújo & Gregório (2005); Guerra <i>et al.</i> (2005); CPRH (2007); Barreto <i>et al.</i> (2007).</p>

Bahia	Branner (1904a,c, 1915); Mendes & Petri (1971); Campos (1976); Moreira (1977); Mendes (1984); Leinz & Amaral (1987); Leão (1994);Hetzl & Castro (1994); Correia (1997); Szpilman (1997); Castro (1997); Leão <i>et al.</i> (1997); Muehe (1998); Imperiano (1999); Pereira (1999); Martin <i>et al.</i> (1999a,b); Ab'Saber (2001); Souza (2001); Coutinho (2002); Macedo (2002); Dominguez <i>et al.</i> (2002); Barros <i>et al.</i> (2003); Vasconcelos <i>et al.</i> (2003); Maida & Ferreira (2004); Tessler & Goya (2005); Rodrigues <i>et al.</i> (2005); Nunes <i>et al.</i> (2005); Dominguez (2006); Machado <i>et al.</i> (2006).
Ceará	Branner (1904a,c, 1915); Mendonça (1966); Morais (1967, 1969); Moreira (1977); Leinz & Amaral (1987); Silva (1993); Castro (1997); Muehe (1998); Meireles <i>et al.</i> (2001); Meireles & Raventos (2002); Meireles (2002); Meireles & Silva (2002); Ribeiro <i>et al.</i> (2003); Neto & Fortes-Xavier (2003); Queiroz (2003); Barros <i>et al.</i> (2003); Tessler & Goya (2005); Barreira <i>et al.</i> (2005); Maia <i>et al.</i> (2005); CEARÁ (2006).
Alagoas	Maio (1977); Guerra (1987); Muehe (1998); Lima (1999); Imperiano (1999); Pereira (1999); Muehe (2001); Guerra & Sial (2003); Cunha (2004); Elis <i>et al.</i> (2004); Tessler & Goya (2005); Lima <i>et al.</i> (2005b).
Paraíba	Maio (1977); Muehe (1998); Lima (1999); Imperiano (1999); Macedo (2002).
Sergipe	Imperiano (1999); Pereira (1999).

Fonte: Baptista (2010).

A partir dos textos analisados foi possível perceber que os estudos sobre os recifes de arenito para a região Nordeste se concentram mais nos Estados de Pernambuco (Foto 10) e Rio Grande do Norte, nos quais muitas pesquisas sobre os respectivos litorais vêm sendo desenvolvidas desde meados do século XX, apontando geralmente a presença dessas formações como alinhamentos contínuos à faixa litorânea que servem principalmente como evidências da antiga linha da costa e como testemunhos da variação do nível do mar.



Foto 10. Aspecto do recife de arenito – praia de Boa Viagem – Recife / PE.
Fonte: Ab'Saber (2001).

Pesquisas atuais sobre os recifes de arenito ocorrentes no Rio Grande do Norte indicam que tanto na costa leste como na costa norte do estado, na extremidade nordestina da costa brasileira, é característica a presença de camadas de *beachrocks* com suave mergulho ($< 10^\circ$) em direção ao mar, apresentando até 8 km de extensão contínua formados pela cimentação de sedimentos do Quaternário através da evaporação da água do mar capturada em resposta às condições de clima seco ou árido (VIEIRA & DE ROS, 2006).

Mais recentemente os recifes de arenito da cidade de Recife, capital de Pernambuco, tiveram sua relevância, como sítio geológico significativo para o Brasil, requerida através de uma proposta de descrição do mesmo para registro no patrimônio mundial da humanidade da UNESCO, realizada por Barreto *et al.* (2007, p. 2), que consideram estes serem

[...] importante registro sedimentar e estratigráfico sob os principais aspectos: 1) Reflete nível relativo do mar mais alto do que o atual durante o Holoceno médio, na faixa costeira da cidade de Recife. 2) Atua como proteção à erosão costeira em toda a orla metropolitana. 3) Impõe fascinante beleza à paisagem e constituem principal área de lazer para banhistas nas praias de Brasília Teimosa, Pina e Boa Viagem. 4) A feição geológica / geomorfológica marca a chegada à cidade via marítima, compondo a frente do Porto de Recife, protegendo as embarcações que chegam à cidade de Recife e atuando como barreira natural contra a erosão das praias. 5) Também tem grande importância histórica desde a época da chegada dos portugueses à região na primeira metade do século XVI, que devido à existência da linha dos “arrecifes”, formando ancoradouro natural, gerou o berço desta cidade além de lhe guardar o nome: Arrecifes dos Navios, Porto dos Arrecifes, Porto dos Navios, Ribeira Marinha dos Arrecifes e Recife. [...] (BARRETO *et al.*, 2007, p. 2),

Propostas como estas no sentido de registrar as feições geológicas e geomorfológicas mais interessantes para compor um banco de dados sobre os monumentos geológicos brasileiros deveriam ser multiplicadas para todas as áreas que apresentem recifes de arenito.

A Bahia e o Ceará também se destacam por apresentarem significativos trabalhos que caracterizam as áreas recifais dos mesmos. O litoral baiano, o mais extenso da costa brasileira com 1.103 km, apresenta grande diversidade de ambientes litorâneos, predominando os recifes de corais instalados sobre bancos de arenito de praia (LEÃO, 1996), em geral estreitos, alongados e localizados adjacentes à praia. Essas formações de arenito encontram-se também povoadas por algas marinhas bentônicas (NUNES *et al.*, 2005).

O litoral cearense, contíguo ao do Piauí, apresenta feições litorâneas importantes, indicadas por Silva (1993, p. 90) como sendo: praias, rochas-de-praia (*beach rocks*), bermas, falésias, dunas ativas, dunas fixas, braços de maré, rios intermitentes e perenes e lagoas. Descreveu então para a área que “outro aspecto fisiográfico do mar litorâneo local, consiste na presença dos denominados regionalmente, arrecifes, que correspondem na realidade a rochas de praia, ou seja,

“*beach rocks*” (Foto 11), geralmente relacionados às embocaduras dos principais rios do Ceará correspondendo a uma interação entre os ambientes fluvial e marinho (MAIA *et al.*, 2005).



Foto 11. *Beachrocks* expostos na praia Barra do Correia – Beberibe / CE.
Fonte: Maia *et al.* (2005).

Importante destacar que se distinguem também no Ceará a presença de arenitos ferruginosos da Formação Barreiras na que se assemelham aos arenitos praias atuais, sendo comuns estes recifes na região metropolitana de Fortaleza (Foto 12) e dentro do mar no trecho do litoral entre Taíba e Bitupitá (MAIA *et al.*, 2005).



Foto 12. Arenito ferruginoso da Formação Barreiras parcialmente exposto na Volta da Jurema – Fortaleza / CE.

Fonte: Maia *et al.* (2005).

4.10. RECIFES DE ARENITO NO PIAUÍ

No que se referem ao Piauí as pesquisas sobre recifes de arenito ainda não são muitas, embora alguns trabalhos já façam alusão a estas formações, indicando inicialmente somente a sua ocorrência e posteriormente apresentando uma caracterização um pouco mais detalhada. Entretanto, pouco se tem avançado no estudo dessas feições costeiras no estado.

O estado do Piauí apresenta uma costa com 66 km de extensão, constituindo somente 0,89% do litoral do Brasil. De acordo com Baptista (1981) sua morfologia compõe-se basicamente de três tipos: erosão marinha, dunas e alagadiços, não possuindo barreiras e outras formações litorâneas, com exceção dos recifes de arenito que afloram na maré baixa.

No caso do Piauí, na literatura acerca dos recifes de arenito no Nordeste, somente quatro trabalhos indicaram a ocorrência dessas estruturas na costa piauiense, entretanto chega-se a esse entendimento por dedução, pois não aparece o nome do estado, mas apenas a referência da presença dos recifes de arenito a partir da foz do rio Parnaíba (SILVEIRA, 1964; MENDES & PETRI, 1971; MACEDO, 2002; TESSLER & GOYA, 2005).

Na caracterização das áreas recifais coralíneas do litoral brasileiro, Castro (1997) elaborou uma divisão físico-ambiental indicando seis regiões estando a costa piauiense incluída na região Norte e Nordeste I. Dentro desta região definiu uma porção que se estende do delta do Parnaíba (divisa Ceará / Maranhão) até Acaraú (Ceará) como Área Não Explorada Norte, da qual afirmou não se ter muitas informações a respeito das áreas recifais, presentes ou não, nem da existência de grupos de estudos referente a ela. Como o autor informou, muitas comunidades de corais se estabelecem sobre recifes de arenito, sendo possível a identificação destes na área em questão. Entretanto, como o autor não fez referência específica ao litoral piauiense e/ou aos recifes de arenito que nele ocorrem, este trabalho não foi inserido no levantamento dos estudos referentes a essas estruturas para o estado do Piauí.

Os primeiros registros sobre os recifes piauiense datam da década de 60, do século 20, através de publicação avulsa em jornal da capital por Baptista (1966a,c). Nesta publicação em forma de verbetes, o autor indicou a presença de recifes arenosos em frente à praia do Coqueiro, denominando-os de Itaqui. Entretanto, na literatura específica produzida em nível do estado, pode-se inferir que os estudos científicos realizados e divulgados tiveram início concreto com os trabalhos, também, de Baptista (1981), com maior proficuidade durante as décadas de 70 e 80, do mesmo século, passando por várias edições, apresentando uma descrição morfológica do litoral piauiense na qual confirmou os recifes de arenito na citada praia. Registra-se uma lacuna de aproximadamente 14 anos sem trabalhos publicados que fazem referência aos recifes de arenito no Piauí, tendo-se conhecimento da realização de diversas pesquisas acadêmicas no decorrer deste período, sempre de forma elementar e sem nenhuma publicação científica decorrente sendo apenas registrados como trabalhos apresentados em congressos, simpósios e encontros similares.

A partir de 1995 até os dias atuais foram realizados alguns estudos de forma generalizada sobre a zona costeira piauiense que indicaram a presença dos recifes de arenito na mesma, entretanto, na sua maioria, de forma superficial, sem detalhamentos sobre os mesmos, alguns abordando aspectos relacionados ao levantamento da flora ficológica associada a eles.

O Quadro 11 relaciona os trabalhos realizados sobre o litoral piauiense, em ordem cronológica, que fazem referência, de forma geral ou específica, aos recifes de arenito ocorrentes nas faixas praias do

estado, indicando o título, autor (es), data e tipo de publicação. Destaca-se, entre o final dos anos 90, do século 20 e início da primeira década do século 21, o Relatório Técnico do *Macrozoneamento Costeiro do Estado* (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996b) e a tese de doutorado do Prof. Agostinho Cavalcanti, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Piauí – UFPI (2000), como estudos mais sistematizados sobre a zona costeira piauiense, tratando, entretanto, sobre os recifes de arenito de forma muito generalizada, pois os mesmos não se constituíam objetivos das respectivas pesquisas.

Quadro 11. Estudos sobre recifes de arenito no Piauí.

Título	Autor (es)	Data	Tipo
Verbetes piauienses.	Baptista	1966a,c	Artigos de jornal
Geografia Física do Piauí.	Baptista	1981	Livro
Levantamento qualitativo das algas marinhas bentônicas da praia do Coqueiro – Luis Correia / PI.	Baptista <i>et al.</i>	1995	Resumo de pesquisa
Levantamento qualitativo das algas clorofíceas (CHLOROPHYTA) marinhas bentônicas da praia do Coqueiro – Luis Correia / PI.	Baptista <i>et al</i>	1996	Resumo de pesquisa
Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: Relatório Geoambiental e Sócio-econômico.	Fundação CEPRO	1996b	Relatório técnico
Algas macrófitas bentônicas marinhas ocorrentes nos recifes da praia do Coqueiro – Luis Correia / PI.	Baptista <i>et al.</i>	1997a	Resumo de pesquisa

Levantamento preliminar das diatomáceas (Bacillariophyceae) associadas a algas marinhas bentônicas (<i>Ulva fasciata</i> e <i>U. Lactuca</i>) da praia do Coqueiro – Luis Correia / PI.	Baptista <i>et al.</i>	1997b	Resumo de pesquisa
Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico da APA Delta do Parnaíba.	IBAMA	1998	Relatório técnico
Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí.	Cavalcanti	2000	Tese de doutorado
Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba: Subsídios Técnicos – Relatório Final.	BRASIL	2002	Relatório técnico
Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do Estado do Piauí.	Baptista	2004	Dissertação de mestrado
Proposta de Proteção Ambiental para as Áreas Recifais Piauienses.	Baptista	2006	Resumo de pesquisa
Aspectos Ambientais dos Recifes de Arenito do Estado do Piauí, Brasil.	Baptista & Horn Filho	2007	Artigo

Fonte: Baptista (2010).

Somente a partir de 2004 com o trabalho de Baptista (2004) os estudos sobre essas formações de forma mais específicas se desenvolveram, entretanto cabe apresentar uma breve descrição dos aspectos reconhecidos em cada texto analisado, para que se possa perceber a evolução do conhecimento sobre as mesmas.

Baptista *et al.* (1995, 1996 e 1997a,b) realizaram estudos sobre as algas marinhas bentônicas do litoral do Piauí, considerando as três divisões macroscópicas: rodofíceas, clorofíceas e feofíceas e ainda microalgas diatomáceas associadas a duas espécies de clorofíceas. Estas pesquisas foram desenvolvidas especificadamente na praia do Coqueiro, no município de Luis Correia, para a qual os autores indicaram possuir aproximadamente 4 km de extensão em sua porção habitada e se caracterizar pela presença de recifes areníticos que afloram na maré baixa no mesolitoral, denominados de recifes de Itaqui, densamente

povoados por estes vegetais. São estudos pioneiros em relação ao conhecimento da flora ficológica do litoral piauiense, entretanto pouco detalham sobre o substrato rochoso que a sustenta.

No *Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí* elaborado pela Fundação CEPRO (1996b), no litoral piauiense, os recifes de arenito estão restritos às faixas praias de Barra Grande e Coqueiro, situados abaixo da linha de preamar, tratando-se de alinhamentos rochosos, descontínuos, ocupando enseadas ou proximidades de desembocaduras fluviais que repousam de modo discordante sobre as areias da praia expondo-se durante a baixa-mar. Apresentam sedimentos de origem flúvio-marinha com granulometria grossa, compostos de conglomerados bem rolados podendo englobar conchas marinhas, com textura areno-argilosa, coloração cinza escuro e cimento calcífero.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1998) em algumas faixas praias do Piauí ocorrem rochas de praia (arenitos) situadas abaixo da linha da maré alta que se configuram em afloramentos rochosos descontínuos ocupando enseadas ou áreas próximas das desembocaduras dos rios.

Para Cavalcanti (2000), os recifes na zona costeira piauiense formam uma linha paralela à costa atual, com espessura menor que 5 m, em blocos contínuos próximos à praia, apresentando antigas linhas da costa, consolidadas por carbonato de cálcio e posteriormente cimentados.

Afirmou que estes se inserem nos processos de abrasão marinha, sendo considerados como formas de erosão biológica, decorrentes da ação de animais e plantas que alteram as formas da topografia costeira e que a atividade destrutiva de algas calcárias promove a formação de uma borda de terraços areníticos conglomerados. Denominou alguns como recifes costeiros caracterizados pela cimentação de arenitos calcários e pela ação de corais e algas, formando depósitos de carbonato de cálcio, sendo compostos de areia praial consolidada em arenito, com a ocorrência de uma capa desses organismos. Segundo o autor a cimentação desses recifes tem origem na ação da água doce subterrânea supersaturada com carbonato de cálcio, que se precipita ao surgir na praia e encontrar-se com a água do mar.

De acordo com o relatório final do *Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba* (BRASIL, 2002) a área que corresponde ao baixo rio Parnaíba está subdividida em sistemas e

subsistemas ambientais. O sistema marinho por sua vez se compõe de dois subsistemas: o marinho propriamente dito e a faixa praial, que abrange a área compreendida entre a zona intertidal e a linha batimétrica de 20 m estendendo-se por aproximadamente 177 km de comprimento paralelamente à costa. Neste indica a presença de bancos de areia, saliências rochosas e coralíneas.

O trabalho de Baptista (2004), primeiro estudo específico sobre os recifes piauienses, incluindo os de arenito, indicou a presença destas formações em seis faixas praias da zona costeira piauiense, no sentido leste-oeste: praias de Cajueiro da Praia, Barrinha e Barra Grande, no município de Cajueiro da Praia (Foto 13) e praias de Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro, no município de Luis Correia (Foto 14). Afirmou não existirem recifes de coral e considerou um afloramento rochoso granítico como recife em virtude da definição original do termo, no caso o da praia da Pedra do Sal, no município de Parnaíba.

Informou que estes recifes, constituídos por arenitos, se formaram através do processo de cimentação dos sedimentos oriundos do fundo oceânico e do próprio continente, por meio dos rios e riachos que deságuam no litoral, além da contribuição das carapaças e conchas dos animais que nele habitam. Com exceção dos da Pedra do Sal, que se configuram como um afloramento rochoso decorrente das transgressões e regressões marinhas, de constituição granítica. De forma geral, apresentam arranjos espaciais diferenciados onde praticamente todos estão sobre a linha da costa com uma configuração descontínua com presença de acumulações de água no seu interior. Destacou os da Barrinha arranjos em placas sobrepostas e os da Pedra do Sal como rochedos arredondados direcionados ao oceano.

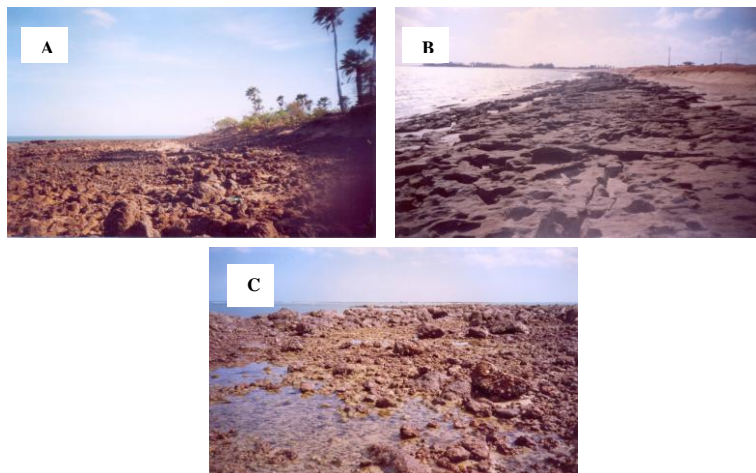


Foto 13. Recifes de arenito na zona costeira do Piauí – município de Cajueiro da Praia: A. praia de Cajueiro da Praia. B. praia da Barrinha. C. praia de Barra Grande.

Fonte: Baptista (2004).

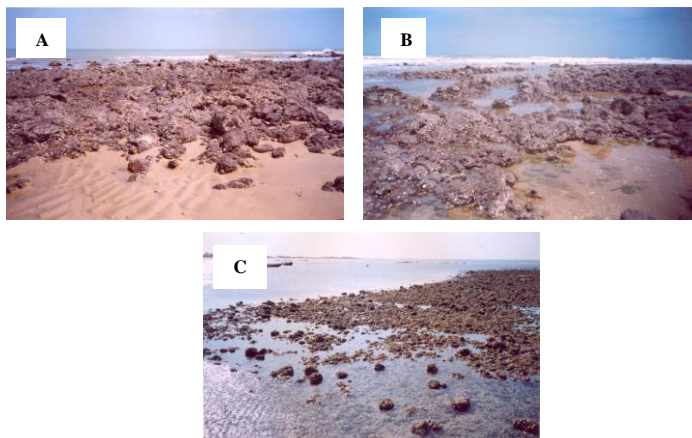


Foto 14 Recifes de arenito na zona costeira do Piauí – município de Luis Correia: A. praia de Carnaubinha. B. praia de Itaqui. C. praia do Coqueiro.

Fonte: Baptista (2004).

Deste modo, para a autora, as áreas de recifes piauienses apresentam basicamente quatro formas deposicionais sobre a costa:

a) sobre a faixa praial em contato com o supralitoral; b) em placas sobrepostas separando a faixa praial do supralitoral; c) sobre a faixa praial no mesolitoral sujeitas ao fluxo e refluxo das marés; e d) grupo de rochedos em direção ao oceano, dividindo a faixa praial em duas porções distintas (Foto 15). Os sedimentos que os compõem são, principalmente, grãos de areia quartzosa, conchas calcárias, esqueletos de animais calcificados e rochas decompostas. Apresentou sucintamente uma caracterização biológica dos recifes discutindo sua importância ecológica enquanto protetores da linha da costa e substrato para o desenvolvimento de diversas espécies animais e vegetais e comentou seu papel como testemunhos das variações do nível do mar.



Foto 15. Formas deposicionais dos recifes sobre a costa piauiense: A. sobre a faixa praial em contato com o supralitoral. B. como placas sobrepostas. C. sobre a faixa praial no mesolitoral. D. rochedos em direção ao oceano.
 Fonte: Baptista (2004).

Evidenciou também a importância econômica desses ecossistemas, relacionando seus diversos usos, trazendo principalmente uma caracterização sócio ambiental destes considerando sua influência na comunidade local, através da percepção e utilização que esta faz dos mesmos, indicando sugestões de aproveitamento sustentável, por meio de atividades controladas e a necessidade de mais pesquisas a respeito.

Baptista (2006), em desdobramento de sua pesquisa, apresentou uma proposta de proteção ambiental, para as áreas de ocorrência dos recifes no estado do Piauí, que combinasse a conservação da biodiversidade, utilização sustentável dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida da população local, através da caracterização socioambiental e o reconhecimento das formas de aproveitamento econômico desse ecossistema. Baptista & Horn Filho (2007) indicaram em pesquisa preliminar, os aspectos ambientais referentes exclusivamente aos recifes de arenito da costa piauiense, reforçando principalmente os aspectos morfológicos, arranjos sobre a linha da costa e importância ecológica e econômica. Concluíram que cada área possui características próprias apresentando elementos diferenciados em relação aos aspectos estudados e que a população local não tem sobre eles um conhecimento aprofundado, favorecendo assim uma despreocupação sobre sua conservação enquanto recurso costeiro.

Dessa forma, considerando a revisão bibliográfica empreendida, foi possível perceber que os recifes de arenito formam-se, de forma geral, a partir da cimentação de sedimentos da linha da costa e para isto dependem basicamente da dinâmica do fluxo e refluxo mareal e da iluminação solar. Também é possível verificar que existe uma variada literatura que os discutem e nos trabalhos predomina sua identificação como *beachrocks* traduzidos principalmente como rochas de praias ou arenitos de praia ou colocados simplesmente como formações rochosas sobre a linha da costa.

O processo de formação dos recifes de arenito ocorre basicamente por cimentação de sedimentos por carbonato de cálcio, principalmente por calcita, embora outras situações tenham sido descritas. A literatura registra também neste processo a aragonita como cimento e a ação de bactérias. Seus elementos constituintes, na maioria das vezes, correspondem a areias quartzosas, fragmentos de conchas, corais e algas. Também se questiona o ambiente de formação dessas rochas colocando-se a mais provável como sendo a zona intermareal, mas há trabalhos que apontam para outros locais na praia. Reconhece-se, entretanto, que os recifes de arenito podem apresentar formas distintas em sua disposição espacial, como discutidas na literatura. Essas formas correspondem à longas faixas ou linhas paralelas à costa, à formações distantes desta ou como pequenas ilhas isoladas, sendo a primeira a mais comum e mais freqüente.

Com relação à distribuição mundial estes são considerados feições típicas das costas tropicais e subtropicais, sendo abundantes

nesta faixa, cujas condições fisiográficas favorecem a cimentação dessas rochas. No entanto existem, principalmente, das últimas décadas do século vinte até os dias atuais, registros de sua ocorrência em áreas temperadas e até mesmo frias. No Brasil constituem elementos da morfologia típica do litoral nordestino discutidos em inúmeras pesquisas, com destaque para os estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Bahia que apresentam um maior número de trabalhos desenvolvidos. Nas outras regiões costeiras brasileiras aparecem timidamente como no Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. No Rio Grande do Sul os registros tratam de bancos submersos.

A principal preocupação dos estudos sobre os recifes de arenito repousa no aspecto morfológico, composição, processo de formação e na sua utilização como evidência das oscilações do nível das águas oceânicas. Diversos trabalhos destacam seu caráter de proteção da linha da costa e como agente da evolução costeira e alguns retratam sua função ecológica como substrato para diferentes organismos vivos, além dos corais.

Sobre estas formações rochosas no Piauí, não há registro na literatura geral, sendo retratados localmente, com poucos trabalhos. Estes estudos, entretanto tratam destas formações de forma superficial tanto quanto aos mecanismos que as originam, em relação à sua composição e também sobre seu comportamento enquanto componente da morfologia e dinâmica costeira.

A partir então da revisão bibliográfica estabelecida pode-se inferir que as formações rochosas reconhecidas como recifes de arenitos, presentes no litoral do Piauí, são comuns também em outras regiões do mundo, principalmente naquelas que apresentam características fisiográficas semelhantes, e considerando sua contribuição na proteção das costas, seu papel como evidência das variações do nível do mar e ainda sua configuração como substrato de sustentação e provedor de alimentos para diversas espécies animais e vegetais, considera-se importante confirmar, sua constituição sedimentológica, forma e disposição espacial e sua importância para a configuração da faixa praiada e para a gestão sustentável da zona litorânea piauiense como um todo.

5. ÁREA DE ESTUDO

5.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ASPECTOS FISIOGRAFICOS

O litoral da região Nordeste estende-se da foz do rio Parnaíba ao Recôncavo Baiano e de acordo com Suguio (2003), apresenta como característica comum a presença de sedimentos terciários da Formação Barreiras, os recifes de rochas praias (*beachrocks*) e de corais. Esta formação, segundo o autor, ocorre desde o litoral amazônico e acompanha o litoral do Nordeste, tem à sua retaguarda a planície quaternária e é delimitada no interior por um relevo bem mais acidentado constituído de rochas cristalinas pré-cambrianas, denominado tabuleiro (Fig. 10). Os tabuleiros são uma forma de relevo que apresenta um topo plano e suavemente inclinado para o oceano Atlântico e mais ou menos dissecado por vales fluviais de vertentes relativamente íngremes. A linha de costa está definida por escarpas ou falésias marinhas da Formação Barreiras, nos trechos nos quais a sedimentação litorânea constitui-se escassa ou é inexistente, e exhibe uma paisagem bastante comum tanto no litoral nordestino, como nos litorais oriental e sudeste.

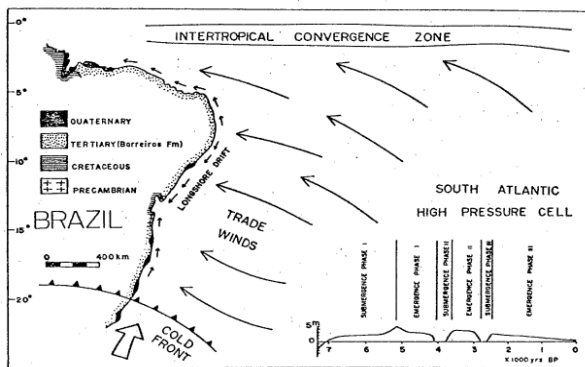


Figura 10. Mapa geológico simplificado da zona costeira leste – nordeste do Brasil, indicando os elementos da circulação atmosférica para a região.

Fonte: Dominguez *et al.* (1992).

Podem ser reconhecidos dois setores no litoral nordestino: a Costa Semi-árida, que corresponde aos litorais dos estados do Piauí, Ceará e metade noroeste do Rio Grande do Norte; e a Costa Nordeste Oriental ou das Barreiras constituído pela metade sul do Rio Grande do Norte até o Recôncavo Baiano caracterizada por clima úmido. O primeiro setor apresenta clima semi-árido quente, com chuvas de verão e outono, normalmente com pluviosidade inferior a 500 mm/ano, associada ao deslocamento sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Fig. 10), com areias abundantes de granulação fina provenientes da plataforma continental rasa adjacente que secam rapidamente. Sofre atuação constante dos ventos alísios de nordeste e leste no transporte desses sedimentos, originando os campos de dunas, muito abundantes no Ceará e Rio Grande do Norte. Com substrato arenoso e eólico extremamente móvel, um litoral pouco recortado, com menos rios e riachos e clima bastante favorável, possui trecho de manguezais ainda pouco reconhecidos, mas significativos, principalmente no delta do rio Parnaíba e entre este rio e o cabo de São Roque (RN) apresentando direção geral leste – oeste (TESSLER & GOYA, 2005).

No segundo setor além da ocorrência dos tabuleiros da Formação Barreiras, rochas praias e corais, o clima mais úmido favorece melhor fixação das areias, sendo uma costa bem recortada com formação de estuários, desenvolvendo-se mais manguezais que no trecho anterior (SUGUIO, 2003). Apresenta clima úmido com chuvas de 1.400 a 1.600 mm anuais (BRASIL, 1996b). Os cursos fluviais destacam-se pela presença do rio São Francisco, o mais extenso rio essencialmente brasileiro que, sendo fundamental para a fisiografia nordestina e para a sobrevivência de grande parte de sua população (MARTIN *et al.*, 1993).

Dentro da Costa Semi-árida, a zona costeira do Piauí compreende uma área aproximada de 1.200 km², entre as coordenadas geográficas de 2°42'35" e 3°05'02" de latitude sul e 41°14'53" e 41°52'46" de longitude oeste, apresentando como limite a leste o estado do Ceará e a oeste o estado do Maranhão (Fig. 11) e possui uma extensão linear de 66 km. Abrange os municípios de Bom Princípio, Buriti dos Lopes, Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Luis Correia e Parnaíba. Entre estes, fazem contato com o oceano Atlântico, os municípios de Cajueiro da Praia, Ilha Grande, Luis Correia e Parnaíba. O acesso à zona costeira piauiense, a partir de Teresina, Fortaleza e

São Luis, é realizado através das rodovias BR-343, BR-222 e BR-402, respectivamente (FUNDAÇÃO CEPRO, 2002).

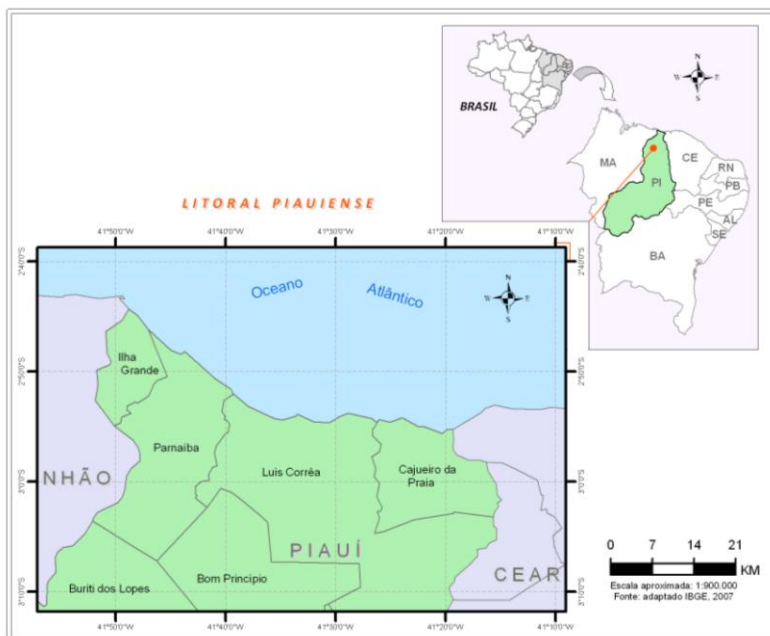


Figura 11. Localização geográfica da área de estudo no estado do Piauí, sua posição na região Nordeste e no Brasil.

Fonte: Adaptado de IBGE (2007).

As formações de arenito na costa piauiense ocorrem nas praias de Cajueiro da Praia, Morro Branco, Barrinha e Barra Grande, no município de Cajueiro da Praia e nas praias de Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro, em Luís Correia. Na praia da Pedra do Sal, município de Parnaíba, registra-se a presença de um promontório rochoso, mas sua constituição é de granito. No município de Ilha Grande não existe praia com presença de rochas.

A área de estudo corresponde ao trecho da zona litorânea piauiense em que os recifes de arenitos estão expostos, cuja extensão linear total é cerca de 27 km, sendo aproximadamente 41% (quarenta e um por cento) da extensão total, abrangendo dois dos municípios costeiros. O primeiro, no sentido leste-oeste, Cajueiro da Praia possui extensão de 15 km que corresponde a 22% (vinte e dois por cento) da

extensão total do litoral e a 56% (cinquenta e seis por cento) da área de estudo. Luis Correia, a seguir, apresenta extensão de 27 km correspondendo aproximadamente a 41% (quarenta e um por cento) da extensão total do litoral, fazendo parte da área de estudo somente 12 km deste município, totalizando 18% (dezoito por cento) da extensão total e 44% (quarenta e quatro por cento) da área de estudo.

Considerando as condições locais e a posição geográfica de cada uma, suas coordenadas são aproximadas, uma vez que ainda não se tem estabelecido sua localização precisa. Assim, os recifes de arenito de Cajueiro da Praia estão localizados entre os paralelos de 2°54' e 2°55' de latitude sul e entre os meridianos de 41°19' e 41°20' de longitude oeste. Os da praia de Morro Branco estão localizados entre os mesmos paralelos e entre os meridianos de 41°20' e 41°22' de longitude oeste. Na praia da Barrinha, os recifes de arenito localizam-se entre os paralelos anteriores e entre os meridianos de 41°23' e 41°22' de longitude oeste. Em Barra Grande, estas rochas encontram-se entre os paralelos de 2°53' e 2°54' de latitude sul e entre os meridianos de 41°23' e 41°24' de longitude oeste.

No município de Luis Correia, os recifes de arenito de Carnaubinha dispõem-se entre os paralelos de 2°53' e 2°54' de latitude sul e entre os meridianos de 41°29' e 41°30' de longitude oeste. Na praia de Itaqui, os recifes localizam-se entre os paralelos de 2°53' e 2°54' de latitude sul e entre os meridianos de 41°33' e 41°34' de longitude oeste. Na praia do Coqueiro, os recifes estão também entre os paralelos de 2°53' e 2°54' de latitude sul e entre os meridianos de 41°33' e 41°34' de longitude oeste. Todas as formações se apresentam semelhantes quanto à constituição arenítica e disposição espacial, com exceção das da praia da Barrinha com estrutura única e diferenciada.

5.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Os estudos sobre a geologia da zona costeira do Piauí e sua história não são muito aprofundados, estando sempre relacionados aos do estado de forma geral. Considerando que mais de 90% do território piauiense está inserido na bacia do rio Parnaíba ou bacia do Maranhão – Piauí ou ainda bacia sedimentar do Meio Norte a evolução dos processos de sedimentação estão a ela relacionados. Segundo Baptista (1981) a sedimentação dos terrenos piauienses ocorreu em 4 (quatro) ciclos, nos quais a deposição sedimentar oscilou com as transgressões e

regressões marinhas associadas aos movimentos de subsidência e soerguimento (LIMA, 1987), a saber:

I. Era Paleozóica – a sedimentação se deu sobre o embasamento cristalino começando o ciclo no Siluriano inferior com o aparecimento da subsidência da bacia, com a transgressão se processando até o Siluriano superior. Neste período aparecem as formações Serra Grande, Pimenteiras, Cabeça e Longá. No Devoniano médio as terras piauienses são invadidas pelo mar ocorrendo a sedimentação de leste para oeste, partindo da serra da Ibiapaba para o rio Parnaíba. No Devoniano superior começa a grande regressão. No Permiano surge a Formação Pedra de Fogo. A Formação Poti aparece no Carbonífero, período no qual termina o ciclo sedimentar em ambiente exclusivamente marinho, com regressão das águas.

II. Era Mesozóica – no período em que se segue ocorre uma regressão tectônica com o aparecimento da Formação Mutucas. No Triássico superior têm origem os depósitos continentais com clima árido. Durante o Cretáceo ocorre atividade magmática de certa intensidade provocando derramamentos de diabásio permitindo a deposição continental (centro sul da bacia) e marinha (centro e noroeste). Ainda neste período tem lugar o extravasamento marinho sobre áreas cristalinas.

III. Era Cenozóica – período Terciário – iniciou-se com uma fase marinha curta com sedimentação predominante continental com formação de sucessivos pediplanos, sendo a borda norte da bacia coberta com camadas areno-argilosas. A Formação Barreiras surge neste período, constituída de sedimentos clásticos mal selecionados, variando de siltitos a conglomerados e com cores predominantes amarelo e vermelho. Aflora ao norte, do rio Parnaíba ao rio Ubatuba, na divisa com o Ceará, em uma faixa aproximada de 40 km em contato para o interior com rochas do embasamento cristalino ou com formações areníticas da própria bacia, apresentando topografia tabular com caimento para a linha da costa, na qual estão inseridas as bacias hidrográficas do litoral piauiense.

IV. Era Cenozóica – período Quaternário – desenvolvem-se os depósitos litorâneos, com a acumulação de aluviões constituídos por cascalhos, areias e argilas não consolidadas transportados pelos rios, que aparecem como faixas estreitas e descontínuas ao longo dos rios Parnaíba e Longá e a formação de mangues no delta parnaibano. Neste período ocorre ainda a formação de outros afloramentos como as dunas de areias de textura fina da ilha de Santa Isabel até Luis Correia.

Assim, a formação da planície costeira piauiense está relacionada a uma sucessão de eventos geológicos que afetaram a região e culminaram na sua atual configuração, sofrendo ainda processos constantes de erosão e acumulação. Dentre as diferentes unidades geológicas que se desenvolveram no Piauí, a Formação Barreiras se constitui de grande relevância uma vez que os terrenos terciários que compõem a zona costeira piauiense a ela pertencem, e os quaternários estão sobre ela depositados.

5.2.1. Histórico e definição do termo “Barreiras”

Em estudos geológicos é necessário um domínio consistente do significado dos termos relacionados às unidades a serem trabalhadas, principalmente quando se realiza atividades de campo. No sentido de uma melhor compreensão sobre a evolução da utilização do termo Formação Barreiras julgou-se importante apresentar alguns conceitos já definidos para os seguintes termos, utilizando como referência Petri *et al.* (1986 *apud* IBGE, 1998):

- Unidade litoestratigráfica: conjunto rochoso caracterizado por um tipo ou combinação de vários tipos litológicos ou por outras marcantes feições litológicas, cuja individualização permite destacá-las das unidades adjacentes com base em critérios litológicos. Classifica-se em unidades formais (supergrupo, grupo, subgrupo, formação, membro, camada, complexo, suíte e corpo) e informais (industriais e outras), sendo as primeiras as relevantes neste trabalho, principalmente as que aparecem nos textos analisados, a saber: formação e grupo.

- Formação: unidade fundamental da litoestratigrafia, correspondendo a um corpo rochoso que apresenta características litológicas relativamente homogêneas com forma usualmente tabular, em geral lateralmente contínua e que pode ser mapeada tanto na superfície terrestre como em subsuperfície.

- Grupo: conjunto ou associação de duas ou mais formações que se relacionam por apresentarem características ou feições litoestratigráficas comuns ou por serem delimitados pelas mesmas referências litoestratigráficas.

Em relação ao termo série ou associação, utilizado para denominar uma reunião de formações ou grupos, seu uso deve ser evitado sendo melhor a utilização de grupo ou supergrupo quando for o caso (IBGE, 1998).

Nos trabalhos referentes ao litoral brasileiro, nordestino e em particular ao piauiense foi possível registrar referências ao termo “Barreiras” com distintos significados: relacionado à origem geológica dos sedimentos, referindo-se a um aspecto morfológico comum em regiões costeiras (designando, por exemplo, paredões de abrasão, costões rochosos, falésias e até faixas arenosas), associado à recifes, por estes serem considerados como obstáculos para a navegação próxima às costas, denominados recifes-barreiras, representando tipos de sistemas deposicionais costeiros descritos como, por exemplo, barra-barreira, laguna-barreira, ilha-barreira, entre outros.

Nesta pesquisa interessa a utilização geológica do termo considerando a importância que apresenta a unidade “Barreiras” para a conformação do esboço geológico da área de estudo. Esta unidade é referenciada, na maioria das vezes, como tendo se originado no período Terciário da era Cenozóica, sendo inicialmente utilizada para designar depósitos ocorrentes ao longo da costa brasileira, semelhantes aos do vale do Amazonas que já recebiam esta denominação (PETRI & FÚLFARO, 1983). Branner (1915) foi o primeiro a utilizar a designação de Barreiras para os sedimentos clásticos que ocorrem no litoral brasileiro. Posteriormente Oliveira & Leonardos (1943) os denominaram de Série Barreiras, que representaria uma faixa de sedimentos de origem continental, com granulometria variando entre seixos a argilas, depositadas no decorrer do Terciário, acompanhando o litoral brasileiro do Amazonas ao Rio de Janeiro (LIMA, 1987).

Esta utilização permanece até as décadas de 50 e 60 do século XX. A partir da década de 60, os primeiros textos que se referem a esta unidade como série, informaram ser esta, na época, um dos mais extensos depósitos continentais terciário do mundo, de natureza detrítica, apresentando-se nas regiões costeiras como falésias no litoral e como chapadas no interior, podendo ultrapassar 400 m de altitude e distando 200 km ou mais da linha de costa (ALMEIDA, 1964). Baptista (1960) informou que no litoral piauiense as formações terciárias são da série Barreiras, sendo estas substituídas pelos aluviões do Quaternário. É referenciado ainda, neste período, que as formações cenozóicas das “Barreiras” ocorrem na porção setentrional da bacia sedimentar do Meio Norte, ao longo da costa, entre Brejo e São Bernardo no Maranhão, e entre Luis Correia, no Piauí e Chaval, no Ceará, como uma “área relativamente grande interrompendo a extensão das planuras inundáveis, destacando diversos níveis também sob forma de tabuleiros, colinas, outeiros, patamares e terraços” (MAIO, 1962 *apud* LINS, 1978, p. 65)

com 10 a 25 m de altitude e topo revestido por argila e arenitos finos (LINS, 1978). Aparece também como sedimentos dos tabuleiros litorâneos e sub-litorâneos do Nordeste do Brasil (SILVEIRA, 1964) e como um segundo domínio de depósitos detríticos do Brasil intertropical característico de três áreas básicas de distribuição no país: área amazônica; área costeira do Nordeste e área São Franciscana do Norte de Minas Gerais e Bahia (AB'SABER, 1964).

A partir da década de 70 estes sedimentos passam a ser denominados de Formação Barreiras, ainda de forma vaga, indicando sedimentos clásticos afossilíferos de cores vivas, em geral friáveis, ocorrentes ao longo da costa do Rio de Janeiro ao Pará, constituídos de arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, originando falésias na costa e bancos nas margens dos rios amazônicos (MENDES & PETRI, 1971), tendo esta formação sido depositada sob clima semi-árido, com materiais grosseiros e mal selecionados (MOREIRA, 1977). Existem também referência ao termo grupo como nos textos de Mabesoone *et al.* (1972) e Bigarella (1975b). Outros trabalhos, entretanto, ainda utilizam o termo série, inclusive Moreira (1977) em outro trecho do mesmo trabalho já referenciado, para designar as estruturas sedimentares que aparecem em grande parte do Nordeste e nos tabuleiros litorâneos em certos locais do Rio Grande do Norte e Ceará.

Neste período também é feita referência a uma formação sedimentar que caracteriza o Terciário do estado do Maranhão com a denominação de “Barreiras”, constituída de argilas, arenitos, conglomerados e arenito ferruginoso do capeamento. A origem destes sedimentos não é bem definida sugerindo-se esta estar associada a extensos glaciais de acumulação, decorrentes do aplainamento da estrutura continental e da deposição dos sedimentos oriundos do continente (MAIO, 1977). Para o Piauí o Projeto RADAM registra o termo Formação Barreiras para designar os sedimentos compostos de arenitos brancos e róseo-avermelhados com granulação variada, lente de argila creme e lentes de caulim e calcário (BRASIL, 1973).

No final da década de 70 os sedimentos Barreiras aparecem como grupo, mas também sem uma configuração definida. De acordo com Brito (1979, p. 93) “em toda área litorânea existem sedimentos cenozóicos clásticos, de coloração variegada, constituídos de camadas afossilíferas de areias e argilas” classicamente conhecidos como “formação” ou “grupo Barreiras” (aspas do autor). Indicou que tentativas de dividir esse grupo (se assim fosse considerado) em formações foram estabelecidas (se referindo à tentativa de divisão do

Grupo Barreiras proposta por Mabesoone *et al.* (1972) em três unidades estratigráficas distintas com características de intemperismo típico). Entretanto, em sua opinião, não existe uma verdadeira correlação entre as camadas denominadas de “Barreiras” nos distintos estados do Nordeste brasileiro, e por isso, sugeriu “denominá-las de formações continentais cenozóicas indiferenciadas” (BRITO, 1979, p. 93).

Na década de 80 o termo Barreira continua não consolidado sendo indicado seu uso prático para sedimentos cenozóicos continentais indiferenciados (como apontado no final da década anterior), sempre que a falta de estudos pormenorizados impedisse o reconhecimento de formações bem definidas (PETRI & FÚLFARO, 1983). O termo grupo ainda é utilizado em trabalhos como o de Silva (1987) e o de Alheiros *et al.* (1988) que sugeriram que o Grupo Barreiras fosse considerado uma única unidade litoestratigráfica, apresentando diferenças faciológicas, em decorrência da ação de distintos sistemas deposicionais. A tendência foi, então, de restringir o termo para o Nordeste, ampliando a aceção de formação para grupo e englobando sedimentos de idades terciária do Eoceno ao Pleistoceno. Os sedimentos Barreiras, neste período, são descritos na faixa costeira do Maranhão como falésias com mais de 20 m de altitude, sendo friáveis, sem estratificação ou mal estratificados, e no caso do estado do Piauí, Petri & Fúlvaro (1983) ainda registraram a falta de estudos.

É considerado então que do ponto de vista geológico não há uma caracterização perfeita dentro dos critérios estratigráficos para a denominação da Formação Barreiras, cuja idade pode ser datada desde os fins do Mesozóico até o próprio início do Quaternário, aparecendo ainda o termo série para alguns terrenos do litoral paraense com a tendência de denominá-los como formações terciárias indiferenciadas (GUERRA, 1987).

O termo Formação Barreiras aparece para designar os sedimentos, descritos pelo Projeto RADAM (BRASIL, 1973), que recobrem uma faixa de 50 – 30 km de largura entre a bacia sedimentar e o litoral como um glacis de acumulação, denominado como tabuleiro em todo Norte e Nordeste do Brasil (LIMA, 1987). Para o caso do Piauí, esta formação é considerada como a terceira unidade lito-estrutural das bases geológicas do relevo piauiense, sendo denominada de Sedimentos Terciários da Formação Barreiras. Corresponde aos tabuleiros pré-litorâneos resultantes numa forma de glacis de acumulação, gerados a partir da deposição dos sedimentos continentais em direção ao litoral, constituindo no Piauí uma faixa de aproximadamente 1.700km² ou 0,7%

da área do estado, embora de forma descontínua (LIMA, 1987), aflorando ao norte do rio Parnaíba ao rio Ubatuba, formando uma escarpa que serve de balisa da linha da costa, através dos cordões litorâneos cuja progradação deve ter ocorrido no Holoceno ocupando uma faixa de 40 km no litoral (BAPTISTA, 1989).

Na década de 90 o termo Formação Barreiras aparece de forma mais freqüente sendo utilizado em quase todos os textos, entretanto alguns trabalhos preferem o uso do termo grupo (DOMINGUEZ *et al.*, 1990; SILVA, 1993; MUEHE, 1998; LIMA, 1999), enquanto outros somente a palavra Barreiras, sem identificar o tipo de categoria (AMARAL & MENDONÇA, 1996). Até o final da década de 90, os estudos realizados sobre a geologia do Piauí, embora poucos reforçaram a utilização do termo Formação Barreiras, que também será largamente utilizado na década de 90 através dos trabalhos de: Fundação CEPRO (1990, 1996a,b,c), Cavalcanti (1996) e IBAMA (1998) que o utilizaram para nomear a composição geológica para a área que abrange o litoral com uma distribuição paralela à linha da costa e disposição à retaguarda dos campos de dunas, com largura média de 25 – 30 km, “conectando-se para o interior com rochas do embasamento cristalino ou com Formações areníticas da bacia sedimentar do Maranhão – Piauí ou do Parnaíba” recobertos pelos depósitos recentes do Quaternário (IBAMA, 1998, p. 26).

A partir dos anos 2000 a definição do termo Formação Barreiras para os sedimentos terciários presentes no litoral do Nordeste e também piauiense parece estar consolidado na literatura analisada, sendo utilizado em praticamente todos os estudos, com poucas exceções como nos casos de Muehe (2001), Aguiar & Gomes (2004), Medeiros *et al.* (2005) e CPRM (2006) que se referiram a estes sedimentos como grupo. Alguns trabalhos deste período incluem tanto o termo Formação Barreiras, referindo-se a esta como a unidade geológica de praias e falésias, como o termo Grupo Barreiras indicando-o para os tabuleiros costeiros (ANDRADE & DOMINGUEZ, 2002). Em estudo específico sobre os estuários dos rios Galinhos-Guamaré, Açú-Piranhas e Apodi-Mossoró, no Rio Grande do Norte, IDEMA (2004) utilizou o termo Formação Barreiras para o grupo de seqüências mesozóicas fluviomarinhas regressivas e também para os tabuleiros costeiros, e o termo Grupo Barreiras quando se referiu aos tabuleiros sedimentares e aos solos da região em questão, não explicando o porquê dessa diferenciação.

A grande maioria dos textos reconheceu que esses sedimentos se constituem de depósitos areno-argilosos com cores variando entre o vermelho ao amarelo, granulometricamente de argila até seixos, geralmente constituindo falésias no contato com a costa e tabuleiros para dentro do continente. A utilização ainda presente de outros termos pode indicar que, embora, atualmente predominante o termo Formação Barreiras para designar os terrenos originados do período Terciário da era Cenozóica do Nordeste brasileiro, esta situação pode se reverter através de novos estudos. Entretanto a existência de um acervo bastante rico em trabalhos acerca da Formação Barreiras, principalmente no contexto regional, confirma e justifica a utilização do mesmo. Dessa forma é possível estabelecer no Quadro 12 um resumo para demonstrar o histórico da utilização do termo Barreiras:

Quadro 12. Evolução histórica da utilização do termo Barreiras.

Período	Termo	Utilização
Até década de 50	Barreiras	Nomear depósitos terciários ao longo da costa brasileira semelhantes aos do vale do Amazonas.
Década de 60	Série	Designar depósitos continentais terciários e tabuleiros litorâneos do Nordeste. Uma citação para o Piauí.
Década de 70	Série e/ou Formação	Surge o termo formação, utilizado de forma vaga. Termo série ainda utilizado. Aparece o termo grupo com tentativa de divisão em formações.
Década de 80	Barreiras	Termo ainda não consolidado sendo utilizado para designar sedimentos cenozóicos continentais indiferenciados. Tendência a restringir o uso do termo para a região nordeste. No Piauí: formação Barreiras.
Década de 90	Formação	Utilizado principalmente para a região Nordeste, geralmente associado aos tabuleiros litorâneos com presença de falésias. Alguns trabalhos utilizam termo grupo ou somente barreiras. No Piauí: prevalece Formação Barreiras

Anos 2000 até os dias atuais	Formação	Termo aparentemente consolidado e utilizado pela maioria dos autores para designar os depósitos terciários presentes no litoral nordestino. Poucas exceções trazem o termo grupo, incluindo um estudo sobre os municípios litorâneos piauiense.
------------------------------	----------	---

Fonte: Baptista (2010).

Emprega-se neste trabalho, portanto, o termo Formação Barreiras para se referenciar ao conjunto terciário exposto na zona costeira do estado do Piauí.

5.2.2. Esboço geológico

Definido o termo Formação Barreiras para designar os terrenos sedimentares do Terciário ocorrentes na zona costeira piauiense, é possível se estabelecer o esboço geológico da região a partir dos estudos já realizados. Um dos primeiros registros sobre a área aparece em Mendes & Petri (1971) e Ab'Saber (1980), que em mapas sobre o esboço geológico do Nordeste e sobre as formações geológicas da bacia sedimentar do Maranhão – Piauí, informaram que o território piauiense está inserido em quatro grandes unidades estruturais: I – Embasamento Cristalino Pré-Cambriano; II – Sedimentos Paleozóicos da bacia sedimentar do Maranhão – Piauí; IV – Sedimentos Terciários da Formação Barreiras; e V – Sedimentos Costeiros Quaternários, estando a faixa litorânea inserida nas duas últimas unidades (Fig. 12).

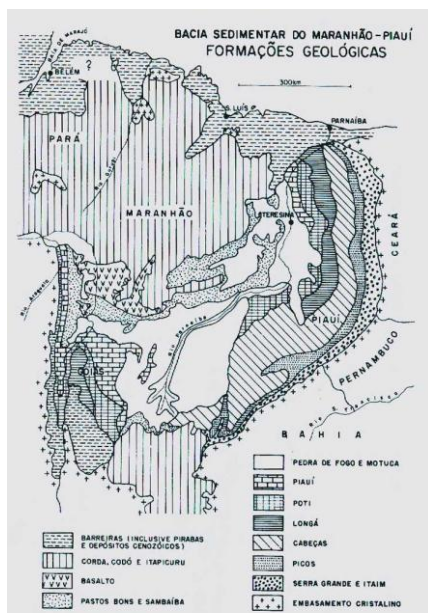


Figura 12. Formações geológicas da bacia sedimentar do Maranhão – Piauí.

Fonte: Mendes & Petri (1971). Sem escala e coordenadas no original.

De lá para cá, a geologia do litoral piauiense foi apresentada por Baptista (1981), como sendo na sua maior parte de formação de aluviões e dunas e o restante constituído de terrenos pertencente à Formação Barreiras. Registrou também um afloramento cristalino na localidade Pedra do Sal. Em trabalhos anteriores este autor informou que estes aluviões constituem uma faixa de vinte quilômetros de largura, constituídas de areias brancas, pouco argilosas, de origem eólica, representadas por dunas e que estariam diretamente sobre as formações terciárias do Barreiras (BAPTISTA, 1960).

Lima (1987), considerando a identificação das grandes unidades estruturais propostas por Mendes & Petri (1971) e Ab'Saber (1980) apresentou uma classificação de relevo para o estado do Piauí através de seis conjuntos de modelados que denominou compartimentos regionais. A partir dos estudos anteriores já realizados sobre a fisiografia do estado, destacando o Projeto RADAM (BRASIL, 1973) e Baptista (1981), incluiu a zona costeira piauiense como parte do compartimento V – Tabuleiros Pré-Litorâneos e do compartimento VI – Planície

Costeira. O compartimento dos Tabuleiros Pré-Litorâneos corresponde a uma área tabuliforme, com elevações atingindo no máximo 60 m, com área total de 1.700 km², representando 0,7% do total do estado, constituída de sedimentos da Formação Barreiras. O compartimento da Planície Costeira se estende por 66 km, com área geográfica de 4.600 km² e correspondendo a 0,2% do Estado, apresentando terrenos quaternários.

A Fundação CEPRO (1990), em atlas sobre o Piauí, utilizou para a geologia termos antigos como Era Primitiva, e reconheceu-a no litoral junto com depósitos do Terciário e Quaternário. A mesma Fundação, em dois outros trabalhos (1996a,c), reforçou quanto à geologia da zona costeira piauiense, a presença da formação do Quaternário na faixa litorânea e da Formação Barreiras do Terciário, indicando que estes se apresentam como uma superfície tabular de caimento para o mar, composta de sedimentos da Formação Barreiras, que corresponde aos tabuleiros pré - litorâneos e terrenos recentes de sedimentos quaternários constituindo a planície costeira.

O *Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí*, elaborado também pela Fundação CEPRO (1996b), indicou para a geologia uma estreita faixa de terras de embasamento cristalino, no município de Buriti dos Lopes, entre terrenos da Formação Serra Grande e Formação Barreiras; terrenos das formações paleo – mesozóicas da bacia sedimentar do Parnaíba; terrenos da Formação Barreiras e depósitos quaternários recobrimdo toda a planície costeira. A Formação Barreiras é considerada neste documento como “o principal pacote sedimentar, de origem continental, correlacionável com a evolução do ambiente a partir do Plioceno” (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996a, p. 24).

Cavalcanti (1996) informou que a zona costeira piauiense quanto à sua geologia apresenta sedimentos terciários da Formação Barreiras em faixa paralela à costa e sedimentos do período Quaternário representados por dunas e aluviões, indicadas como unidades litoestratigráficas. Os sedimentos da Formação Barreiras são recobertos por areias finas, não consolidadas, sujeitas à erosão eólica.

De acordo com IBAMA (1998), no *Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e Sócioeconômico da APA do Delta do Parnaíba*, as características geológicas da área da APA referem-se a sedimentos mais antigos de depósitos continentais da Formação Barreiras recobertos por depósitos recentes do Quaternário e terrenos de formações recentes e com materiais predominantemente inconsolidados.

Cavalcanti (2000) afirmou que geologicamente a zona costeira piauiense está inserida em coberturas cenozóicas abrangendo dois períodos distintos: o Terciário, representado pela Formação Barreiras e o Quaternário, através dos sedimentos de dunas, aluviões e areias quartzosas sobrepostas aos sedimentos terciários e depósitos costeiros de dunas e areias de praias.

O *Relatório Final do Zoneamento Ecológico – Econômico do Baixo Rio Parnaíba: Subsídios Técnicos – ZEE* (BRASIL, 2002) apresentou no item geologia que a área apresenta campos de dunas do Holoceno, tabuleiros orientais capeados por sedimentos Barreira, incluindo também a faixa de transição pré – litorânea.

Na segunda versão do *Mapa Geológico do Piauí*, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2006) indicou para a faixa que corresponde à zona costeira (Fig. 13) que a geologia está caracterizada pela Província Parnaíba: na era Cenozóica, período Terciário através do Grupo Barreiras (ENb) e período Quaternário, subdividido em Pleistoceno representado por paleodunas e depósitos de pântanos e mangues (Qd; Qpm) e Holoceno, correspondendo aos depósitos litorâneos (Q2l).

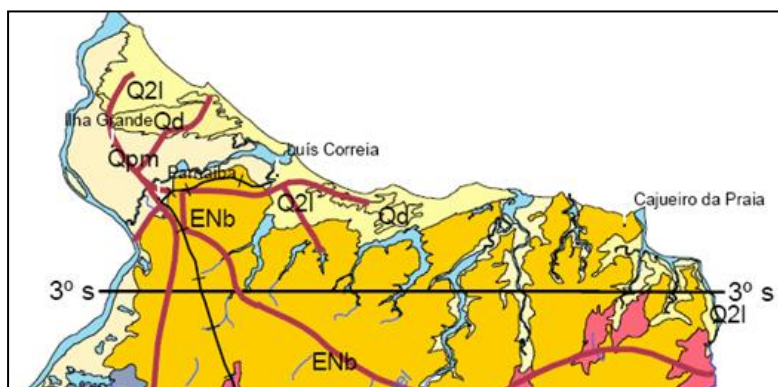


Figura 13. Mapa geológico do Piauí – Zona Costeira.

Fonte: CPRM (2006). Escala compatível 1:1.000.000.

Este constitui um dos poucos trabalhos que não se utiliza do termo Formação Barreiras e sim Grupo Barreiras. As características, entretanto dos sedimentos pertencentes ao referido grupo, descritos na

legenda do mapa, não deixa dúvidas de se tratar da mesma unidade litoestratigráfica.

5.2.3. Aspectos geomorfológicos

Na descrição morfológica, a zona costeira piauiense, segundo Baptista (1981) começa na barra das Canárias seguindo pela ilha Grande de Santa Isabel, que apresenta formas litorâneas retificadas sucessivas na direção SE-NW, entre a barra ou baía do Igarauçu e as das Canárias, na qual ocorre o já referido afloramento cristalino no lugar Pedra do Sal. A partir deste local a costa apresenta uma ligeira curvatura chegando até a barra do Igarauçu, ponto final da ilha. Segue pelas faixas praias de Atalaia, Coqueiro e Itaqui até a ponta do Anel, local da foz dos rios São Miguel e Camurupim, continuando até a barrinha do rio São João ou Ubatuba e depois a barra dupla deste e do rio Timonha, onde inicia a costa cearense.

Sobre sua morfologia este autor indicou que se compõe basicamente de três tipos: de erosão marinha, das Canárias, abrangendo a Ilha Grande de Santa Isabel a Luis Correia, no qual por conta da ação do mar não ocorre formação de grandes dunas, embora existam muitas, predominando assim os processos erosivos marinhos; de dunas de Luis Correia até aproximadamente a ponta do Anel, em Macapá, sendo predominantemente arenoso, com belas praias; e alagadiço, em parte, no restante, sem presença de mangues, até a divisa com o Ceará. Está, segundo o autor, ligado e/ou pertencente à planície piauiense.

Informou que as baías costeiras são poucas, destacando a das Canárias, na embocadura principal do Parnaíba, no delta, a de Amarração em Luis Correia, no braço do Igarauçu (no quebra-mar), a do Coqueiro, a da Ponta do Anel, a da Barrinha e a do Timonha na barra dupla, sendo formadas como resultantes da corrente fluvial norte-sul e da corrente eólica oeste-leste, fazendo com que tenham suas barras à leste.

A figura 14 apresenta os acidentes mais importantes do litoral piauiense “cheio de dunas, baías e pouco recortado em sua parte oeste” (BAPTISTA, 1981, p.127) indicado pelo autor, configurando-se como uma das primeiras representações cartográficas detalhadas da costa piauiense, ainda que esquemática.

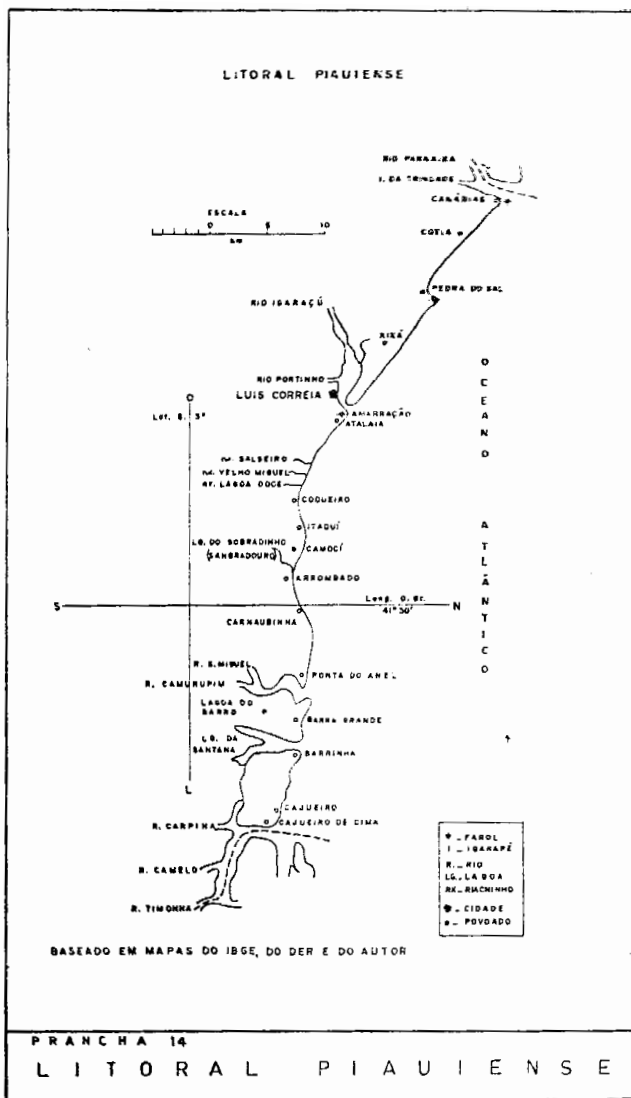


Figura 14. Esquema do litoral piauiense.

Fonte: Baptista (1981).

Quanto à ocorrência de recifes afirmou que na zona costeira piauiense “não existem barreiras e outras formações litorâneas, exceção feita dos recifes areníticos de Itaqui, junto à praia do Coqueiro, que

afloram na maré baixa” (BAPTISTA, 1981, p. 127). Descreveu os rochedos que formam o conjunto da praia da Pedra do Sal, explicando a formação de duas praias com características diferentes por conta da presença deste afloramento.

A Fundação CEPRO (1996c), com base no trabalho de Lima (1987) apresentou o litoral piauiense dividido em dois compartimentos: os tabuleiros pré-litorâneos correspondendo a uma superfície tabular de caimento para o mar, composta pelos sedimentos da Formação Barreiras, datados do Terciário; e a planície costeira, faixa que corresponde ao litoral piauiense com 66 km de extensão, apresentando terrenos recentes de sedimentos quaternários.

De acordo com o *Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: Relatório Geoambiental e Sócio-econômico* (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996b) na costa piauiense identificou-se as seguintes unidades e feições geomorfológicas: Planície Litorânea (faixa praial, campos de dunas e planície flúvio-marinhas), Planícies Lacustres e Flúvio-Lacustres, Planícies Fluviais e Glacis Pré-litorâneos dissecados em tabuleiros. Indicou também a presença de arenitos de praia, nas faixas praias de Barra Grande e Coqueiro, situados abaixo da linha de preamar, tratando-se de alinhamentos rochosos, descontínuos, ocupando enseadas ou proximidades de desembocaduras fluviais.

No estudo de Cavalcanti (1996) a área em questão apresenta morfologia decorrente de ações climáticas, marinhas e fluviais sobre o embasamento geológico, que varia de acordo com a sua morfogênese e localização, onde as unidades morfológicas predominantes são: planície litorânea e dunas, terraços fluviais e flúvio-marinhas e a superfície dos tabuleiros litorâneos.

O *Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e Sócio Econômico da APA Delta do Parnaíba*, elaborado pelo IBAMA (1998), informou na configuração geoambiental da área que “em algumas faixas praias como em Barra Grande e Coqueiro, no Piauí, há ocorrência de rochas de praia (arenito) situadas abaixo da linha de alta maré. São alinhamentos rochosos descontínuos que ocupam enseadas ou áreas próximas das desembocaduras dos rios” (IBAMA, 1998, p. 27).

Conforme Cavalcanti (2000), a zona costeira do Piauí, caracteriza-se por agrupamentos de origem eólica, marinha, flúvio-marinha e lacustre e constituída, de modo geral, por formações dunares e desembocadura de rios, formando estuários afogados, contendo manguezais. Quanto aos recifes, destacou a ocorrência destes formando uma linha paralela à costa atual, em blocos contínuos próximos à praia,

representando antigas linhas da costa, consolidadas por carbonato de cálcio e posteriormente cimentados.

De acordo com este autor as linhas de recifes do Piauí apresentam espessura menor que 5 m, com variação na largura e ocorrem nas localidades da Pedra do Sal, Coqueiro e Cajueiro da Praia. Considerou essas formações como formas de erosão biológica, a partir da ação de animais e plantas que alteram a topografia costeira.

O *Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Parnaíba: Subsídios Técnicos* (BRASIL, 2002), em seu Relatório Final, classificou a zona costeira do baixo curso do rio Parnaíba, abrangendo as costas dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará em sete sistemas ambientais: marinho, flúvio-marinho, dunas, tabuleiros, planaltos, planície fluvial e áreas dissecadas. O sistema marinho, por sua vez, apresenta dois ambientes: o marinho e a faixa praial, que compreendem a área entre a zona intertidal e a linha batimétrica com 20 m de extensão e cerca de 177 km de comprimento, incluindo os 66 km piauienses, paralelos à costa. Neste sistema indicou a presença de bancos de areia, saliências rochosas e coralíneas.

De acordo com Cunha (2004) o relevo da plataforma continental entre o delta do Parnaíba e o cabo do Calcanhar (Rio Grande do Norte) se caracteriza por apresentar superfícies relativamente planas, alternadas com fundos ondulados, campos de dunas de areia e feições irregulares típicas dos recifes de algas coralíneas, podendo ser considerada estreita, atingindo 50 km próximo ao cabo Calcanhar, ocorrendo a quebra da plataforma a uma profundidade de 80 m. Indicou o aparecimento de linhas de arenitos de praia (*beach rocks*), com desenvolvimento máximo a partir do cabo do Calcanhar em direção ao sul, como outro aspecto típico deste trecho.

Assim, as áreas de recifes piauienses apresentam basicamente quatro formas deposicionais sobre a costa: a) dispostas sobre a faixa praial em contato com o supralitoral; b) dispostas em placas sobrepostas separando a faixa praial do supralitoral; c) dispostas sobre a faixa praial no mesolitoral sujeitas ao fluxo e refluxo das marés; d) grupo de rochedos dispostos em direção ao oceano, dividindo a faixa praial em duas porções distintas (BAPTISTA, 2004).

Com base em Baptista (2004), indica-se que os sedimentos que compõem os recifes da zona costeira piauiense são principalmente constituídos por grãos de areia quartzosa, conchas calcárias, esqueletos de animais calcificados e rochas decompostas. Segundo a autora as principais fontes de sedimentos para composição dos recifes piauienses

constituem-se de elementos oriundos do fundo oceânico transportados pelo movimento das marés, ondas, correntes marinhas e ressurgência; provenientes do continente transportados pelos diversos cursos de água que desembocam próximos à faixa praial; oriundos do fundo oceânico decorrentes dos movimentos de transgressão e regressão marinha; e oriundos do continente pela presença antrópica na zona costeira

Em relação aos solos, a predominância no litoral do Piauí é de solos de areias quartzosas marinhas, com textura arenosa, profundos, mal drenados e estrutura em grãos simples. Aparecem também areias quartzosas marinhas associadas a solos indiscriminados de mangues, com textura variável entre arenosa e argilosa, profundos, com drenagem média e estrutura em grãos simples (BAPTISTA, 1981).

5.3. CLIMA E HIDROGRAFIA

O litoral do Piauí está sujeito à Massa de Ar Equatorial Atlântico, apresentando um tipo de clima no qual os rigores da latitude são amenizados pela proximidade do oceano. Dessa forma o clima é quente e úmido na época das chuvas e seco e sujeito à fortes ventanias no resto do ano. Apresenta temperatura média de 25°C e mínima de 20°C. Os ventos predominantes no litoral são os alísios de E-NE que sopram durante quase todo o ano e originaram a formação típica do delta parnaibano, com as ilhas se alongando a oeste (BAPTISTA, 1981). Está sujeito também à ZICT, o principal sistema de produção de chuvas no nordeste brasileiro que ocorre, principalmente, nos meses de março a abril, e, em muitos anos, nos meses de fevereiro a maio. As brisas, tanto terrestre como marinhas, são observadas no litoral nordestino, incluindo o do Piauí, durante todo o ano, sendo estas mais definidas nos meses de outono e inverno, principalmente em decorrência da atuação de sistemas meteorológicos que ocorrem nestes períodos do ano, produzindo chuvas de intensidade fraca e moderada (ARAGÃO, 2004). As condições térmicas são estáveis com pequena variação de temperatura média mensal no decorrer do ano. Em relação á precipitações médias anuais, os valores superam 1.200 mm, com chuvas concentradas entre janeiro e maio, representando 80% do total, sendo que nos meses de agosto a outubro os índices pluviométricos são inexpressivos (BRASIL, 2002).

Considerando a classificação climática de Köppen (1918 *apud* STRAHLER, 1974), as características físico-naturais da zona costeira piauiense indicam clima tropical chuvoso, quente e úmido com chuvas

de verão e outono e temperaturas médias de 27°C. Esta condição climática predomina na costa norte do Nordeste brasileiro.

No estudo de Thornthwaite (1948 *apud* BAPTISTA, 1981), a classificação climática baseia-se no confronto entre a precipitação pluviométrica e o cálculo de evapotranspiração potencial. Assim, nesta classificação, a área de estudo insere-se no tipo climático $C_1w'A'_5$ – Clima subúmido (C_1), moderado excesso de água no inverno (w') tipo megatérmico (A'_5). Todas as áreas de ocorrência dos recifes de arenito no litoral piauiense apresentam as mesmas condições climáticas.

A rede hidrográfica piauiense constitui-se basicamente da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, que abrange quase todo o território do estado e a bacia litorânea ou dos rios Portinho – Camurupim. Esta última é formada pelos cursos fluviais do litoral, sendo os mais importantes o Portinho, o Camurupim, o São Miguel e o Ubatuba. O rio Ubatuba ou São João, em conjunto com o rio cearense Timonha, apresentam foz em barra dupla, através da qual ambos desembocam no oceano Atlântico, na divisa entre os dois estados. Existe ainda uma expressiva ocorrência de pequenos canais de rios afluentes ou não destes, que desembocam também no oceano (BAPTISTA, 1981).

Segundo Baptista (1981) as lagoas do Piauí são de erosão ou de acumulação e poucas sob influência marinha, registrando como costeiras a do Sobradinho e da Santana. De acordo com Fundação CEPRO (1996b) as lagoas na planície litorânea piauiense apresentam alimentação fluvial ou pluvial, podendo também derivar do barramento do fluxo hídrico superficial provocado pelo campo de dunas ou ainda serem de origem freática. No litoral piauiense destacam-se as lagoas do Portinho, Sobradinho, Jaboti, Santana, Mutucas e Camelo.

5.4. VEGETAÇÃO E FAUNA

De forma geral, a vegetação da faixa litorânea nordestina apresenta grande diversidade vegetal e ainda é pouco pesquisada, mesmo tendo em vista a significativa extensão do litoral do Nordeste com cerca de 3.306 km, compreendendo a aproximadamente 45% da costa do Brasil. Suas características estão associadas à variação do relevo, do solo e do clima, com ampla diversidade fisionômica e compõe-se de uma mistura entre espécies nativas (próprias do litoral) com outras advindas das matas vizinhas, da caatinga e também do cerrado, não apresentando assim um padrão de uniformidade, variando

entre campos de dunas, falésias, restingas, estuários e manguezais (BRITO *et al.*, 2006).

No caso do litoral piauiense, inserido no trecho setentrional do nordeste brasileiro delimitado entre o delta do Rio Parnaíba e o cabo de São Roque (RN), predomina grandes extensões de campos de dunas, com presença de vegetação litorânea típica (também denominada de vegetação pioneira psamófila), vegetação de dunas, mangues e manchas de vegetação de caatinga e de cerrado. “A vegetação pioneira psamófila fica localizada nos setores de alta praia e terraços marinhos, em dunas semifixas que expõem superfícies arenosas nos corredores interdunares” (BRASIL, 2002, p. 34). Essa vegetação, característica para a região, diferencia-se à medida que se modificam os elementos naturais que estabelecem a dinâmica costeira.

Dentre as espécies mais conhecidas e utilizadas na região destacam-se a Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore) e o Babaçu (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.), constituindo a Mata dos Cocais, e algumas árvores frutíferas típicas, como o Cajueiro-da-Praia (*Anarcadium occidentale* L.), presentes principalmente nas áreas mais úmidas dos denominados tabuleiros litorâneos. “Nos tabuleiros, desde Pernambuco até o Piauí ou mesmo parte do Maranhão Oriental, além do elevado número de espécies do Cerrado ou do Cerradão em mistura, aparecem áreas, por vezes, bem avantajadas do primeiro tipo vegetal, em grandes manchas de verdadeiros cerrados” (FERNANDES & BEZERRA, 1990, p. 122).

Os manguezais se desenvolvem principalmente no Delta do Parnaíba, nos estuários dos outros rios litorâneos que deságuam diretamente no oceano e em algumas lagoas.

No caso dos recifes de arenito a vegetação predominante corresponde às algas marinhas bentônicas, formando bancos agregados geralmente às rochas, com representantes das rodofíceas (algas vermelhas), feofíceas (algas pardas) e clorofíceas (algas verdes), ainda com eventuais plantas terrestres invasoras sem grande expressão. Estudos realizados na década de 90 indicaram também presença de algas microscópicas do tipo diatomáceas associadas à pelo menos duas espécies de macroalgas clorofíceas (BAPTISTA *et al.*, 1997b).

O Quadro 13 apresenta a diversidade da flora algológica macroscópica bentônica relacionada aos recifes de arenito presente no litoral piauiense.

Quadro 13. Macroalgas dos recifes piauienses – Rodofíceas, Feofíceas e Clorofíceas.

DIVISÃO RODOFÍCEA	
Família	Espécie
BANGIACEAE	<i>Porphyra sp</i>
RHODOMELIACEAE	<i>Bryothamnion seaforthii</i>
	<i>Bostrychia sp</i>
	<i>Vidalia sp.</i>
	<i>Acanthophora spicifera</i>
CERAMIACEAE	<i>Haloplegma duperreyi</i>
	<i>Ceramium sp</i>
CORALLINACEAE	<i>Corallina officinalis</i>
	<i>Corallina subulata</i>
	<i>Arthrocardia aff. Gardneri</i>
	<i>Jania adhaerens</i>
DELESSERIACEAE	<i>Criptopleura sp</i>
GRATELOUPIACEAE	<i>Cryptonemia delicatula</i>
	<i>Cryptonemia luxurians</i>
	<i>Halymenia agardhii</i>
	<i>Grateloupia sp</i>
GELIDIACEAE	<i>Gelidium crinale</i>
	<i>Gelidium pusillum</i>
	<i>Gelidiella acerosa</i>
GRACILARIACEAE	<i>Gracilaria ferox</i>
	<i>Gracilaria cilindrica</i>
GRACILARIACEAE	<i>Gracilaria domingensis</i>
	<i>Gracilaria sjoestedii</i>
	<i>Gracilaria cervicornis</i>
HYPNEACEAE	<i>Hypnea musciformis</i>
	<i>Hypnea cervicornis</i>
GIGARTINACEAE	<i>Gigartina teedii</i>
CHAETANGIACEAE	<i>Galaxaura oblongata</i>
	<i>Galaxaura cilindrica</i>
RHODYMENIACEAE	<i>Brotryocladia sp</i>
SOLIERIACEAE	<i>Solieria filiformis</i>
	<i>Meristotheca gigartinoides</i>

DIVISÃO FEOFÍCEA	
Família	Espécie
DICTYOTACEAE	<i>Dictyopteris delicatula</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Dictyota cervicornis</i>
	<i>Lobophora variegata</i>
	<i>Padina gymnospora</i>
	<i>Spatoglossum schroederi</i>
SARGASSACEAE	<i>Sargassum cymosum</i>
	<i>Sargassum vulgare</i>
SCYTOCIPHONACEAE	<i>Colpomenia sinuosa</i>
DIVISÃO CLOROFÍCEA	
Família	Espécie
CAULERPACEAE	<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i>
	<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>typica</i>
	<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>serrata</i>
	<i>Caulerpa fastigiata</i>
	<i>Caulerpa mexicana</i>
	<i>Caulerpa prolifera</i>
	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>racemosa</i>
	<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>occidentalis</i>
	<i>Caulerpa sertularioides</i>
CODIACEAE	<i>Codium decorticatum</i>
	<i>Codium fragile</i>
	<i>Codium isthmocladum</i>
ULVACEAE	<i>Enteromorpha lingulata</i>
ULVACEAE	<i>Enteromorpha flexuosa</i>
	<i>Ulva fasciata</i>
	<i>Ulva lactuca</i>
CLADOPHORACEAE	<i>Cladophora vagabunda</i>
	<i>Cladophora glomerata</i>
	<i>Chaetomorpha</i> aff. <i>antenina</i>
DASYCLADACEAE	<i>Acetabularia crenulata</i>
	<i>Acetabularia calyculus</i>
GAYLARIACEAE	<i>Gayralia</i> K. L. Vinogr
SIPHONOCLADACEAE	<i>Cladophoropsis membranacea</i>
VALONIACEAE	<i>Valonia aegagropila</i>

Fonte: Adaptado de Baptista (2004).

No que se refere à fauna, com estudos ainda mais restritos, o tipo de ambiente presente é que a define, caracterizando-a por aquática e terrestre. A diversidade de espécies marinhas é significativa com variedades praticamente de todos os grupos: esponjas, cnidários, moluscos, crustáceos, equinodermos, peixes, mamíferos e outros. Os recifes de arenitos abrigam praticamente todos esses grupos e por isso são considerados berçários naturais, apresentados no Quadro 14.

Quadro 14. Diversidade da fauna nos recifes piauienses – animais marinhos.

FILO PORÍFERO		
Família	Espécie	Nome vulgar
TEDANIIDAE	<i>Tedania ignis</i>	Esponja de fogo
FILO CNIDÁRIO		
Família	Espécie	Nome vulgar
ACTINIIDAE	<i>Actinia bermudensis</i>	Anêmona do mar
	<i>Actinia catenulata</i>	
SEHEOSTOMIDAE	<i>Physalia pelágica</i>	Caravela
FILO MOLUSCO		
CLASSE GASTROPODA		
Família	Espécie	Nome vulgar
NERITIIDAE	<i>Nerita sp</i>	Muelinha
MUTICIDAE	<i>Thais haemastoma</i>	Caracol
	<i>Cerithium atratum</i>	
SILICULARIIDAE	<i>Tegula viridula</i>	
TROCHIDAE	<i>Litorina angulifera</i>	
LITTORINIIDAE	<i>Fissurella clenchi</i>	
FISSURELLIIDAE	<i>Fissurella rosea</i>	
	<i>Diodora cayenensis</i>	
VENERIDAE	<i>Chione sp</i>	Búzio
CLASSE BIVALVE		
Família	Espécie	Nome vulgar
MYTILIDAE	<i>Mytilis perna</i>	Mexilhão
	<i>Brachidontes exutus</i>	Sururu
PECTINIDAE	<i>Pecten sp</i>	Concha
OSTREIIDAE	<i>Cassostrea sp</i>	Ostra

FILO EQUINODERMO		
CLASSE STELLEROIDEA (SUB-CLASSE ASTEROIDEA)		
Família	Espécie	Nome vulgar
ASTERINIDAE	<i>Asterias sp</i>	Estrela do mar
CLASSE ECHINOIDEA		
Família	Espécie	Nome vulgar
MELLITIDAE	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	Bolacha da praia
ARBACIIDAE	<i>Arbacia punctulata</i>	Ouriço do mar
CLASSE HOLOTHUROIDA		
Família	Espécie	Nome vulgar
HOLOTHURIIDAE	<i>Holothuria sp</i>	Pepino do mar
FILO ARTRÓPODE		
CLASSE CRUSTÁCEA		
Família	Espécie	Nome vulgar
PORTUNIDAE	<i>Callinectes bocourti</i>	Siri
FILO PEIXES		
Família	Espécie	Nome vulgar
SCIANIDAE	<i>Conodon nobilis</i>	Coró-roxo
	<i>Cynoscion sp</i>	Pescada
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus jocu</i>	Carapitanga
	<i>Lutjanus analis</i>	Cioba
GERRIDAE	<i>Diapterus sp</i>	Carapeba
POLYNEMIDAE	<i>Poldactylus virginicus</i>	Barbudo
MURAEINIDAE	<i>Gymnotorax sp</i>	Moréia
BAGRIDAE	<i>Bagre bagre</i>	Bagre
SCOMBRIDAE	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra
	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Cavala
POMATOMIDAE	<i>Pomatomus saltatrix</i>	Enchova
CICHLIDAE	<i>Geophagus sp</i>	Cará
MUGILIDAE	<i>Mugil lisa</i>	Tainha
ELOPIDAE	<i>Torpon atlanticus</i>	Camurupim
EPHIPIDAE	<i>Chaetodipterus faber</i>	Parum
PARATRYGONIDAE	<i>Paratrygon signatus</i>	Raia
POMADASYDAE	<i>Haemulon parrai</i>	Pirambu
SERRANIDAE	<i>Epinephelus itajara</i>	Mero
GARANGIDAE	<i>Selener vomer</i>	Peixe galo
EXOCOETIDAE	<i>Exocoetus volitan</i>	Peixe voador
SYNENATHIDAE	<i>Hippocampus sp</i>	Cavalo marinho
BATRACHOIDIDAE	<i>Batrachoides surinamensis</i>	Pacamão

FILO CORDADO		
CLASSE RÉPTIL		
Família	Espécie	Nome vulgar
CHELONIIDAE	<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga verde
CLASSE MAMÍFERA		
Família	Espécie	Nome vulgar
TRICHECHIDAE	<i>Trichechus manatus manatus</i>	Peixe-boi
DELPHINIDAE	<i>Delphinus delphis</i>	Golfinho comum

Fonte: Adaptado de Baptista (2004).

A fauna terrestre, por sua vez, computa desde animais minúsculos como vermes e insetos a anfíbios, répteis, aves e mamíferos, incluindo os nativos, domésticos e migratórios. O Quadro 15 reúne os principais representantes dessa fauna identificados para o litoral piauiense nas praias com ocorrência de recifes de arenito.

Quadro 15. Diversidade da fauna nas praias piauienses com recifes – animais terrestres.

FILO CORDADO		
CLASSE RÉPTIL		
Família	Espécie	Nome vulgar
BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	Jibóia
COLUMBRIDAE	<i>Chironius sp</i>	Cobra-de-cipó
	<i>Spilotes pulatus</i>	Caninana
TEIIDAE	<i>Tupinambis teguixim</i>	Teiú
IGVANIDAE	<i>Iguana iguana</i>	Sinimbú
CLASSE AVES		
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius collaris</i>	Maçarico-de-coleira
ARDEIDAE	<i>Florida caerulea</i>	Garça azul
CHARADRIIDAE	<i>Vanelus chilenses</i>	Quero-quero
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-da-praia
STERNIDAE	<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis

CLASSE MAMÍFERA		
CALLITHRICIDAE	<i>Callithrix jacchus</i>	Soim
CAVIDAE	<i>Cavia aperea</i>	Preá
CANIDAE	<i>Dusicyon thous</i>	Raposa
PROCYONIDAE	<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim

Fonte: Adaptado de Baptista (2004).

5.5. OCEANOGRAFIA COSTEIRA

As marés na região alcançam até 5 m, no delta do rio Parnaíba (BAPTISTA, 1981), uma das mais elevadas do país, caracterizando o regime como de macromarés para a área, de acordo com a classificação de alturas de maré proposta por Davies (1964), na qual as **micromarés** se referem aquelas com altura menor que 2 m, **mesomarés** a marés com altura variando de 2 a 4 m e **macromarés** a marés com altura maior que 4 m.

De acordo com Baptista (1981) em Luis Correia a amplitude de maré alcança em torno de 4,36 m, com ondas de 1,40 m de altura. Considerando o Relatório Final do *Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Parnaíba: Subsídios Técnicos*, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (BRASIL, 2002), a região apresenta amplitudes de marés médias de 2,7 m, caracterizando mesomarés, estando sujeita a influência da corrente equatorial que desloca as águas no sentido leste-oeste. Apresenta ondas de direção leste e nordeste (LINS, 1978).

Tessler & Goya (2005) informaram, entretanto, em relação à amplitude de marés no Brasil que somente no estado do Maranhão, em parte do Pará (Salinópolis) e no litoral sul do cabo Norte (Amapá) ocorrem marés com amplitudes superiores a 4 m (macromarés), cujas correntes são capazes de modificar a morfologia da linha de costa e da plataforma continental interna. Marés com amplitudes entre 2 e 4 m (mesomarés) predominam no restante do litoral e em alguns trechos do litoral da Bahia e Sergipe.

As marés do litoral piauiense oscilam, então, entre 2,0 e 4,3 m, aproximadamente, impondo a ele um regime de marés também variando entre meso a macromaré, sendo este aspecto fundamental no estudo dos recifes de arenito, pois os mesmo se encontram localizados na faixa intermareal. Em relação ao tempo de duração no litoral do Piauí as marés são do tipo semi-diurnas, ou seja, realizam duas preamares e duas

baixamares em um período aproximado de 24 horas com intervalo com cerca de 6hs 15min entre elas.

O Quadro 16 apresenta a variação média das marés nos últimos oito anos para o litoral do Piauí, considerando a diferença entre as mais altas e mais baixas de cada mês, elaborado a partir de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2009) e da Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN (BRASIL, 2009a).

Quadro 16. Variação média das marés do litoral piauiense – 2002 a 2009.

Tabua de Marés – Porto de Luis Correia / PI								
Latitude: 2°51' S.			Longitude: 41°38' W.					
Nível médio: 1,71 m								
Variação (m)								
Ano Mês	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	3,5	3,1	3,4	3,5	3,6	3,3	3,3	3,7
Fevereiro	3,8	3,5	3,3	3,6	3,7	3,6	3,3	3,6
Março	3,7	3,6	3,3	3,5	3,7	3,6	3,5	3,4
Abril	3,6	3,6	3,4	3,5	3,4	3,6	3,6	3,3
Mai	3,3	3,6	3,4	3,2	3,1	3,4	3,5	3,3
Junho	3,0	3,3	3,3	3,2	2,9	3,1	3,4	3,4
Julho	3,0	3,2	3,4	3,4	3,2	3,1	3,4	3,6
Agosto	3,4	3,2	3,4	3,6	3,5	3,3	3,4	3,6
Setembro	3,6	3,5	3,1	3,5	3,6	3,5	3,1	3,4
Outubro	3,7	3,7	3,3	3,4	3,6	3,6	3,3	3,2
Novembro	3,7	3,6	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	3,1
Dezembro	3,4	3,4	3,4	3,1	3,2	3,3	3,4	3,3

Fonte: Adaptado de CPTEC, 2009 / DHN, 2009a.

Considerando-se estas informações infere-se que neste período o menor valor de maré foi de 2,9 m e o maior foi de 3,7 m confirmando a condição de mesomaré.

No que se refere à formação de dunas, as do litoral piauiense se apresentam como móveis, fixas ou paleodunas, com sedimentos bem classificados, quartzosos, granulometria de média a fina, repousando em discordância com a Formação Barreiras e com presença eventual de minerais pesados de cor escura (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996b).

Meireles (1999) indicou que os depósitos eólicos existentes na planície costeira de alguns estados nordestinos, inclusive do Piauí, estão relacionados com períodos regressivos (disponibilidade de areia na

plataforma continental interna recém descoberta) e climas áridos e semi-áridos (ventos, insolação, pluviosidade reduzida e baixa umidade, condições ideais para a remobilização dos sedimentos arenosos). Segundo o autor, o estado do Piauí, assim como os do Rio Grande do Norte e Ceará, possui parte de seus rios com nascentes em bacias sedimentares marginais e interiores (planaltos sedimentares) sendo a contribuição de sedimentos arenosos, para as praias e para a plataforma continental interna, provenientes das descargas fluviais.

A salinidade no litoral piauiense varia de 5,5 a 36,6 ‰. A oscilação térmica à superfície é de 2 a 4°C, sendo que a temperatura média do oceano na costa piauiense é em geral de 24°C também à superfície (BAPTISTA, 1981).

Quanto às correntes marítimas que influenciam o litoral piauiense a mais próxima corresponde à corrente quente das Guianas que passa a uma distancia média de 250 km, indo ter ao mar das Antilhas, para formar a corrente do Golfo (BAPTISTA, 1981).

A plataforma continental que inclui a zona costeira piauiense possui, de uma maneira geral, gradiente batimétrico muito suave, apesar do fundo irregular, abrangendo uma faixa com largura média de 12 milhas náuticas (cerca de 20 km), se estreitando gradualmente para o sul pelo predomínio do clima semi-árido (MUEHE & GARCEZ, 2005) apresentando profundidade média de 10 m. Na região do delta do rio Parnaíba é menos profunda, em torno de 2 m de profundidade (BRASIL, 2002). A cobertura é basicamente constituída por areias terrígenas siliciclásticas (Fig. 15) e cascalhos de algas coralíneas em profundidades superiores a 20 m (MUEHE, 1998). Neste aspecto, Baptista (1981, p.125), afirma que “a costa piauiense defronta os contrafortes submersos da cadeia norte-americana ou, mais propriamente, da cadeia do Pará”.

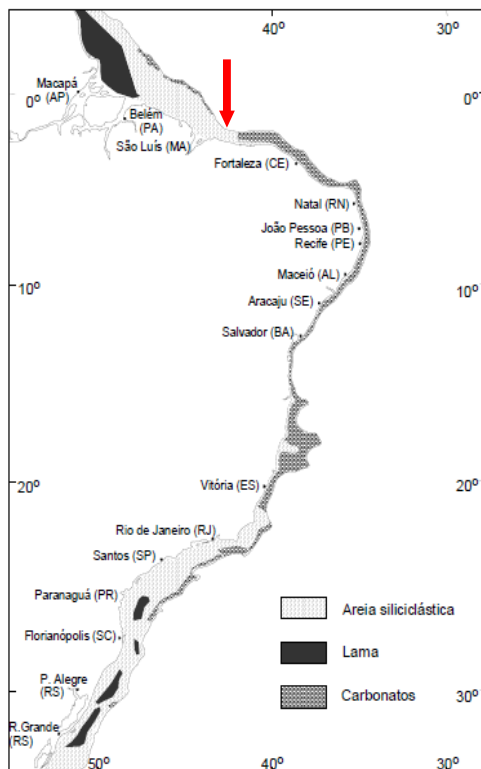


Figura 15. Recobrimento sedimentar simplificado da plataforma continental brasileira. A seta indica a pequena porção correspondente à costa piauiense.

Fonte: Muehe & Garcez (2005). Sem escala no original.

5.6. ASPECTOS AMBIENTAIS

A zona costeira piauiense, incluindo suas áreas recifais, está inserida na APA do Delta do Rio Parnaíba, unidade de conservação da categoria de uso sustentável dos recursos naturais criada pelo Decreto Federal S/N de 28 de agosto de 1996, sob responsabilidade do IBAMA (BRASIL, 1996a). Esta unidade abrange também os estados do Maranhão e Ceará e possui uma área de 313.800 ha, com o objetivo de proteger o ecossistema costeiro e ao mesmo tempo melhorar a qualidade de vida da população local.

Com área inserida na APA do Delta do Parnaíba, outra unidade de conservação foi estabelecida, criada pelo decreto s/n de 16 de novembro de 2000: a Reserva Extrativista Marinha Delta do Parnaíba, nos municípios de Ilha Grande no Piauí e Araisos no Maranhão (BRASIL, 2002). O *Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico* elaborado pelo IBAMA (1998) para a APA Delta do Rio Parnaíba indicou alguns programas e ações prioritárias para serem desenvolvidos na área. Dentre estes se destacam as medidas de prevenção, conservação e proteção do patrimônio, o gerenciamento e a fiscalização para regulamentar, ordenar e controlar o uso e ocupação do solo, que poderiam se direcionar para a proteção e sustentabilidade do ecossistema recifes.

Em relação a impactos sobre a zona costeira nordestina, Lima (1999) informou, para a área que vai do delta do rio Parnaíba na localidade de Tatús, divisa do estado do Piauí com o Maranhão ao complexo estuarino que delimita o estado da Bahia e o de Sergipe, com aproximadamente 2000 km de extensão (abrangendo toda a costa piauiense), que os impactos ambientais causados pela ação humana constituem no assoreamento da grande maioria dos rios e estuários, aterramento de manguezais, destruição de recifes de coral e de arenito, tráfego de embarcações motorizadas e arrasto de redes de pesca sobre bancos de gramíneas marinhas, que podem estar afetando a sobrevivência de animais da região, especificadamente o Peixe-boi Marinho, objeto de estudo da pesquisa da autora.

Costa *et al.* (2004) em estudo sobre a poluição marinha e sobre a questão da saúde das praias, indicaram que uma das condições que deve ser observada para definir os níveis de conservação/degradação de uma praia inclui a presença ou ausência de recifes de arenito (arrecifes), de corais ou de algas calcárias, que caracterizam as praias como abrigadas ou expostas à ação das ondas e correntes. Em relação à degradação dos ecossistemas recifais, além de outros como estuários e manguezais, afirmaram que um dos efeitos mais negativos nestes são causados pela grande circulação de lanchas de passeio bem próximas à costa no período de turismo intenso, através da ancoragem dessas embarcações nessas áreas e/ou por conta da presença das pessoas que com frequência descem das lanchas para nadar, mergulhar ou caminhar sobre os recifes. Tal situação muitas vezes ocorre devido ao fato de que boa parte das pessoas que visitam esses ecossistemas desconhece sua fragilidade e contribui, mesmo que inconscientemente, no agravamento dos danos ambientais.

Comentando sobre os impactos ecológicos e a degradação dos povoamentos animais em zonas costeiras, Coelho *et al.* (2004) expuseram que desde os tempos coloniais, observa-se a destruição de recifes de arenito e de outros tipos de litorais rochosos tanto pela extração de pedras de cantaria (observado em igrejas, fortes e outras construções remanescentes) como pela utilização na fabricação de cal (para fornos de cal). Como conseqüências têm-se então, diretamente, a degradação dos povoamentos deste litoral e, indiretamente, a modificação dos sistemas de correntes, que altera a fisionomia das praias e causam desequilíbrio nas comunidades biológicas, já que as algas perdem os substratos disponíveis à sua fixação e posterior colonização, impedindo assim o florescimento de uma variedade de espécies epífitas.

Essa situação de exploração dos recifes de arenito também se configura no litoral do Piauí, no qual além de se retirarem rochas dessas áreas para construção civil, mais freqüentemente até a década de setenta do século XX, faziam isto também, para a ornamentação de fachadas de residências em forma de esculturas, ainda hoje presentes na região (Foto 16). Atualmente esta exploração encontra-se proibida pelo IBAMA.



Foto 16. Escultura feita com rochas dos recifes de arenito – Luis Correia.
(Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

Outra questão preocupante corresponde à constante ameaça da continuidade e finalização do porto marítimo de Luis Correia, que

embora não se localize diretamente sobre área com ocorrência de recifes de arenito, devido à pequena extensão do litoral piauiense, certamente esses corpos também poderão sofrer significativa alteração em decorrência dessa obra e posterior atividade, o que pode resultar numa interferência em suas funções frente à dinâmica costeira.

Sobre este aspecto, Assis (1999), em estudo sobre parte do litoral pernambucano destacou, dentre as intervenções antrópicas ocorridas na área, como principal modificador do relevo, a construção de um porto que induz a realização de retificações de rio, dragagens, "engordamento" de praia e derrocamento de linhas de recifes de arenito, podendo alterar, consideravelmente, a hidrodinâmica e morfodinâmica de fundo da área e também as formas de relevo emersas.

Esta situação poderá também se configurar na zona costeira piauiense, pois as formas de uso e ocupação, principalmente da faixa praial através do turismo sazonal ou de temporada, a urbanização, recreação e lazer, resultam em impactos negativos significativos como poluição por deposição de resíduos sólidos, retirada de sedimentos, contaminação de águas superficiais e subterrâneas entre outros.

Os problemas ambientais, de forma geral, que afetam a zona costeira piauiense, sendo manifestações dos impactos, identificados por Cavalcanti (2000, p. 257) são:

- [...]. perda de habitats ecológicos e da geobiodiversidade, devido a remoção da cobertura vegetal original;
- . perda e /ou degradação dos solos;
- . deterioração e contaminação dos recursos hídricos superficiais e de águas subterrâneas;
- . deterioração das águas marinhas e continentais;
- . degradação ambiental urbana;
- . perda da capacidade de complementação das funções ecológicas por parte das unidades ambientais. [...] (CAVALCANTI, 2000, p. 257)

Portanto, a zona costeira piauiense se configura numa situação ambiental delicada, mesmo que de forma geral ainda mantenha o funcionamento e estrutura das unidades ambientais. Se ocorrer a continuidade e o avanço dos processos de degradação em médio prazo, o estado ambiental decrescerá sensivelmente podendo chegar a um estado crítico generalizado (CAVALCANTI, 2000).

Em análise socioambiental das formações de recifes da zona costeira piauiense, incluindo os de arenito, Baptista (2004) identificou áreas nas quais as rochas apresentavam maior desgaste, aparentemente provocado pela atuação das ondas e marés, mas podendo ser resultante também do pisoteio constante de visitantes e a presença em quantidade significativa de resíduos sólidos decorrentes da atividade humana na região, principalmente devido ao turismo sazonal de massa.

As diferentes situações encontradas como problemas ambientais, permanecem até os dias atuais, tendo como elemento comum a diversidade dos problemas, a fragilidade dos ambientes encontrados e a complexidade de sua gestão, por exigir uma demanda enorme por capacitação e mobilização dos diversos atores envolvidos, necessitando de intervenções integradas.

6. METODOLOGIA

Quando se estuda aspectos físicos do ambiente, considerando, também, suas relações de interdependência, necessita-se utilizar uma abordagem integrada e sistêmica na metodologia a ser empregada. A abordagem sistêmica, entretanto, requer uma combinação de vários métodos, que permitam um alcance melhor dos objetivos e um resultado mais coerente.

A Geografia Física, como ciência preocupada pela organização e dinâmica do meio natural, em sua atual concepção sistêmica, supõe, considerando seu objeto específico de estudo, uma valiosa contribuição na ordenação do território, principalmente, devido à intervenção humana que tende geralmente a se desenvolver em meios no qual o componente físico apresenta preponderante dimensão. A utilização dos métodos de classificação geológica, geomorfológica e geográfica, em conjunto, pela sua interdependência, favorece o estabelecimento das correlações genéticas, temporais e espaciais, em função de seus componentes, como: morfologia, vegetação, clima, solo, processos, uso e estado (MEIRELES & SILVA, 2002).

Compreendida como um dado ou conjunto de dados representativos dos fenômenos físicos ou sociais, relacionados diretamente com a localização de um ponto ou uma porção da superfície terrestre, a informação geográfica é imprescindível para a organização das atividades das sociedades, a partir das complexas interações com a natureza. Para apresentar, entretanto, um valor significativo, permitindo a realização de análises, precisa ser estruturada de forma sistematizada (ANDRADE & ALVES, 2000).

Na presente pesquisa fez-se uso de diversos métodos e técnicas de coleta e de análise das informações como apresentados a seguir.

A coleta de dados compreendeu as seguintes atividades: pesquisa bibliográfica; levantamento cartográfico; fotointerpretação e análise de imagens de satélite; observação não – estruturada; amostragem; planialtimetria e registro fotográfico. Foi estabelecida a partir do trabalho realizado em duas modalidades de investigação: em gabinete e em campo.

6.1. LEVANTAMENTO DE DADOS EM GABINETE

O trabalho em gabinete desenvolveu-se através da pesquisa bibliográfica e do levantamento cartográfico, a saber:

6.1.1. Pesquisa bibliográfica

Esta atividade compreendeu o exame do conjunto de obras escritas sobre determinado assunto ou de documentos deixados por autores conhecidos ou inéditos (PEDRON, 2001), com objetivo de possibilitar a articulação de conceitos e a sistematização da produção de uma determinada área de conhecimento, colocando ao pesquisador os autores envolvidos no seu horizonte de interesse, num confronto, entretanto de natureza teórica (MINAYO, 1999).

Foi realizada uma pesquisa na literatura especializada disponível, no sentido de estabelecer uma revisão dos aspectos teóricos acerca dos recifes de arenito, considerando as diversas definições, morfologia, processos de formação, contribuição na paisagem costeira e principalmente as informações de registros dessas rochas no mundo e no Brasil, com destaque para a região Nordeste e Piauí, que serviram de base para este trabalho.

6.1.2. Levantamento cartográfico

Os produtos cartográficos como mapas e cartas são utilizados para armazenar conhecimentos sobre a superfície terrestre visando não só conhecê-la, mas também planejar, administrar e racionalizar o uso do espaço geográfico envolvente (DUARTE, 1994).

Foi utilizado para identificação dos aspectos geográficos de localização, orientação de trabalho de campo (observações) e informações gerais sobre a área e também subsidiar a elaboração de mapas necessários a partir dos seguintes produtos:

- Folhas sistemáticas planialtimétricas da região Nordeste do Brasil – Folha PARNAÍBA: MI – 554/SA. 2A-Y-A-IV (1978) e Folha BITUPITÁ: MI – 555/SA. 2A-Y-A-V (1979). DSG/SUDENE. Escala: 1:100.000 (BRASIL, 1978b, 1979).

- Carta Náutica Nº. 500 – Brasil – Costa Norte da Ilha de Santana a Camocim. 3 ed. Córrego Alegre: Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, 1978. Escala 1:316.836 (BRASIL, 1978a).

- Mapa do Gerenciamento Costeiro do Estado do Piauí – Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí. Teresina: s.e., 1996. Escala: 1:250.000. (FUNDAÇÃO CEPRO, 1996b)

6.2. INTERPRETAÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA

Foi realizado estudo das fotografias aéreas, imagens de satélite, mapas e cartas, para subsidiar as informações coletadas no campo.

6.2.1. Fotointerpretação e análise de imagens de satélite

Estas ferramentas são indispensáveis para o reconhecimento da superfície terrestre, uma vez que proporcionam uma visão de conjunto, um conhecimento das inter-relações entre os elementos físicos da paisagem, além de uma redução do tempo de trabalho, diminuição do custo e maior precisão do traçado dos limites. São consideradas como um sistema de detecção passiva, porque não interferem na paisagem e são utilizadas para elaborar mapas topográficos e planimétricos (ROSTÁGNO & BAHIA, 1998). Em relação ao estudo de zonas costeiras a utilização de fotografias aéreas de pequeno formato permite um reconhecimento detalhado dos principais elementos que as compõe, como dunas, arenitos de praia, rios, riachos, lagoas, terraços, falésias, assim como a delimitação da linha de costa (FERREIRA JR. *et al.*, 2005).

Em relação à utilização de imagens de satélite, que constituem o registro de energia provenientes dos objetos da superfície, a partir de sensores, são importantes uma vez que auxiliam no desenvolvimento de projetos de pesquisa e controle dos recursos naturais e ambientais, possibilitando observar o ambiente de maneira integrada ou separá-lo em diferentes unidades (CAVALCANTI, 1999).

Empregadas principalmente para mapear espaços ou áreas de difícil acesso, nesta pesquisa estes produtos foram utilizados para a compreensão da área referente à planície costeira piauiense adjacente aos recifes de arenito, além de facilitar a delimitação do espaço completo referentes a essas estruturas e subsidiar as visitas ao campo, quando necessário, através de:

- Fotografias aéreas em preto e branco. Faixas 23 a 28. Escala: 1: 30.000. (FUNDAÇÃO CEPRO / TERRAFOTO, 1982).

- Imagens *on line* obtidas do site *Google Earth*, com base em imagens de satélites disponibilizadas no referido site por diferentes

órgãos como SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO e NASA, registradas em 2009 e 2010 através dos links Image (2009), Digital Globe Image (2009), Terra Metric, Map Link / Tele Atlas (2009) e Cnes/Spot Image (2010), em escala compatível 1:100.000.

Não foi possível a utilização de outras imagens, impressas ou virtuais, que poderiam ter sido aproveitadas não somente para delimitação das áreas recifais, mas também na elaboração de mapas e outras ilustrações, pois não permitiram uma visualização adequada da zona litorânea piauiense, nem dos recifes de arenitos presentes considerando a instabilidade do ambiente durante o seu processo de obtenção.

6.3. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

Na pesquisa de campo, por meio de visitas periódicas aos locais de estudo, considerando especificadamente cada ambiente, a coleta de dados realizou-se nos seguintes ambientes: recifes de arenito, planície costeira e sistema praiial.

6.3.1. Recifes de arenito

Neste ambiente as técnicas utilizadas foram:

6.3.1.1. Observação não – participante não – estruturada

Uma das técnicas mais usuais na pesquisa de campo, a observação é o ponto de partida para o estudo científico e o meio para verificar e validar os conhecimentos adquiridos (RUDIO, 1995). Apresenta variações sendo principalmente trabalhada em duas categorias: observação assistemática – realizada sem planejamento e observação sistemática – realizada em condições planejadas. Cada uma destas também pode apresentar modos diferentes como no caso da observação assistemática que apresenta duas situações: quando o observador é não-participante, ou seja, não está envolvido na situação; ou quando é participante se faz parte da situação, desempenhando uma função.

Realizou-se uma observação sistemática, por se ter determinado os principais aspectos a serem considerados, porém não-participante, pois não ocorreu integração entre o pesquisador e o objeto de estudo. Esta técnica serviu para detectar, de maneira direta, as principais fontes

de sedimentos dos recifes de arenito do litoral piauiense e auxiliar na interpretação dos perfis para identificar a morfologia e disposição espacial desses agrupamentos, com base nas tábuas de maré visando os períodos de maior baixa mar.

6.3.1.2. Amostragem

Consiste em coletar parte do material rochoso e de sedimentos da área, tendo a finalidade de realizar estudos detalhados em gabinete e laboratório, para se obter uma noção global do terreno (GUERRA, 1987).

No sentido de identificar a composição mineralógica dos recifes de arenito piauienses, foram coletadas amostras das rochas que os constituem que foram submetidas a processos de análise petrográfica conforme métodos e técnicas já estabelecidos para este procedimento.

6.3.1.3. Registro fotográfico

Fotografias são recursos visuais, aos quais se pode recorrer, pois amplia o conhecimento do estudo, proporcionando documentar momentos ou situações que ilustram o cotidiano vivenciado (CRUZ NETO, 1999).

Através de produtos fotográficos digitais (e posterior impressão), o levantamento foi realizado para subsidiar informações durante a pesquisa e registrar dados relevantes, quando necessário. Serviu também para registrar todas as etapas da pesquisa de campo e informações relevantes ao trabalho através de câmera fotográfica digital

6.3.2. Planície costeira

Para a planície costeira piauiense foram utilizados também os procedimentos de observação, amostragem e registro fotográfico caracterizados no item anterior.

6.3.3. Sistema praial

Considerando os objetivos propostos, as técnicas utilizadas neste ambiente se constituíram de:

6.3.3.1. Planialtimetria

Corresponde à representação dos elementos naturais e culturais que cobrem a superfície do solo em duas dimensões: a primeira referente ao plano, e a segunda à altitude (IBGE, 1999b). A construção de perfis topográficos constitui-se em uma técnica auxiliar para mostrar em detalhes, ou seja, em perfil, os altos e baixos apresentados no plano horizontal da carta (se for realizado através de produtos cartográficos já existentes) ou da área a ser estudada (com coleta direta dos dados em campo, através de instrumentos topográficos) (SANCHEZ, 1975).

Foram coletadas informações sobre a planimetria e o gradiente de declividade para permitir a elaboração de perfis topográficos e caracterizar morfologicamente os recifes de arenito, no sentido de relacioná-los com a configuração das faixas praias nas quais ocorrem, visando o conhecimento do ambiente em que estão dispostos. Os perfis topográficos foram estabelecidos compreendendo o limite mínimo do supralitoral até o máximo possível do mesolitoral (até onde as rochas ainda afloram), buscando uma melhor visualização dos recifes de arenito, a partir de um marco fixo para o qual foi adotado um nível de referência (NR) relativo ao nível de mínima maré normal.

Na elaboração dos perfis utilizaram-se os seguintes equipamentos: um nível automático (marca NIKON, modelo AZ-25) com placa plana paralela, com erro quadrático médio de 0,5 mm por quilômetro de duplo nivelamento; uma mira invar e acessórios. Com o uso de uma única mira eliminou-se o erro de índice causado pela incerteza quanto à posição do zero da escala da mira. Em seguida determinaram-se as alturas relativas dos pontos por duplo nivelamento geométrico, conforme recomendação do IBGE – Resolução PR N°22 para o nivelamento geodésico de alta precisão (IBGE, 1983). O comprimento das visadas foi de aproximadamente 20 m e com diferença entre ré e vante menor que 50 cm. As mudanças do instrumento foram realizadas sempre com leituras nos pontos estabelecidos, sem a necessidade de uso de sapata como ponto auxiliar. As alturas obtidas com a média dos desníveis foram usadas como referência para avaliar os erros do nivelamento trigonométrico (ABNT, 1994).

A execução do nivelamento geométrico das áreas seguiu os seguintes passos: a. Alinhamento da reta utilizando-se teodolito digital; b. Estaqueamento com estacas de madeira e distância de 20 m, partindo sempre do supralitoral até o limite dos recifes com o mar; c. Marcação de pontos com equipamento GPS do local de início e do final do

alinhamento do perfil; d. Leituras de mira em cada ponto do alinhamento. O processamento do nivelamento foi executado através dos *softwares*: AutoCad Land Desktop 2004, Sistema Topograph 98, M. O. Excel (para o cálculo da planilha) e GPS Trackmaker (para descarregar os pontos de GPS).

6.3.3.2. Amostragem

Também foram coletadas amostras dos sedimentos das praias onde ocorrem os recifes de arenito no sentido de identificar a composição granulométrica destas através do processo de análise granulométrica, de acordo com métodos e técnicas já estabelecidos para este procedimento.

6.4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE CAMPO

A primeira atividade do trabalho de campo ocorreu durante o mês de janeiro, no ano de 2007, subdividida em duas etapas: a primeira, de reconhecimento da área visando o planejamento da etapa seguinte; e a segunda, de visita às áreas definidas no planejamento, com o objetivo de observar as condições de cada uma, coletar sedimentos e rochas e realizar o primeiro levantamento fotográfico.

As atividades se desenvolveram a partir da dinâmica natural do ambiente seguindo o sentido leste para oeste correspondendo às faixas praias de Cajueiro da Praia, Morro Branco, Barrinha e Barra Grande (município de Cajueiro da Praia) e Carnaubinha, Arrombado, Itaqui e Coqueiro (município de Luis Correia), levando em consideração o período das marés para sua realização utilizando as tábuas de maré do porto de Luis Correia desenvolvidas pelo Centro de Hidrografia da Marinha – CHM, para o mês de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), tendo sido observadas as amplitudes de marés no intervalo de 08h00min a 16h00min, com altura destas variando entre 0,7 a 2,9 m, respectivamente. Das praias visitadas, somente na praia do Arrombado não ocorre recifes de arenito.

Na segunda etapa de campo coletou-se 13 amostras de rochas e 37 amostras de sedimentos, distribuídas em 30 pontos amostrais pela área estabelecida nas folhas topográficas tomadas em questão, tendo sido, em alguns pontos, coletadas mais de uma amostra. Das 37 amostras superficiais de sedimentos coletadas 27 foram analisadas, entretanto os dados texturais referentes à praia de Arrombado não foram

incluídos nos resultados da pesquisa, em virtude desta praia não apresentar registro de recifes de arenito.

Os sedimentos praias e da planície costeira foram coletados de leste para oeste, indicando o tipo de depósito e sua idade. Das 27 amostras de sedimentos analisadas, praticamente todas são pertencentes ao Holoceno, totalizando 26, sendo apenas uma amostra relacionada à Formação Barreiras.

A coloração dos sedimentos, ainda úmidos, foi estabelecida no campo, através da escala *Munsell color soil charts* (GODDARD, 1975).

Outras visitas de campo foram realizadas nos anos subsequentes (2008 e 2009) tanto no período chuvoso como no período seco, para observação da ocorrência dos recifes e para a elaboração dos perfis topográficos, considerando as tábuas de marés dos respectivos períodos (janeiro e julho de 2008 (BRASIL, 2008) e janeiro, fevereiro, março e outubro de 2009 (BRASIL, 2009b)). Novos registros fotográficos foram realizados no decorrer de cada visita.

Das 13 amostras de rochas, somente em sete delas, foi realizada a análise petrográfica, correspondendo especificadamente às dos recifes de arenito propriamente dito, objeto de estudo desta pesquisa, tendo sido utilizadas no referido processo as que se encontravam melhor conservadas. As rochas estão localizadas nos pontos amostrais 01, 05, 08, 10, 13, 20, 26 e 28, correspondendo às rochas dos recifes de arenito, sendo que as dos pontos 01 e 05 são da mesma praia, no caso Cajueiro da Praia e somente a primeira foi analisada; nos pontos amostrais 19, 23 e 30, correspondendo aos eolianitos; e nos pontos amostrais 12 e 16, correspondendo às rochas da Formação Barreiras.

As características mineralógicas e a classificação petrográfica das rochas dos recifes de arenito e de praia atenderam à classificação de conglomerados, modificada de Pettijohn (1975), considerando os conglomeráticos petromíticos e os clastos formados de um tipo de rocha, no caso o quartzito (SBG, 2006).

A estimativa modal das amostras de sedimentos foi realizada com base na Planilha de Estimativa de Percentagem e a classificação dos fragmentos clásticos identificados em base à Nomenclatura da Granulometria de Detritos Sedimentares, ambos extraídas do *Journal of Sedimentary Petrography*, volume 25(3), 1955.

Para o posicionamento dos pontos de coletas das amostras, dos perfis praias e da localização dos recifes, assim como de altitude, foi utilizado um GPS Garmin de navegação, com uso do *Datum SAD69*, para o registro no campo das coordenadas, coordenadas UTM e/ou

geográficas e, considerando a margem de erro do aparelho, os dados registrados foram aproximados.

Na realização desta pesquisa as dificuldades encontradas no trabalho de campo, corresponderam aos períodos de marés, uma vez que os recifes de arenito estão inseridos predominantemente no mesolitoral, sujeitos ao constante fluxo destas. Para superar tal dificuldade foi observada com precisão a tábua de marés para o litoral piauiense, sempre que se planejou a ida ao campo.

Outro aspecto que dificultou a execução da pesquisa consistiu nas condições meteorológicas da região, por conta de períodos chuvosos intensos que impediram o acesso a algumas das praias e às áreas interiores da planície costeira adjacente. Também constituiu outra dificuldade a quantidade de locais previstos para a investigação. Entretanto, um cronograma bem planejado e a organização prévia das visitas aos citados locais permitiu contorná-las.

6.5. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

6.5.1. Análise petrográfica dos recifes de arenito

A Petrografia consiste na descrição sistemática das rochas considerando as observações de campo, as amostras de mão, e lâminas ou seções delgadas (IBGE, 1999a). Realiza a descrição e classificação das rochas de acordo com sua composição mineralógica e química, origem e relações entre os grãos minerais constituintes.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2007) este é o único método de investigação laboratorial que permite a visualização detalhada dos constituintes da rocha, sendo realizado a partir do exame por microscopia óptica de luz transmitida, em fatias de rocha (lâminas delgadas) expostas em áreas de aproximadamente 4,0 x 2,5 cm, com espessuras da ordem de 0,03 mm. Emprega-se a Petrografia de seções delgadas para identificar e analisar os denominados minerais transparentes (transmitem a luz), principalmente silicatos e carbonatos.

Na identificação dos minerais constituintes das rochas dos recifes de arenito, foi utilizada a técnica de laminação, que corresponde ao processo de preparação de lâminas das amostras de rochas coletadas para a microscopia ótica, indicando os minerais presentes. O processo de laminação de rochas constou das seguintes etapas: a. Impregnação (quando necessário); b. Corte com serra; c. Reimpregnação; d. Colagem;

e. Desbaste e f. Acabamento / Finalização. Para a realização desse processo contou-se com os seguintes materiais específicos: Álcool hidratado (2 l), Resina 2080 – transparente-cristal (2 l), Monômero de estireno (2 l) e Catalisador (um frasco pequeno). Além destes materiais foi utilizada sobre as lâminas base esmaltada comum para diminuir a luminosidade antecedendo a análise microscópica.

6.5.2. Análise granulométrica dos sedimentos praias e da planície costeira

6.5.2.1. Análise granulométrica

Especificação da dimensão do diâmetro dos materiais detríticos, a granulometria é de interesse para a pesquisa, pois o emprego deste método, no estudo do material sedimentar, vem esclarecendo diversos aspectos na interpretação da morfologia terrestre (GUERRA, 1987).

Permitiu identificar as características sedimentológicas dos sedimentos constituintes das praias onde ocorrem os recifes de arenito piauienses, assim como da planície costeira adjacente, a partir dos estudos granulométricos existentes e adequados para o tipo de área. A análise granulométrica considerou a classificação dos sedimentos de Wentworth (1922 *apud* SUGUIO, 1973), para definição dos tipos de sedimentos constituintes das praias relacionadas aos recifes de arenito.

Foi estabelecida a partir de um sistema de amostragem com a locação de 7 perfis (um em cada ambiente praias onde ocorrem os arenitos) perpendiculares à linha da costa, em localização definida considerando as características locais. Ao longo de cada perfil, a partir da linha de máxima maré baixa, utilizando informações da Tábua de Marés para o período, foi coletado material rochoso e sedimentar. Foi coletado também material da planície costeira visando uma análise geral do ambiente.

O material coletado foi processado em laboratório para obtenção dos pesos das classes granulométricas, para cada uma das amostras, cuja seqüência de etapas no trabalho laboratorial constituiu-se na seguinte: a. Lavagem das amostras; b. Identificação e separação das amostras de sedimentos grossos e de finos; c. Secagem e separação em frações das amostras; d. Tratamento com HCl em cada fração para eliminação de carbonatos; e. Lavagem das amostras, secagem e nova pesagem para obter o peso de carbonatos eliminados; f. Peneiramento e

pesagem do material grosseiro; g. Pipetagem do material fino; h. Queima da matéria orgânica.

6.5.2.2. Quantificação do teor de matéria orgânica

O conteúdo de matéria orgânica foi estabelecido seguindo o procedimento descrito em Toldo Jr. (1997), o qual se constitui das seguintes etapas após a coleta do material no campo: retirada de sais solúveis, secagem em estufa a temperaturas inferiores a 56°C para retirada total da umidade, desagregação a seco, quarteamento da fração armazenada, pesagem de uma fração do sedimento seco e queima dessa fração seca em mufla a 600°C por aproximadamente 3 horas. Após a queima foi efetuado o cálculo da diferença do peso do sedimento seco e do sedimento queimado para encontrar o teor de matéria orgânica total em gramas e em percentual.

6.5.2.3. Quantificação do teor de carbonato biodetrítico

O procedimento de eliminação do carbonato biodetrítico foi adaptado de Gross (1971), por meio das seguintes etapas: separação de uma alíquota de 30 gramas; transferência desta alíquota, isenta de umidade, para um béquer de 500 ml; adição de uma solução de HCl 30%; mistura da amostra em intervalos regulares para que não ocorra mais reação (borbulhamento). Para acelerar a reação, foi utilizado um bico de Bunsen e tela de amianto, mantendo-se uma temperatura de 150°C por cerca de 15 min. Em seguida a amostra foi enxaguada com água destilada; decantação do material para retirada do excesso de água; secagem da amostra em estufa a 60°C; transferência da amostra seca para um dessecador até atingir a temperatura ambiente; e medição da massa. A diferença percentual entre a massa inicial e final da amostra expressou o teor de carbonato biodetrítico existente.

6.6. TRATAMENTO DOS DADOS EM GABINETE

Após a coleta das informações procedeu-se a organização e interpretação dessas. A análise dos dados compreendeu, então, os métodos teóricos de análise: síntese e indução – dedução, e os técnicos – práticos: de geoprocessamento, interpretação petrográfica e análise granulométrica (tratamento estatístico), sendo também estabelecidas as

inter-relações pertinentes quando possível (planície costeira / plataforma continental interna).

6.6.1. Análise – síntese

A abordagem metodológica proposta desenvolve-se através da decomposição do objeto de estudo nas suas partes integrantes e em suas múltiplas relações e componentes e, em seguida, no estabelecimento da integração dos elementos já analisados para descobrir relações e características entre estes e os aspectos da realidade (SEABRA, 2001).

Possibilitou sistematizar os aspectos teóricos relacionados aos recifes de arenito, para estabelecer uma revisão quanto a seus aspectos conceituais, morfológicos, genéticos, funcionais e de distribuição visando uma melhor compreensão sobre esses mesmos aspectos em relação aos recifes de arenito da zona costeira piauiense.

6.6.2. Indução – dedução

O raciocínio indutivo é trabalhado para, partindo-se de dados particulares constatados, apresentar uma idéia concreta, ainda não presente nos estudos antes realizados, enquanto que o dedutivo possibilita alcançar as conclusões fundamentadas nos elementos gerais, explicitadas por meio das evidências. O método indutivo – dedutivo tem o propósito de explicitar o conteúdo e ampliar o conhecimento (SEABRA, 2001).

A utilização deste método permitiu, a partir do raciocínio do conhecimento em relação a um caso particular, um conhecimento mais geral e o estabelecimento de condições para que se compreenda a necessidade de analisar a relevância dos recifes de arenito na configuração das praias piauienses, visando uma gestão sustentável de seus recursos.

6.6.3. Interpretação petrográfica dos recifes de arenito

A partir do resultado da análise petrográfica, realizada mediante os processos de laminação e microscopia ótica (utilizando microscópio petrográfico binocular com polarização marca Carl Zeiss) aos quais as amostras de rochas foram submetidas, os elementos constituintes dos recifes de arenito foram identificados com a finalidade de se verificar se são litoclásticos (compostos por fragmentos de minerais e rochas) ou

bioclásticos (compostos por restos orgânicos). Além disso, foram também relacionados os cimentos aglutinantes dessas rochas.

Os resultados foram registrados através de um sistema de videocaptura de micro imagens, composto de microcâmera digital computadorizada do próprio laboratório e armazenadas no formato de microfotografias em computador e em meio digital (CD).

6.6.4. Elaboração do mapa geológico da planície costeira

Existem variados métodos propostos para elaboração e/ou atualização de mapas e cartas, que empregam o Geoprocessamento, associado aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como uma das técnicas para a concretização do produto, tendo sido esta a utilizada nesta pesquisa.

A partir da obtenção dos dados por meio dos produtos cartográficos disponíveis (mapas e cartas relacionados no item 6.2.1), e considerando ainda as leituras realizadas em campo, pela observação direta, levantamento fotográfico e registro de coordenadas por meio de GPS de navegação, estas informações foram interpretadas, armazenadas e georreferenciadas para elaboração do mapa geológico da planície costeira adjacente às áreas recifais, indicando ainda a localização das mesmas, dos pontos amostrais visitados e perfis realizados, utilizando o *software* Arcview 9.3 (2008) para construção do referido mapa.

6.6.5. Integração planície costeira / plataforma continental interna

Foi realizada uma interpretação relacionada ao entendimento da associação entre a planície costeira piauiense e sua plataforma continental interna adjacente, visando perceber a influência desta interação no contexto geral do litoral, incluindo os recifes de arenito. Neste caso foram inseridos, no mapa geológico, dados batimétricos que permitiram o reconhecimento, mesmo que superficial, do sistema submarino contíguo.

6.6.6. Tratamento estatístico das amostras de sedimentos praiais e da planície costeira

Os dados obtidos pela granulometria foram tratados estatisticamente utilizando-se *softwares* que manipulam técnicas da estatística multivariada, considerando os parâmetros de Folk & Ward

(1957) a partir do quais foram calculados: tendência central ou média aritmética (M_z), moda (M_o), mediana (M_d), grau de seleção ou desvio padrão (D_p), assimetria (S_{ki}) e curtose (K_g).

Esses parâmetros podem ser assim explicados. A média aritmética corresponde ao valor do diâmetro de centro da curva de distribuição de frequência, isto reflete a média geral de tamanho dos grãos dos sedimentos, os quais são afetados pela fonte de suprimento de material, pelo processo de deposição e pela velocidade de corrente (MANSO *et al.*, 2003a). A moda indica a granulometria mais freqüente, ou seja, o diâmetro de maior frequência na distribuição. A mediana é a divisão em duas partes iguais da curva granulométrica, representando o tamanho do grão na distribuição granulométrica, a partir do qual metade é mais grosseiro e a outra metade é mais fina. O grau de seleção ou desvio padrão se constitui na análise da medida de dispersão dos grãos, isto é, distância dos grãos da mediana e da média, sendo que uma maior proximidade das curvas da média e da mediana indicará uma melhor seleção da amostra. Assim, um sedimento bem selecionado é aquele com pequena dispersão dos seus valores granulométricos. A assimetria refere-se ao afastamento do diâmetro médio da mediana, sendo que em uma distribuição simétrica o diâmetro médio e a mediana coincidem, não existindo a assimetria. Ocorrendo, entretanto, o distanciamento do diâmetro médio da mediana, calcula-se se os grãos estão mais próximos dos materiais finos ou grosseiros. E, por fim, a curtose que está relacionada ao grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência medida e indica a razão de espalhamento médio das caudas (picos) em relação ao desvio-padrão.

6.7. ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS FINAIS

Na constituição desta tese os produtos finais elaborados correspondem a: composição mineralógica dos recifes de arenito, mapa geológico da planície costeira adjacente às áreas de sua ocorrência, aspectos texturais e perfis topográficos das praias nos quais ocorrem os alinhamentos de rochas estudados e caracterização da morfologia dos mesmos. Foram preparados também quadros resumos, tabelas e figuras pertinentes, assim como mapa de localização.

A apresentação dos produtos finais deverá ocorrer na defesa da tese e em oportunidades posteriores de divulgação dos resultados obtidos junto a autoridades relacionadas à área, população local e

sociedade em geral, incluindo a comunidade universitária do estado do Piauí, principalmente da UESPI, através da participação em eventos acadêmicos e técnico-científicos.

Para o desenvolvimento desta pesquisa contou-se com o apoio da infra-estrutura laboratorial e de logística de campo do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e também com o auxílio de profissionais de geologia, topografia e de geoprocessamento, computadores e *softwares* adequados ao processamento dos dados, além de equipamentos (instrumentos topográficos e de localização geográfica) e acessórios necessários para as visitas de campo e coleta de amostras.

7. RESULTADOS

A caracterização dos aspectos físicos (sedimentológicos e morfológicos) dos recifes de arenito do litoral piauiense se definiu a partir dos dados e amostras coletados na pesquisa de campo, reunindo-se no Quadro 17 a distribuição das amostras de rochas por localidade e tipo e no Quadro 18 as amostras de sedimentos por tipo de depósito e idade.

Quadro 17. Distribuição das amostras de rochas coletadas no trabalho de campo por localidade.

Ponto amostral	Coordenada		Localidade	Tipo
	Latitude S	Longitude W		
01	02°55'27"	41°20'07"	Cajueiro da Praia	Recife de arenito
05	02°55'09"	41°20'09"	Cajueiro da Praia	Recife de arenito
08	02°55'04"	41°21'45"	Morro Branco	Recife de arenito
10	02°55'04"	41°21'27"	Barrinha	Recife de arenito de praia
12	02°54'48"	41°23'36"	Barra Grande	Formação Barreiras
13	02°54'23"	41°24'25"	Barra Grande	Recife de arenito
16	02°57'56"	41°29'19"	Planície Costeira	Formação Barreiras
19	02°54'35"	41°35'26"	Planície Costeira	Eolianito
20	02°54'17"	41°29'52"	Carnaubinha	Recife de arenito
23	02°54'24"	41°29'53"	Carnaubinha	Eolianito
26	02°54'10"	41°34'23"	Coqueiro	Recife de arenito
28	02°53'53"	41°33'28"	Itaqui	Recife de arenito
30	02°54'06"	41°33'26"	Itaqui	Eolianito

Fonte: Baptista (2010).

Quadro 18. Distribuição das amostras de sedimentos coletadas no trabalho de campo por tipo de depósito e idade.

Localidade	Depósito	Idade	Amostra	Total
Cajueiro da Praia	Marinho praial	Holoceno	1, 2, 3, 4 e 5	05
	Eólico	Holoceno	6	01
Morro Branco	Marinho praial	Holoceno	7	01
Barrinha	Marinho praial	Holoceno	8 e 9	02
Barra Grande	Formação Barreiras	Terciário	10	01
	Marinho praial	Holoceno	11	01
Carnaubinha	Eólico	Holoceno	18	01
	Marinho praial	Holoceno	19 e 20	02
Arrombado	Marinho praial	Holoceno	21, 22, 23 e 24	04
Itaqui	Eólico	Holoceno	27	01
	Marinho praial	Holoceno	26	01
Coqueiro	Marinho praial	Holoceno	25	01
Planície costeira	Paludial	Holoceno	12, 13 e 14	03
	Eólico	Holoceno	15, 16 e 17	03
Total				27

Fonte: Baptista (2010).

Tendo em vista que os recifes de arenito do litoral piauiense estão inseridos na zona litorânea e esta, por sua vez, nos domínios emerso e submerso da zona costeira, que inclui a planície costeira e a plataforma continental interna, optou-se por apresentar os resultados na seguinte ordem: geologia da planície costeira do entorno dos recifes de arenito, caracterização fisiográfica da plataforma continental interna, aspectos texturais dos sedimentos praias, os quais os arenitos mantêm íntima relação, concluindo com a petrografia e morfologia dos recifes piauienses.

A propriedade textural dos sedimentos será apresentada a partir das amostras analisadas, considerando a sequência estabelecida acima e não a ordem numérica dos pontos de coletas ou das amostras.

7.1. GEOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA E CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA ADJACENTE AOS RECIFES DE ARENITO

7.1.1. Planície costeira

A área de estudo compreende uma região de sedimentação cenozóica com embasamento sedimentar da Formação Barreiras tendo sido identificados e mapeados diferentes depósitos nas praias em que ocorrem os recifes de arenito e também em parte da planície costeira adjacente a essas faixas praias.

Estes depósitos podem ser inseridos em dois grandes sistemas deposicionais: sistema deposicional continental e sistema deposicional litorâneo, agrupados no mapa geológico da planície costeira adjacente aos recifes de arenito (Fig. 16 – Encarte). No mapa insere-se também a localização dos pontos de coleta dos sedimentos e das rochas e também dos perfis realizados.

MAPA GEOLÓGICO DA PLANÍCIE COSTEIRA PIAUIENSE ADJACENTE AOS RECIFES DE ARENITO *

Elisabeth Mary de Carvalho Baptista

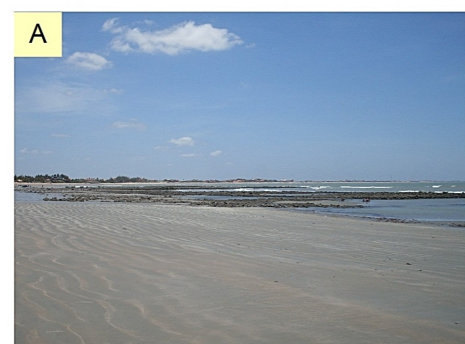


Foto A. Coqueiro (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto B. Itaqui (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto C. Carnaubinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto D. Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, junho de 2010).



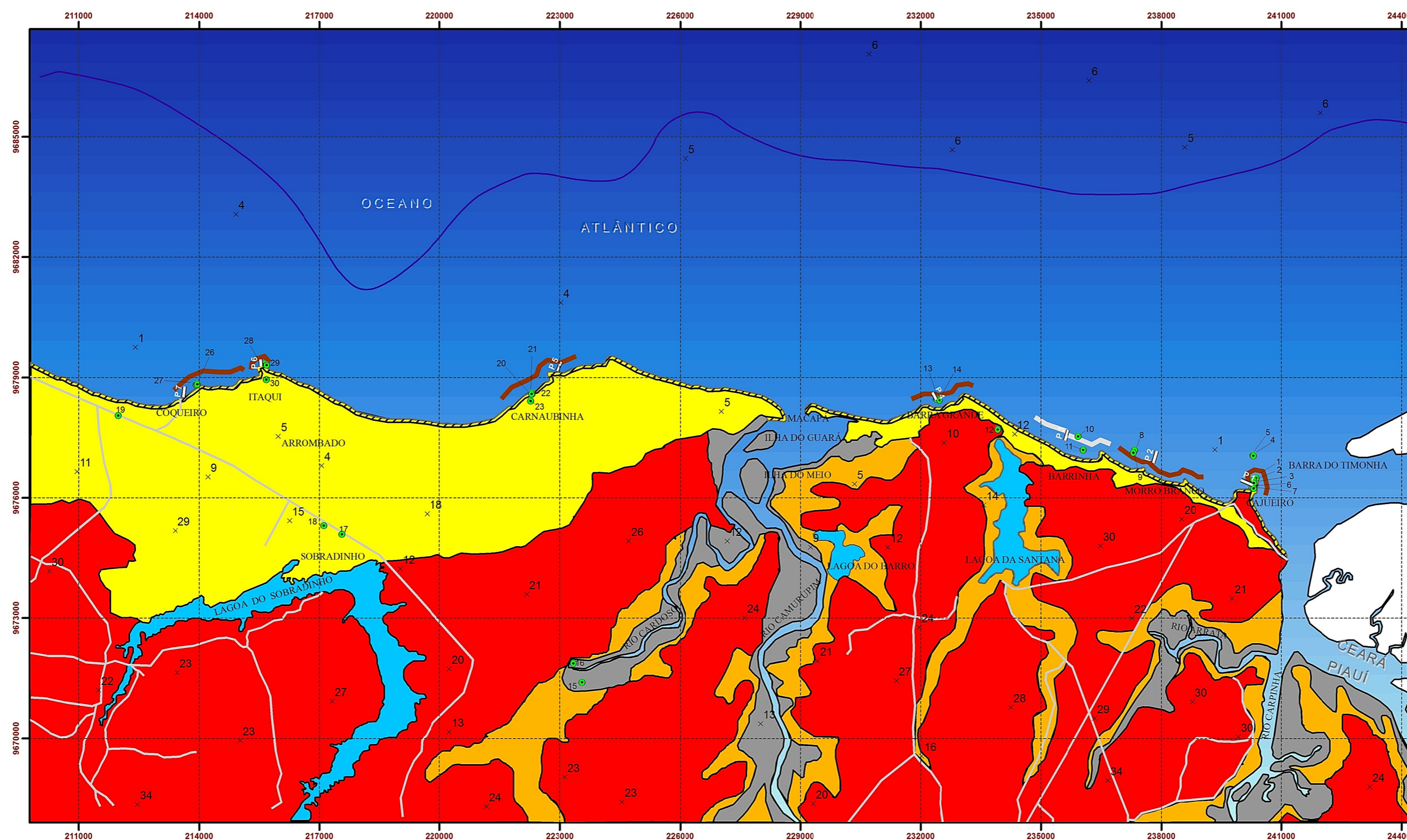
Foto E. Morro Branco (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, junho de 2010).



Foto F. Barrinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, junho de 2010).

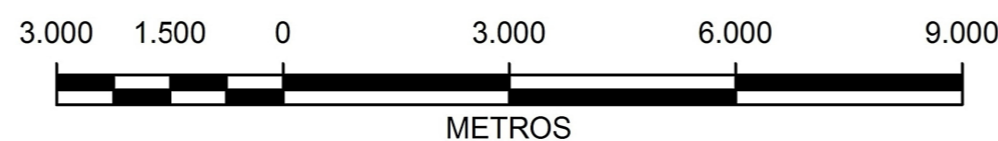


Foto G. Barra Grande (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

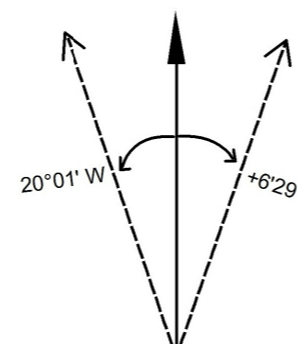


COLUNA ESTRATIGRÁFICA

Sistema deposicional	Unidade litoestratigráfica	Idade	Interpretação geológica	Cor
Litorâneo	Depósito marinho praiial	Holoceno	Faixas praiiais com areias de granulação fina a grossa.	
	Depósito eólico		Campo de dunas móveis e fixas constituído de areias finas quartzosas.	
	Depósito paludial	Áreas de pântanos, alagados e regiões semi-submersas de água doce ou salobra com sedimentos lamosos orgânicos e predomínio de mangues.		
	Recife de arenito de praia (beachrock)	Quaternário	Formações rochosas constituídas principalmente por quartzo e fragmentos de conchas.	
Recifes de arenito	Formações rochosas constituídas principalmente por grãos de quartzo, associadas à Formação Barreiras			
Continental	Depósito aluvial	Terciário	Faixas de aluviões a baixadas inundaáveis, sedimentos siltosos pobremente selecionados, típicas dos rios de regiões costeiras.	
Embasamento sedimentar	Formação Barreiras		Área pré-litorânea, constituída de sedimentos variados, predominantemente arenosos e areno-argilosos, mal selecionados e cores variegadas, formando tabuleiros.	



Datum Vertical: Imbituba - Santa Catarina
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Datum Horizontal: Córrego Alegre - Minas Gerais
 Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 39° W GR



DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
 CRESCE 4,6° ANUALMENTE
 USAR EXCLUSIVAMENTE OS
 DADOS NUMÉRICOS

CONVENÇÕES

	P1 PERFIL TOPOGRÁFICO
	PONTOS DE AMOSTRAGEM
	PONTOS COTADOS
	ISÓBATA DE 5m
	VIAS PRINCIPAIS
	DRENAGEM

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

OCEANO ATLÂNTICO		
PARNÁIBA MI-554	BITUPITÁ MI-555	CAMOCIM
COCAL	CHAVAL	GRANJA

PERFIS TOPOGRÁFICOS

Nº	LOCALIDADE	LATITUDE S.	LONGITUDE W.
P 1	CAJUEIRO DA PRAIA	2° 55' 33,34"	41° 20' 10,79"
P 2	MORRO BRANCO	2° 55' 15,27"	41° 21' 30,92"
P 3	BARRINHA	2° 54' 56,88"	41° 22' 42,31"
P 4	BARRA GRANDE	2° 54' 23,75"	41° 24' 25,90"
P 5	CARNAUBINHA	2° 53' 59,61"	41° 29' 31,99"
P 6	ITAQUI	2° 53' 55,36"	41° 33' 31,37"
P 7	COQUEIRO	2° 54' 20,26"	41° 34' 33,77"

CAJUEIRO DA PRAIA
LUIS CORREIA

* Mapa geológico que integra a tese de doutorado "Estudo morfossedimentar dos recifes de arenito da zona litorânea do estado do Piauí, Brasil", de autoria de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, orientada pelo Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho, do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, agosto de 2010.

FONTE:
 Base cartográfica obtida através de adaptações sobre as folhas Parnaíba e Bitupitá Cartas DSG - Parnaíba 554 e Bitupitá 555. Escala 1:20.000 / Secretaria do Meio Ambiente Programa de Gerenciamento Costeiro (MAPA). Escala 1:250.000 / Governo do Estado do Piauí Carta Náutica N° 500 - Brasil - Costa Norte da Ilha de Santana Camocim. 3 ed. Córrego Alegre: Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN, 1978. Escala 1:316.836.

Figura 16. Mapa geológico da planície costeira piauiense adjacente aos recifes de arenito. Fonte: Baptista (2010).

O Quadro 19 mostra as sete unidades litoestratigráficas definidas para a planície costeira, denominadas de Formação Barreiras, Depósito aluvial, Recifes de arenito, Recife de arenito de praia, Depósito eólico, Depósito paludial e Depósito marinho praial.

Quadro 19. Coluna estratigráfica da planície costeira adjacente aos recifes de arenito do litoral piauiense.

Sistema deposicional	Unidade litoestratigráfica	Idade		Interpretação geológica
Litorâneo	Depósito marinho praial	Quaternário	Holoceeno	Faixas praias com areias de granulação fina a grossa.
	Depósito eólico			Campo de dunas móveis e fixas com areias finas quartzosas.
	Depósito paludial			Áreas de pântanos, alagados e regiões semi-submersas de água doce ou salobra com sedimentos lamosos orgânicos e predomínio de mangues.
	Recife de arenito de praia (<i>beachrock</i>)		Indiferenciado	Formações rochosas constituídas principalmente por quartzo e fragmentos de conchas.

Litorâneo	Recifes de arenito	Quaternário	Indiferenciado	Formações rochosas constituídas por quartzo, associadas à Formação Barreiras.
Continental	Depósito aluvial			Faixas de aluviões à baixadas inundáveis, constituídas de sedimentos siltosos pobremente selecionados, típicas dos rios de regiões costeiras.
Embasamento sedimentar	Formação Barreiras	Terciário		Área pré-litorânea, constituída de sedimentos variados, predominantemente arenosos e areno-argilosos, mal selecionados e cores variegadas, formando tabuleiros.

Fonte: Baptista (2010).

A planície costeira corresponde ao domínio geológico onde predominam do ponto de vista geomorfológico as praias, dunas fixas e móveis e planícies fluviais e flúvio-marinhas dos baixos cursos fluviais que se deslocam em direção ao oceano (Foto 17). Apresenta vegetação costeira e litorânea típica, sendo comum a presença de mangues que se

desenvolvem nas embocaduras dos rios e riachos, assim como a formação de alagados de maré nos terraços de várzea.



Foto 17. Vista para nordeste da planície costeira adjacente à praia de Carnaubinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

Grande parte da planície costeira é recoberta por uma faixa da Formação Barreiras, que alcançando uma largura aproximada entre 30 a 50 km, passa a constituir os tabuleiros litorâneos, contatando para o interior com rochas do embasamento cristalino ou formações areníticas da bacia sedimentar do rio Parnaíba (Maranhão – Piauí). Associada a esta área encontra-se outra bacia hidrográfica piauiense não pertencente à bacia do rio Parnaíba constituindo a bacia litorânea ou bacia Portinho – Camurupim, formada pelos rios com esta denominação e seus afluentes. Muitas lagoas de água doce e de água salina estão presentes, com destaque no primeiro caso, para as do Camelo, Santana e Camurupim e no segundo, a maior delas, a do Sobradinho, no povoado de mesmo nome.

Na planície costeira foram identificados depósitos eólicos e paludiais, ambos do Holoceno, em contato geológico com sedimentos da Formação Barreiras.

7.1.1.1. Formação Barreiras

A Formação Barreiras se caracteriza no Piauí como a área pré-litorânea, formada durante o Terciário, constituída de sedimentos variados, predominantemente arenosos e areno-argilosos, com grande variação granulométrica, geralmente com grãos mal selecionados e cores variegadas, apresentando na planície estreita relação com os cursos fluviais e no interior configurando-se na forma de rampas de acumulação com suave caimento topográfico desgastado pela drenagem em interflúvios tabulares (Foto 18).



Foto 18. Vista para norte do Embasamento sedimentar da Formação Barreiras relacionado aos sedimentos fluviais e marinhos, representando a base geológica do litoral piauiense (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Constitui-se na principal feição geológica do litoral piauiense e da área de estudo, perfazendo 65% da planície costeira em altitudes médias de 23 m. É a fonte primária dos sedimentos que formaram os terrenos da planície costeira até os tabuleiros litorâneos mais internamente. Os depósitos do Quaternário formaram-se e ainda formam-se sobre os terrenos estabelecidos da Formação Barreiras.

À frente dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras se desenvolveram numerosos campos de dunas como os lençóis maranhenses no extremo oeste do compartimento e, a leste, uma feição morfológica ímpar: o delta do rio Parnaíba, entre os estados do Maranhão e Piauí, configurando-se na foz do rio de mesmo nome, que deságua diretamente no oceano Atlântico, em cinco braços de

desembocadura, constituindo-se, por isso, num ambiente único para a região.

Foi coletada uma amostra para a análise granulométrica, sendo esta correspondente ao ponto amostral 12 (amostra 10) constituindo uma jazida de exploração de sedimentos da Formação Barreiras (Foto 19), adjacente à praia de Barra Grande, em altitude de 23 m, apresentando coloração predominante marrom muito claro (10YR7/4), sedimentos constituídos de areia fina e pobremente selecionados. A curva de frequência é muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica, atestada pelos valores da assimetria e curtose (Quadro 20).

Quadro 20. Dados texturais da amostra de sedimentos da Formação Barreiras, adjacente à praia de Barra Grande.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
12	02°54'48"	41°23'36"	2,23	Areia fina	2,38	1,57	-0,02	1,51

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).



Foto 19. Jazida de exploração de sedimentos da Formação Barreiras próximo à praia de Barra Grande (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

7.1.2. Sistema deposicional continental

7.1.2.1. Depósito aluvial

O sistema deposicional continental é representado pelo Depósito aluvial do Quaternário indiferenciado, que se apresenta sob forma plana em faixas de aluviões à baixadas inundáveis, estando associado ao significativo número de cursos fluviais (Foto 20) presente na área de estudo assim como lagoas por eles formadas, compreendendo sedimentos siltsos e pobremente selecionados. Também se apresentam em muitos trechos justapostos a áreas de depósitos flúvio-marinhos e/ou paludiais. Representa 8% das unidades litoestratigráficas da planície costeira em altitudes médias de 12 m.



Foto 20. Depósito aluvial associado aos sedimentos de aluviões de margens de rios e riachos, por vezes associados ao Depósito paludial (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Esses inúmeros cursos fluviais percolam pela planície costeira piauiense constituindo no final, tributários importantes dos três complexos de desembocaduras já citadas, podendo-se destacar o rio Camurupim, maior destes cursos d'água, cujos sedimentos apresentam subsídio significativo na composição destes depósitos, com evidente colaboração de diversas lagoas presentes.

7.1.3. Sistema deposicional litorâneo

As unidades litoestratigráficas do sistema deposicional litorâneo consistem do Recife de arenito e do Recife de arenito de praia (*beachrocks*), ambos do Quaternário indiferenciado, sendo os primeiros associados à Formação Barreiras, além do Depósito paludial, Depósito eólico e Depósito marinho praial, todos do Holoceno.

7.1.3.1. Recifes de arenito

Os Recifes de arenito caracterizam um grupo de rochas predominantemente dispersas sobre a praia, com formas arredondadas e tamanhos variáveis (Foto 21), constituídas basicamente por grãos de quartzo cimentados por óxidos de ferro, o que confere a elas tons avermelhados, embora também se apresentem com coloração cinza. Estão significativamente associados à Formação Barreiras, uma vez que esta corresponde à fonte de seus sedimentos. Representam, em conjunto com os recifes de arenito de praia, cerca de 2% das unidades litoestratigráficas da planície costeira da área de estudo.



Foto 21. Vista para nordeste dos recifes de arenito dispostos de forma irregular sobre a faixa praial, relacionados à Formação Barreiras (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

Essas áreas estão dispostas em contato com o supralitoral e/ou sobre o mesolitoral, sujeitas ao movimento constante das marés, estando ora, parcial ou totalmente encobertas ora, parcial ou totalmente descobertas. Entres essas rochas acumulam poças de água, as quais constituem ambiente de desenvolvimento de diferentes espécies animais e vegetais, marinhas e/ou costeiras. Além disso, as próprias rochas configuram-se como substrato para fixação e sobrevivência de algas bentônicas, moluscos e crustáceos, possuindo muitas vezes conchas de bivalves incrustadas.

7.1.3.2. Recifes de arenito de praia

Os Recifes de arenito de praia (*beachrocks*) constituem faixas rochosas dispostas paralelas à linha de praia, com constituição principalmente de quartzo, estratificados plano-paralelos horizontais (Foto 22). Entre as camadas estratificadas formam-se aberturas denominadas marmitas, que se enchem de água por ocasião da arrebenção das ondas. Apenas pequenos animais podem ser vistos nessas rochas: moluscos, copépodes e crustáceos.



Foto 22. Recifes de arenito de praia (*beachrocks*) com estratificação plano-paralela horizontal (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

7.1.3.3. Depósito paludial

O Depósito paludial é constituído de sedimentos lamosos orgânicos, argilas plásticas e fragmentos vegetais, com predomínio de mangues, típicos de pântanos, alagados e regiões semi-submersas de água doce ou salobra. Os sedimentos são muito pobremente selecionados, constituindo áreas complexas periodicamente inundáveis. Relaciona-se com os estuários de rios e lagoas associadas, que tem sua desembocadura diretamente no oceano Atlântico, sujeitos à influência das águas marinhas por ocasião das marés altas (Foto 23). Três áreas destacam-se no litoral piauiense: a do delta do rio Parnaíba, a do complexo estuarino dos rios Cardoso e Camurupim e a da barra dupla dos rios Ubatuba e Timonha.

Representa 6% das unidades litoestratigráficas da planície costeira da área de estudo, em altitudes médias de 11 m.



Foto 23. Depósito paludial com presença de solos lamacentos e manguezal (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Os dados texturais das três amostras coletadas no Depósito paludial são apresentados no Quadro 21.

Quadro 21. Dados texturais das amostras do Depósito paludial.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
15	02°58'12"	41°29'12"	4,84	Silte grosso	5,01	1,29	0,00	0,97
16a	02°57'56"	41°29'19"	2,55	Areia fina	2,57	2,53	0,13	1,38
16b			4,17	Silte grosso	3,47	2,40	0,28	1,00

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 15 (amostra 12) apresenta coloração cinza claro amarronzado (2,5Y6/2), localizado na planície de inundação da lagoa de Sobradinho em área de alagado de maré. O sedimento é constituído de silte grosso, pobremente selecionado, cuja curva de frequência é mesocúrtica e aproximadamente simétrica.

O ponto amostral 16 foi subdividido em dois pontos, 16a e 16b, tendo sido coletadas duas amostras, 13 e 14 respectivamente. O ponto amostral 16a (amostra 13) apresenta sedimentos com coloração marrom claro amarelado (10YR6/4), localizado na planície de inundação do rio Cardoso, denominada na região de alagados de maré, salgados ou apicum, constituídos de areia fina e muito pobremente selecionados. A curva de frequência é leptocúrtica e assimetria positiva. Neste ponto foi possível perceber presença de material de origem antrópica (resíduos da construção da estrada), pedaços de madeira e fragmentos de rochas dos recifes de arenito, provavelmente transportados no período de maré cheia.

O ponto amostral 16b (amostra 14), com coloração predominante cinza (10YR5/1), localizado na mesma planície de inundação, apresenta sedimentos lamosos com presença de matéria orgânica (mangue) e odor característico, constituídos de silte grosso e muito pobremente selecionados. A curva de frequência é mesocúrtica e assimetria positiva.

As amostras 12 e 14 do Depósito paludial apresentaram teores baixos de matéria orgânica nos sedimentos de 3,6% e 5,8%, respectivamente.

7.1.3.4. Depósito eólico

O Depósito eólico é constituído de areias finas quartzosas, moderadamente selecionadas, de coloração esbranquiçada com tons amarronzados e amarelado muito claro, correspondendo aos campos de dunas móveis e fixas com feições longitudinais e transversais (Foto 24). Representa cerca de 15% das unidades litoestratigráficas da planície costeira da área de estudo, em altitudes médias de 15 m.



Foto 24. Depósito eólico configurando campos de dunas móveis e fixas (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

Este depósito recobre superficialmente em alguns trechos o Depósito marinho praiado, mantendo preservada a morfologia original de cristas e cavas. Nota-se a presença de minerais opacos com estratificação plano-paralela e cruzada.

Os dados texturais das amostras coletadas no Depósito eólico são apresentados no Quadro 22.

Quadro 22. Dados texturais das amostras do Depósito eólico.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
07	02°55'36"	41°20'09"	1,83	Areia média	1,87	0,60	-0,05	0,97
17	02°56'11"	41°32'25"	2,78	Areia fina	2,78	0,43	-0,03	1,04
18a	02°56'04"	41°32'40"	2,44	Areia fina	2,61	0,91	-0,33	1,12
18b			2,62	Areia fina	2,76	1,33	-0,10	1,87
21	02°54'18"	41°29'52"	2,73	Areia fina	2,73	0,46	0,01	0,92
30	02°54'06"	41°33'26"	1,82	Areia média	1,83	0,67	0,02	0,89

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – Assimetria; Kg – Curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 07 (amostra 6) corresponde ao Depósito eólico adjacente à praia de Cajueiro da Praia, de coloração marrom claro amarelado (10YR6/4), constituído de sedimentos à base de areia média e moderadamente selecionados. A curva de frequência é mesocúrtica e aproximadamente simétrica, atestada pelos valores da assimetria e curtose.

O ponto amostral 17 (amostra 15), com altitude de 12 m, apresenta coloração marrom muito claro (10YR8/3), localizado na duna frontal na estrada para Luis Correia (Foto 25), próximo ao canal de alimentação da lagoa do Sobradinho, que deságua na praia do Arrombado, entre as praias de Carnaubinha e Itaquí. Os sedimentos são constituídos de areia fina, bem selecionada, com presença de minerais opacos. A curva de frequência é mesocúrtica e aproximadamente simétrica.



Foto 25. Depósito eólico na forma de dunas livres, com presença de marcas de onda assimétricas na superfície do sedimento arenoso (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

O ponto amostral 18 foi subdividido em dois pontos 18a e 18b, por nele terem sido coletadas duas amostras, 16 e 17 respectivamente, com altitude de 15 m. O ponto amostral 18a (amostra 16), localizado na duna frontal, recobre a Formação Barreiras em uma jazida na estrada para Luis Correia. A coloração é marrom amarelada (10YR5/4), apresentando sedimentos constituídos de areia fina e moderadamente selecionados. A curva de frequência é leptocúrtica e assimetria muito negativa. O ponto amostral 18b (amostra 17) apresenta coloração amarelo avermelhada (5YR6/8), estratificado, cujos sedimentos são constituídos de areia fina, pobremente selecionada, leptocúrticos e assimetria negativa.

O ponto amostral 21 (amostra 18) corresponde ao Depósito eólico coletado nas adjacências da praia de Carnaubinha, coloração predominante cinza claro (10YR7/2), à base de quartzo e fragmentos de conchas. Os sedimentos são constituídos de areia fina e bem selecionados. A curva de frequência é muito mesocúrtica e aproximadamente simétrica.

O ponto amostral 30 (amostra 27) corresponde ao Depósito eólico coletado nas adjacências da praia de Itaqui em altitude de 1 m associado aos eolianitos, coloração cinza claro (10YR7/2), sedimentos constituídos de areia média e moderadamente selecionados. A curva de frequência é platicúrtica e aproximadamente simétrica.

As amostras 17 e 27 do Depósito eólico apresentaram teores baixos de matéria orgânica nos sedimentos de 2% e 2,1%, respectivamente.

Associado ao Depósito eólico ocorre na planície costeira da área de estudo, típicos eolianitos ou arenitos eólicos, os quais não foram mapeados devido a reduzida escala de ocorrência. Correspondem aos pontos amostrais 23 e 30, aflorando nas praias do Coqueiro (Foto 26), Carnaubinha e Itaqui.



Foto 26. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia do Coqueiro (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

Na praia de Carnaubinha, os eolianitos apresentam típica estratificação plana paralela inclinada (Foto 27), correspondendo ao ponto amostral 23 (R10), diferentes dos arenitos de praia, pois são de origem eólica, resultante da cimentação de areias de paleodunas.

Na praia de Itaqui, os eolianitos apresentam estruturas alongadas como tubos semelhantes aos formados por ação biológica, constituídos de carbonato de cálcio inorgânico (Foto 28). Correspondem ao ponto amostral 30 (R13), tendo sido a amostra de rocha coletada no mesmo ponto da amostra 27 do depósito eólico.



Foto 27. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia de Carnaubinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).



Foto 28. Eolianitos aflorantes na planície costeira adjacente à praia de Itaqui, observando-se os tubos alongados à base de carbonato de cálcio, que lembram diminutas estalactites e estalagmites (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

7.1.3.5. Depósito marinho praiial

O Depósito marinho praiial corresponde à atual linha de costa, compondo faixas de praias com superfície arenosa de acumulação marinha, constituído por sedimentos arenosos finos a grossos, de seleção moderada a pobre e assimetria variando entre muito positiva a muito negativa.

O Depósito marinho praiial é constituído por areias quartzosas de coloração acinzentada com típicas marcas de onda (Foto 29), apresentando também tons amarronzados e avermelhados, este último pela presença de óxido de ferro. Pode formar cordões litorâneos em vários trechos, apresentando-se recoberto por dunas em alguns, nele estão expostos os recifes de arenito de praia (*beachrocks*) e também os de arenito propriamente ditos, geralmente associados à Formação Barreiras. Este depósito representa cerca de 4% das unidades litoestratigráficas da área de estudo.



Foto 29. Depósito marinho praiial constituído de sedimentos arenosos e presença de marcas de onda assimétricas (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

As amostras 1, 2, 3 e 9 do Depósito marinho praiial apresentaram teores de matéria orgânica nos sedimentos de 5,7%, 1,5%, 0,8% e 0,3%, respectivamente. Quanto ao conteúdo de bioclastos nos

sedimentos praiais, a amostra 2 da praia do Cajueiro da Praia apresentou 67,9% de carbonato biodetrítico. Nas demais praias, as porcentagens foram baixas, entre 0 e 1,1%. A classificação textural das amostras deste depósito está apresentada na caracterização dos complexos recifais identificados.

7.1.4. Plataforma continental interna

A plataforma continental interna no estado do Piauí apresenta profundidades que variam de 0 a 10 m, com gradiente batimétrico muito suave, configurando-se rasa, sem grandes feições submarinas registradas.

Como em todo o litoral nordestino estão presentes, na plataforma continental interna, linhas de recifes de arenito, com extensão e largura variáveis, dispersas aleatoriamente sobre a faixa praiial, e, ocasionalmente, arenitos de praia (*beachrocks*), geralmente paralelos à costa, constituindo uma proteção efetiva a esta, por absorver grande parte da energia das ondas incidentes, servindo também como substrato para o desenvolvimento de algas, corais e outros seres vivos.

Os recifes de arenito devem ocorrer em duas ou três exposições na plataforma continental interna, estando a primeira quase sempre emersa e contígua à praia e as outras submersas ou parcialmente emersas. Estas diferentes exposições, de acordo com a literatura, correspondem a antigas linhas de praia, justificando sua característica de evidência da variação do nível relativo do mar durante o Quaternário.

7.2. O COMPLEXO RECIFAL – PRAIAL DO ESTADO DO PIAUÍ – ASPECTOS FISIOGRAFICOS, TEXTURAI, MORFOLÓGICOS E PETROGRÁFICOS

A definição das formas dos recifes de arenito da zona litorânea piauiense foi realizada através da observação de campo, com auxílio da literatura, interpretação dos perfis topográficos e análise de fotografias aéreas. Os perfis planialtimétricos foram realizados através de técnicas tradicionais de topografia e os resultados foram satisfatórios mesmo considerando o tempo para a realização e a instabilidade do ambiente (relativo à oscilação da maré). As fotografias aéreas serviram para confirmar a localização das áreas de ocorrência dos recifes. Estabeleceu-se também a extensão de cada alinhamento das rochas dos recifes

estudados, com o intuito de verificar sua contribuição espacial na zona litorânea na qual ocorrem.

No Quadro 23 registram-se a extensão e as altitudes médias, bem como as coordenadas geográficas das áreas de recifes de arenito do litoral piauiense, do ponto inicial e final de cada área.

Quadro 23. Extensão e localização das áreas de recifes de arenito no litoral do Piauí.

Localidade	Extensão (m)	Início			Final		
		Lat. (S)	Long. (W)	Elev. (m)	Lat. (S)	Long. (W)	Elev. (m)
Cajueiro da Praia	1.253	02°55' 36"	41°19' 52"	1	02°55' 36"	41°20' 15"	1
Morro Branco	2.405	02°55' 01"	41°20' 49"	- 4	02°55' 02"	41°22' 01"	- 4
Barrinha	2.081	02°55' 02"	41°22' 05"	- 5	02°54' 40"	41°23' 07"	4
Barra Grande	1.670	02°54' 15"	41°23' 57"	1	02°54' 31"	41°24' 42"	2
Carnaubinha	2.315	02°53' 57"	41°29' 11"	4	02°54' 27"	41°30' 09"	-1
Itaqui	707	02°53' 52"	41°33' 24"	-4	02°04' 01"	41°33' 36"	-1
Coqueiro	1.913	02°54' 04"	41°33' 42"	-2	02°54' 20"	41°34' 38"	0

Em amarelo – recifes do município de Cajueiro da Praia;

Em cinza – recifes do município de Luis Correia.

Fonte: Baptista (2010).

Verifica-se que então que a extensão dos recifes de arenito da zona litorânea piauiense, considerando o comprimento linear dos alinhamentos de rochas sobre a praia, expostos num período de maré baixa normal, totaliza aproximadamente 12,35 km, correspondendo a 45% da extensão da área de estudo que é de 27 km e 19% dos 66 km de extensão total do litoral piauiense. Este dado traduz a relevância dessas estruturas na configuração da zona litorânea piauiense, pois quase 1/3 de suas praias possuem recifes de arenito expostos.

A extensão dos recifes por área varia de 700 a 2.500 m, sendo os recifes de Morro Branco os que se estendem por uma área maior com 2.405 m, seguida pelos de Carnaubinha com 2.315 m. A menor área de recifes é a de Itaqui com apenas 707 m expostos na praia circundando o pontal arenoso. A única ocorrência de recifes de arenito de praia

(*beachrocks*) na praia da Barrinha possui uma extensão significativa, com 2.081 m, sendo a terceira maior.

Na análise dos perfis e conseqüente definição da morfologia dos recifes, visando facilitar a compreensão, foram definidos dois setores de ocorrência dessas estruturas coincidindo com a divisão política administrativa dos municípios costeiros do estado do Piauí, no sentido leste – oeste, sendo as áreas indicadas por ordem numérica (Fig. 17) apresentadas com mais detalhes em figuras posteriores:

- setor 1: complexo recifal de Cajueiro da Praia – abrangendo os recifes de arenito das praias de Cajueiro da Praia (1), Morro Branco (2) e Barra Grande (4) e os recifes de arenito de praia (*beachrocks*) da praia da Barrinha (3);

- setor 2: complexo recifal de Luis Correia: incluindo os recifes de arenito das praias de Carnaubinha(5), Itaqui (6) e do Coqueiro (7).

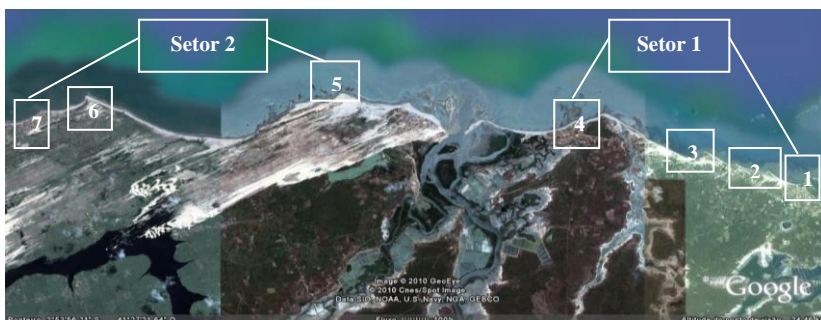


Figura 17. Setorização dos complexos recifais da zona litorânea do Piauí.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.

No Quadro 24 apresentam-se as coordenadas geográficas dos perfis realizados em cada área recifal do ponto inicial ao final, no sentido perpendicular à faixa praial.

Quadro 24. Localização dos perfis topográficos realizados nas praias com recifes de arenito do litoral piauiense.

Localidade/perfil	Início		Final	
	Lat. (S)	Long. (W)	Lat. (S)	Long. (W)
Cajueiro da Praia (P1)	2°55'33"	41°20'10"	2°55'29"	41°20'20"
Morro Branco (P2)	2°55'15"	41°21'30"	2°55'05"	41°21'28"
Barrinha (P3)	2°54'56"	41°22'42"	2°54'48"	41°22'39"
Barra Grande (P4)	2°54'23"	41°24'25"	2°54'17"	41°24'28"
Carnaubinha (P5)	2°53'59"	41°29'31"	2°53'52"	41°29'28"
Itaqui (P6)	2°53'55"	41°33'31"	2°53'49"	41°33'31"
Coqueiro (P7)	2°54'20"	41°34'33"	2°54'11"	41°34'32"

Em amarelo – recifes do município de Cajueiro da Praia;

Em cinza – recifes do município de Luis Correia.

Fonte: Baptista (2010).

7.2.1. Setor 1: complexo recifal do município de Cajueiro da Praia

7.2.1.1. Praia de Cajueiro da Praia

A localidade Cajueiro da Praia foi uma vila de pescadores apresentando pequenas embarcações atracadas em áreas próximas aos recifes, sendo hoje sede do município de mesmo nome. Na praia de Cajueiro da Praia, os recifes estão circundando a praia em contato com o supralitoral (Fig. 18), bastante expostos, principalmente durante a maré baixa e configuram-se como um afloramento homogêneo, não estratificado, formando concreções (Foto 30). A coloração dos recifes varia conforme a posição geográfica junto à linha da costa: mais distante – esverdeado e cinza; mais próximo – avermelhado, amarelado e cinza. Ocorre ainda presença de plantas e animais terrestres (aves).



Figura 18. Praia de Cajueiro da Praia (1) com recifes de arenito.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 30. Recifes de arenito da praia de Cajueiro da Praia e em segundo plano, o Depósito eólico holocênico (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

Nesta área os recifes se encontram unidos à planície costeira, junto à falésia da Formação Barreiras (Foto 31-A), a ponto de receberem sedimentos desta, sofrendo também influência dos cursos d'água próximos. Os sedimentos continentais que se agregam aos recifes são de caráter argiloso dando a estes uma coloração vermelha alaranjado. Apresentam incrustações de conchas de moluscos (Foto 31-B), principalmente bivalves, que, entretanto não participam de sua

composição mineralógica e também bancos de algas, muito comuns entre suas “barretas” (poças d’água).

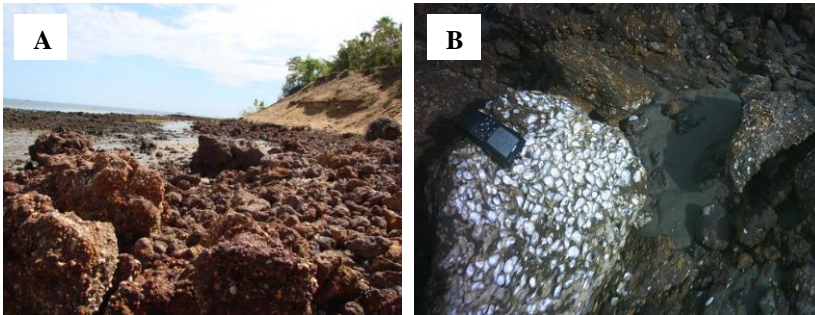


Foto 31. Rochas do recife de arenito da praia de Cajueiro da Praia, mostrando em (A), o contato entre os recifes e a falésia adjacente ao Depósito eólico e em (B), detalhe da rocha com conchas incrustadas (Fotos de Vicente da Silva, julho de 2008 – foto A e, de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007 – foto B).

O perfil da praia de Cajueiro da Praia (Fig. 19) apresenta 175 m de extensão, sendo 35 m no supralitoral (sobre a falésia) e 140 m do próprio recife. A alternância topográfica entre os pontos inicial e o final foi de cerca de 7 m. A partir do início do perfil, a 15 m tem-se a falésia com aproximadamente 13 m de altitude. A zona de supramaré tem 35 m e seu início é marcado pelo contato com a falésia. A zona de intermaré está representada pelo próprio recife, pois neste trecho as rochas recobrem totalmente a praia.

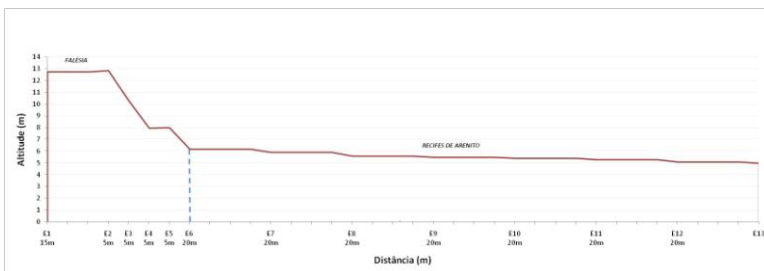


Figura 19. Perfil topográfico P1 da praia de Cajueiro da Praia.
Fonte: Baptista (2010).

Sua morfologia corresponde a agrupamentos de rochas longos e descontínuos sobre a praia, apresentando-se um pouco acima do nível das águas oceânicas, sendo cobertos parcial ou totalmente pela maré, no decorrer do dia em virtude de sua proximidade com o continente, estando presentes então na parte superior (mais próxima do continente) do Depósito marinho praial. Sobre a falésia desenvolve-se vegetação típica da região com destaque para os coqueirais e para os cajueiros, árvores que dão nome tanto à praia como ao município.

Este recife corresponde ao ponto amostral 01, tendo sido a amostra da rocha denominada de R1.

A análise petrográfica da amostra R1 indicou serem arenitos conglomeráticos cimentados por óxido de ferro, o que também contribui para a coloração que varia de marrom escuro a avermelhada. Apresentam granulação grossa, com estrutura maciça, sem deformações tectônicas, nem alterações intempéricas evidentes, sendo ainda coerentes. A maior concentração mineralógica se constitui em clastos de quartzo e quartzito (40%) e óxidos/hidróxidos de ferro (15%), que corresponde ao cimento (Fig. 20). Apresentam ainda poros em menor proporção (5%). Os clastos maiores (com tamanho médio de até 10 mm) são também os mais arredondados e esféricos e quase sempre são de quartzito (grãos policristalinos). Os grãos menores de quartzo (com tamanho médio de até 4 mm) apresentam aspecto de grãos angulosos possuindo as bordas corroídas.

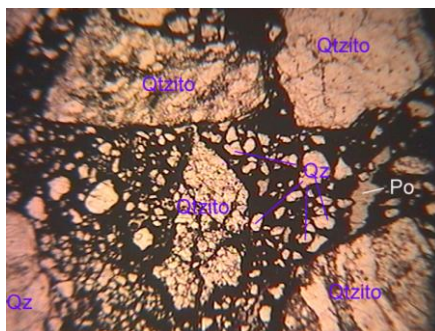


Figura 20. Aspectos mineralógicos da amostra R1 do recife de arenito de Cajueiro da Praia (Qtzito = seixos de quartzito; Qz = seixos, grânulos e seixos de quartzo). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia de Cajueiro da Praia foram coletadas cinco amostras de sedimentos praias cujos atributos texturais são apresentados no Quadro 25.

Quadro 25. Dados texturais das amostras da praia de Cajueiro da Praia.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S	Long. W						
02	02°55'29"	41°20'09"	4,22	Silte grosso	3,79	1,91	0,26	1,26
03	02°55'31"	41°20'09"	0,64	Areia grossa	0,81	0,89	-0,16	0,88
04	02°55'09"	41°20'09"	0,38	Areia grossa	0,32	0,85	0,11	1,15
05	02°55'09"	41°20'09"	1,07	Areia média	1,39	1,44	-0,10	0,66
06	02°55'36"	41°20'10"	1,78	Areia média	2,83	1,66	-0,67	0,46

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 02 (amostra 1) apresenta coloração cinza-oliva claro (5Y6/2), cujos sedimentos são constituídos de silte grosso e pobremente selecionados. A curva de frequência é leptocúrtica com assimetria positiva.

O ponto amostral 03 (amostra 2) apresenta intercalação de sedimentos mais arenosos com sedimentos mais cascalhosos e fragmentos de conchas. A coloração do sedimento é marrom claro (10YR6/3), constituído de areia grossa, moderadamente selecionada. A curva de frequência é platicúrtica com assimetria negativa.

O ponto amostral 04 (amostra 3) apresenta coloração marrom muito claro (10YR7/3), cujos sedimentos são constituídos de areia grossa e moderadamente selecionados. A curva de frequência é leptocúrtica e assimetria positiva.

O ponto amostral 05 (amostra 4) apresenta coloração amarelo amarronzado (10YR6/8), constituído de sedimentos arenosos médios e pobremente selecionados. A curva de frequência é muito platicúrtica e assimetria negativa.

O ponto amostral 06 (amostra 5) apresenta coloração cinza esverdeado (5Y6/1), constituído de sedimentos à base de areia média e pobremente selecionados. A curva de frequência é muito platicúrtica e assimetria muito negativa.

7.2.1.2. Praia de Morro Branco

Praia de declividade baixa com configuração bem mais retilínea do que as outras (Fig. 21) apresentando recifes espalhados com expressivo número de conchas de moluscos incrustadas sobre o mesolitoral (Foto 32). Presença de algas marinhas bentônicas e de moluscos: gastrópodes e bivalves nas pequenas poças de água ou “barretas” no interior das rochas. Apresenta ainda arbustos terrestres entre as rochas do recife e pequenos barcos de pesca. A denominação da praia é decorrente da presença de alguns concheiros depositados sobre dunas próximos a ela, atualmente pouco expressivos.



Figura 21. Praia de Morro Branco (2) com recifes de arenito.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 32. Recifes de arenito da praia de Morro Branco (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Semelhante às rochas de praia de Cajueiro da Praia, os recifes de arenito da praia de Morro Branco, representam recifes consolidados apresentando “barretas” e conchas incrustadas (Foto 33), estando dispostos mais ao largo em relação ao continente, também sujeitos à variação do fluxo das marés, ficando permanentemente cobertos por ocasião da preamar.

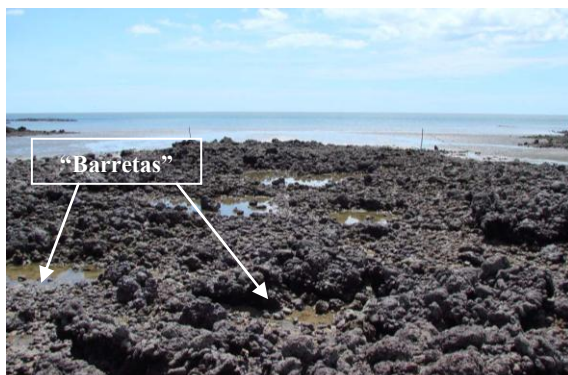


Foto 33. Recifes de arenito da praia de Morro Branco com a ocorrência de típicas “barretas” (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

O perfil da praia de Morro Branco (Fig. 22) apresenta 110 m de extensão sendo 20 m no mesolitoral (sobre a praia) e 90 m do próprio recife. A zona de intermaré com 20 m de extensão é representada pela zona situada entre a linha de maré alta (3,6 m) e a de maré baixa (2,9 m), não considerando, neste caso, os próprios recifes. O ponto mais elevado do perfil se encontra a 12 m e está localizado sobre a praia e a topografia tem alternância média pequena em torno de 2 m.

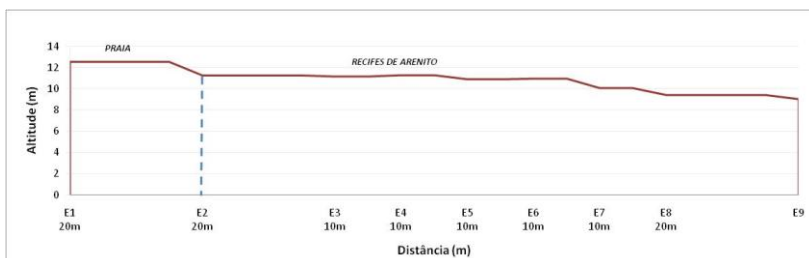


Figura 22. Perfil topográfico P2 da praia de Morro Branco.

Fonte: Baptista (2010).

Apresentam-se morfologicamente como grupos de rochas mais arredondadas distribuídas de forma descontínua sobre a praia com coloração predominante marrom. São recifes baixos em relação à praia, praticamente sem uma alteração significativa na altitude em toda sua extensão.

Os recifes de arenito da praia de Morro Branco correspondem ao ponto amostral 08, tendo sido a amostra da rocha denominada de R3.

A análise petrográfica da amostra R3 indicou serem arenitos conglomeráticos também cimentados por óxido/hidróxidos de ferro, com granulação média com estrutura maciça, sem deformações tectônicas, nem alterações intempéricas evidentes. A composição mineralógica se distribuiu entre grãos de quartzo (40%), quartzito (30%), óxidos/hidróxidos de ferro (28%) e poros (com 2%). Com textura clástica, seus seixos e grânulos possuem grau de arredondamento e esfericidade variáveis, sendo cimentados por óxidos/hidróxidos de ferro, opacos ao microscópio (Figuras 23 e 24).

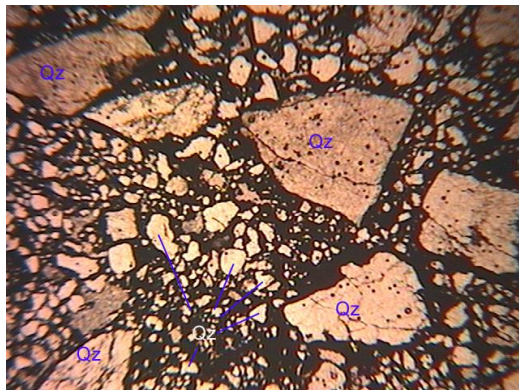


Figura 23. Aspectos mineralógicos da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, composto de grãos de areia de quartzo (Qz) de diversos tamanhos, cimentados por óxidos/hidróxidos de ferro (porções escuras entre os grãos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm.

Fonte: Baptista (2010).

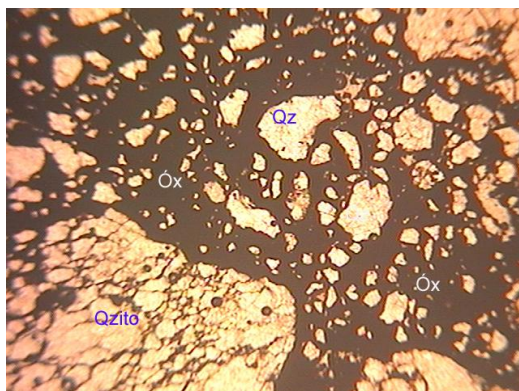


Figura 24. Aspectos mineralógicos da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco (Qtzito = grânulos de quartzito; Qz = grãos de quartzo; Ox = cimento de óxido de ferro). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Observam-se, ainda espaços vazios (poros), com dimensões médias de até 0,6 mm, entre os grãos, em proporção menor que as partes cimentadas (Fig. 25).

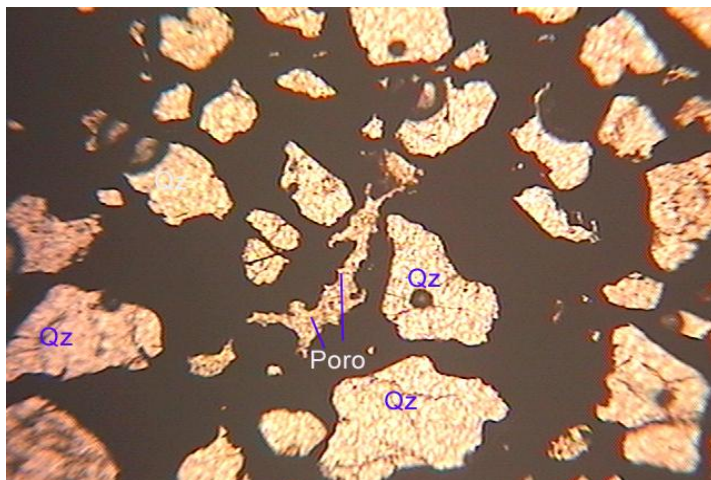


Figura 25. Aspectos gerais da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, destacando a presença dos poros (Qz = grãos de quartzo; porções escuras = cimento de óxidos/hidróxidos de ferro; poro = espaço vazio entre os grãos). Luz natural polarizada. Comprimento da foto = 1,4 mm.
Fonte: Baptista (2010).

Os grãos maiores apresentam bom arredondamento, sendo que os menores são quase sempre muito angulosos, porém ambos são compostos exclusivamente por quartzo ou quartzito com tamanho médio variando entre 4 a 10 mm. Ressalta-se que esta angularidade é secundária, proveniente da substituição das bordas do clasto de quartzo pelo cimento de óxido/hidróxido de ferro, com diferentes formas de iluminação (Figuras 26 e 27).

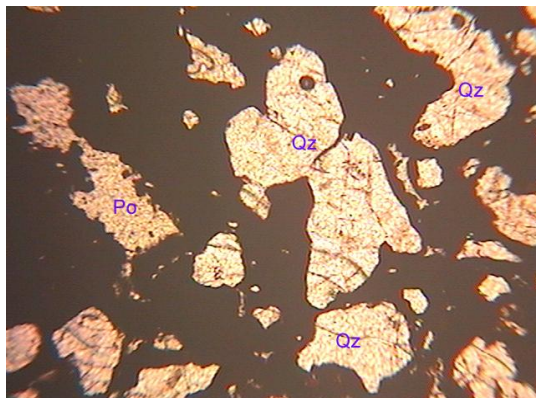


Figura 26. Detalhe da amostra R3 do recife de arenito de Morro Branco, observando-se os clastos angulosos de quartzo com angularidade secundária, produzida pela substituição de seus bordos por óxidos/hidróxidos de ferro. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 1,4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

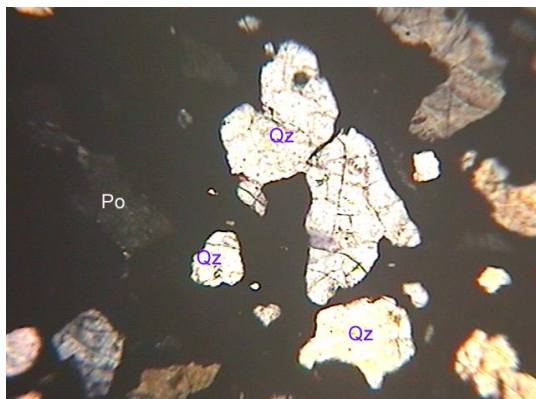


Figura 27. Mesma fotomicrofotografia anterior, à luz polarizada, evidenciando a continuidade cristalográfica do clastos de quartzo com bordos substituídos. Luz polarizada analisada (LP). Comprimento da foto = 1,4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia de Morro Branco foi coletada uma amostra de sedimento praial, ponto amostral 09 (amostra 7), apresentando coloração predominante cinza (2,5Y6/1) com tons esverdeados, sedimentos constituídos de areia fina e pobremente selecionados. A curva de frequência é muito platicúrtica e assimetria muito negativa (Quadro 26).

Quadro 26. Dados texturais da amostra da praia de Morro Branco.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
09	02°55'06"	41°21'46"	2,23	Areia fina	3,11	1,55	-0,70	0,59

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio Padrão; Ski – assimetria; Kg – Curtose.

Fonte: Baptista (2010).

7.2.1.3. Praia da Barrinha

Praia apresentando recife estratificado, coloração predominante cinza claro, localizado após o mesolitoral em contato direto como supralitoral, no sentido oceano – costa (Fig. 28). Correspondem aos verdadeiros *beachrocks* ou rochas de praia, considerando a literatura estudada (Foto 34). Estes recifes apresentam-se inclinados em direção ao mar acompanhando a própria declividade da praia, confirmando a função de proteção da linha da costa característica destas formações, com presença significativa de animais marinhos: moluscos – gastrópodes e bivalves, principalmente o sururu (*Brachidontes exutus*), entre as aberturas típicas encontradas nessas rochas, denominadas “marmitas de dissolução” (Foto 35).



Figura 28. Praia da Barrinha (3) com recifes de arenito de praia.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 34. Detalhe dos recifes de arenito da praia da Barrinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto 35. Rochas do recife de arenito de praia (*beachrock*) da praia da Barrinha, observando-se em (A) uma vista geral para leste das rochas psamíticas e, em (B) detalhe de uma marmita preenchida por água e com presença de vegetação (Fotos de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009 – foto A e, de Vicente da Silva, julho de 2008 – foto B).

O perfil da praia da Barrinha (Fig. 29) apresenta 44 m de extensão, sendo 21 m no supralitoral e 23 m do próprio recife. A alternância topográfica entre os pontos inicial e o final foi de 3 m. A partir do início do perfil, a 10 m tem-se a área da planície costeira atingindo 12 m no trecho da estrada, constituindo a maior elevação do perfil.

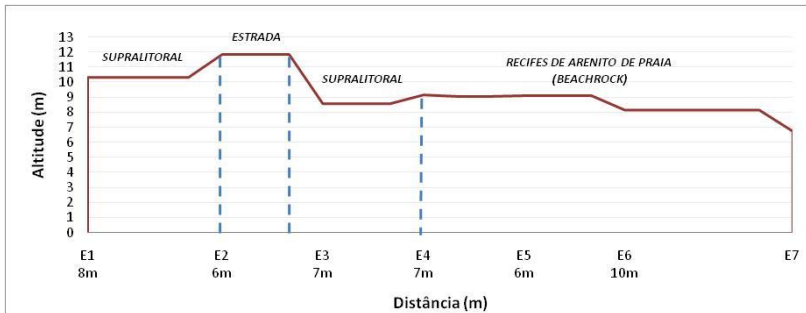


Figura 29. Perfil topográfico P3 da praia da Barrinha.

Fonte: Baptista (2010).

Sua morfologia corresponde a faixas longas e contínuas sobre a praia, apresentando suave mergulho rumo ao oceano, formando significativa proteção para a costa. A zona do mesolitoral não é representada, pois as rochas sobre a praia estão sempre expostas independentes da maré.

Os recifes de arenito de praia da praia da Barrinha correspondem ao ponto amostral 10, tendo sido a amostra da rocha denominada de R4.

A análise petrográfica da amostra R4 indicou serem arenitos com biodetritos e cimento carbonático, que estabelece uma coloração cinza claro às rochas. Apresentam estrutura acamadada com estratos de grãos maiores (até 10 mm) alternadas com estratos de grãos menores (de 0,6 a 4 mm), sem deformações tectônicas, pouco intemperizada. Com textura clástica, apresenta grãos de areia arredondados a angulosos ora mais afastados, com espaços vazios (poros) entre eles, ora justapostos e cimentados, com composição mineralógica distribuindo-se entre grãos de quartzo (45%), biofragmentos ou fragmentos de conchas (30%), cimento de carbonato de cálcio (8%) e poros (15%) (Fig. 30). Fazem parte ainda da composição, em menor proporção, minerais opacos como magnetita/ilmenita (2%) e turmalina (<1%).

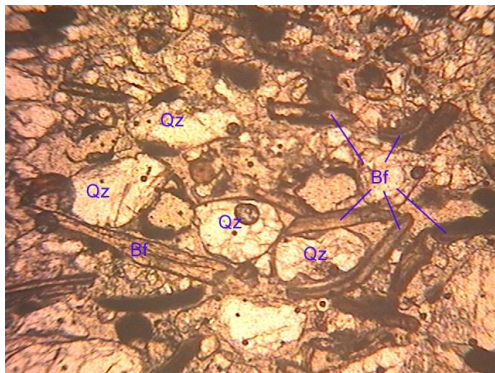


Figura 30. Textura geral da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha (Qz = grãos de areia de quartzo; Bf = biofragmentos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Os biotetrítos podem ser de duas ou mais espécies (Fig. 31). Os grãos podem estar afastados com espaços vazios (poros) entre eles, ou podem estar cimentados por carbonatos (Fig. 32), estando assim em alguns locais cimentados e em outros não. O cimento por carbonato é oriundo da dissolução do calcário das carapaças e precipitados nos espaços vazios.

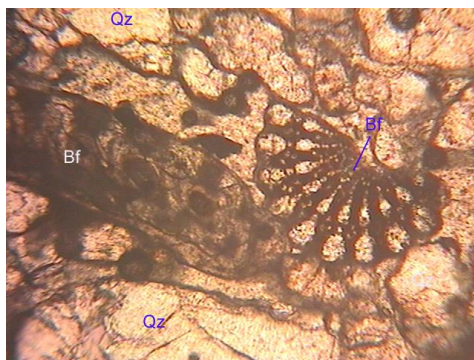


Figura 31. Detalhe da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha (Qz = grãos de quartzo; Bf = biofragmentos de dois tipos). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

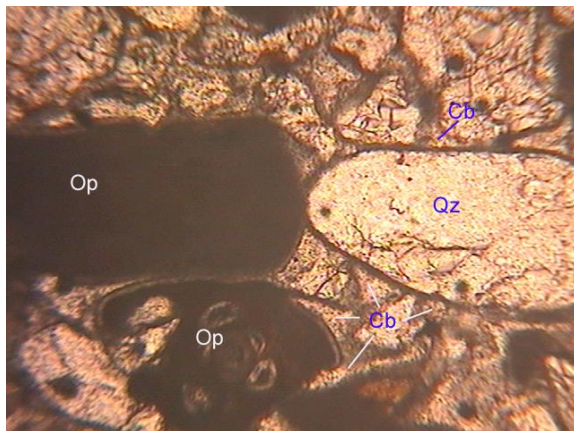


Figura 32. Detalhe da amostra R4 do arenito de praia da praia da Barrinha, observando-se os grãos de areia arredondados de quartzo (Qz) e minerais opacos (Op), com cimento de carbonato (Cb) em seus interstícios. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 1,4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia da Barrinha foram coletadas duas amostras de sedimentos correspondendo aos pontos amostrais 11a e 11b (Quadro 27).

Quadro 27. Dados texturais das amostras da praia da Barrinha.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
11a	02°55'04"	41°22'27"	1,12	Areia média	1,21	1,09	0,04	0,95
11b			1,16	Areia média	0,86	1,01	0,38	0,71

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral de número 11, correspondendo à praia atual, foi subdividido em dois pontos 11a e 11b, por nele terem sido coletadas duas amostras, 8 e 9 respectivamente. O ponto 11a (amostra 8) apresenta coloração cinza claro amarronzado (10YR6/2), com sedimentos

constituídos de areia média e pobremente selecionados. A curva de frequência é mesocúrtica e aproximadamente simétrica. O ponto 11b (amostra 9) apresenta coloração marrom muito claro (10YR7/3), com sedimentos constituídos de areia média e pobremente selecionados. A curva de frequência é platicúrtica e assimetria muito positiva.

7.2.1.4. Praia de Barra Grande

Praia com baixa declividade apresentando rochas com conchas incrustantes semelhantes às da praia de Cajueiro da Praia e muitos bancos de algas (Fig. 33). A cor é cinza clara na porção mais interna em direção ao mar e cinza avermelhado mais próximo à praia (Foto 36). Ocorre a presença de um molusco pequeno denominado por moradores locais como *Aristim* (espécie de ostra), cujo termo científico correspondente não pode ser identificado, uma vez que o nome citado é utilizado somente no local.



Figura 33. Praia de Barra Grande (4) com recifes de arenito.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 36. Vista para nordeste dos recifes de arenito da praia de Barra Grande (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Nesta praia ocorrem recifes de arenito no supralitoral que apresentam uma suave inclinação na interface com o continente (Foto 37). Como é uma área menos visitada, seus recifes ainda mantêm presença de conchas incrustadas o que confere às vezes uma coloração esbranquiçada aos mesmos, principalmente vistos à distância.



Foto 37. Rochas do recife de arenito da praia de Barra Grande (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

O perfil da praia de Barra Grande (Fig. 34) apresenta 58 m de extensão, sendo 18 m no supralitoral e 40 m no próprio recife. A partir do início do perfil, a 18 m tem-se o supralitoral com 1,5 m de altitude, sendo este o ponto mais elevado. A alternância topográfica entre os pontos inicial e o final foi de 1 m. A zona de intermaré (mesolitoral) representada pelo setor situado entre a linha de maré alta (3,6 m) e a de maré baixa (2,9 m), correspondeu neste caso aos próprios recifes, já que neste trecho as rochas recobrem totalmente a praia. Na coleta dos dados para este perfil, a interferência da maré foi significativa, impedindo uma mensuração maior em direção ao oceano.

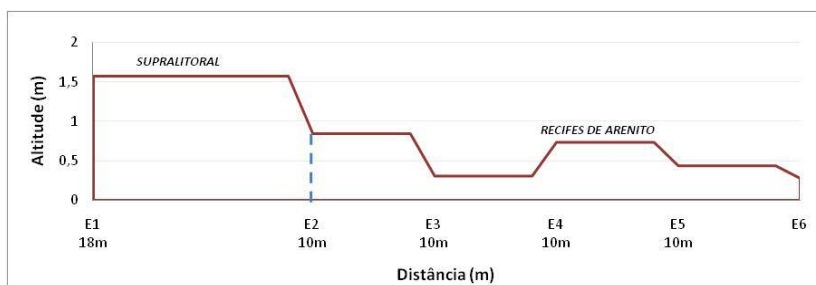


Figura 34. Perfil topográfico P4 da praia de Barra Grande.

Fonte: Baptista (2010).

Sua morfologia corresponde ao agrupamento de rochas, longos e descontínuos sobre a praia, no sentido transversal a esta, sendo cobertos totalmente durante as marés altas, ficando parcialmente descoberto na baixa mar, dependendo da época do ano.

Os recifes de arenito da praia de Barra Grande correspondem ao ponto amostral 13, tendo sido a amostra da rocha denominada de R6.

A análise petrográfica da amostra R6 indicou serem arenitos conglomeráticos cimentados por óxido/hidróxido de ferro, contribuindo para a coloração marrom. Apresentam granulação grossa com estrutura composta de seixos/grânulos de quartzo/quartzito e também com presença de silte e argila. A composição mineralógica está distribuída entre clastos de quartzo (42%), clastos de quartzito (40%), o cimento de óxido-hidróxido de ferro (15%) e poros (3%). Sem deformações tectônicas e coerentes, apresentam ainda estrutura pedogenética, indicando níveis de paleossolos da Formação Barreiras.

Os grãos de quartzito são os clastos maiores, com dimensões alcançando até 10 mm, mais arredondados e esféricos, sendo menores os

grãos de quartzo, com dimensões de até 4 mm. Uma maior concentração de poros em determinados locais (Fig. 35) indica as porções menos cimentadas da amostra. Muito semelhante à amostra de rocha da praia do Coqueiro (R11), porém com proporção maior de seixo de quartzito em relação aos de quartzo. Há também proporção maior de poros vazios em relação à matriz.

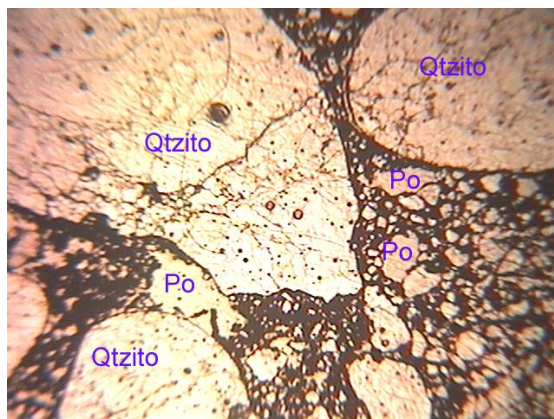


Figura 35. Aspectos mineralógicos da amostra R6 do recife de arenito da praia de Barra Grande (Qtzito = seixos de quartzito; Po = poros vazios entre o cimento de óxido/hidróxidos de ferro e demais grãos claros de quartzo). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia de Barra Grande foi coletada uma amostra de sedimento praial correspondendo ao ponto amostral 14 (amostra 11) (Quadro 28).

Quadro 28. Dados texturais da amostra de sedimento da praia de Barra Grande.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
14	02°54'24"	41°24'23"	-0,18	Areia muito grossa	-0,12	0,67	0,30	1,31

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – Desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 14 (amostra 11) apresenta coloração cinza (2,5Y6/1), constituído de areia muito grossa e moderadamente selecionado. A curva de frequência é leptocúrtica e assimetria muito positiva.

7.2.2. Setor 2: complexo recifal do município de Luis Correia

7.2.2.1. Praia de Carnaubinha

Praia com declividade muito baixa, bem suave e distinta das demais com significativa extensão (Fig. 36). Os recifes, semelhantes aos da praia de Cajueiro da Praia, ocasionalmente em contato direto com depósitos eólicos (pequenos trechos de dunas baixas), apresentando componentes mais siliciclásticos do que carbonáticos, embora apresentem significativa presença de conchas sobre as rochas. Sua formação, semelhante aos outros recifes de arenito, ocorreu provavelmente pela diagênese dos sedimentos oriundos da Formação Barreiras com contribuição superficial de sedimentos carbonáticos (Foto 38). No supralitoral há presença abundante de vegetação típica litorânea e de alguns pequenos cursos d'água.



Figura 36. Praia de Carnaubinha (5) com recifes de arenito.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do Google Earth. Sem escala.



Foto 38. Vista para nordeste dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

As formações recifais desta praia são areníticas com disposição espacial espalhada sobre a praia acompanhando a linha da costa e apresentando conchas incrustadas. Constituem recifes com características naturais preservadas (Foto 39) pela pouca presença humana na área, no que se refere às alterações antrópicas.



Foto 39. Vista para leste dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha
(Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

O perfil da praia de Carnaubinha indicou que os recifes estão bem mais elevados que a praia, embora esta seja bastante plana, em direção ao oceano, e apresenta 160 m de extensão (Fig. 37), sendo 20 m na praia (mesolitoral) e 140 m do próprio recife. Este é o perfil mais extenso do litoral piauiense e a partir de seu início tem-se a praia com 2,5 m de altitude. O ponto mais elevado do perfil encontra-se, entretanto, a 3 m sobre o recife e a alternância topográfica entre os pontos inicial e o final foi de 1 m. A zona de intermaré (mesolitoral) com 20 m de extensão é representada pela zona situada entre a linha de maré alta (3,6 m) e a de maré baixa (2,9 m), não considerando os próprios recifes.

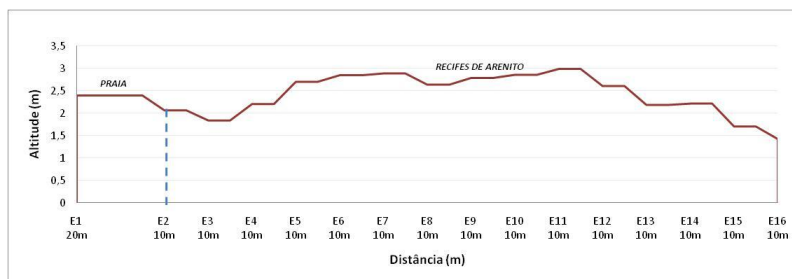


Figura 37. Perfil topográfico P5 da praia de Carnaubinha.
Fonte: Baptista (2010).

Sua morfologia corresponde a agrupamentos de rochas longos e descontínuos sobre a praia, acompanhando seu contorno, sendo cobertos totalmente durante as marés altas, ficando parcialmente descobertos nas marés baixas, considerando o período do ano. Como característica comum às áreas recifais semelhantes, também se apresenta entrecortada pelas denominadas “barretas”.

Os recifes de arenito da praia de Carnaubinha correspondem ao ponto amostral 20, tendo sido a amostra da rocha denominada de R9.

A análise petrográfica da amostra R9 indicou serem arenitos conglomeráticos cimentados por óxido de ferro/hidróxido, contribuindo para a coloração marrom escuro. Apresentam granulação grossa com estrutura maciça e composição mineralógica distribuída entre clastos de quartzo (75% do total), clastos de quartzito (10%), cimento de óxido-hidróxido de ferro (10%) e poros (5%). Não apresentam deformações tectônicas, nem alterações intempéricas. Os clastos maiores são os de quartzo (com até 10 mm) e os menores de quartzito (com até 4 mm). Muito semelhante às rochas da praia do Coqueiro (R11), porém possui uma proporção de poros vazios um pouco maior em relação ao cimento (Fig. 38).

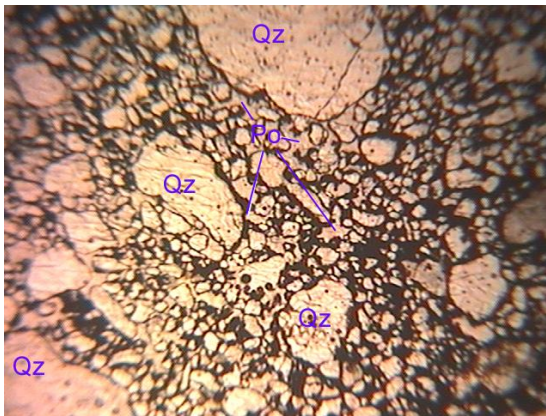


Figura 38. Aspectos mineralógicos da amostra R9 dos recifes de arenito da praia de Carnaubinha, à direita da microfotografia, maior proporção de cimento de óxido/hidróxidos de ferro (porções escuras) e à esquerda, maior proporção em poros vazios. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia de Carnaubinha foram coletadas duas amostras de sedimentos praias, correspondendo ao ponto amostral 22 (amostras 22a e 22b) (Quadro 29).

Quadro 29. Dados texturais das amostras da praia de Carnaubinha.

PA	Coordenadas		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
22a	02°54'18"	41°29'52"	0,14	Areia grossa	0,29	0,92	0,16	1,08
22b			2,17	Areia fina	2,51	0,96	-0,47	0,98

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela media; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 22 foi subdividido nos pontos 22a e 22b, por nele terem sido coletadas duas amostras 19 e 20, respectivamente. A seqüência deposicional mostra a seguinte estrutura: (A) estrato superior arenoso fino, com 15 cm de espessura, com intercalação de areia grossa, e (B) estrato inferior arenoso grosso, com grânulos, mais homogênea e presença de fragmentos das rochas dos recifes (Fig. 39) (Foto 40).

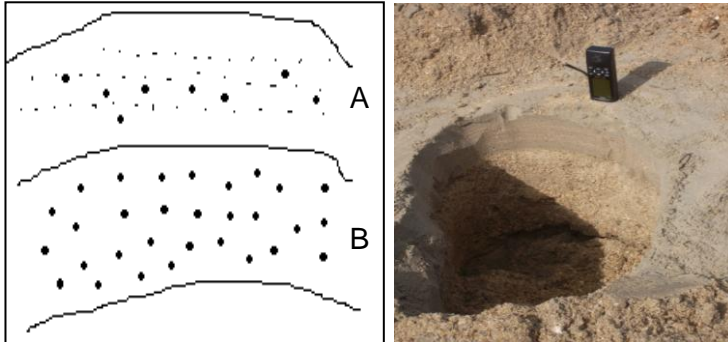


Figura 39. Estrato superior e inferior do Depósito marinho praial da praia de Carnaubinha.

Fonte: Baptista (2010).

Foto 40. Detalhe dos estratos do sedimento praial da praia de Carnaubinha (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

O ponto 22a (amostra 19, camada B) apresenta coloração cinza claro (10YR7/1), constituída de areia grossa e moderadamente selecionada. A curva de freqüência é mesocúrtica e assimetria positiva. O ponto 22b (amostra 20, camada A), apresenta coloração cinza claro (10YR7/1), constituída de areia fina e moderadamente selecionada. A curva de freqüência é mesocúrtica e assimetria muito negativa.

7.2.2.2. Praia de Itaqui

Praia com recifes semelhantes aos da praia de Coqueiro, muito próxima a esta, por isso as duas aparecem na Figura 40, apresentando rochas concentradas com inclinação média a alta (Foto 41). Apresenta uma língua de areia, de baixa altitude, disposta de modo perpendicular à costa, formando um pequeno pontal em direção ao mar (Foto 42). Originado a partir da deposição de sedimentos na praia decorrente da ação do vento e das correntes litorâneas, este pontal e as rochas, motivaram a necessidade de um farol para sinalização da linha de costa.



Figura 40. Praia de Itaqui (6) com recifes de arenito. A oeste – praia do Coqueiro.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 41. Detalhe dos recifes de arenito da praia de Itaqui (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, março de 2008).



Foto 42. Vista para nordeste do pontal arenoso originado dos processos costeiros na praia de Itaqui (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Os recifes de arenito da praia de Itaqui ocorrem sobre o mesolitoral com característica marcante por acompanhar a linha de costa em curva (Foto 43). As rochas encontram-se menos protegidas da ação antrópica que as da praia de Carnaubinha, mas ainda contando com presença de conchas incrustadas (Foto 44).



Foto 43. Vista para norte do recife de arenito da praia de Itaqui que acompanha a faixa de sedimentos praias (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).



Foto 44. Detalhe dos recifes de arenito da praia de Itaqui (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, janeiro de 2007).

Sua localização no sentido leste-oeste (de Cajueiro da Praia a Luis Correia) se dá anteriormente às rochas da praia do Coqueiro, sugerindo, pela semelhança na disposição sobre a praia, possuírem uma provável ligação submersa com essas.

O perfil da praia de Itaqui (Fig. 41) apresenta 132,5 m de extensão, sendo 40 m na praia (sobre o mesolitoral) e 92,5 m do próprio recife. A partir do início do perfil, a 20 m tem-se o pontal arenoso com aproximadamente 9 m de altitude. A zona de intermaré com 40 m de

extensão é representada pela zona situada entre a linha de maré alta (3,6 m) e a de maré baixa (2,9 m), não considerando os próprios recifes.

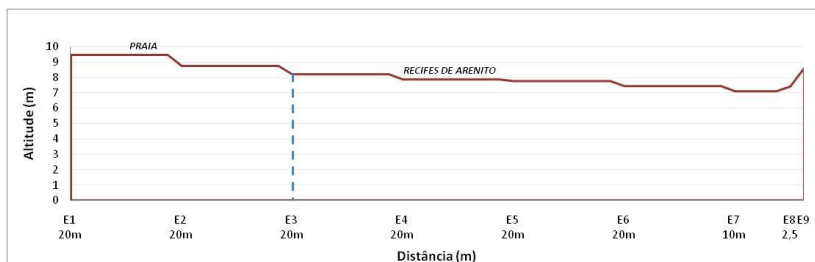


Figura 41. Perfil topográfico P6 da praia de Itaqui.

Fonte: Baptista (2010).

Morfológicamente representam agrupamentos de rochas descontínuas sobre a praia, apresentando-se apenas um pouco acima do nível do mar, pois emergem sobre a praia, sendo cobertos parcialmente pela maré alta. Em virtude da presença do pontal, o recobrimento total das rochas ocorre por ocasião de marés de amplitudes muito altas, frequentes no período das chuvas ou durante as ressacas.

Os recifes de arenito da praia de Itaqui correspondem ao ponto amostral 28, tendo sido a amostra da rocha denominada de R12.

A análise petrográfica da amostra R12 indicou serem arenitos conglomeráticos petromíticos cimentados por óxido de ferro, o que contribui para a coloração predominante marrom e por vezes com tons avermelhados. Apresentam granulação grossa, estrutura maciça, sem deformações tectônicas, nem alterações intempéricas. Compõem-se mineralogicamente de clastos de quartzo (59%), clastos de quartzito (20%), cimento de óxido/hidróxido de ferro (20%), poros vazios (0,5%) e diferentemente das outras rochas, apresentam, mesmo que em pequena proporção, poros preenchidos com carbonato (0,5%).

Os seixos, grânulos e grãos de quartzo e quartzito que compõem a rocha apresentam grau de arredondamento e de esfericidade variáveis, cimentados por óxido de ferro. Os seixos e grânulos maiores, com dimensões de até 10 mm, são principalmente de quartzito, constituídos por quartzo policristalino. Os grãos e grânulos de quartzo mostram-se muitas vezes com bordas corroídas e são bastante angulares (angularidade secundária), atingindo até 5 mm (Figuras 42 e 43).

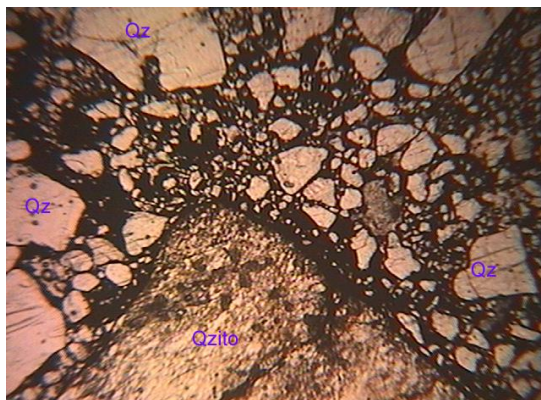


Figura 42. Aspectos mineralógicos da amostra R12 do recife de arenito da praia de Itaquí, observando-se os seixos e grânulos de grãos de quartzo (Qz) e quartzito (Qtzito) cimentados por óxido/hidróxido de ferro. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 7 mm.

Fonte: Baptista (2010).

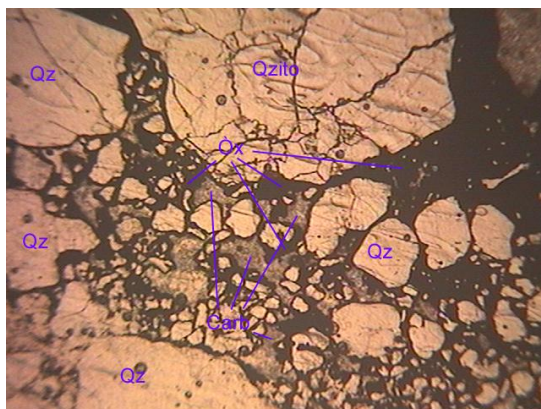


Figura 43. Aspectos mineralógicos e estruturais da amostra R12 do recife de arenito da praia de Itaquí (Qtzito = clastos de quartzito; Qz = clastos de quartzo; Ox = cimento de óxidos/hidróxidos de ferro; Carb = poros no cimento preenchido por carbonato). Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Os poros, por sua vez, não ultrapassam 1,5 mm, ocorrendo também na porção cimentada e em alguns desses houve preenchimento por carbonato de cálcio e magnésio. O carbonato de cálcio que preenche esses poros é proveniente das conchas incrustadas presentes ou trazidos dissolvidos na água e inseridos na rocha por solução. Interessante perceber que o carbonato está em torno do cimento de óxido de ferro (Fig. 44).



Figura 44. Mesma microfotografia anterior à luz polarizada (LP). Observa-se que os poros preenchidos por carbonato assumem cor de interferência clara. Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia de Itaquí foi coletada uma amostra de sedimento praial correspondendo ao ponto amostral 29 (amostra 26) (Quadro 30).

Quadro 30. Dados texturais da amostra de sedimento da praia de Itaqui.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
29	02°53'54"	41°33'26"	0,03	Areia grossa	0,00	0,72	0,22	1,68

PA – Ponto Amostral; Mz – média; Clas. – classificação pela média; Md – mediana; Dp – Desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

O ponto amostral 29 (amostra 26) apresenta coloração cinza (10YR6/1) e sedimentos constituídos de areia grossa, moderadamente selecionada. A curva de frequência é muito leptocúrtica e assimetria positiva.

7.2.2.3. Praia do Coqueiro

Praia apresentando recifes com presença de conchas incrustadas. Por ser umas das praias mais visitadas, as rochas do recife da praia do Coqueiro são mais desgastadas pelo pisoteio dos visitantes. É nesta praia que a literatura faz a primeira referência à presença de recifes de arenito no litoral piauiense (Fig. 45 / Foto 45).



Figura 45. Praia do Coqueiro (7) com recifes de arenito. A leste – praia de Itaqui.

Fonte: Baptista (2010). Elaborada sobre imagem do *Google Earth*. Sem escala.



Foto 45. Vista para leste dos recifes de arenito da praia do Coqueiro (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Os recifes de constituição arenítica estão dispostos sobre o mesolitoral sujeitos ao fluxo das marés, ficando descobertos por ocasião da baixa-mar (Foto 46). Embora de pouca espessura, possuem rochas mais altas, ocupando uma área bastante significativa e apresentam aberturas preenchidas por água e areia.



Foto 46. Vista para norte dos recifes de arenito da praia do Coqueiro (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

São os recifes mais visitados por estarem aflorando em uma das praias mais urbanizadas do litoral piauiense, apresentando em consequência um desgaste maior em relação às rochas dos recifes de outras praias. É possível também verificar muitas vezes a presença de diversas canoas atracadas nas proximidades das rochas e também nas pequenas acumulações de água (“barretas”) no interior do recife, considerando que a população local ainda mantém a tradição da pesca artesanal.

O perfil da praia do Coqueiro (Fig. 46) apresenta 56 m de extensão, sendo 20 m no mesolitoral e 36 m no próprio recife. O ponto mais elevado do perfil encontra-se aproximadamente a 8,6 m no contato da praia com as rochas e a alternância topográfica entre os pontos inicial e o final foi de 0,8 m. A zona de intermaré com 20 m de extensão é representada pela zona situada entre a linha de maré alta (3,6 m) e a de maré baixa (2,9 m), não considerando os recifes.

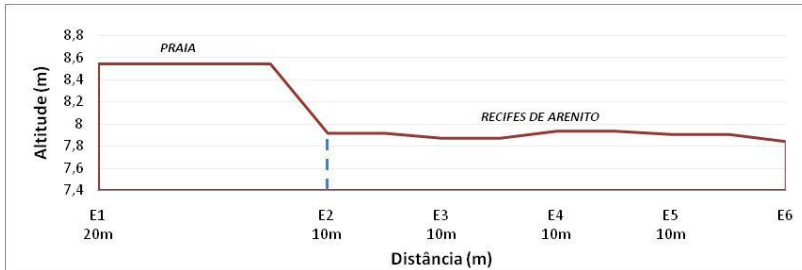


Figura 46. Perfil topográfico P7 da praia do Coqueiro.

Fonte: Baptista (2010).

Sua morfologia corresponde a agrupamentos de rochas alongados e descontínuos sobre a praia, geralmente um pouco abaixo do nível das águas oceânicas, sujeitos à oscilação das marés, sendo totalmente cobertos no decorrer das marés altas. Durante as marés baixas é possível observar sua grande extensão mar adentro, no infralitoral, além das “barretas” com significativa concentração de algas marinhas bentônicas e espécies de diversos animais, principalmente cnidários, crustáceos e moluscos, visíveis no mesolitoral, sobre a faixa praial.

Os recifes de arenito da praia do Coqueiro correspondem ao ponto amostral 26, tendo sido a amostra da rocha denominada de R11.

A análise petrográfica da amostra R11 indicou serem arenitos conglomeráticos cimentados por óxido/hidróxido de ferro, definindo a coloração marrom escuro. Apresentam granulação grossa com estrutura maciça e composição mineralógica distribuída entre clastos de quartzo (65%), clastos de quartzito (25%), cimento de óxido-hidróxido de ferro (8%) e poros (2%). Sem deformações tectônicas, nem alterações intempéricas, sendo coerentes.

Os clastos maiores, com tamanhos de até 10 mm, são também os mais arredondados e esféricos e quase sempre são de quartzito (grãos policristalinos). Os grãos menores, com até 4 mm, são de quartzo e apresentam as bordas corroídas, dando o aspecto de grãos angulosos. Em determinados locais aparece maior concentração de poros, com dimensões de até 0,6 mm, indicando as porções menos cimentadas por óxido-hidróxido de ferro (Fig. 47).

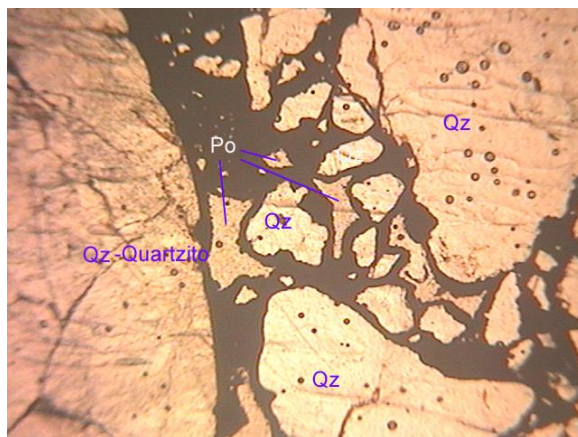


Figura 47. Aspectos mineralógicos da amostra R11 do recife de arenito da praia do Coqueiro, com poros e grãos cimentados por óxido/hidróxido de ferro (material escuro). Qz = clastos de quartzo com bordos corroídos; Quartzito = clasto arredondado de quartzo; Po = poros. Luz natural polarizada (LN). Comprimento da foto = 4 mm.

Fonte: Baptista (2010).

Na praia do Coqueiro foi coletada uma amostra de sedimento praial, correspondendo ao ponto amostral 27 (amostra 25) (Quadro 31).

Quadro 31. Dados texturais da amostra de sedimento da praia do Coqueiro.

PA	Coordenada		Mz (Ø)	Clas.	Md (Ø)	Dp (Ø)	Ski	Kg
	Lat. S.	Long. W.						
27	02°54'09"	41°34'22'	3,00	Areia muito fina	3,07	0,50	-0,23	1,04

PA – Ponto Amostra; Mz – média; Clas. – classificação pela media; Md – mediana; Dp – desvio padrão; Ski – assimetria; Kg – curtose.

Fonte: Baptista (2010).

No ponto amostral 27 (amostra 25) predomina sedimentos de coloração cinza (5Y6/1), à base de areia muito fina e moderadamente selecionada. A curva de frequência é mesocúrtica e assimetria negativa, atestada pelos valores da assimetria e curtose.

7.2.3. Sobreposição dos perfis topográficos referentes aos recifes piauienses

De forma geral, os perfis topográficos apresentaram uma extensão aproximada que varia entre 163 a 177 m, com a zona de praia alcançando uma distância máxima de 40 m (perfil 7 – praia do Coqueiro). A cota máxima foi de 13 m no perfil 1 (praia de Cajueiro da Praia) e a mínima atingiu 0,5 m no perfil 4 (praia de Barra Grande).

Os perfis topográficos possibilitaram indicar que as cotas de maior altitude foram registradas no supralitoral e na faixa praial com relação aos recifes de arenitos. Estes se apresentaram de forma geral, em altitude inferior à das praias e com certeza do supralitoral. Este aspecto é também indicativo da facilidade com que estas rochas estão sujeitas freqüentemente à ação das ondas e das marés, evidenciando assim sua função de proteção à costa, por servir de anteparo à força desses elementos.

A Figura 48 mostra o agrupamento dos referidos perfis topográficos, com intuito de se ter uma visão comparativa da configuração morfológica das áreas em que ocorrem. Este elemento possibilitou perceber uma significativa variação no tamanho dos alinhamentos que se expõem durante a maré baixa, assim como na elevação de cada área.

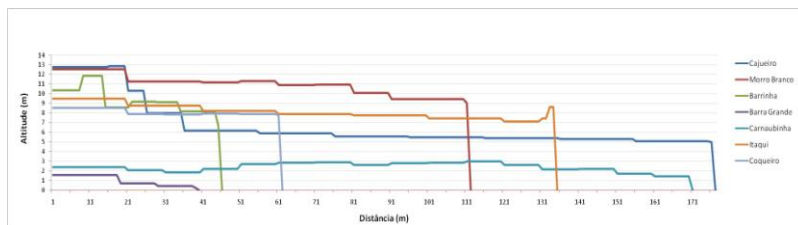


Figura 48. Sobreposição dos perfis topográficos com referência aos recifes do litoral do Piauí.

Fonte: Baptista (2010).

Infere-se então que o complexo recifal do setor 1 (município de Cajueiro da Praia) apresenta uma diminuição na extensão da exposição das rochas, enquanto que o complexo recifal do setor 2 (município de Luis Correia) se coloca com uma extensão mais semelhante, com

menores diferenças. Esta condição decorreu em virtude da variação da maré, pois os dados para a elaboração dos perfis foram coletados em dias distintos, um para cada setor. Embora a amplitude da maré tenha sido aproximadamente a mesma nos dois dias, no decorrer do deslocamento de uma praia para a outra, pequenas alterações na dinâmica das marés já eram percebidas, o que gerou a diferenciação nos perfis. Por isso, a extensão da exposição das rochas pode apresentar variação se sua medida for realizada durante diferentes amplitudes de maré. Quanto maior a exposição das rochas, maior poderá vir a ser sua extensão.

Os recifes apresentaram também diversificação no tamanho das “barretas” em seu interior, algumas se constituindo em verdadeiras “piscinas naturais”, pois na medida em que a maré recua estas vão ficando expostas e além de proporcionarem um banho saudável e seguro, na sua maioria, abrigam biodiversidade marinha significativa. Quanto mais distante da costa, maior quantidade de vida marinha é observável, considerando uma melhor estabilidade na entrada de água e uma exposição menor à luz solar. A ocorrência dessas “barretas” também pode provocar mudanças sobre as praias, principalmente, no uso das áreas dos recifes, pois os pescadores tradicionais utilizam-nas para atracarem suas pequenas embarcações, impondo uma atuação sobre esses ambientes de forma mais freqüente em detrimento das áreas que não são ocupadas pela população humana.

Pode-se inferir, ainda, que a presença dos recifes contribuiu para a morfologia da faixa praias, pois nestes podem se acumular os materiais transportados ao longo da costa, tanto oriundos do oceano como do continente, pois todas as áreas de recifes estão localizadas entre desembocaduras de rios, riachos ou lagoas (mesmo que de pequena proporção), possibilitando a deposição de uma maior quantidade de sedimentos na praia na qual ocorrem, servindo também como atenuadores da força das ondas incidentes, e dessa forma impedindo uma maior erosão sobre a faixa litorânea. Nas praias que apresentam recifes de arenito, a força das marés é também atenuada e nem as grandes ressacas conseguem provocar tantas alterações sobre estas em um pequeno espaço de tempo.

Por isso, a presença dos recifes de arenito em quase um terço da zona litorânea piauiense, contribui para a formação de uma linha de costa irregular com alternância de pequenas enseadas ou baías (como em Cajueiro da Praia, Morro Branco e Barra Grande) e pontais arenosos (como em Itaqui).

Os recifes de arenito contribuem também para que a zona litorânea piauiense apresente características de um litoral diversificado agrupando praticamente todas as feições costeiras comuns às costas tropicais arenosas, cuja importância ainda está sendo descoberta, pois os estudos sobre os mesmos iniciados há pouco tempo, encontram-se em continuidade, para os quais esta pesquisa espera colaborar.

8. DISCUSSÃO

No sentido de apresentar os recifes de arenito ocorrentes na zona litorânea do estado do Piauí, objeto de estudo desta pesquisa, inicia-se este capítulo com a discussão de aspectos relevantes que poderão contribuir para uma interpretação integrada destes elementos ao ambiente costeiro. Considera-se então as características petrográficas e mineralógicas das rochas dos recifes, indicando os aspectos físicos destes (forma, disposição espacial e extensão) e principais funções. Em seguida se trata da análise textural (granulometria) realizada nas praias nas quais estas estruturas se expõem, visando relacionar o resultado obtido com a constituição mineralógica das mesmas.

Indica-se ainda as perspectivas futuras para essas formações como atributo natural geológico ou feição costeira significativa da paisagem e da geomorfologia litorânea piauiense, como elemento de classificação e/ou configuração da costa e das praias piauienses, como unidade geoambiental da zona litorânea, visando sua utilização como ferramenta para o processo de gestão e utilização racional dos recursos litorâneos através de políticas públicas inseridas no gerenciamento costeiro brasileiro.

8.1. OS RECIFES DE ARENITO DA ZONA LITORÂNEA PIAUIENSE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MORFOSEDIMENTARES

Embora existam vários tipos de recifes, sendo os de corais os mais conhecidos e famosos, no litoral piauiense apenas dois tipos são presentes: os denominados recifes de arenito propriamente ditos, cujos constituintes derivam da remobilização dos sedimentos da Formação Barreiras, desgastados pela ação do tempo geológico, ou transportados para a praia através dos inúmeros cursos fluviais presentes, e que predominam na costa do Piauí, e os recifes de arenito de praia ou *beachrocks*, que se formam a partir de sedimentos não somente carreados pelos rios, mas também os da própria praia com importante contribuição de fragmentos de conchas.

Os recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras, denominados por Suguio (2003) como recifes de ferricretes, estão presentes em seis das sete praias de ocorrência dessas estruturas no litoral piauiense, conforme a análise petrográfica realizada, que identificou, somente na praia da Barrinha, fragmentos de conchas como

componentes da rocha e conseqüentemente o carbonato de cálcio como cimento, formando assim rochas de praia ou um verdadeiro *beachrock*. O Quadro 32 apresenta um resumo da análise petrográfica realizada nas rochas coletadas.

Quadro 32. Análise petrográfica das rochas dos recifes.

Município	Praia	Mineralogia	Cimento	Classificação petrográfica
Cajueiro da Praia	Cajueiro da Praia	Grãos de quartzo e de quartzito	Óxido de ferro	Arenito conglomerático
	Morro Branco			
	Barrinha	Grãos de quartzo e fragmentos de conchas	Carbonato	Arenito com biodetrítos e cimento de carbonato
	Barra Grande	Grãos de quartzo e de quartzito	Óxido de ferro	Arenito conglomerático
Luis Correia	Carnaubinha	Grãos de quartzo e de quartzito	Óxido de ferro	Arenito conglomerático
	Itaqui			
	Coqueiro			

Fonte: Baptista (2010).

O principal elemento constituinte dos arenitos conglomeráticos identificados correspondeu ao quartzito, rocha metamórfica formada por grande quantidade de quartzo, sendo o cimento predominante o óxido de ferro. Por conta desse resultado é possível inferir que os recifes de arenito estão em ambiente sedimentar terciário relacionado à Formação Barreiras e não ao Quaternário. Entretanto, levando em conta que ainda está ocorrendo processo de formação de recifes de arenito sobre a praia, percebeu-se que esta condição os colocam como pertencentes ao período Quaternário indiferenciado. Nesta condição estão os recifes de Cajueiro da Praia, Morro Branco, Barra Grande, Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro. Em Barra Grande foi observado na lâmina e na amostra impregnada evidências de feição de solo, ou seja, exposição de níveis de paleossolo da Formação Barreiras, demonstrando que estas rochas são oriundas dessa unidade geológica, não sendo assim, formadas na praia.

As rochas do recife da praia da Barrinha são as únicas que apresentam em sua composição, além do quartzo, fragmentos de conchas ou biofragmentos, sendo neste caso cimentadas por carbonato de cálcio. Também são as únicas a apresentarem estrutura estratificada, granulação fina, pouca coerência e coloração diferenciada em tons de cinza.

Tabela 2. Análise petrográfica – principais elementos.

Nº	Localidade	Am	Lat. 2° S	Long. 41°W	A	B	C	D	E	F	G	H	I
01	Cajueiro da Praia	R1	55° 27''	20° 07''	G	M	A	C	40	15	5	-	M
08	Morro Branco	R3	55° 04''	21° 45''	M	M	A	MC	70	28	2	-	M
10	Barrinha	R4	55° 04''	21° 27''	F	E	A	PC	45	8	15	32	C
13	Barra Grande	R6	54° 23''	24° 25''	G	M	A	C	82	15	3	-	M
20	Carnaubinha	R9	54° 17''	29° 52''	G	M	A	C	85	10	5	-	ME
26	Coqueiro	R11	54° 10''	34° 23''	G	M	A	C	90	8	2	-	ME
28	Itaqui	R12	53° 53''	33° 28''	G	M	A	C	79	20	1	-	M

Nº – número seqüencial do ponto amostral. Am – Amostra. Lat – Latitude. Long – Longitude. A – Textura: G (grossa); M (média); F (fina). B – Estrutura: M (maciça); E (estratificada). C – Deformações tectônicas e/ou alterações intempéricas: A (ausente); P (presente); D – Coerência: MC (muito coerente); C (coerente); PC (pouco coerente). E – Concentração de clastos de quartzo e/ou quartzito, em %. F – Concentração do cimento óxidos/hidróxido de ferro ou carbonato de cálcio, em %. G – Concentração de poros, em %. H – Concentração de biofragmentos ou outros elementos, em %. I – Coloração predominante: M (marrom); ME (marrom escuro); C (cinza).

Fonte: Baptista (2010).

Quanto à morfologia dos recifes, considerando sua disposição, é possível inferir que também seis deles apresentam-se em grupos de rochas arredondadas, na sua maioria, dispersas de forma descontínua sobre a praia, normalmente formando entre três a quatro linhas de afloramento, em contato ou não com a porção continental, com tamanhos variáveis podendo atingir no máximo até 1 m de altitude. Somente o recife da praia da Barrinha, apresenta forma diferenciada como uma estrutura em faixa com estratificação de camadas, decorrente de sua origem como rocha de praia (*beachrock*), sendo então aqui denominado de recife de arenito de praia.

O Quadro 33 indica o tamanho médio aproximado das rochas dos recifes medidos a partir de sua exposição sobre a praia, considerando as rochas mais altas visíveis, utilizando uma trena como instrumento e o solo da praia como referência de nível. A medida foi registrada em centímetros.

Quadro 33. Tamanho médio das rochas de cada área de recife.

Recife	Tamanho (cm)
Cajueiro da Praia	47
Morro Branco	51
Barrinha	48
Barra Grande	28
Carnaubinha	86
Itaqui	87
Coqueiro	45

Fonte: Baptista (2010).

A medida do tamanho médio das rochas indica que os recifes que apresentam valores mais altos são os de Itaqui e de Carnaubinha, seguido pelos de Morro Branco, Cajueiro da Praia, Coqueiro e Barra Grande. Estes valores correspondem às áreas de recifes mais conservadas da ação antrópica, ou seja, são aqueles menos pisoteados pelos visitantes e turistas, no caso de Carnaubinha, e àqueles que pela posição sobre a praia, aparecem pouco durante a maré baixa, como em Itaqui. No caso de Carnaubinha dentre as rochas do afloramento existem grupos com tamanhos muito mais acentuados em relação às rochas de outras áreas. A praia de Carnaubinha pelo difícil acesso é uma das praias praticamente sem visitação com poucas residências fixadas. As praias de Barra Grande e Coqueiro são as mais visitadas dentre as que possuem recifes de arenito. A do Coqueiro agrupa o maior número de casas de veraneio, ou segunda moradia, e é bastante urbanizada, constituindo hoje, um bairro de Luis Correia. Seus recifes são bastante visitados pelos turistas e as piscinas naturais que se forma entre eles constitui área de banho adequada para as crianças pela pouca profundidade e ausência de ondas na maré baixa.

Em Barra Grande o movimento também é bastante elevado durante as temporadas de veraneio e feriados. Entre as praias mais distantes é a que apresenta melhor infraestrutura turística e isso determina o maior uso e conseqüentemente um menor tamanho das

rochas. Em contrapartida, a poluição da praia é mais acentuada, com presença de diversos tipos de resíduos orgânicos e inorgânicos, sendo inclusive o oceano utilizado como receptáculo destes através de lançamentos diretos na água ou na praia. É importante ressaltar que próximo ao lançamento de detritos encontra-se um sistema de retirada de água para utilização desta em atividade de aquíicultura (Foto 47).



Foto 47. Canalização de água do mar – praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

A morfologia da linha de costa também pode influenciar no desgaste das rochas pela ação das ondas incidentes. Coqueiro e Barra Grande apresentam uma entrada, como uma pequena baía, de tamanho significativo que facilita a erosão costeira sobre as rochas. Estas por sua vez, funcionam como atenuadoras desta ação sobre a costa no trecho em que afloram. As praias de Cajueiro da Praia, Morro Branco e Barrinha recebem um número menor de visitantes, possibilitando uma maior conservação dos recifes de arenito, mas nestas áreas a população local utiliza a praia muitas vezes como depósito de lixo.

Esses agrupamentos apresentam extensões que variam de 700 m até quase 2.400 m, estando mais espalhados nas praias de Morro Branco e Carnaubinha, sendo essas as mais extensas. Nas outras praias as rochas dos recifes aparecem de forma mais concentradas com menor extensão e maior largura. O recife de menor extensão é o da praia de Itaqui, que não chega a atingir nem 1 km. A medida da largura foi realizada somente na porção exposta, através dos perfis. Acredita-se existirem,

entretanto porções submersas no infralitoral, com exceção dos da praia da Barrinha. Considerando a largura dos perfis realizados indica-se que os recifes apresentam largura menor em relação a sua extensão, com medidas variando entre 30 a 140 m.

No Quadro 34 é possível visualizar um resumo desses aspectos, sendo a extensão apresentada em quilômetros.

Quadro 34. Caracterização física dos recifes.

Município	Praia	Tipologia	Extensão (km)	Morfologia
Cajueiro da Praia	Cajueiro da Praia	Recifes de arenito	1,2	Rochas arredondadas com tamanhos variáveis dispersas sobre a praia
	Morro Branco		2,4	
	Barrinha	Recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>)	2,0	Faixas paralelas à linha da costa
	Barra Grande	Recifes de arenito	1,6	Rochas arredondadas com tamanhos variáveis dispersas sobre a praia
Luis Correia	Carnaubinha	Recifes de arenito	2,3	Rochas arredondadas com tamanhos variáveis dispersas sobre a praia
	Itaqui		0,7	
	Coqueiro		1,9	

Fonte: Baptista (2010).

Um aspecto peculiar observado durante a pesquisa de campo foi o fato de que entre os recifes de arenito, no caso nos da praia de Morro Branco, encontram-se algumas pequenas manchas de recifes de arenito

de praia ou *beachrocks* (Foto 48), algumas já consolidadas e outras se formando. Este fato pode significar que no futuro a presença de recifes de arenito de praia (*beachrocks*) na faixa litorânea piauiense poderá ser mais relevante que na situação presente, assim como indica também a continuidade dos processos costeiros atuando constantemente sobre o litoral do Piauí.

Da mesma forma, na praia da Barrinha foi observada uma pequena concentração de recife de arenito entre os recifes de arenito de praia (*beachrocks*) na porção oeste, já no sentido da praia seguinte, Barra Grande (Foto 49). A presença dos *beachrocks* entre os recifes de arenito e vice versa obedecem ao sentido das praias, indicando uma conexão e continuidade das mesmas, assim como já dito, evidencia a dinâmica natural costeira em constante trabalho.



Foto 48. *Beachrocks* entre os recifes de arenito – praia de Morro Branco – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto 49. Recifes de arenito entre os *beachrocks* – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Também se percebeu em Carnaubinha a presença de rochas de praia diretamente sobre os recifes de arenito (Foto 50) significando também neste caso que os recifes de arenito de praia (*beachrocks*) ainda estão em formação, podendo aflorar em maior proporção no decorrer do tempo. Foi observada ainda uma única e pequena ocorrência de rochas, assemelhando-se aos recifes de arenito de praia (*beachrocks*), mas com estratificação diferente e aparentemente com consistência mais sólida, principalmente sob a lâmina de água na praia de Arrombado, entre Carnaubinha e Itaqui, em um trecho não freqüentado, visível somente quando a maré baixa totalmente. Esta ocorrência é inédita, pois não se tem registro de rochas nesta praia e por isto não foi estudada nesta pesquisa. Supõe-se, entretanto, que embora ocorram descontinuidades no afloramento, sobre a faixa praial, dos recifes de arenito, estes estejam conectados na porção infralitoral submersa, formando uma estrutura rochosa única ou pelo menos estreitamente relacionada. A continuidade de estudos incluindo a parte infralitoral será necessária para elucidar essa questão.



Foto 50. *Beachrocks* sobre os recifes de arenito – praia de Carnaubinha – Luis Correia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Em relação às funções dessas estruturas pode-se afirmar que apresentam quase todas àquelas comuns a elas (ver item 4.5), destacando-se, entretanto a de evidência da oscilação do nível relativo do mar, pela presença de pelo menos três linhas de afloramento das rochas em todas as praias nas quais ocorrem e de substrato para a biodiversidade local dos recifes de arenito propriamente ditos. Como protetor da costa da ação da erosão costeira e da atuação das ondas, atenuando sua energia, está principalmente o recife de arenito de praia (*beachrock*) da Barrinha (Foto 51), embora os outros também realizem esse papel com menor intensidade.

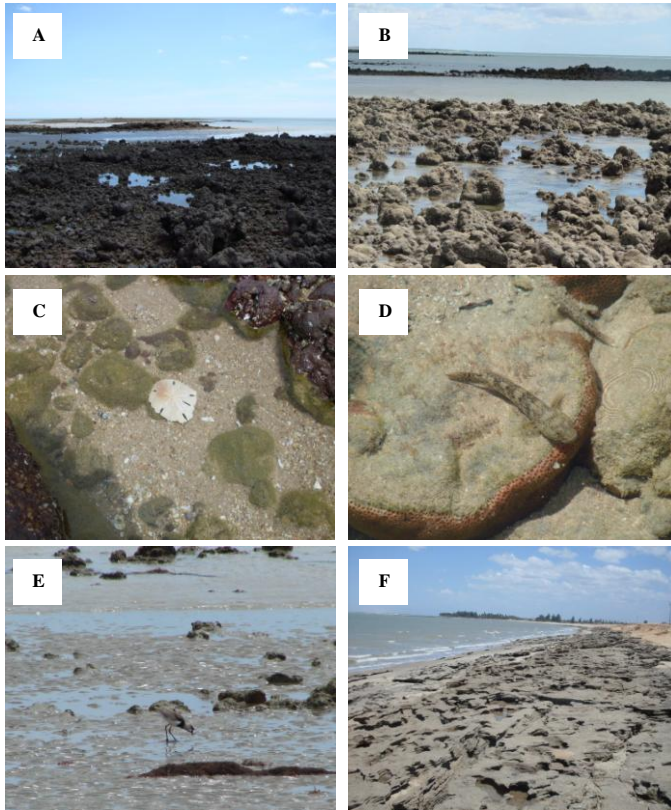


Foto 51. Funções dos recifes de arenito do litoral piauiense: A / B. Indicação de antigas linhas de costa e da variação do nível relativo do mar – praias de Morro Branco – Cajueiro da Praia e do Coqueiro – Luis Correia, respectivamente. C / D / E. Substrato para a vida marinha e terrestre – praias do Coqueiro, Carnaubinha e Itaqui – Luis Correia, respectivamente. F. Proteção da costa e atenuação das ondas incidentes – recifes de arenito de praia (*beachrocks*) – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Fotos de Vicente da Silva, julho de 2008 – fotos A, B, D e E e de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009 – fotos C, F).

Considerando ainda a intensa utilização das praias no mundo e também no Brasil para o para o lazer e recreação, estas possuem grande importância ambiental e sócio-econômica constituindo um ambiente democrático, pois pode ser utilizado pela população independente da condição social e econômica (RODRIGUES *et al.*, 2005). Neste

contexto feições praias como os recifes de arenito ou arenitos de praia (*beachrocks*) podem também exercer certa influência uma vez que são considerados por muitos como obstáculos para o desenvolvimento dessas atividades, sendo requisitada a presença de sinalização para identificação das áreas onde estão dispostos para evitar riscos à população que faz uso desse espaço. Esta sinalização deve, entretanto informar corretamente sobre essas formações e não simplesmente chamar atenção para a presença das rochas, como ocorre no litoral do Piauí e somente na praia de Barra Grande, Cajueiro da Praia (Foto 52).



Foto 52. Sinalização sobre a presença dos recifes de arenito no litoral piauiense – praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Para Marcelino (2001, p. 181) “a beleza cênica formada pelo conjunto de componentes da morfologia costeira é responsável pela atratividade turística”. Neste conjunto insere-se entre outros, os recifes. Por isso estas rochas, podem constituir também um atrativo turístico sendo assim valorizado pela população que respeitando sua dinâmica e ajudando a conservá-los estará ao mesmo protegendo o ambiente costeiro, embora no Piauí esta função relevante é ainda pouco aproveitada, pois persiste a idéia de que são obstáculos para o banho, como indica a sinalização em Barra Grande.

Contudo, áreas de recifes de arenito já vêm sendo inseridas em propostas de uso e ocupação do espaço de regiões litorâneas como áreas

de lazer (RODRIGUES *et al.*, 2005), com certeza em virtude não somente de sua beleza, mas por conta das inúmeras poças de água (as “barretas”) que se formam entre as rochas constituindo verdadeiras piscinas naturais de águas calmas e de pouca profundidade, expostas durante as marés baixas, adequadas principalmente para as crianças (Ver Foto 57). No caso da utilização econômica, os recifes de arenito do litoral piauiense são pouco aproveitados atualmente em função, principalmente, da condição da área estar inserida na APA Delta do Parnaíba, o que vem impedindo uma exploração mais acentuada. O pouco que se utiliza economicamente refere-se à coleta de mariscos nos recifes da praia da Barrinha, para preparo de iguarias culinárias, e somente quando solicitado por turistas, geralmente no período de veraneio (BAPTISTA, 2004) e crustáceos, como o siri (*Callinectes bocourti*) nos recifes de Cajueiro da Praia, com a mesma finalidade.

No caso do Piauí ainda não se reconhece a importância histórica dessas áreas, pois pouco se tem registrado na memória de nossas comunidades tradicionais marítimas, mas é possível afirmar que essas áreas sempre foram utilizadas como atracadouros naturais para as embarcações pesqueiras locais. Isto é, os pescadores locais utilizam as áreas dos recifes para atracar suas pequenas embarcações de pesca aproveitando também as “barretas”. Este último aspecto pode ser considerado como de relevância histórica, pois a maioria das vilas de pescadores que se desenvolveram no litoral piauiense está associada às áreas dos recifes de arenito.

Os recifes do Coqueiro foram também palco de um evento singular ocorrido na década de 50 do século 20, relatado pelos moradores locais mais antigos. Trata-se do naufrágio de um navio cargueiro de nome LESTEMAR (Foto 53), de propriedade de uma firma paulista que transportava juta e garrafas vazias (BAPTISTA, 1966b), que ocorreu em frente à praia do Coqueiro, rompendo parte dos recifes de arenito. O navio incendiou-se e seu casco permaneceu no local até 1971 quando foi rebocado para um ferro velho, tendo deixado uma depressão onde encalhou, ainda hoje muito utilizada pelas crianças como uma verdadeira piscina para banho, pois circundada pelas rochas, a água chega muito calmamente quase sem ondas.

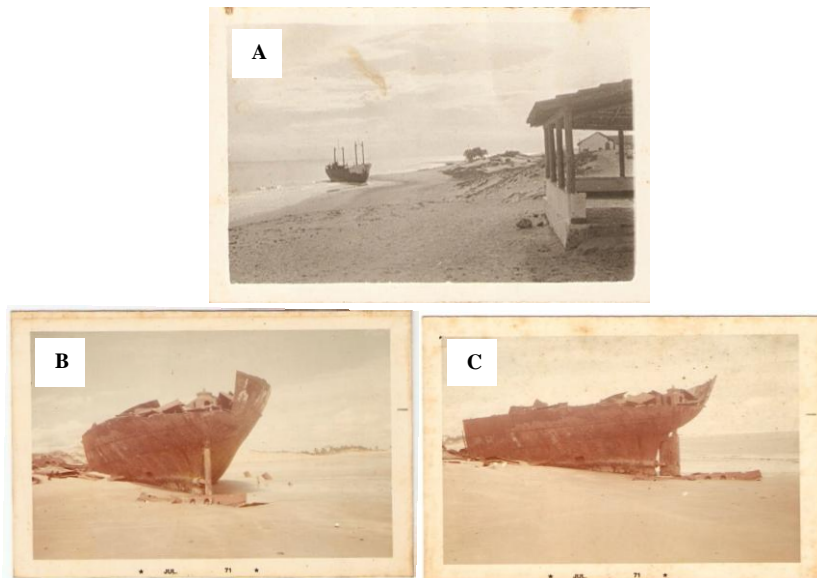


Foto 53. Embarcação paulista LESTEMAR encalhada sobre os recifes de arenito na década de 50: A. Foto de 1969 – barco ainda com o mastro. B / C. Fotos de 1971 – ano da retirada – praia do Coqueiro – Luis Correia (Fotos de João Gabriel Baptista, julho de 1969 e julho de 1971).

No caso da função socioambiental, ainda não se percebeu sua utilização. Pelo contrário, foi observado em diversas áreas dos recifes, principalmente em Cajueiro da Praia, um acúmulo de lixo de variados tipos (Foto 54) entre as rochas, e até um emissário de esgotos lançando dejetos diretamente no mar bem próximo à praia de Barra Grande, evidenciando a pouca preocupação dos moradores locais com essas estruturas, muito provavelmente pelo desconhecimento de sua importância para a manutenção do ambiente costeiro.



Foto 54. Presença de lixo nos recifes de arenito – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

Com relação à origem dos sedimentos que compõem as rochas dos recifes de arenito estudados é possível inferir que, principalmente com base na análise petrográfica das rochas, utilizando ainda dados da granulometria, a maior parte desses sedimentos é oriunda da Formação Barreiras, como visto nas localidades de Cajueiro da Praia e Barra Grande, em uma área desta unidade litoestratigráfica muito próxima da praia, provavelmente consolidado com argilomineral rico em óxido de ferro, correspondendo este último ao cimento

Portanto esta formação constitui a gênese do material que vai formando o recife possuindo dois tipos de grãos, um mais fino sobreposto mais grosso, ou seja é a fonte litoclástica dos sedimentos dos recifes de arenito. A formação apresenta duas fácies: barreira mais grossa litoclástica (quartzo) e barreira mais fina com maior energia. Esse material ocorre na praia, o mar retrabalha, ocasionalmente acumula também conchas e forma o recife. Quando ocorre a decomposição a parte grossa se remobiliza pelo ambiente e forma a praia. Embora predomine a coloração marrom escura, pode-se visualizar partes com coloração avermelhada indicando a presença de óxido de ferro, confirmando ser este o cimento dos recifes. Sobre a praia aparecem dunas que apresentam pequenas conchas que se desprenderam do próprio recife, e com a subida do nível do mar atingiram os depósitos eólicos.

A fonte bioclástica dos recifes corresponde aos animais trazidos do mar e conchas levadas para a praia, possibilitando a construção da

única estrutura rochosa formada na faixa praia e que se configura como recife de arenito de praia presente somente em Barrinha, denominado também de *beachrocks*. Por conta disso somente na amostra de rocha desta praia percebeu-se o arenito apresentando fragmentos de quartzo e de conchas, cimentados por carbonato de cálcio proveniente destas últimas.

O Quadro 35 reúne as principais funções e importância dos recifes para cada praia na qual ocorrem assim como as fontes dos sedimentos constituintes para cada área.

Quadro 35. Principais funções e fontes de sedimentos dos recifes de arenito.

Praia	Tipologia	Função principal	Fonte dos sedimentos
Cajueiro da Praia	Recifes de arenito	Substrato para biodiversidade costeira; Evidências da oscilação do nível relativo do mar.	Formação Barreiras
Morro Branco			
Barrinha	Recifes de arenito de praia (<i>beachrocks</i>)	Proteção contra ação das ondas e erosão costeira.	Própria praia
Barra Grande	Recifes de arenito	Substrato para biodiversidade costeira; Evidências da oscilação do nível relativo do mar	Formação Barreiras
Carnaubinha	Recifes de arenito	Substrato para biodiversidade costeira; Evidências da oscilação do nível relativo do mar	Formação Barreiras
Itaqui			
Coqueiro			

Fonte: Baptista (2010).

8.1.1. Relação da granulometria com os recifes de arenito

Para a definição dos dados texturais foram coletadas na área de estudo 27 amostras de sedimentos e 13 de rochas, tendo sido analisadas 23 amostras de sedimentos e 7 amostras de rochas.

Considerando as características apresentadas pode-se inferir que em relação ao diâmetro médio do grão dos sedimentos e considerando sua frequência oito amostras foram classificadas como areia fina (34,78%); seis amostras como areia média (26,09%), quatro amostras como areia grossa (17,39%), três amostras como silte grosso (13,04%), uma amostra como areia muito fina (4,35%), e uma amostra como areia muito grossa (4,35%). A areia fina é predominante nos depósitos eólicos e nos depósitos paludiais, ambos associados à Formação Barreiras e, também nos depósitos marinho praias. As areias médias e grossas prevalecem nos depósitos marinhos praias, aparecendo também nos depósitos eólicos. Os valores de *phi* variaram de -0,1 (areia muito grossa) a 4 (silte grosso), predominando valores em torno de 2 (areia fina). Também quanto ao desvio padrão a variação se deu entre sedimentos bem selecionados a muito pobremente selecionados, tendo sido classificadas dez amostras como moderadamente selecionadas (43,47%), nove amostras como pobremente selecionadas (39,13%), duas amostras como muito pobremente selecionadas (8,70%), e duas amostras como bem selecionadas (8,70%). A melhor seleção dos grãos se deu em depósitos eólicos associados à Formação Barreiras, embora o domínio tenha sido de sedimentos com seleção moderada em depósitos marinhos praias. A pior seleção se deu nos depósitos paludiais, associados à Formação Barreiras.

No que se refere à assimetria os valores variaram de muito negativa à muito positiva. Do total das amostras sete foram classificadas como aproximadamente simétricas (30,43%), seis apresentaram assimetria positiva (26,09%), quatro amostras apresentaram assimetria negativa e muito negativa (com 17,39% do total cada) e duas amostras foram classificadas como com assimetria muito positiva (8,70%). As duas características de assimetria predominantes confirmam o caráter dos sedimentos de areia fina à areia média, principalmente nos depósitos marinhos praias e eólicos. No parâmetro curtose a variação dos valores se deu entre platicúrtica à muito leptocúrtica. Do total de amostras, nove apresentaram curva de frequência mesocúrtica (39,14%), cinco amostras apresentaram curva leptocúrtica (21,74%), e três amostras apresentaram curva muito leptocúrtica, platicúrtica e muito platicúrtica (com 13,04%

do total cada). Os maiores valores neste parâmetro predominaram também nos depósitos marinhos praias e eólicos.

Quanto à matéria orgânica, esta se apresenta em nove amostras do total, sendo quatro amostras de sedimentos em depósitos marinho praias, duas amostras em depósitos eólicos, duas em depósito paludial e uma em depósito associado à Formação Barreiras. As características dos pontos amostrais nos quais foi identificada matéria orgânica refere-se principalmente às condições de proximidades de rios, nas quais a água doce possibilita o desenvolvimento de vegetação típica, como mangues, justificando a presença da mesma. Vale ressaltar o baixo teor encontrado na praia da Barrinha, ao se considerar a contribuição das conchas na formação dos recifes de arenito de praia (*beachrocks*) nela presentes.

No caso da presença de carbonatos dezessete amostras de sedimentos apresentaram alguma quantidade, tendo sido a maior registrada em um depósito marinho praias coletado na praia de Cajueiro da Praia com um teor de 67,95% (amostra 02), decorrente da concentração de fragmentos de conchas presentes na areia e também incrustadas nas rochas dos recifes próximas. Nas outras amostras de sedimentos o teor variou de no mínimo 0,01% ao máximo de 1,39%, demonstrando a pouca contribuição destes na composição mineralógica dos depósitos analisados. Evidencia-se, também, que na praia da Barrinha, ainda que as rochas sejam constituídas em grande parte com a contribuição de conchas, principalmente de moluscos, o teor de carbonato encontrado na areia da praia foi muito reduzido numa média em torno de 0,06% (amostras 8 e 9).

Dessa forma, os principais parâmetros determinados apresentam-se na Tabela 3 agrupados por localidade. As coordenadas geográficas indicadas referem-se ao ponto no qual foi coletada a amostra.

Tabela 3. Análise granulométrica – principais parâmetros.

Nº	Localidade	Am	Lat. 2° S	Long. 41°W	A	B	C	D	E	F	G	H
02	Cajueiro da Praia	S1	55° 29"	20° 09"	4,22	SG	1,91	PS	0,26	P	1,26	L
03	Cajueiro da Praia	S2	55° 31"	20° 09"	0,64	AG	0,89	MS	-0,16	N	0,88	P
04	Cajueiro da Praia	S3	55° 09"	20° 09"	0,38	AG	0,85	MS	0,11	P	1,15	L
05	Cajueiro da Praia	S4	55° 09"	20° 09"	1,07	AM	1,44	PS	-0,10	N	0,66	MP
06	Cajueiro da Praia	S5	55° 36"	20° 10"	1,78	AM	1,66	PS	-0,67	MN	0,46	MP
07	Cajueiro da Praia	S6	55° 36"	20° 09"	1,83	AM	0,60	MS	-0,05	AS	0,97	M
09	Morro Branco	S7	55° 06"	21° 46"	2,23	AF	1,55	PS	-0,70	MN	0,59	MP
11a	Barrinha	S8	55° 04"	22° 27"	1,12	AM	1,09	PS	0,04	AS	0,95	M
11b	Barrinha	S9	55° 04"	22° 27"	1,16	AM	1,01	PS	0,38	MP	0,71	P
12	Barra Grande	S10	54° 48"	23° 36"	2,23	AF	1,57	PS	-0,02	AS	1,51	ML
14	Barra Grande	S11	54° 24"	24° 23"	-0,18	AMG	0,67	MS	0,30	MP	1,31	L
15	Planície Costeira	S12	58° 12"	29° 12"	4,84	SG	1,29	PS	-0,00	AS	0,97	M
16a	Planície Costeira	S13	57° 56"	29° 19"	2,55	AF	2,53	MPS	0,13	P	1,38	L
16b	Planície Costeira	S14	57° 56"	29° 19"	4,17	SG	2,40	MPS	0,28	P	1,00	M
17	Planície Costeira	S15	56° 11"	32° 25"	2,78	AF	0,43	BS	-0,03	AS	1,04	M
18a	Planície Costeira	S16	56° 04"	32° 40"	2,44	AF	0,91	MS	-0,33	MN	1,12	L
18b	Planície Costeira	S17	56° 04"	32° 40"	2,62	AF	1,33	PS	-0,10	N	1,87	ML
21	Carnaubinha	S18	54° 18"	29° 52"	2,73	AF	0,46	BS	0,01	AS	0,92	M
22a	Carnaubinha	S19	54° 18"	29° 52"	0,14	AG	0,92	MS	0,16	P	1,08	M
22b	Carnaubinha	S20	54° 18"	29° 52"	2,17	AF	0,96	MS	-0,47	MN	0,98	M
27	Coqueiro	S25	54° 09"	34° 22"	3,00	AMF	0,50	MS	-0,23	N	1,04	M
29	Itaqui	S26	53° 54"	33° 26"	0,03	AG	0,72	MS	0,22	P	1,68	ML
30	Itaqui	S27	54° 06"	33° 26"	1,82	AM	0,67	MS	0,02	AS	0,89	P

Nº – número sequencial do ponto amostral. Am – Amostra, Lat – Latitude, Long – Longitude, A – Diâmetro médio do grão (Mz), em ϕ . B – Classificação pelo diâmetro médio: AMG (areia muito grossa); AG (areia grossa); AM (areia média); AF (areia fina); AMF (areia muito fina); SG (silte grosso). C – Desvio padrão, em ϕ . D – Classificação pelo grau de seleção: BS (bem selecionado); MS (moderadamente selecionado); PS (pobremente selecionado); MPS (muito pobremente selecionado). E – Assimetria. F – Classificação pela assimetria: MN (muito negativa); N (negativa); AS (aproximadamente simétrica); P (positiva); MP (muito positiva). G – Curtose. H – Classificação pela curtose: MP (muito platicúrtica); P (platicúrtica); M (mesocúrtica); L (leptocúrtica); ML (muito leptocúrtica).

Fonte: Baptista (2010).

O Quadro 36 apresenta um resumo da caracterização da análise da granulometria realizada, a partir de uma interpretação simples, indicando que de forma geral predominam, nas praias onde ocorrem recifes de arenito, a areia média, com grãos pobremente selecionados, assimetria negativa e curtose variada

Quadro 36. Caracterização granulométrica das praias com ocorrência de recifes de arenito.

Praia	Diâmetro médio	Grau de seleção	Assimetria	Curtose
Cajueiro da Praia	Areia média	Pobremente selecionado	Negativa	Platicúrtica
Morro Branco	Areia fina	Pobremente selecionado	Muito negativa	Muito platicúrtica
Barrinha	Areia média	Pobremente selecionado	Positiva	Platicúrtica
Barra Grande	Areia grossa	Pobremente selecionado	Positiva	Leptocúrtica
Carnaubinha	Areia média	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Mesocúrtica
Coqueiro	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Negativa	Mesocúrtica
Itaqui	Areia grossa	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica	Leptocúrtica

Fonte: Baptista (2010).

Na maioria das praias observou-se a areia grossa sobre a parte mais inferior da praia, com exceção de Barra Grande e Itaqui, que a areia grossa predominou na superfície. Percebeu-se que a praia de Carnaubinha nas proximidades dos recifes apresenta-se com areia grossa na subsuperfície, aparentemente com bastante influência deste, pela presença das conchas, com parte superior mais fina. Esta condição possivelmente se reflete na característica predominante de areia média nesta praia.

Na discussão sobre os aspectos granulométricos (texturais) das praias onde ocorrem os recifes de arenito, entende-se que a pequena quantidade de elementos (amostras) para análise, não foram suficientes

para indicar de forma substancial a relação e/ou participação efetiva das rochas na caracterização granulométrica destas, apresentando resultados elementares com algumas discordâncias com a literatura. A influência dos recifes pôde ser evidenciada, entretanto, na presença de fragmentos de conchas de animais, observados somente neles, nas amostras de areias de algumas praias como em Cajueiro e Barra Grande.

8.2. OS RECIFES DE ARENITO DA ZONA LITORÂNEA DO ESTADO DO PIAUÍ E AS PERPECTIVAS FUTURAS

8.2.1. Os recifes de arenito como atributo natural geológico e sua contribuição na geomorfologia costeira do litoral piauiense

As terras piauienses estão assentadas principalmente na bacia sedimentar do rio Parnaíba, que predomina praticamente em todo o estado, restando somente uma porção de embasamento cristalino no sudeste deste. Por isso, a rede hidrográfica piauiense está intimamente ligada ao rio Parnaíba, sendo quase todos os cursos de água do estado pertencente às suas sub – bacias, com uma única exceção representada pela Bacia Litorânea ou Bacia do Portinho – Camurupim, que abrange os rios do litoral até a divisa cearense. Embora não sendo considerada uma sub-bacia do rio Parnaíba, esta sofre influência da bacia parnaibana, principalmente devido ao fato do rio Portinho ter como local de desembocadura o rio Igarauçu, primeiro braço do delta do rio Parnaíba, no lado piauiense. O litoral tem como embasamento geológico principal a Formação Barreiras que traz sedimentos essencialmente arenosos e areno-argilosos e é responsável pela formação dos recifes de arenitos presentes no meso e supralitoral. Esta condição reforça que estes recifes foram no passado a antiga linha da costa, tendo sido sobrepostos com os sedimentos que se depositaram no Quaternário, cujos processos continuam até hoje.

Os recifes de arenitos do litoral piauiense estão localizados em seis praias, entre as quais uma recebe as desembocaduras dos rios Cardoso e Camurupim e outra a barra dupla dos rios Ubatuba e Timonha na divisa com o Ceará. São formados principalmente por grupos rochosos areníticos de extensão variável, cimentados por óxido de ferro dispostos mais ou menos paralelos à linha de praia, mas que por conta de aberturas produzidas por processos erosivos do mar, em alguns trechos, ocorrem descontinuidades entre as rochas. Essas aberturas

recebem a denominação de “barretas” e funcionam como berçário para a biodiversidade marinha e costeira.

A composição litológica constitui-se basicamente de arenitos conglomeráticos sofrendo influência de deposição marinha, relacionada às variações recentes do nível relativo do mar e podendo também receber contribuição fluvial, devido às desembocaduras dos rios Cardoso, Camurupim e Ubatuba, além de outros pequenos cursos d’água. Esses recifes são mais resistentes à erosão costeira em função da concentração do cimento ferruginoso, que formando verdadeiras crostas limoníticas sobre a superfície das rochas, evitam a desagregação dos grãos sedimentares. Possivelmente esses recifes foram no passado falésias que resistiram à erosão costeira, constituindo assim testemunhos do avanço do nível relativo do mar. A predominância desses afloramentos rochosos na costa piauiense e a não existência de falésias, com exceção de uma micro-falésia na praia de Cajueiro da Praia em contato com as rochas do recife, confirmam essa condição.

Em Cajueiro da Praia localizou-se ainda um afloramento aparentemente de recifes de arenito no sentido leste mais próximo da barra dupla dos rios Ubatuba e Timonha. Como o espaço entre as áreas é grande consideramos como outra área de recifes para investigações futuras.

Entre as praias de Cajueiro da Praia e Morro Branco se observa a presença de uma pequena ilha denominada de ilha D’Anta durante a maré cheia (Foto 55). Pelo que se percebeu durante a pesquisa, na realidade a ilha D’Anta não se constitui uma ilha durante todo o tempo, pois quando o nível da água diminui, no decorrer das marés baixas, uma significativa extensão de recife de arenito e da praia é exposta, sendo estas conectadas com a ilha (Foto 56), permitindo que se caminhe até ela. Como a porção mais afastada da ilha é mais alta quando a maré sobe a água do mar não consegue cobri-la totalmente, circundando-a, e formando assim, para quem vê uma ilha durante o período de preamar, cujo acesso é somente por barcos pequenos.



Foto 55. Ilha D'Anta durante a maré alta – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).



Foto 56. Ilha D'Anta durante a maré baixa – praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Ressalta-se, então, que a porção de recifes e praia que ficam encobertos pela água não é registrada em mapas e cartas da área (como nas cartas planialtimétricas (BRASIL, 1978b,1979) e nas cartas náuticas (BRASIL, 1978a) entre outros produtos cartográficos) certamente por conta dos levantamentos para elaboração desses produtos terem sido executados por ocasião da maré alta. Além disso, os satélites e as aeronaves que realizaram as fotografias aéreas da referida área também devem ter registrado suas imagens durante períodos de maré alta, não podendo então visualizar os recifes abaixo da lâmina d'água, aparentando ser então esta porção de terra ser uma ilha. Nesta porção percebeu-se além dos recifes de arenito, depósito marinho praiial com vegetação litorânea típica, pois a maré não conseguindo recobri-la, permitiu o desenvolvimento dessa vegetação com plantas de médio e alto porte (árvores e arbustos). Também ocorre a presença de depósito eólico em menor proporção, não inserido no mapa geológico em função da escala não permitir. Não foi possível um maior detalhamento das características desta área em virtude da velocidade de ascensão da maré. Registra-se, no entanto, que esta situação não é inédita, pois ocorre de forma semelhante em outros locais do planeta, como por exemplo, no monte *Saint Michel*, na França, conhecido mundialmente.

Outra situação que merece citação diz respeito à praia do Coqueiro que vem sofrendo alterações na sua dinâmica, principalmente com o aumento da intensidade dos ventos, consequentemente provocando maior agitação das águas e ondas mais elevadas que no final configuram-se em movimentos mais acentuado das águas sobre a praia cobrindo as rochas totalmente durante a maré. Embora esta situação seja comum (isto é, o fato dos recifes serem cobertos pelas águas em toda maré alta) o que diferencia é o nível da água que está chegando a valores cada vez mais altos atingindo áreas da praia que antes não alcançava, fazendo inclusive com os moradores locais tentem barrar a água criando obstáculos com sacas de arroz e cocos na tentativa de impedir o avanço do mar. Esta situação vem acontecendo, de acordo com os moradores locais, com maior intensidade após o período de chuvas do ano de 2008.

As ondas também merecem destaque, pois a praia do Coqueiro sempre foi conhecida como uma praia de ondas calmas, propícia para o banho das crianças (Foto 57), fato que possibilitou um significativo aumento na procura desta praia para o veraneio das famílias, proporcionando um processo de urbanização mais acentuado do que nas outras localidades do litoral piauiense. O que se vê hoje, entretanto, é que durante a maré alta além do nível da água estar mais elevada, as

ondas apresentam uma energia muito maior não favorecendo o banho e tornando a praia perigosa para o desenvolvimento de atividades turísticas (Foto 58).

Essa condição, provocando maior movimentação da água do mar, próxima à praia, fomenta atualmente o desenvolvimento de atividades esportivas relacionadas à força dos ventos, como o *windsurf* e o *kite surf*, antes praticados principalmente na praia da Pedra do Sal, em Parnaíba e na praia de Atalaia, em Luis Correia.



Foto 57. Recifes de arenito atenuando a energia das ondas, durante a maré baixa, proporcionando águas calmas e próprias para o banho – praia do Coqueiro – Luis Correia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).



Foto 58. Recifes de arenito encobertos pela água, durante a maré alta, com vento impulsionando ondas de maior energia e em consequência água mais agitada – praia do Coqueiro – Luis Correia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Os recifes de arenito de praia (*beachrocks*), por sua vez, exclusivos da praia da Barrinha, configuram-se como um alinhamento rochoso arenítico com 2 km de extensão, aproximadamente, cimentado por carbonato de cálcio, disposto mais ou menos paralelo à linha de praia, apresentando poucas descontinuidades na estrutura geral, mas com significativa presença de aberturas nas próprias rochas denominadas marmitas, ocasionadas pelos processos erosivos do mar.

Esses recifes podem estar relacionados à lagoa da Santana, desembocadura do rio Santana, constituindo um pequeno sistema estuarino-lagunar, que deságua bem próximo ao alinhamento rochoso, indicando uma interação entre os ambientes fluvial, lagunar e marinho, sugerindo ainda que sua formação decorra justamente dessa interação devido ao contraste da salinidade entre a água doce e salgada, que reduzindo a solubilidade, favorece a precipitação do carbonato sobre a costa. Esta situação é bem evidenciada no decorrer, e algum tempo após, o período das chuvas, quando o volume de água da lagoa invade a praia, remobilizando parte da areia, empurrando esta na direção do oceano provocando a formação temporária de bancos de areia, que ficam distanciados da costa pela água (Foto 59). No decorrer deste evento, o banho torna-se perigoso, pois não se tem certeza da profundidade que se estabelece na porção de água acumulada entre as rochas e o banco de

areia. Além disso, não se pode prever a velocidade de alteração dessa condição, considerando a dinâmica das marés, das correntes e dos ventos que atuam na área.



Foto 59. Formação de bancos de areia temporários impulsionados pela descarga do volume de água da lagoa da Santana em frente aos recifes de arenitos de praia (*beachrocks*), no decorrer e após o período de chuvas – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).

Certamente que a dinâmica costeira trabalha de forma bem mais acelerada do que se pode prever. A situação descrita no parágrafo anterior se desfez no período de um ano, dando lugar a outra configuração. Assim, na praia da Barrinha foi observado, ainda, no último campo realizado, que no ponto em que termina o afloramento rochoso, no local onde a lagoa da Santana deságua (ver Foto 59), este está coberto com areia de duna remobilizada pelo vento alterando a paisagem da praia. É possível verificar essa situação comparando a fotografia do registro realizado em julho de 2008 na qual se visualiza as rochas sobre a faixa de praia, destacando a presença de marmitas (Foto 60), e a foto de 2009 mostrando a areia recobrendo esta parte dos recifes de arenito de praia (*beachrocks*), na qual se vê claramente a forma do grupo de rochas sob ela e, mais à direita o contorno da linha da costa indicando ser exatamente o mesmo local (Foto 61).



Foto 60. Recifes de arenito de praia (*beachrocks*), sobre a faixa de praia no decorrer do período de chuvas em 2008, com presença de marmitas – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Foto de Vicente da Silva, julho de 2008).



Foto 61. Areia recobrendo os recifes de arenito de praia (*beachrocks*), um ano após o período de chuvas de 2008, percebendo-se o mesmo contorno da linha de costa – praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Esses afloramentos rochosos configuram-se então como significativas estruturas geológicas e também como feições geomorfológicas relevantes, que ao contrário do indicado na literatura, estão presentes desde a costa do Piauí, e não somente a partir do litoral cearense. Constituem corpos importantes geologicamente porque, além de serem testemunhos das mudanças do nível relativo do mar, também

atuam como minimizadores da atuação da energia modeladora deste e até como agregadores de sedimentos para a praia, como no caso da Barrinha, ao reterem a areia carregada pelo vento. Poderão ainda, em estudos futuros, servirem de ferramenta para o estabelecimento da evolução paleogeográfica do litoral piauiense visando a valorização destes como construtores do espaço geográfico do estado do Piauí.

8.2.2. Classificação da costa piauiense a partir da presença dos recifes de arenito

As costas de forma geral apresentam duas configurações principais: a costa rochosa e a costa arenosa. No caso do Brasil predominam extensas praias arenosas, cuja formação deve-se provavelmente à formação geológica muito antiga das rochas que compõe a porção oriental do país, constituídas basicamente de rochas intrusivas ácidas e de rochas metamórficas, ambas propícias para a produção de grãos de quartzo comuns na granulação de areia. Outro aspecto que contribui certamente para esta condição é a estabilidade tectônica do país (PETRI, 1971).

Existem diferentes tipos de classificação para as praias arenosas oceânicas destacando-se as escolas australiana e brasileira, além de diversas concepções sendo a de Wright *et al.* (1973) e de Wright & Short (1984), uma das mais conhecidas e utilizadas. A literatura, entretanto indica a classificação destes autores como adequada para as costas cujo regime de marés esteja caracterizado como de micromarés. Como a costa piauiense apresenta regime predominante de mesomarés, não se aplica esta classificação, embora Bittencourt *et al.* (1990) indiquem a praia de Atalaia, em Luis Correia, como sendo do tipo dissipativa, com uma ampla face de praia e declividade suave. Os primeiros textos do século 20 sobre o litoral piauiense indicavam o litoral como de dunas em toda sua extensão com praias arenosas sem praticamente outras feições. Evidenciavam as ilhas do delta do rio Parnaíba e as pontas da Pedra do Sal, Itaqui (onde afloram os recifes e existe um farol) e a do Anel (BAPTISTA, 1981).

Pode-se, então, inserir a costa piauiense em diferentes classificações de zona costeira das mais antigas às mais recentes, como demonstrado no Quadro 37, sendo que algumas destas classificações foram evidenciadas no trabalho de King (1972).

Quadro 37. Diferentes classificações da costa piauiense.

Autor (es) / Data	Critério	Categoria	Costa piauiense
Shepard (1937 <i>apud</i> KING, 1972)	Atuação dos processos terrestres e marinhos	<ul style="list-style-type: none"> - Costa primária: mantida por agentes terrestres - Costa secundária: modificada por processos marinhos 	Possui as duas - Costas primárias: = costas de deposição de rios – costa deltaica; = costas de deposição eólica – costa de dunas - Costa secundária: = costas por ação de organismos – costa de manguezal
Cotton (1952 <i>apud</i> KING, 1972)	Estabilidade geodinâmica e atuação da oscilação do nível do mar	<ul style="list-style-type: none"> - Costa de regiões estáveis: afetada pela elevação do nível relativo do mar - Costa de regiões instáveis: elevação por igual ou em grandes extensões 	Costa estável: dominada por fatores emergentes
Valentin (1952 <i>apud</i> KING, 1972)	Combinação entre a origem da linha de costa com a dinâmica costeira atual	<ul style="list-style-type: none"> - Costa em progradação ou costa em avanço - Costa em recuo 	Costa em progradação: = formada por organismos – costa de manguezais = formada por agentes inorgânicos – por deposição marinha (dunas) e por deposição fluvial (delta)

Price (1955 <i>apud</i> KING, 1972)	Energia recebida das ondas (baseada na altura das ondas – de \leq 45 cm a \geq 75 cm)	- Costa de alta energia - Costa de moderada energia - Costa de baixa energia	Costa de alta energia: - altura da onda pode chegar a mais de 3 m em determinadas épocas do ano
Bloom (1970)	Referência a mudanças relativas dos níveis da terra e do mar	- Costa de submersão - Costa de emersão	Costa de submersão: - caracteriza-se pelo predomínio de vales fluviais afogados ou estuários
Baptista (1981)	Relacionado aos processos dinâmicos da costa de erosão ou acumulação, influenciando na forma	- Costa de erosão costeira - Costa de dunas - Costa alagadiça	- Costa de erosão costeira – da barra das Canárias a Luis Correia - Costa de dunas – de Luis Correia até a ponta do Anel (Macapá) - Costa alagadiça – de Barra Grande à divisa com o Ceará

Fonte: Baptista (2010).

Cavalcanti (2000) indicou para a costa piauiense com base nas peculiaridades da área e considerando a interação continente – oceano – atmosfera apenas uma caracterização da própria linha de costa e não uma classificação como os outros autores. Pare ele distingue-se na costa piauiense a alta praia (incluindo o berma), a praia (incluindo o estirâncio), a praia submersa e a plataforma continental.

Nessa pesquisa a interpretação da zona costeira piauiense deu-se a partir de três formas de descrição das feições da zona litorânea, sendo a primeira baseada na morfologia do ambiente praial, através da identificação dos setores das praias: pós-praia, praia média, face praial (estirâncio) e antepraia (OLIVEIRA, 2004; FERREIRA JR. *et al.*, 2005), que predominam na referida praia. A segunda forma adotada utilizou a classificação destas em estuarinas ou protegidas, oceânicas ou de mar aberto e de desembocaduras (ANGULO & ARAÚJO, 1996 *apud*

QUADROS, 2005), a partir do posicionamento destas em face destes tipos de condições hídricas. A terceira, por sua vez, e mais relevante nesta pesquisa, considerou a presença ou não dos recifes de arenitos propriamente ditos e/ou dos recifes de arenitos de praia (AMARAL & MENDONÇA, 1996; FERREIRA JR. *et al.*, 2005), classificando-a em protegida ou não protegida (também pode-se usar o termo desprotegida), sendo esta a mais significativa neste trabalho.

O critério da morfologia do ambiente praiial (Fig. 49) se justificou a partir da predominância dos diferentes setores (OLIVEIRA, 2004. p. 4 – 5) nas praias estudadas, considerando o significado de cada termo na configuração da praia, a saber:

[...] **ANTEPRAIA:** Setor localizado na porção subaquosa da praia, a partir do ponto de interação das ondas sobre o fundo até a zona de arrebentação, onde dominam processos de refração, difração, empolamento e perda de energia por fricção.

PRAIA MÉDIA: Setor localizado entre a antepraia e a face praiial, sobre o qual predominam processos hidrodinâmicos na zona de arrebentação e zona de surfe. Apresenta feições como bancos e cavas.

- **Zona de arrebentação:** Zona na qual atuam os processos de dissipação de energia das ondas, o ponto de quebra.

- **Zona de surfe:** Zona intermediária entre a zona de arrebentação e zona de espraiamento, onde podem ocorrer processos de transporte de sedimentos por correntes de deriva litorânea e correntes de retorno.

FACE PRAIAL: Setor localizado numa zona intermareal (entre marés). Na face da praia normalmente ocorrem os processos de espraiamento, fluxo e refluxo.

- **Zona de espraiamento ou estirâncio** – Zona entre a máxima e a mínima excursão do espraiamento das ondas, também denominada zona intermareal, geralmente ocorrendo sobre a face da praia. Dependendo da situação pode também apresentar no seu limite superior a berma ou degrau.

PÓS-PRAIA: Setor localizado na porção subaérea da praia, entre o máximo de espraiamento normal e o limite superior da praia (pé da duna frontal ou outra alteração brusca). Apresentam também feições típicas, como bermas, dunas embrionárias e canais de escoamento, ou sangradouros. [...] (OLIVEIRA, 2004. p. 4 – 5)

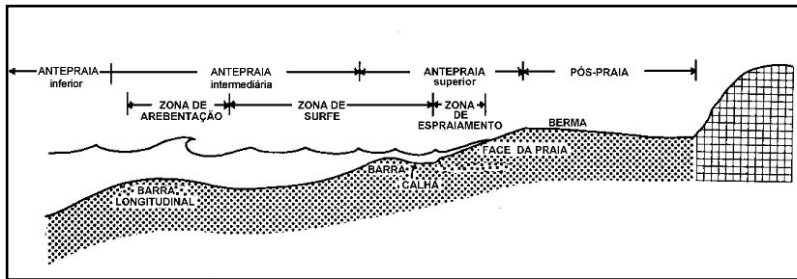


Figura 49. Configuração dos sub-ambientes praiais.

Fonte: Pasolini (2005).

Com relação à presença dos recifes de arenito, tendo em vista a proteção da zona litorânea piauiense e considerando a dinâmica dos processos envolvidos, esta pode ser classificada em dois tipos de costa: protegida, nas quais os arenitos dissipam parte da energia das ondas incidentes; e não protegida, sem a ocorrência de formações rochosas. Pode-se assim aplicar para o segundo tipo, conforme a hidrodinâmica da praia, a classificação de praias dissipativas, reflectivas e intermediárias, formulada por Wright *et al.* (1973) e Wright & Short (1984) (AMARAL & MENDONÇA, 1996). A Figura 50 apresenta um esquema possível desta classificação.

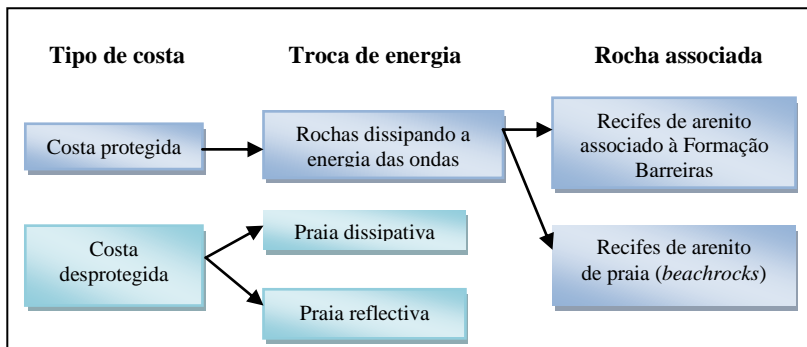


Figura 50. Configuração da costa piauiense de acordo com a presença de recife de arenito.

Fonte: Baptista (2010).

A partir desta configuração é possível classificar as praias da zona litorânea piauiense, considerando sempre o sentido leste – oeste, utilizando os três critérios descritos, conforme apresentado no Quadro 38.

Quadro 38. Classificação das praias piauienses de acordo com a presença dos recifes de arenito, dinâmica hídrica e morfologia do ambiente praial.

Praia	Tipo de costa		
	Presença dos recifes de arenito	Dinâmica hídrica	Morfologia do ambiente praial
Cajueiro da Praia	Protegida	Estuarina ou protegida	Pós-praia
Morro Branco		Oceânica ou de mar aberto	Face praial Estirâncio
Barrinha		Desembocadura	Pós-praia
Barra Grande		Estuarina ou protegida	Pós-praia
Macapá	Desprotegida	Desembocadura	Praia média
Carnaubinha	Protegida	Oceânica ou de mar aberto	Face praial Estirâncio

Arrombado	Desprotegida	Oceânicas ou de mar aberto	Praia média
Itaqui	Protegida	Oceânica ou de mar aberto	Face praial Estirâncio
Coqueiro			Face praial Estirâncio
Atalaia	Desprotegida	Oceânica ou de mar aberto	Praia média
Pedra do Sal	Protegida / desprotegida	Oceânica ou de mar aberto	Pós-praia
Ilha Grande	Desprotegida		Praia média

Fonte: Baptista (2010).

Não foi estabelecida, no entanto, a classificação de Wright *et al.* (1973) e Wright & Short (1984) para costas desprotegidas em função destas não fazerem parte da finalidade da pesquisa, além também de requerer a análise de outros aspectos aqui não considerados.

8.2.3. Relação dos recifes de arenito com o perfil das praias

A posição em relação à costa dos recifes da zona litorânea piauiense diferencia-se evidenciando uma configuração distinta para cada local como pode se visto nos perfis realizados.

Para este aspecto pode-se considerar Cifuentes *et al.* (1991) que apresentaram a região litorânea como a zona marítima determinada pelo nível extremo da maré alta e o nível da maré baixa, chamando-a de **zona intermareal**, estando nesta o início da plataforma continental. Dividiram ainda esta zona em três regiões: **supralitoral** – representando o espaço além da maré alta, o **mesolitoral** – correspondendo à faixa entre as marés e o **infralitoral** após a linha da maré baixa. Veléz (1980), para zonação costeira em litorais arenosos propôs, por sua vez, quatro espaços: zona supralitoral, zona mesolitoral, zona infralitoral e zona circalitoral com definição semelhante à classificação anterior, entretanto utilizou a presença de vida como critério para delimitação dessas áreas, acrescentando a última como sendo a parte do fundo mar adentro.

Para Suguio (1992), a zona costeira apresenta principalmente duas áreas: infralitorâneo ou infralitoral referindo-se ao que se encontra abaixo da região dos depósitos litorâneos, cujos limites correspondem à zona intermaré e, supralitorâneo ou supralitoral considerando o que se refere à zona imediatamente acima do nível de maré alta, comumente

mantida úmida pelo respingar das ondas e dos aerossóis marinhos. Embora não tenha mencionado uma região mesolitorânea, pode-se certamente subentender que esta fica entre as outras duas.

Bertini (2005), por sua vez, registrou na região litorânea que a superfície do mar, que sobe e desce com as ondas constitui a zona intertidal ou zona do entre-marés (ou ainda litoral), denominando nesta, a região acima de supralitoral, e a região abaixo de subtidal ou infralitoral. Exemplificou estas regiões de forma clara para ambientes de costões rochosos (Figura 51) podendo também serem utilizadas no caso dos recifes de arenito, pois estes se posicionam de forma semelhante sobre a costa, além do que, muitos autores os inserem dentro destes ambientes, considerados por muitos também como um ecossistema costeiro. A zona entre-marés também pode ser denominada de mesolitoral.

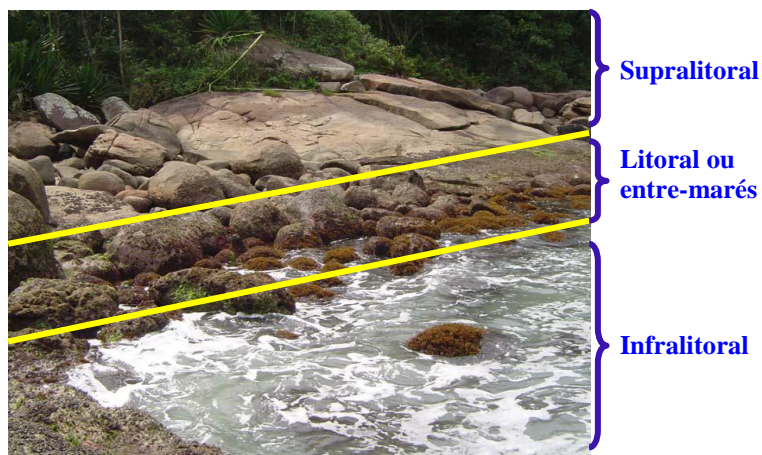


Figura 51. Costão rochoso demonstrando os diferentes níveis da região intertidal: supralitoral, litoral ou entre-marés e infralitoral.

Fonte: Bertini (2005).

A partir dessas considerações é pertinente indicar o posicionamento das áreas de recife de arenito sobre a zona litorânea piauiense da seguinte forma: os recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras presentes nas praias de Cajueiro da Praia e Barra Grande, em Cajueiro da Praia, estão posicionados em contato com o

supralitoral (Foto 62), permanecendo totalmente submersos somente em ocasiões de grandes amplitudes de marés ou ressacas.



Foto 62. Recifes de arenito sobre a costa piauiense em contato com o supralitoral: A. praia de Cajueiro da Praia – Cajueiro da Praia. B. praia de Barra Grande – Cajueiro da Praia (Fotos de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

Os recifes de arenito da praia de Morro Branco, também em Cajueiro da Praia, e os das praias de Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro, em Luis Correia, estão no mesolitoral, sempre sujeitos à variação das marés (Foto 63), sendo recoberto totalmente pelas águas por ocasião da preamar.

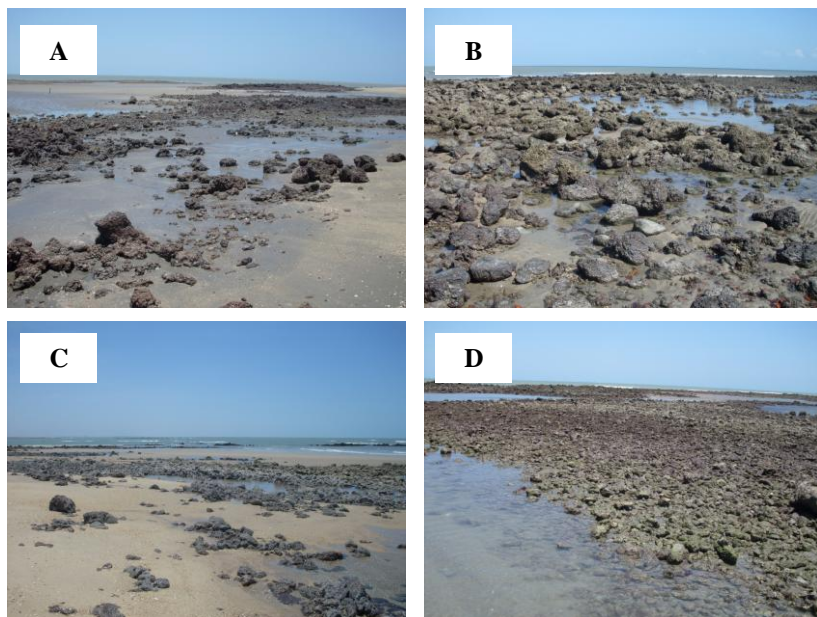


Foto 63. Recifes de arenito sobre a costa piauiense ocorrentes no mesolitoral: A. praia de Morro Branco – Cajueiro da Praia. B. praia de Carnaubinha – Luis Correia. C. praia de Itaqui – Luis Correia. D. praia do Coqueiro – Luis Correia (Fotos de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

O recife de arenito de praia (*beachrocks*) que aflora na praia da Barrinha, em Cajueiro da Praia, por sua vez encontra-se no supralitoral, permanentemente exposto, não sendo recoberto pela maré nem mesmo em período de preamar mais alta, consolidando sua função evidente de abrandamento da energia das ondas incidentes e conseqüentemente de proteção da linha de costa contra a erosão costeira (Foto 64).



Foto 64. Recifes de arenito de praia (*beachrocks*) sobre a costa piauiense aflorando no supralitoral em permanente exposição na praia da Barrinha – Cajueiro da Praia (Foto de Elisabeth Mary de Carvalho Baptista, outubro de 2009).

8.2.4. Os recifes de arenito como unidade geoambiental de análise integrada e como ferramenta para o gerenciamento costeiro

No decorrer da história da humanidade a zona costeira configurou-se e ainda configura-se em um espaço densamente ocupado por ter sido a via principal de entrada para a maioria dos processos de colonização. A partir do encontro com os oceanos, os seres humanos principiaram uma nova etapa buscando expandir suas áreas de habitação buscando a superação da barreira geográfica imposta pelas águas, permitindo também a descoberta e a utilização dos recursos orgânicos e não orgânicos provenientes dos litorais. O povoamento, a industrialização e a urbanização são responsáveis por alterações expressivas dessas áreas podendo até provocar mudanças definitivas na dinâmica costeira e nos ecossistemas presentes.

Visando analisar o espaço geográfico, utilizando as zonas costeiras como foco, Moraes (1999) introduziu uma discussão referente às particularidades do que ele chamou de localização litorânea (grifo do autor). Segundo ele, esta localização é diferenciada apresentando características naturais e condições de ocupação específicas do quadrante do globo em que se encontra. Indicou ainda três formas de

valorizar estes espaços. A primeira pela interface com o mar, que os torna bases terrestres de exploração dos recursos marinhos com vantagem locacional na alocação das instalações de equipamentos referentes a estas atividades. A segunda configura-se na favorabilidade da posição litorânea em relação à circulação de mercadorias por alocarem os pontos terminais dos fluxos intercontinentais destas, executadas em sua maioria pelo transporte marítimo, sendo assim a navegação um elemento importante na qualificação destes espaços. A terceira trata do litoral, por apropriação cultural, como espaço de lazer, principalmente aqueles preservados e, que sustentam o turismo e o veraneio, atividades litorâneas mais dinâmicas da atualidade.

Considerando ainda a densa concentração populacional nos espaços litorâneos e que, parte das instalações industriais em operação no mundo localiza-se à beira-mar, Moraes (1999) observou que todas estas condições qualificam estes espaços como raros e que a localização litorânea é privilegiada, fazendo com que a zona costeira apresente qualidades geográficas particulares, que permitem à sociedade o uso desses espaços de diferentes maneiras. Entretanto, mesmo com estas qualidades o espaço litorâneo vem sofrendo modificações significativas desde o início de sua ocupação e utilização. Sobre isto, Drew (1999) colocou que as alterações sofridas pelos ambientes litorâneos são conseqüências de dois fatores: a pressão demográfica e suas atividades decorrentes e a relativa fragilidade de muitas linhas costeiras, principalmente aquelas sujeitas às ações das ondas.

A zona costeira por isto merece um planejamento cuidadoso das ações e atividades a serem desenvolvidas no seu espaço, assim como o emprego de técnicas ou tecnologias adequadas aos seus aspectos físico-naturais e socioambientais. Tal condição requer o estabelecimento de mecanismos e/ou instrumentos que possibilitem ao mesmo tempo uma utilização sustentável do espaço litorâneo e a conservação de seus recursos.

Dos diversos mecanismos desenvolvidos pela sociedade por diferentes setores visando uma melhor utilização dos recursos da zona costeira inclui-se o gerenciamento costeiro, que se configura num conjunto de ações destinadas a prover as faixas litorâneas de critérios que assegurem o aproveitamento racional dos recursos naturais e uma ocupação humana ordenada (BRESSAN, 1996), através da proteção à sítios especiais e a definição de áreas propícias ao desenvolvimento da sociedade.

Muehe (1998, p. 273) destacou que a somatória entre a ocupação e crescimento do espaço costeiro e os impactos de sua utilização econômica tende a provocar alterações que levam à degradação da paisagem e dos ecossistemas, podendo inviabilizar as próprias atividades econômicas, provocando o despertar na sociedade da necessidade de, “através da pesquisa científica e de ações de gerenciamento, monitoramento e educação ambiental, encontrar uma situação de equilíbrio entre uso e preservação do meio ambiente”.

De acordo com Afonso (1999), o gerenciamento integrado e o desenvolvimento sustentável das zonas costeiras e marinha, inclusive zonas econômicas exclusivas configura-se como um mecanismo importante tendo sido já proposto na Agenda 21, protocolo de intenções elaborado a partir das discussões da Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a ECO-92, realizada em 1992, no Rio de Janeiro que prevê em seu capítulo 17 intitulado: “Proteção dos oceanos, de todos os tipos de mares – inclusive mares fechados e semi-fechados – e das zonas costeiras, e proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos” (BRASIL, 1995, p. 231-232), como uma das cinco áreas de programa a ser implementado pelos diversos países.

No caso do Brasil, por exemplo, o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos é preocupação do governo que para isso estabeleceu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), através da Lei nº. 7.661/88, que visa orientar a utilização racional dos recursos da zona costeira, contribuindo para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural e prevê o zoneamento de usos e atividades na zona costeira dando prioridade à conservação e proteção de bens costeiros. Para que as ações desse plano em sua nova versão, o PNGC II, tivessem continuidade, visando o atendimento das novas demandas surgidas, o governo definiu, através do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 1997, não paginado), ser necessário, o redirecionamento de suas atividades, considerando que:

[...] - A Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como área de patrimônio nacional;

- A maior parte da população mundial vive em Zonas Costeiras, e há uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica nessas regiões. A saúde, o bem-estar e, em alguns casos, a própria sobrevivência das populações costeiras depende da saúde e das condições dos sistemas costeiros, incluídas as áreas úmidas e regiões estuarinas, assim como as correspondentes bacias de recepção e drenagem e as águas interiores próximas à costa, bem como o próprio sistema marinho.

- A atividade de gerenciamento deste amplo universo de trabalho implica, fundamentalmente, a construção de um modelo cooperativo entre os diversos níveis e setores do governo, e deste com a sociedade. [...] (BRASIL, 1997, não paginado)

Asmus & Kitzmann (2004, p. 5) em estudos sobre o desenvolvimento de programas e planos de gestão costeira no Brasil, definem gerenciamento costeiro integrado como “um processo contínuo e dinâmico pelo qual são feitas decisões e ações para o uso sustentável, desenvolvimento e proteção das áreas costeiras e recursos marítimos”. Consideram que somente o comprometimento e integração do governo e da sociedade poderão fortalecer a base legal destes processos decisórios, para possibilitar a elaboração de um plano de ação, politicamente aceitável.

Concordando com Afonso (1999), em sua pesquisa sobre a zona costeira paulista, podemos afirmar que para evitar a destruição dos ecossistemas costeiros, a possibilidade que se insere, a partir do paradigma do desenvolvimento sustentável, corresponde a uma efetiva implantação do gerenciamento costeiro, com atividades ordenadas, respeitando e conservando os recursos naturais da região, podendo vir realmente a constituir uma nova perspectiva nas relações entre as atividades humanas e os recursos naturais costeiros.

Visando a inserção dos recifes de arenito como unidade geoambiental para contribuir numa análise integrada dos processos e condicionantes que se dão em uma dinâmica constante dentro da zona litorânea e costeira piauiense, inicialmente sugere-se uma divisão da costa piauiense com base na presença ou ausência dos recifes de arenito, utilizando como referência a concepção de Souza (2001), em 4 tipos: 1. linha de costa arenosa; 2. linha de costa com recifes de arenitos descontínuos; 3. linha de costa com recife de arenito de praia contínuo, e 4. linha de costa com afloramentos do embasamento cristalino.

Entre os afloramentos de recifes de arenito associados à Formação Barreiras e os de arenito de praia, se intercalam as praias arenosas. O Quadro 39 apresenta, então, essa divisão com as características predominantes dessas áreas.

Quadro 39. Divisão da costa piauiense.

Nº.	Tipo	Característica	Ocorrência
1.	Linha de costa arenosa	Tipo mais comum não apresentando obstáculo rochoso na linha de praia ou na porção submersa adjacente à praia, com granulometria da areia variando entre média a fina e largura também variável.	Praias de Ilha Grande; trecho oeste da praia da Pedra do Sal; praia de Atalaia; praia do Arrombado; praia de Macapá
2.	Linha de costa com recifes de arenito descontínuos	Com rochas apresentando-se encobertas durante um período variável sendo mais exposta em eventos de tempestades, sendo um tipo de praia disperso.	Praias de Cajueiro da Praia, Morro Branco, Barra Grande, Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro.

3.	Linha de costa com recife de arenito de praia contínuo	Composta por sedimentos litificados por deposição química de carbonato de cálcio, podendo ocorrer na zona de face da praia e na antepraia, com extensão de centenas de metros ou quilômetros.	Praia da Barrinha
4.	Linha de costa com afloramentos do embasamento cristalino	Com baixa energia de ondas e riscos de redemoinhos e correntes de retorno.	Praia da Pedra do Sal

Fonte: Baptista (2010).

Nesta divisão não se insere as áreas de mangues, pois os mesmos se localizam nas porções interiores na interface da água doce com a salgada não se expondo diretamente, na maioria das vezes, sobre a praia. No Piauí, entretanto, esse ecossistema é significativo desenvolvendo-se desde o delta do Parnaíba à desembocadura do rio Ubatuba, divisa com o Ceará, com afloramentos registrados no complexo estuarino dos rios Cardoso e Camurupim, entre as praias de Macapá e Barra Grande e na lagoa do Portinho em Parnaíba. Além disso, em desembocaduras de pequenos riachos em diferentes trechos do litoral pode-se também observar mangues, mesmo que em pequena concentração.

Analisando, então, os recifes de arenito como unidades geoambientais relevantes para a análise integrada do ambiente costeiro dada a sua predominante e ainda pouco conhecida presença sobre as praias piauienses, importância para a biodiversidade local e potencialidade de utilização sustentável de seus recursos orgânicos e inorgânicos, sugere-se considerar sua formação, dinâmica e influência na morfologia e nos processos costeiros, para o estabelecimento de planos, programas e ações voltadas para o gerenciamento de atividades a serem desenvolvidas na região litorânea piauiense.

Percebe-se que a utilização desse ecossistema em atividades não degradantes somente possa e deva ser desenvolvida com a efetiva participação da comunidade local na busca de melhoria de sua qualidade de vida. O conhecimento e o reconhecimento das fragilidades e fortalezas dos diferentes ecossistemas costeiros e sua interrelação com a comunidade local é primordial para se planejar e programar as

atividades desejadas para a zona costeira seja qual for e onde for. É preciso entender que na natureza não existem elementos mais ou menos importantes. Dada sua condição sistêmica, cíclica e integrada, todo e qualquer elemento que dela faz parte, seja um ser vivo ou não, constitui peça fundamental, única e singular dentro do funcionamento dos processos naturais que desenvolve.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Como resultado do estudo realizado no trabalho de pesquisa chegou-se às conclusões apresentadas a seguir.

Os recifes de arenito, como elemento da morfologia praial são relacionados como estruturas que testemunham a oscilação do nível relativo do mar no decorrer do tempo geológico, assim como correspondem à antigas praias consolidadas.

A principal preocupação dos estudos sobre os recifes de arenito repousa no aspecto morfológico, composição, processo de formação e na sua utilização como evidência das oscilações do nível relativo do mar. Alguns trabalhos destacam seu caráter de proteção da linha da costa e poucos retratam sua função ecológica de servir de substrato para organismos viventes, além dos corais.

Quanto aos processos de sedimentação foi possível perceber que os recifes de arenito de forma geral formam-se a partir da cimentação de sedimentos na linha da costa e para isto dependem basicamente da dinâmica do fluxo e refluxo mareal e da iluminação solar. No caso dos recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras não se registra estudos sobre esse processo. Com relação aos recifes de arenito de praia, a discussão entre os pesquisadores ainda não é definitiva, tendo os mesmos indicados variadas formas da cimentação, a saber: relacionadas exclusivamente à água do mar; sob influência da água doce subterrânea; a partir da mistura da água doce com a salina e por contribuição de organismos vivos.

Também é possível verificar que existe uma variada literatura que discute os recifes de arenito e nos trabalhos são identificados como *beachrocks* traduzidos como rochas de praias ou rocha praial ou arenitos de praia ou inseridos simplesmente como formações rochosas sobre a linha da costa.

Reconhece-se, entretanto, que os recifes de arenito também podem apresentar formas distintas em sua morfologia espacial, mesmo que pouco discutidas na literatura. Essas formas correspondem à longas faixas paralelas à costa, à formações distantes desta ou como pequenas ilhas isoladas. No que se refere à idade, a discussão recai sobre os recifes de arenito de praia (*beachrocks*) na maioria dos textos, predominando a idéia de que datem do Holoceno ou Recente. Como os recifes de arenito propriamente ditos relacionam-se à Formação Barreiras, é de se supor que sua idade geológica corresponda à desta unidade remetendo-se ao período Terciário, ou ainda por estarem

depositados sobre as faixas praias, ambientes sujeitos às contínuas e presentes alterações, esteja relacionada ao período Quaternário, mas sem uma datação exata, considerada como indiferenciada.

A distribuição mundial dessas estruturas destaca a zona entre os trópicos e no Brasil a maior incidência está na região Nordeste, cuja zona costeira as apresentam como feição litorânea típica. Predomina, entretanto nos estudos sobre os recifes de arenito no Nordeste brasileiro, pesquisas sobre os de recifes de arenito de praia ou rochas de praia (*beachrocks*) em detrimento aos recifes de arenitos relacionados à Formação Barreiras, sendo estes citados em apenas quatro trabalhos, sem investigação detalhada, identificados como crostas ferruginosas presentes ao longo da costa nordestina como um todo e no litoral cearense.

Sobre estas formações rochosas no Piauí, não há registro na literatura geral, sendo retratados localmente, com poucos trabalhos. Estes estudos, entretanto tratam destas formações de forma superficial tanto quanto aos mecanismos que as originam, em relação à sua composição e também sobre seu comportamento enquanto componente da morfologia e dinâmica costeira.

A planície litorânea piauiense é formada por uma faixa de terra que compreendem formas, processos geológicos e ecossistemas decorrentes da influência mútua de ondas, marés e ventos, apresentando ambientes marinhos e continentais, estando estes depositados sobre a Formação Barreiras. A área de estudo de ocorrência dos recifes em relação aos aspectos físico-naturais e ambientais está configurada a partir dessa integração, sendo as formações rochosas em estudo parte significativa desta morfologia na medida em que participam na sua construção funcionando como barreira contra a erosão costeira, assim como agregando sedimentos orgânicos e inorgânicos que juntos constituem sua composição.

A classificação petrográfica indicou que as amostras de rochas dos recifes das praias de Cajueiro da Praia, Morro Branco, Barra Grande, Carnaubinha, Itaqui e Coqueiro são arenitos conglomeráticos, enquanto que as rochas do recife da praia da Barrinha são arenitos com biodetritos. Em sua maioria, os recifes de arenito presentes na zona litorânea piauiense, constituem-se em alinhamentos rochosos relacionados à Formação Barreiras, da qual receberam seus sedimentos formadores, principalmente quartzito, assim como o elemento cimentante, o óxido de ferro. Apenas na praia da Barrinha ocorre uma estrutura rochosa arenítica cimentada por carbonato de cálcio, sendo o

único representante dos recifes de arenito de praia (*beachrocks*) no litoral do Piauí. A idade destas estruturas certamente relaciona-se com o seu ambiente de formação e com a origem de seus sedimentos. A análise petrográfica indicou ainda que as rochas dos recifes de arenito apresentaram, de forma geral, granulação grossa, estrutura maciça, sem deformações tectônicas, nem alterações intempéricas, sendo coerentes e com grãos variando entre arredondados (os maiores) a angulosos (os menores). A rocha do recife de arenito de praia (*beachrock*), por sua vez, apresentou granulação fina, estrutura estratificada, também sem deformações tectônicas, pouco intemperizada, com coerência de coerente a friável e grãos arredondados a angulosos.

A partir desta condição, entende-se que seja possível inferir que os recifes de arenito têm sua distribuição iniciada na região Nordeste, não a partir do Ceará como registrado na literatura, mas a partir do Piauí, uma vez que seu espaço de ocorrência sobre a costa representa aproximadamente 40% da extensão linear do litoral do estado.

Assim, o processo de formação dos recifes de arenito das praias piauienses ocorre basicamente por cimentação de sedimentos principalmente por óxido de ferro (86% das formações) e em menor escala por carbonato de cálcio (14%). Na literatura outras situações têm sido descritas e esta registra também neste processo a aragonita como cimento e a ação de bactérias. Seus elementos constituintes correspondem à grãos de quartzos, principalmente, nos relacionados à Formação Barreiras e, além do quartzo, fragmentos de conchas nos de arenito de praia, de acordo com o resultado da análise petrográfica realizada.

Reforça-se que as fontes básicas dos sedimentos que constituem os recifes de arenito piauienses decorrem especialmente de sedimentos oriundos da Formação Barreiras, além daqueles carreados pelos pequenos cursos fluviais que desembocam nas praias nas quais ocorrem ou próximas a eles, que contribui de maneira significativa no fornecimento principalmente de sedimentos litoclásticos e do próprio ambiente marinho responsável pela agregação de sedimentos bioclásticos, no caso conchas de moluscos, principalmente bivalves.

Este estudo procurou identificar também as principais características granulométricas das areias das praias nas quais os recifes de arenito estão inseridos e da planície costeira adjacente a estas, visando subsidiar a determinação das fontes de sedimentos e dos processos de formação dessas estruturas comuns na linha de costa do

estado. Os parâmetros utilizados neste trabalho indicaram nitidamente o caráter fino das areias da planície costeira estudada, cuja hidrodinâmica permite o transporte de sedimentos maiores, do tamanho areia.

Quanto à granulometria pode-se inferir que a distribuição dos valores do diâmetro médio das amostras das praias nas quais ocorrem os recifes de arenito e da planície costeira adjacente a elas, evidencia uma visível diferenciação entre as regiões, sendo encontrada desde areia muito grossa a silte grosso, sendo que nas praias predomina areia média à grossa e na planície, areia fina. A composição média dos grãos nas praias nas quais existe significativa influência de desembocadura de pequenos cursos fluviais é representada por sedimentos com frações de areia muito fina à areia muito grossa. Os valores de desvio padrão demonstraram, predominantemente, tratar-se de sedimentos pobremente selecionados de acordo com a escala qualitativa utilizada para interpretar e classificar o grau de seleção dos sedimentos. Os parâmetros de curtose e assimetria evidenciaram que na distribuição granulométrica dos sedimentos prevalece uma curva de frequência platycúrtica com assimetria entre aproximadamente simétrica e negativa.

Entretanto, o resultado dos valores granulométricos estudados como um todo foi principalmente descritivo, pois a quantidade de amostras, no nosso entendimento, não foi satisfatória para uma análise mais aprofundada. Percebe-se assim a necessidade de continuar o estudo quanto a granulometria da faixa litorânea piauiense, de forma não somente restrita às praias com recifes de arenito, mas relativo à todas as praias, ampliando também o número de amostras por praia, para crescer a significância dos resultados e a partir disso estabelecer uma verdadeira “biografia” das praias do litoral do Piauí neste aspecto.

No que diz respeito à forma dos recifes de arenito na zona litorânea piauiense, apenas em uma área estes se dispõem em faixas paralelas à linha da costa, no caso a praia da Barrinha. Nas outras seis praias nas quais estes ocorrem a sua morfologia caracteriza-se por agrupamento de concreções arredondadas distribuídas descontinuamente sobre a praia. Esta característica leva a inferir que considerando a interpretação de todas as informações obtidas durante a pesquisa que, os recifes de arenitos presentes na praia da Barrinha podem ser considerados os verdadeiros e possivelmente único registro de rochas de praia verdadeiras ou *beachrocks*, como denominado na literatura, sendo os das outras praias recifes de arenito, então, associados à Formação Barreiras. Estes últimos são muito comuns na região Nordeste aparecendo de forma evidente principalmente no estado do Ceará,

vizinho ao Piauí. A ratificação deste aspecto poderá ser concretizada em estudos posteriores através do processo de datação das amostras de rochas.

Os recifes de arenito da zona litorânea piauiense podem assim, se classificar em dois tipos, de acordo com os diferentes aspectos estudados nesta pesquisa, mas principalmente considerando a morfologia e disposição espacial sobre a faixa praial. Esta formações se expõem em 7 (sete) praias sendo que em 6 (seis) delas a sua morfologia é bastante semelhante, diferenciando-se apenas na posição em relação ao continente, ou se seja se está mais distante ou mais próxima da planície costeira, ou ainda se está no meso ou no supralitoral, apresentando aglomeração de rochas em forma mamelonar concentradas sobre a faixa da praia de forma não retilínea e descontínua em alguns locais, com presença de espaços internos preenchidos por água do mar constantemente independente da maré, formada mineralogicamente por grãos de quartzo. Nestes espaços, denominados na literatura de “barretas”, percebe-se a existência de seres vivos marinhos diversos que habitam os recifes de arenito, deles retirando sua sobrevivência. Inúmeras espécies de animais marinhos estão presentes, e quanto aos vegetais podem ser facilmente percebíveis as macroalgas bentônicas, com representantes das três divisões: clorofíceas (algas verdes), rodofíceas (algas vermelhas) e feofíceas (algas pardas ou marrons). A outra formação constitui a única que se apresenta de forma retilínea acompanhando a faixa praial na qual se estende com estrutura estratificada, configurando-se, a partir de sua morfologia e principalmente de seus constituintes mineralógicos, basicamente conchas, nas denominadas rochas de praia (*beachrocks*), conforme evidenciado nos estudos bibliográficos e na análise petrográfica realizada, e neste trabalho considerados como recifes de arenitos de praia.

A partir desses dois diferentes tipos de recifes pode-se reforçar que nas sete praias de sua ocorrência na zona litorânea piauiense, todas essas formações rochosas são areníticas, sendo o grão de quartzo, na maioria, o principal componente mineralógico. Embora o recife de arenito da praia da Barrinha, tenha as conchas como o componente mineralógico em expressiva quantidade, este é evidentemente rocha e por isso inorgânico. Portanto, os recifes presentes na faixa litorânea estudada são de arenito.

Os recifes de arenito ocorrem ao longo de praticamente todo o litoral piauiense e estão posicionados, preferencialmente, no mesolitoral

e próximos à desembocadura de estuários e podem, por isso, sofrerem alterações sob a influência destes e apresentam extensão variada de 0,7 a 2,5 km. Os recifes de arenito de praia (*beachrocks* ou rochas praias) ocorrem somente sobre o supralitoral em uma área próxima à desembocadura de um complexo fluvio-lagunar, com uma extensão de cerca de 2 km. Ambos se mostraram como indicadores de flutuações relativas do nível do mar, com fontes de alimento e substratos para a biodiversidade costeira e como atenuadores da energia das ondas, funcionando, assim, como protetores contra a erosão costeira. Diferenças altimétricas, padrões distintos de ocorrência em relação ao ambiente de formação e grau de cimentação, associados às datações radiométricas, poderão funcionar como excelentes fatores para a definição espaço-temporal de flutuações do nível do mar para a região na constituição da evolução paleogeográfica do litoral piauiense.

No que se refere aos perfis topográficos realizados na zona litorânea, estes, apresentaram uma extensão aproximada entre 163 a 177 m, com a zona de praia alcançando uma largura máxima de 40 m na praia do Coqueiro (perfil 7). A cota máxima foi de cerca de 13 m na praia de Cajueiro da Praia (perfil 1) e a mínima atingiu aproximadamente 0,5 m na praia de Barra Grande (perfil 4). A realização destes perfis indicou que as cotas de maior altitude foram registradas no supralitoral e na faixa praial com relação aos recifes de arenitos e por isso pode-se afirmar que de forma geral, estes estão em altitude inferior à das praias e do supralitoral, indicando sua sujeição à ação das ondas e das marés, assim como sua função de proteção à costa, por servirem de anteparo à força desses elementos. Além disso, percebeu-se também, que quanto menor for a amplitude da maré, maior a quantidade de rochas que se expõe, reforçando a importância de pesquisas futuras que dêem continuidade ao estudo sobre os recifes do mesolitoral, mas também que busquem o conhecimento e reconhecimento dos que se encontram no infralitoral, ou seja sempre submersos.

Quanto às funções dos recifes de arenito do Piauí é notória sua contribuição em quatro aspectos principais: biológico (pela significativa biodiversidade presente), ecológico (por constituir substrato e suporte de vida para a referida biodiversidade), geomorfológico (por participar da construção do relevo superficial da praia, na condição de retentor de sedimentos e na contenção da força erosiva das ondas incidentes) e geológico (por representarem evidências de antigas linhas de praia indicando modificações pretéritas na geografia costeira local). Neste

último aspecto cabe destacar que, em virtude da composição mineralógica e do cimento predominante, a maioria dos recifes de arenito ocorrentes nas praias do litoral do Piauí estão associados à Formação Barreiras, tendo recebido sedimentos desta para consolidar sua solidificação, e assim, entender que a linha da costa deve ter estado numa posição mais avançada no passado, apresentado uma configuração distinta da atual, com um nível relativo do mar menos elevado.

Além disso, foi possível perceber também que quanto mais próximos à praia, as rochas dos recifes de arenitos são mais friáveis, ou seja, menos resistentes à erosão. Outro aspecto identificado indica que alguns desses bancos, aparentemente, estão-se formando na atualidade, como no caso da praia de Cajueiro da Praia. A esses novos agrupamentos de rochas estão se agregando resíduos de produtos de origem antrópica, podendo estes serem considerados como depósitos tecnogênicos, que se futuramente consolidados, podem ser inseridos como novos elementos da paisagem costeira piauiense.

Percebeu-se também várias linhas de quebra de onda distantes da praia atual indicando a possibilidade de irregularidades no fundo da plataforma continental devido à presença de recifes de arenito e de recifes de arenito de praia (*beachrocks*) submersos. Estas rochas devem ter possibilitado a agregação de animais e vegetais marinhos, inclusive corais, podendo eventualmente se constituir como recifes de corais. Neste caso, estudos mais detalhados no futuro do infralitoral devem confirmar esta condição.

A partir do estudo realizado a costa piauiense pôde ser dividida e/ou classificada de duas formas principais. Uma considerando o agrupamento de recifes de arenito por município em dois setores: setor 1: complexo recifal de Cajueiro da Praia e setor 2: complexo recifal de Luis Correia, e outra com base na característica principal das praias destacando a presença ou ausência de rochas e o tipo delas, indicando quatro configurações: 1. linha de costa arenosa; 2. linha de costa com recifes de arenito descontínuos; 3. linha de costa com recife de arenito de praia contínuo e 4. linha de costa com afloramentos do embasamento cristalino. Mas, principalmente se estabeleceu um parâmetro fundamental na classificação das praias da costa piauiense: a presença dos recifes de arenito, proporcionando a condição de protegida naquelas em que ocorrem (no total de sete) e desprotegida nas outras (totalizando cinco), mais uma vez evidenciando a importância dessas estruturas na configuração litorânea do Piauí. No caso das praias protegidas insere-se também a da Pedra do Sal em função do afloramento rochoso.

O que se pode também deduzir a partir dessa discussão com base na revisão bibliográfica e nos resultados obtidos é que as formações rochosas presentes na faixa costeira piauiense são comuns também em outras regiões do mundo. Considerando-se a contribuição na proteção das costas exercida por estes ecossistemas, além de se constituírem substrato de sustentação e provedores de alimentos para diversas espécies animais e vegetais, configurou-se então importante confirmar o processo que os originam, sua constituição sedimentológica e identificar sua importância para a dinâmica praial através de sua disposição espacial, reconhecendo-os e valorizando-os como atributo natural geológico do litoral piauiense.

Dessa forma, pode-se inferir que os recifes de arenito correspondem a um importante registro sedimentar e estratigráfico uma vez que podem refletir o nível relativo do mar mais alto do que o atual durante o Holoceno, atuando também como proteção natural à erosão costeira. Servem ainda de substrato para o desenvolvimento de diferentes espécies animais e vegetais e podem conferir distinta beleza à paisagem litorânea se configurando inclusive como atrativo turístico.

Por isso é importante também evidenciar o processo geológico de evolução dos dois diferentes tipos de recifes de arenito identificados na pesquisa realizada. Assim, tem-se que os recifes de arenito propriamente ditos relacionados à Formação Barreiras, que predominam no litoral piauiense, se formaram em função do desgaste principalmente pela abrasão marinha e costeira das falésias da referida formação no decorrer do tempo geológico, provavelmente nos últimos dez mil anos, podendo ainda estar em formação, como foi possível perceber em pelo menos uma das praias de sua ocorrência.

Pode-se distinguir para este processo as seguintes etapas, resumidas esquematicamente na Figura 52:

- erosão da falésia da Formação Barreiras;
- deposição do material erodido e solto sobre a praia;
- dissolução desse material através da percolação da água salgada do mar e/ou doce de estuários próximos
- evaporação da água por ação dos raios solares incidentes;
- consolidação do material em rocha com o óxido de ferro presente atuando como elemento cimentante;
- formação de diversos alinhamentos de rochas constituindo os recifes de arenito.

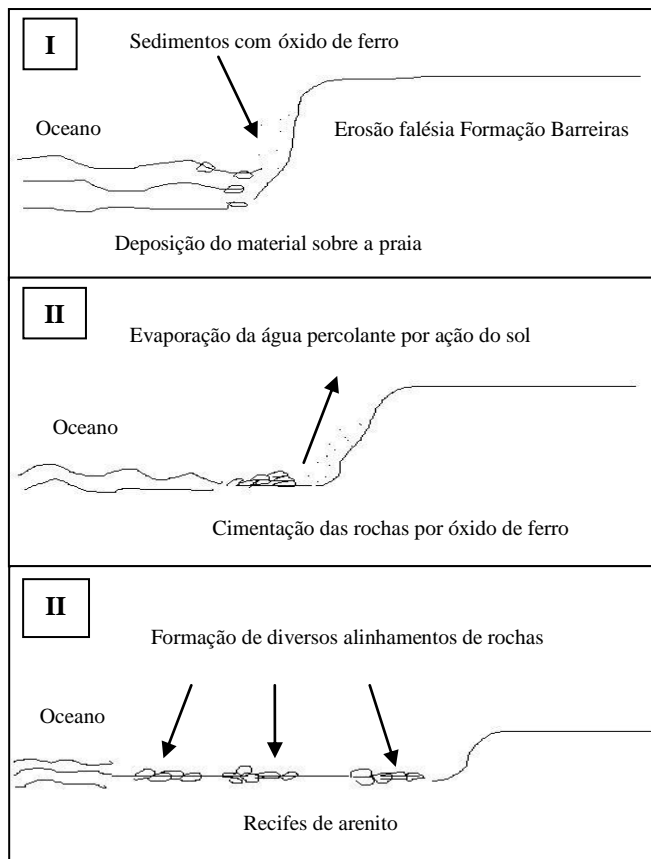


Figura 52. Evolução geológica dos recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras.

Fonte: Baptista (2010).

Em relação aos recifes de arenito de praia, também identificados no litoral piauiense, em escala menor, seu processo de formação ocorre de maneira diferente, quanto à origem dos sedimentos e elemento cimentante. Neste caso, os sedimentos são oriundos da própria praia constituídos principalmente por grãos de areia quartzosa com contribuição de carapaças e conchas de animais. O cimento corresponde ao carbonato de cálcio proveniente das referidas conchas e o processo de formação desse tipo de recifes é recente, inserido no período Quaternário, pois percebe-se que ainda está ocorrendo no dias atuais.

A água que participa do processo tanto pode ser proveniente do oceano como dos cursos fluviais próximos ou até mesmo as duas ao mesmo tempo.

A formação desses recifes pode ser resumida nas etapas a seguir, as quais estão apresentadas na Figura 53:

- evaporação da água que percola entre os sedimentos por incidência solar;
- cimentação das rochas por carbonato de cálcio;
- formação das faixas de rochas estratificadas sobre a praia, constituindo os recifes de arenito de praia.

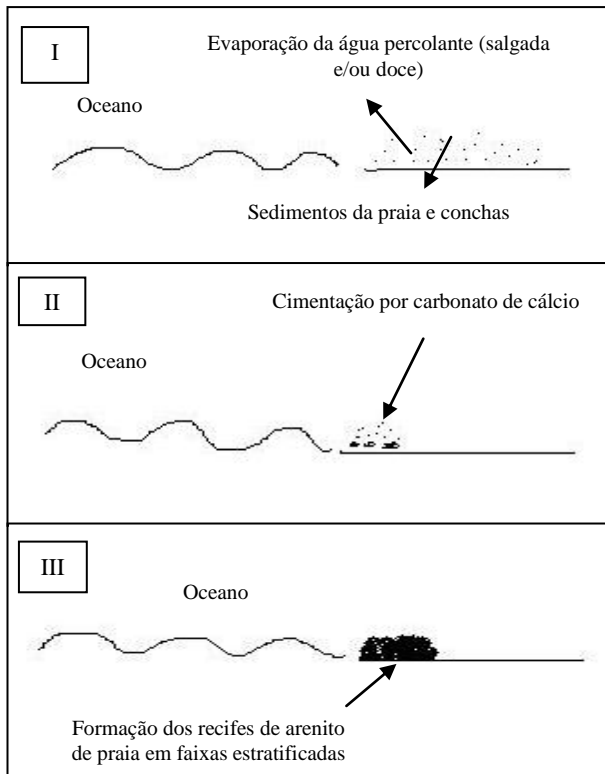


Figura 53. Evolução geológica dos recifes de arenito de praia.

Fonte: Baptista (2010).

A partir, então, da integração dos dados apresentados neste estudo, e na perspectiva de continuidade da pesquisa e aprofundamento do conhecimento a respeito dos recifes de arenito e da zona costeira piauiense como um todo, configura-se importante evidenciar as discussões a seguir.

Esta pesquisa, longe de esgotar o estudo sobre essas formações rochosas teve como propósito despertar a necessidade de novos trabalhos com um maior aprofundamento principalmente em vários aspectos que não foram possíveis de serem abordados, mas que reconhecidamente são importantes para o conhecimento integrado da dinâmica costeira piauiense, contribuindo para um conhecimento maior e mais amplo sobre o litoral do estado do Piauí e as possibilidades de aproveitamento de seus recursos e do uso de seu espaço dentro da ótica da sustentabilidade e a partir das prerrogativas legais destinadas à zona costeira brasileira. Considerando as duas diferentes formas de recifes de arenito identificadas: recifes de arenito associados à Formação Barreiras e os recifes de arenito de praia ou rochas de praia (*beachrocks*), entende-se serem recomendáveis novas e contínuas pesquisas que procurem elucidar e confirmar a idade geológica das rochas através de métodos de datação absoluta adequados, assim como outros elementos (como por exemplo, no caso dos arenitos de praia estabelecer suas feições superficiais, faces longitudinais, tipos de fraturamento, disposição das conchas, etc.) na busca cada vez maior de valorizar essas formações dentro do contexto litorâneo em que se encontram por sua evidente relevância geológica, ecológica, histórica, econômica e turística.

Dentro desse contexto, a criação do *Parque Estadual dos Recifes Costeiros Piauienses*, inserido na APA Delta do Rio Parnaíba, como parte dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, artigo 9º item VI, que indica a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal (BRASIL, 1981), determinados como Unidade de Conservação (UC) da categoria de uso sustentável dos recursos naturais de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (BRASIL, 2000), que apresenta entre seus objetivos, artigo 4º, itens VI e VII, respectivamente: proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica e proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural, considerando ainda o artigo 239º da Constituição do Estado do Piauí de 1989 (SOARES, 2001) que define as formações rochosas interessantes como áreas de relevante interesse

ecológico tendo sua utilização dependente de autorização prévia de órgãos competentes, preservando, entretanto seus atributos essenciais, e a partir, então, dos conhecimentos específicos adquiridos e da valorização das áreas de recifes de arenito estudadas, possibilitaria um melhor reconhecimento dessas estruturas para a configuração praial piauiense, assim como contribuiria como um fator de conservação dos recursos litorâneos do estado.

Outra possibilidade a ser considerada refere-se ao estabelecimento das áreas de recifes de arenito e de arenito de praia (*beachrock*) da zona litorânea do Piauí, como sítios geológicos através de proposta a ser discutida e elaborada futuramente, para ser apresentada à Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, considerando que estas estruturas podem se caracterizar como sítio geomorfológico, paleoambiental, sedimentar ou estratigráfico, a partir da determinação da idade geológica das rochas que possibilitaria essa condição e a sua adequação aos critérios definidos pela Comissão. Em relação aos critérios que podem ser visualizados no *site* da referida comissão (<http://www.unb.br/ig/sigep/>) percebe-se que os recifes de arenito do litoral piauiense podem se encaixar em praticamente todos, pois como formações rochosas sedimentares areníticas costeiras são singulares na representação de sua tipologia na faixa litorânea do estado; possuem excelente expressão cênica por sua beleza e características morfológicas; encontram-se em bom estado de conservação, uma vez que a maior parte recebe pouca visitação e não sofreram muitas modificações naturais no últimos 30 anos; as praias onde afloram possuem, na sua maioria, acesso viável; e estão inseridos na APA Delta do Parnaíba, fato que possibilita a criação de mecanismos que garantam sua conservação. Além disso, estudos posteriores, principalmente relativos ao entendimento paleogeográfico do litoral piauiense, podem também culminar na determinação da importância dessas estruturas na caracterização de processos geológicos-chave, pelo menos, em nível regional.

Acreditando ter contribuído para o estudo da Geografia do Piauí, em particular para a geologia e geomorfologia do litoral piauiense, entende-se assim a necessidade de se estabelecer algumas recomendações e/ou proposições de investigações e pesquisas futuras na compreensão sobre os recifes de arenito da faixa litorânea piauiense, que podem utilizar as informações disponibilizadas nesta pesquisa, assim como sobre a dinâmica costeira do estado como um todo, sintetizadas nas seguintes sugestões:

- Datação absoluta das rochas e das conchas dos recifes de arenitos para contribuir no estabelecimento da evolução paleogeográfica do litoral piauiense;
- Ampliação dos estudos sobre os recifes de arenito relacionados à Formação Barreiras, inclusive os submersos, para reafirmação de sua relevância como atributo geológico tendo em vista sua definição como sítio geológico;
- Realização de análise textural em todas as praias do litoral, aproveitando e ampliando as informações já existentes e coletando novas amostras;
- Realização de estudos sobre as novas ocorrências de formações rochosas registradas, não somente na praia, mas na planície costeira como um todo, incluindo os eolianitos e os corpos rochosos da praia de Arrombado;
- Realização de estudos sobre a plataforma continental interna, cujas informações são ainda muito superficiais, visando uma maior compreensão da integração terra-mar ou costa-oceano, além de possibilitar reconhecimento de recifes submersos não somente de arenito, mas também de origem biogênica, como os de coral, comuns em trechos do litoral oriental da região Nordeste;
- Continuidade dos estudos sobre a morfodinâmica do litoral piauiense, no sentido de se melhor compreender os processos costeiros atuantes;
- Discussão sobre os instrumentos e mecanismos de conservação e aproveitamento sustentável dos recifes de arenito, e de seus recursos, (através no caso da criação da UC sugerida) e da faixa costeira como um todo, podendo-se ainda utilizar as áreas recifais como uma das unidades geoambientais de análise do espaço litorâneo local, a partir de sua relevância demonstrada nesta pesquisa, para fins de concretização do Plano de Gerenciamento Costeiro do Estado.

Dessa forma, as informações decorrentes desta e de pesquisa posteriores, como as sugeridas, poderão servir de base para a definição de uma política de gestão, considerando como objetivos primordiais a proteção, a conservação e o manejo eficiente dos recursos naturais da zona litorânea piauiense tendo em vista que o conhecimento integral do espaço deve constituir princípio incontestável para que se estabeleça um desenvolvimento regional sustentado, para cujo preceito este trabalho procurou contribuir.

10. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. 1955. *Contribuição à geomorfologia do litoral paulista*. In: **Revista Brasileira de Geografia**. V.17. Nº. 1. p.1 – 48.

_____. 1964. *O relevo brasileiro e seus problemas*. In: AZEVEDO, A. (Org.). **Brasil: A Terra e o Homem**. V. 1: As Bases Físicas. São Paulo: Companhia Editora Nacional. p. 135 – 217.

_____. 1980. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo: UNESP. (Craton & Intracraton, 6)

_____. 2001. **Litoral do Brasil**. São Paulo: Metalivros. 286p. ilustr.

AFONSO, C. M.1999. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do Estado de São Paulo: uma análise ambiental**. São Paulo: Annablume/FAPESP. 186p. ilustr.

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – CPRH.2003. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife. 214p. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/>. Acesso em: 17 out. 2006.

_____.2007. **Área de Proteção Ambiental de Guadalupe/PE**. Governo do Estado de Pernambuco. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2007.

AGUIAR, R. B. & GOMES, J. R. 2004. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Estado do Piauí: Diagnóstico dos Municípios de Cajueiro da Praia, Luís Correia, Parnaíba e Ilha Grande**. Fortaleza: CPRM. 84p. ilustr.

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J. & OLIVEIRA FILHO, J. S. 1988. *Sistemas Depositionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35. **Anais**. Belém: SBG. p. 2 – 63.

ALMEIDA, F. F. M. 1964. *Os fundamentos geológicos*. In: AZEVEDO, A. (Org.). **Brasil: A Terra e o Homem**. V. 1: As Bases Físicas. São Paulo: Companhia Editora Nacional. p. 55 – 120.

AMARAL, R. F. 2000. **Contribuição ao estudo da evolução morfoodinâmica do litoral oriental sul do Rio Grande do Norte, entre Ponta de Búzios e Baía Formosa**. Porto Alegre. 252p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AMARAL, R. F. & MENDONÇA, F. J. B. 1996. *Mapeamento em Detalhe de Feições Físicas na Zona Costeira a partir de Fotografias Aéreas de Pequeno Formato – Praia de Barreta, Litoral Oriental do Rio Grande do Norte*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA, 7. Salvador. p. 463 – 470.

ANDRADE, G. O. 1955. **Contribuição para o estudo morfológico da costa pernambucana**. Recife. 84p. Tese de concurso, Universidade Federal do Recife.

ANDRADE, H. & ALVES, H. M. R. 2000. **Tratamento dos dados analíticos no contexto ambiental: sistemas de informação geográfica aplicados em gestão e manejo ambiental**. Lavras: UFLA/FAEPE. 38p.

ANDRADE, A. C. S. & DOMINGUEZ, J. M. L. 2002. *Informações geológico-geomorfológicas como subsídios à análise ambiental: o exemplo da planície costeira de Caravelas – Bahia*. In: **Boletim Paranaense de Geociências**. Nº. 51. Curitiba: UFPR. p. 9 – 17.

ANGULO, R. J. & ARAÚJO, A. D. 1996. *Classificação das costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea*. In: **Boletim Paranaense Geociências**. V. 44. Curitiba. p. 07 – 17.

ARAGÃO, J. O. R. 2004. *A Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na Dinâmica do Tempo e do Clima do Nordeste do Brasil*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaçó. p. 131 – 184.

ARAÚJO, T. B. & CLEMENTINO, M. L. M. (Coods.). 2006. **Diagnóstico para o Plano Estratégico: Natal – Uma Metrópole em Formação – Relatório Geral**. V 1. Recife: Governo do Estado do Rio Grande do Norte. 201p. (Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável para Região Metropolitana de Natal).

ARAÚJO, T. C. M. & GREGÓRIO, M. N. 2005, *Monitoramento da morfologia praial na região metropolitana do Recife-Pernambuco: A praia da Boa Viagem*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. Guarapari/ES: ABEQUA.

ARAÚJO, T. C. M.; SEONE, J. C. S. & COUTINHO, P. N. 2004. *Geomorfologia da Plataforma Continental de Pernambuco*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 39 – 57.

ASMUS, M. & KITZMANN, D. 2004. **Gestão Costeira no Brasil: estado atual e perspectivas**. Preprint – Versão Preliminar. Rio Grande: Ecoplata / Laboratório de Gerenciamento Costeiro – LabGerco. Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG. 63p.

ASSIS, H. M. B. 1990. **Estudos dos beach rocks do litoral sul de Pernambuco com base em evidências petrográficas e isotópicas**. Recife, 87p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

_____. 1999. **Cartografia geomorfológica do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE**. Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife – Projeto SINGRE. Recife: CPRM/FIDEM. 32p. ilustr. (Série Cartas Temáticas, 4).

ASSIS, H. M. B.; AMARAL, R. F. & MANSO, V. A. V. 1990. *Caracterização dos “beach rocks” do litoral sul de Pernambuco com base em evidências petrográficas e isotópicas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36. **Anais**. V. 2. p. 635 – 646.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. 2007. **Petrografia Microscópica**. Disponível em: http://www.abirochas.com.br/rochas_ornamentais_03_1.php. Acesso em: 10 set. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1994. **NBR 13.133: execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro: ABNT. 35p.

AURELIANO, J. T. 2000. **Balneabilidade das praias de Pernambuco: o núcleo metropolitano**. Recife. 113p. Dissertação de Mestrado em Ciências: Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

BAPTISTA, E. M. C. 2004. **Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do Estado do Piauí**. Teresina. 290p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí – UFPI.

_____. 2006. *Proposta de Proteção Ambiental para as Áreas Recifais Piauienses*. In: ENCONTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3. Florianópolis: Agência Costeira. Cd Rom.

BAPTISTA, E. M. C. & HORN FILHO, N. O. 2007. *Aspectos Ambientais dos Recifes de Arenito do Estado do Piauí, Brasil*. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR – COLACMAR, 12, **Livro de Resumos**. Florianópolis: AOCEANO. p. 447.

BAPTISTA, E. M. C.; FIALHO, K. M.; ALENCAR, G. M. C. & TORRES, I. B. B. 1995. *Levantamento qualitativo das algas marinhas bentônicas da praia do Coqueiro – Luís Correia/PI*. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 19. **Livro de Resumos**. Recife: UFPE. p. 124.

_____. 1996. *Levantamento qualitativo das algas clorofíceas (CHLOROPHYTA) marinhas bentônicas da praia do Coqueiro – Luís Correia/PI*. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 20. **Caderno de Resumos**. Natal: UFRN. p. 81.

_____. 1997a. *Algas macrófitas bentônicas marinhas ocorrentes nos recifes da praia do Coqueiro – Luís Correia/PI*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48. **Livro de Resumos**. Crato: URCA. p. 143.

_____. 1997b. *Levantamento preliminar das diatomáceas (Bacillariophyceae) associadas a algas marinhas bentônicas (Ulva fasciata e U. lactuca) da praia do Coqueiro – Luís Correia/PI*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48. **Livro de Resumos**. Crato: URCA. p. 144.

BAPTISTA, J. G. 1960. *Estrutura geológica do Piauí*. In: **Econômica Piauiense**. V. IV. Nº. 4. Teresina. p. 230 – 235.

_____. 1966a. *Verbetes piauienses LXXVI*. In: **Jornal “O DIA”**. Teresina. 28/06/1966.

_____. 1966b *Verbetes piauienses LXXVIII*. In: **Jornal “O DIA”**. Teresina. 01/07/1966.

_____. 1966c. *Verbetes piauienses LXXX*. In: **Jornal “O DIA”**. Teresina. 03;04/07/1966.

_____. 1981. **Geografia Física do Piauí**. 2. ed. Teresina: COMEPI. 366p.

_____. 1989. **Geografia Física do Piauí**. V. 1: As Terras. 3. ed. Teresina: Academia Piauiense de Letras – APL. 113p.

BARATA, D. & CRISPINO, L. M. B. 2006. **O Ambiente Aquático e as Algas**. São Paulo: Instituto de Botânica. 30p. ilustr.

BARREIRA, C. A. R.; HIJO, C. A. G.; FERNANDES, D. A. O.; SILVA, H. L.; VIDAL, J. M. A.; RODRIGUES, L.; VIANA, M. G. & JÂNICO, P. R. P. 2005. **Levantamento da Macrofauna Bentônica de Ambientes Inconsolidados do Estado do Ceará (faixa entre – marés de praias arenosas) – Relatório**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará/Universidade Federal do Ceará – UFC. 144p. ilustr. (Programa Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira – Ceará)

BARRETO, A. M. F.; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K. & ASSIS, H. M. B. 2007. **Rochas Praiais – Cartão postal da cidade do Recife e do Nordeste brasileiro**. Proposta de descrição de Sítio Geológico do Brasil para registro no Patrimônio Mundial da Humanidade. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP. Disponível em: http://www.unb.br/ig/sigep/propostas/RochasPraiais_Recife.htm. Acesso em: 27 jun. 2007.

BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, F. H. R.; TATUMI, S. H.; YEE, M. & GIANNINI, P. C. F. 2004. *Geologia e geomorfologia do Quaternário costeiro do Estado do Rio Grande do Norte*. In: **Geologia USP**. V. 4. Nº. 2. São Paulo: Instituto de Geociências – USP. p. 1 – 12 (Série Científica).

BARROS, S. D. S.; SIAL, A. N. & CUNHA, I. S. 2003. *Carbon and oxygen isotope composition of carbonate cements of beachrocks at the Lagoinha and Uruaru beaches, state of Ceará, Northeastern Brazil*. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPIC GEOLOGY, 4. **Short Papers**. p. 38 – 40.

BERNIER, P.; GUIDI, J. B. & BOTTCHER, M. E. 1997. *Coastal progradation and very early diagenesis of ultramafic sands as a result of rubble discharge from asbestos excavations (northern Corsica, western Mediterranean)*. In: **Marine Geology**. V. 144. p. 163 – 175.

BERTINI, G. 2005. **Região litorânea**. Disponível em: <http://www.registro.unesp.br/museu/arquivos/litoranea.pdf> Acesso em: 20 jun. 2009.

BEZERRA, F. H. R. 1998. **Neotectonics in Northeastern Brazil**. London. 224p. PhD Thesis. University College of London.

BEZERRA, F. H. R.; VITA-FINZI, C. & LIMA FILHO, F. P. 2000. *The use of marine shells for radiocarbon dating of coastal deposits*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. V. 30. Nº. 1. p. 211 – 213.

BEZERRA, F. H. R.; AMARAL, R. F.; SENA, E.; FRANÇA, F. A. N. & LIMA-FILHO, F. P. 2003. *Beachrock fracturing and erosion in northeastern Brazil*. In: CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 2 / CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 9 / CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DE PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2. **Anais**. Recife/PE: ABEQUA. CDRoom. p. 1 – 4.

BIGARELLA J. J. 1975a. *Reefs sandstone from northeastern Brazil*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V. 47. São Paulo. p. 395 – 409.

_____. *The Barreiras Group in Northeastern Brazil*. 1975b. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V. 47. (Suplemento). São Paulo. p. 365 – 393.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L. & MOITA FILHO, O. 1990. *Variações texturais induzidas pelo vento nos sedimentos da face da praia (Praia de Atalaia, Piauí)*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. Nº. 20 (1 – 4). mar. / dez. p. 201 – 207.

BIRD, E. C. F. 1984. **Coasts: An Introduction to Coastal Geomorphology**. 3. ed. New York: Basil Blackwell. 320p. ilustr.

BLOOM, A. L. 1970. **Superfície da terra**. Tradução de Setembrino Petri e Reinholt Ellert. São Paulo: Edgard Blücher/Universidade de São Paulo. 184p. ilustr.

BRANDÃO, R. L. 1998. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM / REFO. 105p.

BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S. & PROENÇA, L. A. O. 2000. *Oceanografia e Maricultura*. In: VALENTI, W. C. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil: Bases para um Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 108 – 141.

BRANNER, J. C. 1904a. *Geology of the Northern coast of Brazil*. In: **Bull. Geol. Soc. Am.** V. 13. p. 41 – 98.

_____. 1904b. *Os recifes pétreos do Brasil, sua relação geológica e geográfica, com um capítulo sobre os recifes de coral*. In: **Bull. Mus. Comp. Zool.** V. 44. N°. 7. Cambridge. p. 1 – 285.

_____. 1904c. *The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral reefs*. In: **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**. V. 44. Cambridge: Harvard College. p. 207 – 275. (Geological Series, 7)

_____. 1915. **Geologia Elementar**. 2. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 396p. ilustr.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAM. 1973. **Mapas de Geologia e Geomorfologia**. 1 : 1.000.000.

_____. Marinha do Brasil. 1978a. **Costa Norte da Ilha de Santana a Camocim**. 3 ed. Córrego Alegre: Diretoria de Hidrografia e Navegação. Escala 1:316.836 (Carta Náutica, n°. 500).

_____. Ministério do Exército. 1978b. **Região Nordeste do Brasil – Parnaíba**. Córrego Alegre: Divisão de Serviços Geográficos – DSG. Escala 1:100.000 (Carta plani-altimétrica, Folha SA.24 – Y – A – IV, MI 554).

_____. Ministério do Exército. 1979. **Região Nordeste do Brasil – Bitupitá**. Córrego Alegre: Divisão de Serviços Geográficos – DSG. Escala 1:100.000 (Carta plani-altimétrica, Folha SA. 24–Y–A–V; MI–555).

_____. **Lei N° 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em: 05 ago. 2002.

_____. Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias. 1995. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**: de acordo com a Resolução n°. 44/228 da Assembléia Geral da ONU, de 22/12/89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados/Coordenação de Publicações. 472 p. (Série Ação Parlamentar, 56).

_____. **Decreto de 28 de agosto de 1996a**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, nos Estados do Piauí, Maranhão, e Ceará, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República. Disponível em: <http://www.ibama.gov>. Acesso em: 05 ago. 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente. 1996b. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União**. Brasília: Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. 280p

_____. Ministério do Meio Ambiente. 1997. **Lei nº. 7.661/88. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sqa/projeto/gerco/planocac.html>. Acesso em: 21 jul. 2006.

_____. **Lei nº. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>. Acesso em 05 ago. 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente. 2002. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba: Subsídios Técnicos – Relatório Final**. Brasília. 92p. ilustr.

_____. Marinha do Brasil. 2007. **Tábua das Marés – janeiro de 2007**. Disponível em: <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/>. Acesso em: 10 jan. 2007.

_____. Marinha do Brasil. 2008. **Tábua das Marés – janeiro e julho de 2008**. Disponível em: <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/>. Acesso em: 20 jan. 2008.

_____. Marinha do Brasil. 2009a. **Tábua das Marés – 2006 a 2009**. Disponível em: <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/>. Acesso em: 12 jun. 2009.

_____. Marinha do Brasil. 2009b. **Tábua das Marés – janeiro, fevereiro, março e outubro de 2009**. Disponível em: <http://www.dhn.mar.mil.br/chm/tabuas/>. Acesso em: 15 jan. 2009.

BRESSAN, D. 1996. **Gestão racional da natureza**. São Paulo: Hucitec. 111p.

BRICKER, O. P. 1971. *Beachrocks and intertidal cement*. In: BRICKER, O. P. (Ed.). **Carbonate Cements**. Maryland: Jonh Hopkins University. p.1 – 3. (Studies in Geology, 19)

BRINKMANN, R. 1964. **Geologia Geral**. Tradução de Maria Lacerda. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 609p.

BRITO, A. E. R. M.; MADEIRA, Z. R.; COSTA, F. A. P.; NUNES, E. P.; MATIAS, L. Q. & SILVA, F. H. M. 2006. **Vegetação Costeira do Nordeste Semi-árido – Guia Ilustrado**. Fortaleza: UFC. 274 p. ilust. (Coleção Habitat 1 – LABOMAR)

BRITO, I. M. 1979. **Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência. 179p. ilust.

BUCHMANN, F. S. C. 2002. **Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e plataforma interna do Rio Grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico**. Porto Alegre. 120p. Tese de Doutorado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

BUCHMANN, F. S. C. & TOMAZELLI, L. J. 1999. *Fósseis da megafauna terrestre coletados na plataforma continental interna, RS, Brasil, e sua relação com a dinâmica costeira passada e atual.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 7. **Anais.** Porto Seguro/BA.

BUCHMANN, F. S. C.; BARLETTA, R. C.; TOMAZELLI, L. J. & BARRETO, A. M. F. 1999. *Novo afloramento pleistocênico na atual linha de costa do Rio Grande do Sul, 105 Brasil.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 7. **Anais.** Porto Seguro/BA. viiabequa_zop030.pdf.

CALLIARI, L. J. & ABREU, J. G. N. 1984. *Litologia da plataforma continental interna adjacente do Rio Grande (RS), através da interpretação de registros de sonar de varredura lateral e amostragem superficial.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. **Anais.** Rio de Janeiro. p. 1553 – 1564.

CALLIARI, L. J.; ESTEVES, L. S.; CARDOSO, J. N.; OLIVEIRA, C. P. L.; TOZZI, H. A. M. & PEREIRA DA SILVA, R. 1994. *Padrões sonográficos e sedimentológicos de um afloramento de beachrock na plataforma interna do Rio Grande do Sul.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. **Boletim de Resumos Expandidos.** V. 1 – Simpósios. Balneário Camboriú/SC: Sociedade Brasileira de Geologia. p. 374 – 376.

CALVET, F.; CABRERA, M. C.; CARRACEDO, J. C.; MANGAS, J.; PEREZ-TORRADO, F. J.; RECIO, C. & TRAVE, A. 2003. *Beachrocks from the island of La Palma (Canary Islands, Spain).* In: **Marine geology.** V. 197. Nº. 1/4. p. 75 – 93.

_____. 2005. *Origen de los “beachrocks” de la Isla de La palma, Islas Canarias.* In: **Vector Plus.** Nº. 25. p. 73 – 84.

CAMARGO, J. M. R.; ARAÚJO, T. C. M. & MAIDA, M. 2005. *Morfologia da plataforma continental interna adjacente ao Município de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10. **Boletim de Resumos Expandidos.** Guarapari/ES: ABEQUA. p. 1 – 5.

CAMPOS, H. S. 1976. **Estudo das variações isotópicas C^{13} / C^{12} e O^{18} / O^{16} em ambientes de formação de rochas de praia na Ilha de Itaparica – Bahia.** Salvador. 55p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia – UFBA.

CARTER, R. W. G. 1988. **Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural System of Coastlines.** London: Academic Press. 617p. ilustr.

CASTRO, A. F.; SOUTO, M. V. S.; AMARO, V. E. & VITAL, H. 2003. *Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no estado do Rio Grande do Norte.* In: **Revista Brasileira de Geociências.** V. 33. Nº. 2 (Suplemento). p. 53 – 64.

CASTRO, C. B. 1997. **Recifes de Coral.** Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. PRONABIO. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/recifes>. Acesso em: 06 out. 2006.

CAVALCANTI, A. P. B. 1996. **Caracterização e análise das unidades geoambientais na planície deltáica do rio Parnaíba.** Rio Claro. 192p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

_____. 1999. **Interpretação de imagens orbitais.** Teresina: Edição do Autor. 46p.

_____. 2000. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí.** Rio Claro. 356p. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

CEARÁ. 2006. **Lei nº. 58, de 23 de junho de 2006.** Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Fortaleza: Assembléia Legislativa do Estado do Ceará. Disponível em: <http://www.al.ce.gov.br/legislativo/tramitando/body/au6832.htm>. Acesso em: 11 abr. 2007.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. 2009. **Tábuas de Marés – 2002 a 2005**. Disponível em: <http://ondas.cptec.inpe.br/> Acesso em: 12 jun. 2009.

CHAOXIONG, H. 1999. **Coastal mapping to assist with development of a strategy for foreshore protection and development, Rarotonga, Cook Islands**. In: SOPAC Technical Report, 285. SOPAC. 55p.

CHAVES, N. S. 1996. **Beachrocks do litoral pernambucano: estudo sedimentológico e análise de isótopos estáveis**. Recife. 180p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

_____. 2000. **Mecanismos de Cimentação em Sedimentos Marinhos Recentes, Exemplo Beachrocks do Litoral Pernambucano**. Rio Claro. 199p. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

_____. 2001. *Mechanism of Cimentation in Beachrocks Based on Petrographic and Geochemical Evidence*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V. 73. Nº. 3. p. 472.

CHAVES, N. S. & SIAL, A. N. 1998. *Mixed oceanic and freshwater depositional conditions for beachrocks of Northeast Brazil: Evidence from Carbon and Oxygen Isotopes*. In: **International Geology Review**. V. 40. V. H. Winston & Sons, Inc. p. 748 – 754.

CHAVES, N. S.; SIAL, A. N. & COUTINHO, P. N. 1994. *Aspectos geológicos e isotópicos de recifes do litoral pernambucano*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. **Boletim de Resumos Expandidos**. Balneário Camboriú/SC: Sociedade Brasileira de Geologia. p. 390 – 392.

CHRISTOFOLETTI, A. 1974. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 149p.

CIFUENTES, J. L; GARCÍA, M. D. P. & MONDRAGÓN, M. F. 1991. **El Océano y sus recursos: las ciencias del mar IV: oceanografía biológica**. México, D. F: FCE. 200p.

COCENTINO, A. M.; MAGALHÃES, K. M. & PEREIRA, S. M. B. 2004. *Estrutura do macrofitobentos marinho*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 399 – 423.

COELHO, P. A.; TENÓRIO, D. O.; RAMOS-PORTO, M. & MELLO, R. L. S. 2004. *A fauna bêntica do Estado de Pernambuco*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 477 – 527.

COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLÓGICOS – SIGEP. 2009. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/> Acesso em: 10. nov. 2009.

COOPER, J. A. G. & PILKEY, O. H. 2002. *The Barrier Islands of Southern Mozambique*. In: **Journal of Coastal Research**. Special Issue, 36. p.164 – 172.

CORREIA, M. D. 1997. **Distribuição Espacial dos Organismos Macroentônicos no Recife de Coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil**. São Paulo. 194p. Tese de Doutorado em Zoologia, Universidade de São Paulo – USP.

COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CHAGAS, A. C. O.; SANT’ANNA JR., N. & SOUZA, S. T. 2004. *Poluição Marinha*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 287 – 317.

COTTON, C. A. 1952. *Criteria for the classification of coasts*. In: 17TH INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL CONGRESS. Washington/DC. p. 315 – 319.

COUTINHO, P. N. & FARIAS, C. C. 1979. *Contribuição à origem dos recifes do nordeste*. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9. **Atas**. Natal: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo NE. p. 236 – 240.

COUTINHO, P. N.; FRANÇA, A. M. C. & SUMMERHAYES, C. P. 1976. *Sedimentos superficiais da margem continental nordeste brasileira*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. V. 6. N°. 2. Rio de Janeiro. p. 71 – 88.

COUTINHO, R. 2002. **Grupo Ecossistema Costões Rochosos**. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. PRONABIO. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/workshop>. Acesso em: 30 mar. 2007.

CRAIG, A. K. 1966. **Geography of fishing in British Honduras and adjacent coastal waters**. Disponível em: <http://ambergriscaye.com/pages/mayan/geographyoffishing.html>. Acesso em: 25 jul. 2007.

CRUZ, L. R. & SÁ, E. F. J. 2001. *A Falha de Samambaia na Região Litorânea de Touros (RN): Implicações sobre o Campo de Tensões Neotectônico no Extremo Leste da Bacia Potiguar*. In: WORKSHOP DO PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS DA ANP – UFRN, 1. Natal: Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo – ANP. Formação em Geologia, Geofísica e Informática no setor Petróleo & Gás na UFRN.

CRUZ NETO, O. 1999. *O Trabalho de Campo como descoberta e criação*. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 11. ed. Petrópolis: Vozes. Cap. 3. p. 51 – 66.

CUNHA, E. M. S. 2004. **Evolución actual del litoral de Natal – RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada**. Barcelona: Universitat de Barcelona. 393p. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado de Ciencias del Mar Departament d'Ecologia, Departament d'Estratigrafia i Paleontologia, Universitat de Barcelona.

D'AGOSTINI, D. P. 2005. **Fácies Sedimentares Associadas ao Sistema Estuarino da Baía de Vitória (ES)**. Vitória: UFES. 64p. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo.

DALONGEVILLE, R. & SANLAVILLE, P. 1984. *Essai de synthèse sur le beach-rock*. In: TRAVAUX DE LA MAISON DE L'ORIENT, 8. **Actes du colloque "Le beach-rock"**. Lyon: Maison de l'Orient. p. 161-167.

DARWIN, C. H. 1841. *On a remarkable bar of sandstone of Pernambuco on the coast of Brazil*. In: **Magazine and Journal Science**. V. 19. N°. 3. London: Edinburg and Dublin Philos. p. 257 – 261.

_____. **The Voyage of the Beagle**. 1909. Library: Historical Documents. Copyright Internet Fields, 1995 – 2000.

DAVIES, J. L. 1964. *A Morphogenic approach to world shorelines*. In: **Zeitschrift fur Geomorphologie**. N°. 8. p. 127 – 142.

DAVIS JR., R. A. 1977. **Principles of Oceanography**. 2.ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Company. 505p. ilustr.

DELIBRIAS, G. & LABOREL, J. 1971. *Recent variations of sea-level along the Brazilian coast*. In: **Quaternaria**. V. 10. p. 45 – 49.

DESRUELLES, S. 2004. **Beachrocks et variations relatives du niveau marin au Sud de la Turquie**. Recherches en Méditerranée orientale, dans les Balkans et en France. Disponible em: <http://sdesruelles.free.fr/recherches.htm>. Acesso em: 13 jun. 2006.

_____. 2005. **L'eau à Mykonos-Délos-Rhénée (Cyclades, Grèce) et sa gestion dans la Délos antique**. Université Paris XII-Val de Marne. Créteil Conférence universitaire dans le cadre de la Licence de Géographie.

DESRUELLES, S.; FOUACHE, E.; PAVLOPOULOS, K.; DALONGEVILLE, R.; PEULVAST, J.; COQUINOT, Y & POTD, J. 2004. *Beachrocks et variations récentes de la ligne de ravage en Mer Egée dans l'ensemble insulaire Mykonos-Délos-Rhénée (Cyclades, Grèce)*. In: **Géomorphologie: relief, processus, environnement**. N°. 1. Paris. p. 5 – 18.

DIAS, G. T. M.; GORINI, M. A.; GALLEA, C. G.; MELLO, S. N.; DELLAPIAZA, H. & CASTRO, J. R. J. C. 1982. *Bancos de arenitos de praia (beachrocks) na plataforma continental SE brasileira*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. **Anais**. V. 4. Salvador. p. 1540 – 1546.

DINIZ, R. F. 2002. **Estudo da Erosão Costeira ao Longo do Litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte: Causas, Conseqüências e Influência dos Processos de Uso e Ocupação da Região Costeira**. Salvador. 159p. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia – UFBA.

DOMINGUEZ, J. M. L. 2006. **Sistema de Informações Geográficas para o Suporte à Gestão e ao Monitoramento do Litoral Norte do Estado da Bahia**. Governo do Estado da Bahia / GERCO Bahia / MMA. 30p. ilustr.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. & MARTIN, L. 1992. *Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate*. In: **Sedimentary Geology**. V. 80. p. 213 – 232.

DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L. & BITTENCOURT, A. C. S. 2002. *A Costa do Descobrimento, BA – A geologia vista das caravelas*. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M. & BERBERT-BORN, M. L. C. (Edits.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. V. 1. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). p. 233 – 241.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; LEÃO, Z. M. A. N. & AZEVEDO, A. E. G. 1990. *Geologia do Quaternário Costeiro do Estado de Pernambuco*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. Nº. 20. São Paulo. p. 208 – 215.

DREDGING NEWS. 2006. Disponível em www.sandandgravel.com/news. Acesso em: 01 jun. 2006.

- DREW, D. 1994. **Processos interativos homem – meio ambiente**. Trad. de João Alves dos Santos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 224p.
- DUARTE, P. A. 1994. **Fundamentos de Cartografia**. Florianópolis: UFSC. 148p.
- EDUFUTURO. 2006. **Pichicha: Equador**. Disponível em <http://www.edufuturo.com/educacion>. Acesso em: 02 ago. 2006.
- ELIS, V. R.; BARROSO, C. M. R. & KIANG, C. H. 2004. *Aplicação de ensaios de resistividade na caracterização do Sistema Aquífero Barreiras / Marituba em Maceió – AL*. In: **Revista Brasileira de Geofísica**. V. 22. Nº. 2. São Paulo.
- FERNANDES, A. G. & BEZERRA, P. 1990. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações. 205p.
- FERREIRA JR., A. V. NASCIMENTO, K. C.; FREITAS NETO, O. & AMARAL, R. F. 2005. *Mapeamento da zona costeira do litoral sul do Rio Grande do Norte com uso de fotografias aéreas de pequeno formato e modelo digital do terreno*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. Goiânia: INPE. p. 2993 – 2995.
- FIGUEIREDO JR., A. C. 1975. **Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 72p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS.
- FLOOD, P. G. 1977. *Coral cays of the Capricorn and Bunker Groups, Great Barrier Reef Province, Australia*. In: **Atoll Research Bulletin**. Nº. 195. Washington/D.C: The Smithsonian Institution. 26p. ilustr.
- FOLK, R. L & WARD, W. C. 1957. *Brazas river bar: a study in the significance of grain size parameters*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. Nº. 27. p. 03 – 26.
- FONT, Y. & CALVET, F. 1997. *Beachrocks Holocenos de la Isla de La Reunión, Océano Índico*. In: **Cuadernos de Geología Ibérica**. Nº. 22. p. 81 – 102.

FRANCIS, J.; NYANDWI, N. & MSUYA, F. E. 1997. *Interdisciplinary survey on the status and socio-economic impacts of coastal erosion along the tanzanian coastline and islands*. In: UNESCO – KENYA NATIONAL SEMINAR ON SUSTAINABLE COASTAL DEVELOPMENT through integrated Planning and Management Focused on Mitigating the Impacts of Coastline Instability. **Summary Report**. Mombasa: Nairobi Office. p. 41 – 50.

FRAZÃO, E. P. & VITAL, H. 2002. *Modelamento hidrodinâmico e da distribuição sedimentar no estuário do Rio Potengi e áreas adjacentes: Implicações na migração de derrames de hidrocarboneto*. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO ANUAL DOS PRH'S – ANP DA UFRN, 2. Natal: Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo – ANP. Formação em Geologia, Geofísica e Informática no setor Petróleo & Gás na UFRN.

FRIEDMAN, G. M. 1975. *The Making and Unmaking of Limestones*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 45. Nº. 2. p. 379 – 398.

_____. 2002. *Holocene Chronostratigraphic Beachrock Sequences and their geologic and climate significance*. In: GEOCHEMISTRY OF THE GEOSPHERE, ATMOSPHERE, AND COSMOS TO FORENSIC ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY, 1. **Papers**. V. 4. Colorado, Denver.

_____. 2005. *Climate significance of Holocene beachrock sites along shorelines of the Red Sea*. In: **American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin**. v. 89. Nº. 7. p. 849 – 852.

_____. 2006. *Climate significance of Holocene beachrock sites along shorelines of the Red Sea – Reply*. In: **American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin**. V. 90. Nº. 6. p. 975 – 982.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ – FUNDAÇÃO CEPRO. 1990. **Atlas do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro: IBGE. 26p.

_____. 1996a. **Diagnóstico das Condições Ambientais do Estado do Piauí**. Teresina: s.e.152p.

_____. 1996b. **Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: Relatório Geoambiental e Sócio-econômico**. Teresina: s.e. 221p. ilustr.

_____. 1996c. **Piauí: Caracterização do Quadro Natural**. Teresina: s.e. 116p.

_____. 2002. **Guia Turístico do Estado do Piauí**. Teresina: s.e. 322p. ilustr.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ – FUNDAÇÃO CEPRO & TERRAFOTO. 1982. **Fotografias aéreas: Piauí**. Faixas 22 a 28. Escala 1:30.000.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE – FEEMA. 1990. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro. 246p.

GINSBURG, R. N. 1953. *Beachrock in south Florida*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 23. Nº. 1. Tulsa, USA. p. 85 – 92.

GODDARD, E. N. 1975. **The Rock – Color Chart Committee**. Boulder, Colorado, USA: Geological Society of American.

GROSS, M. G. 1971. *Carbon determination*. In: CARVER, R. E. **Procedures in Sedimentary Petrology**. New York: Wiley Interscience.

GUERRA, A. T. 1987. **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 446p. ilustr.

GUERRA, N. C. 2005. *Caracterização morfoodinâmica e sedimentar das praias do Município de Jaboatão dos Guararapes, Região Metropolitana do Recife*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. Guarapari/ES: ABEQUA.

GUERRA, N. C. & MANSO, V. A. V. 2004. *Beachrocks (Recifes de Arenito)*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 109 – 130.

GUERRA, N. C. & SIAL, A. N. 2003. *Diagenetic model for beachrocks of the Alagoas State, northeastern Brazil: isotopic and petrographic evidence*. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4. **Short Papers**. V. 1. Salvador. p. 357 – 358.

GUERRA, N. C.; KIANG, C. H. & SIAL, A. N. 2005. *Carbonate cements in contemporaneous beachrocks, Jaguaribe beach, Itamaracá island, northeastern Brazil: petrographic, geochemical and isotopic aspects*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V.77. Nº. 2. Rio de Janeiro. p. 343 – 352.

GUILCHER, A. 1957. **Morfologia litoral y submarina**. Barcelona: Omega. 262p. ilustr.

GUIMARÃES, S. M. P. B.; FUJII, M. T.; PUPO, D. & YOKOYA, N. S. 2004. *Reavaliação das características morfológicas e suas implicações taxonômicas no gênero Polysiphonia sensu lato (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral dos Estados de São Paulo e Espírito Santo, Brasil*. In: **Revista Brasileira de Botânica**. V. 27. Nº. 1. p. 163 – 183.

HANOR, J. S. 1978. *Precipitation of Beachrock Cements: Mixing of Marine and Meteoric Waters vs. CO₂ Degassing*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 48. Nº. 2. p. 489 – 501.

HARLAND, W. B.; ARMSTRONG, R. L.; COX, A. V.; GRAIG, L. E.; SMITH, A. G. & SMITH, D. G. 1990. **A Geologic Time Scale 1989**. Cambridge: Cambridge University Press.

HETZEL, B. & CASTRO, C. B. 1994. **Corais do Sul da Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 190p. ilustr.

HOPLEY, D. 1986. *Beach-rock as a sea-level indicator*. In: VAN DE PLASSCHE, O. (Ed.) **Sea-level research. A manual for the collection and evaluation of data**. Norwich, Geo Books. 618p.

IGNARRA, S. M. N. 1989. **Os Arenitos de Praia de Itaipuaçu e Jacocé – RJ: Origem, Idade, Distribuição e Influência no Fluxo de Sedimentos**. Rio de Janeiro. 60p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

IMPERIANO, B. O. (Coord.) 1999. **Avaliação e Ações Prioritárias para as Zonas Costeira e Marinha**. Diagnóstico Região Nordeste I (PB, PE, AL, SE, BA). Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/regnordeste/>. Acesso em 19 mar. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. 1998. **Plano de Gestão e Diagnóstico Geoambiental e Sócio-econômico da APA Delta do Parnaíba**. Fortaleza: IEPS/UECE. 101p. ilustr.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 1983. **Resolução PR nº. 22 de 21 de julho de 1983**. Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em território brasileiro. Rio de Janeiro: Diretoria de Geodésia e Cartografia. 36p. (Anexo).

_____. 1998. **Manual Técnico de Geologia**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 306p. ilustr. (Manuais Técnicos em Geociências, 6).

_____. 1999a. **Glossário geológico**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 214p. ilustr.

_____. 1999b. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: Departamento de Cartografia. 130p. (Manuais Técnicos em Geociências, 8).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. 2004. **Mapas Temáticos do Uso e Ocupação do Solo e das Unidades Geoambientais dos Estuários Apodi-Mossoró, Açú-Piranhas e Guamaré-Galinhas/RN, na escala de 1:10.000, baseado em imagens IKONOS de 2000 e 2002**. Projeto de Zoneamento Ecológico Econômico dos Estuários do Rio Grande do Norte. SUGERCO/IDEMA. Relatório Final. Natal/RN.

INMAN, D. L. 1976. *Processos litorâneos*. In: VETTER, R. C. (Org.). **Oceanografia: A Última Fronteira**. Tradução de Gilberto B. de Oliveira. São Paulo: Cultrix. p. 288 – 308.

IVANAUSKAS, N. M. 1997. **Caracterização Florística e Fisionômica da Floresta Atlântica sobre a Formação Pariquera-Açu, na Zona da Morraria Costeira do Estado de São Paulo**. Campinas. 217p. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

JIANG, D & YANG, S. 1995. *A Preliminary Study on Tropical Conchology of Mid-Holocene Beachrocks, Xiasha, Juexi Town Xiangshan County, Zhejiang Province*. In: **Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis**. V.31. Nº. 2. p. 229 – 237.

JONES, B.; ROSEN, M. R. & RENAUT, R. W. 1997. *Silica-cemented beachrock from Lake Taupo, North Island, New Zealand*. In: **Journal of Sedimentary Research**. V. 67. Nº. 5. Society for Sedimentary Geology. p. 805 – 814.

JOURNAL OF COASTAL RESEARCH – JCR. 2005. **Cover Image: Beachrock on an island in Micronesia**. V. 21. Nº. 1. Coastal Education and Research Foundation – CERF. p. IV.

JOURNAL OF SEDIMENTARY PETROGRAPHY. 1955. *Nomenclatura da Granulometria de Detritos Sedimentares / Planilha de Estimativa de Percentagem*. V. 25. Nº. 3. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43. **Caderneta de Campo**. Aracaju: SBG, 2006. p. 229 – 234.

KAIRU, K. K. 1997. *Vulnerability of the kenyan shoreline to coastal instability*. In: UNESCO – KENYA NATIONAL SEMINAR ON SUSTAINABLE COASTAL DEVELOPMENT through integrated Planning and Management Focused on Mitigating the Impacts of Coastline Instability. **Summary Report**. Mombasa: Nairobi Office. p. 13 – 25.

KAYE, C. A. 1959. *Shoreline features and Quaternary shoreline changes, Puerto Rico*. In: **U.S.G.S. Professional Paper**. V. 317 (B). p. 49 – 140.

KHILYUK, L. F. & CHILINGAR, G. V. 2006. *On global forces of nature driving the Earth's climate. Are humans involved?* In: **International Journal of Geosciences**. Environmental Geology. Springer-Verlag.

KIKUCHI, R. K. P. 2002. *Atol das Rocas, Litoral do Nordeste do Brasil: Único atol do Atlântico Sul Equatorial Ocidental*. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Edit.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. V. 1. Parte 5: Sítios Marinhos. Sítio 33. Brasília: DNPM/CPRM/Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP. p. 379 – 390.

KING, C. A. M. 1972. **Beachs and coasts**. London: Edward Arnold Ltda.

KNOX, G. J. 1973. *An aragonite – cemented volcanic beach rock near Bilbao, Spain*. In: **Geologie en Mijnbouw**. Nº. 53. p. 9 – 12.

KÖPPEN, W. P. 1918. *Klassifikation der Klimate nach Temperature*. In: **Niederschlag and Jahreslauf, Petermans, Mitteilungen**. Nº. 64. p. 193 – 203; 243 – 248.

KRUMBEIN, W. E. 1979. *Photolithotropic and chemoorganotrophic activity of bacteria and algae as related to beachrock formation and degradation (Gulf of Aqaba, Sinai)*. In: **Geomicrobiology**. V.1. p. 139 – 203.

KRUMBEIN, W. C. 1934. *Size frequency distribution of sediments*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 4. p. 65 – 77.

LABOREL, J. 1970. *Les peuplements de madréporaires des cotes tropicales du Brésil*. In: UNIVERSIDADE ABIDJAN. **Anais**. V. 2. Nº. 3. p. 1 – 260. (Série E)

LAHM, R. A. 2000. *Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados a Cartografia*. In: CASTROGIOVANNI, A. C. (org.). **Inquietações Geográficas**. Porto Alegre: Dos Autores. 104p.

LAST, W. M. & DE DECKKER, P. 1990. *Modern and Holocene carbonate sedimentology of two saline volcanic maar lakes, southern Australia*. In: **Sedimentology**. V. 37. Nº. 6. p. 967 – 981.

LEÃO, Z. M. A. N. 1994. *Os Recifes de Coral do Sul da Bahia*. In: HETZEL, B. & CASTRO, C. B. **Corais do Sul da Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. p. 151 – 159.

_____. 1996. *The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V. 68. Nº. 3. p. 339 – 452.

LEÃO, Z. M. A. N.; LESSA, G. C. & APOLUCENO, D. 1997. *O Cimento dos Arenitos de Praia do Litoral Norte da Bahia – Significado Paleoambiental*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 6. **Resumos Expandidos**. Curitiba/PR: ABEQUA. p. 85 – 88.

LEINZ, V. & AMARAL, S. E. 1987. **Geologia Geral**. 10 ed. São Paulo: Nacional. 397p.

LEINZ, V. & LEONARDOS, O. H. 1971. **Glossário Geológico**. São Paulo: Nacional. 237p. ilustr.

LESSA, G. C. & ANGULO, R. J. 1997. *The beachrocks of Arembepe (BA) as paleo-sea level indicators*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 6. **Resumos Expandidos**. Curitiba/PR: ABEQUA. p. 89 – 93.

LIMA, F. B.; AMARO, V. E. & VITAL, H. 2005a. *Sistema de informações geográficas e sensoriamento remoto como ferramentas para a caracterização da geomorfologia em áreas submersas no litoral setentrional do RN (Bacia Potiguar)*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. **Anais**. Goiânia: INPE. p. 2689 – 2691.

- LIMA, I. M. M. F. 1987. *Relevo piauiense: uma proposta de classificação*. In: **Carta CEPRO**. V.12. N°. 2. Agosto/dezembro. Teresina. p. 55 – 84. ilustr.
- LIMA, R. C. A.; COUTINHO, P. N. & MANSO, V. A. V. 2005b. *Variações da Linha de Costa a Médio Prazo na Planície Costeira de Maceió – AL*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10. **Resumos expandidos**. Guarapari/ES: ABEQUA. p. 369.
- LIMA, R. M. F. & LUZ, J. A. M. 2001. *Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes*. In: **Revista Escola de Minas**. V.54. N°. 2.
- LIMA, R. P. 1999. **Peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*): distribuição, status de conservação e aspectos tradicionais ao longo do litoral nordeste do Brasil**. Brasília: IBAMA. 76p. (Série Meio Ambiente em Debate, 30)
- LIMA, Z. M. C. & VITAL, H. 2002. **Caracterização da dinâmica ambiental da região costeira do município de Galinhos, litoral norte do RN**. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO ANUAL DOS PRH'S – ANP DA UFRN, 2. Natal: Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo – ANP. Formação em Geologia, Geofísica e Informática no setor Petróleo & Gás na UFRN.
- LINS, R. C. 1978. **Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos**. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais. 65p.
- LITTLE, G. 2004. *Isla Cerritos – Skeptics' Beachrock Theory Sunk! 2000 – Year Old Maya Breakwater Made From Cut Beachrock*. In: **Alternate Perceptions Magazine**. N°. 82.
- LONGHITANO, S. 2001. *Segnalazione di alcuni affioramenti di beachrock lungo la fascia costiera del Delta del Fiume Simeto (Sicilia orientale)*. In: COLELLA, A.; LONGHITANO, S. & TROPEANO, M. (Ed.). **Atti della Riunione Annuale del Gruppo Informale di Sedimentologia del CNR**. N°. 2/7. Potenza. p. 56 – 58.

_____. 2003. *Sedimentary features of incipient beachrocks deposits along the coast of Simeto River Delta (eastern Sicily, Italy)*. In: **GeoActa**. V. 1. p. 95 – 109.

MABESOONE, J. M. 1964. *Origen and age of the sandstone reefs of Pernambuco (northeastern Brazil)*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 34. p. 715 – 726.

_____. 1966. *Os recifes do Brasil*. In: **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**. V. 15. N^o. 3. p. 45 – 49.

_____. 1973. *Quaternário do Nordeste oriental brasileiro*. In: **Estudos Sedimentológicos**. V. 3/4. Natal. p. 1 – 225.

MABESOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A.; & BEULEN, K. 1972. *Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em PE, PB e RN*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. N^o. 2. Rio de Janeiro. p. 173 – 188.

MACEDO, A. C. M. 1971. *Testemunhos geológicos da evolução do litoral no Estado da Guanabara*. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Anais**. V. 43. p. 832.

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K. & MONTES, M. J. F. 2004. *Hidrologia da Região Costeira e Plataforma Continental do Estado de Pernambuco*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 255 – 286.

MACEDO, S. S. 2002. *Paisagem, turismo e litoral*. In: YÁZIGI, E. (Org.). 2002. **Turismo e Paisagem**. São Paulo: Contexto. p. 181 – 213.

MACHADO, A. J.; ANDRADE, E. J. & ARAÚJO, H. A. B. 2006. *Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia*. In: **Revista de Geologia**. V. 19. N^o. 2. p. 147 – 154.

MAGLIOCCA, A. 1987. **Glossário de Oceanografia**. São Paulo: Nova Stella. 355p. ilustr.

MAIA, L. P.; LEAL, J. R. L. V.; CASTRO, G. L. & CASTELO BRANCO, M. P. 2005. **Mapeamento das Unidades Geoambientais da Zona Costeira do Estado do Ceará – Relatório**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará/Universidade Federal do Ceará – UFC. 226p. ilustr. (Programa Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira – Ceará)

MAIDA, M. & FERREIRA, B. P. 2004. *Os recifes de coral brasileiros*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 617 – 640.

MAIO, C. R. 1962. *Relevo e estrutura*. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geografia do Brasil: as grandes regiões meio-norte e nordeste**. Rio de Janeiro. p. 9 – 73.

_____. 1977. *Estudo morfológico do litoral e das baixadas do nordeste brasileiro*. In: **Boletim Geográfico – IBGE**. Ano 35. Nº. 255. Rio de Janeiro. p. 20 – 79.

_____. 1980. **Geomorfologia do Brasil: fotos e comentários**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE. 201p.

MANSO, V. A. V.; CORRÊA, I. C. S. & GUERRA, N. C. 2003a. *Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil*. In: **Pesquisas em Geociências**. V.30. Nº. 2. Porto Alegre: Instituto de Geociências, UFRGS. p.17 – 25.

MANSO, V. A. V.; MOTTA, J. A.; GUERRA, N. C. & SOARES JR., C. F. A. 2003b. **Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE: Relatório Final**. Termo de Referência MMA/PNMA II – SECTMA. Nº. 249. Recife. 36p.

MANSO, V. A. V.; TOLDO JR., E. E.; MEDEIROS, C. & ALMEIDA, L. E. S. B. 2001. *Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Serinhaém, Pernambuco*. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 2. Nº. 1. p. 45 – 49.

MANSO, V. A. V.; VALENÇA, L. M. M.; COUTINHO, P. N. & GUERRA, N. C. 2004. *Sedimentologia da Plataforma Continental*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagaço. p. 59 – 86.

MARCELINO, A. M. T. 2001. *O turismo e sua influência na ocupação do espaço litorâneo*. In: RODRIGUES, A. B. (org.). **Turismo e Geografia: reflexões teóricas e enfoques regionais**. São Paulo: Hucitec. p. 177 – 183.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. & DOMINGUEZ, J. M. L. 1999a. *Physical setting of the Discovery Coast: Porto Seguro region (Bahia)*. In: **Journal Brazilian Association Advancement Science**. V. 51. p. 245 – 261.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT, A. C. S. P. 1999b. *A Zona Costeira da Costa do Descobrimento – Roteiro de Excursão*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 7. **Anais**. Porto Seguro/BA: ABEQUA. CD-Room.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. & FLEXOR, J. M. 1993. *As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros*. In: **Boletim IG-USP**. Publicação Especial. V. 15. p. 1 – 186.

MARTINS, L. R. & URIEN, C. M. 2004. *Areias da Plataforma e a Erosão Costeira*. In: **GRAVEL**. Nº. 2. Porto Alegre. p. 4 – 24.

MARTINS, L. R.; MARTINS, I. R. & TABAJARA, L. L. 2003. *Ocorrência de Fragmentos de Lama na Praia do Cassino, RS, Brasil*. In: **GRAVEL**. Nº. 1. Porto Alegre. p. 47 – 53.

MARTINS, L. R.; MARTINS, L. L. R. & URIEN, C. M. 2005a. *Sand Bodies of the Santa Catarina Inner Continental Shelf*. In: **GRAVEL**. Nº. 3. Porto Alegre. p. 103 – 106.

MARTINS, L. R.; URIEN, C. M & MARTINS, I. R. 2005b. *Gênese dos Sedimentos da Plataforma Continental Atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina)*. In: **GRAVEL**. Nº. 3. Porto Alegre. p. 85 – 102.

MAURY, C. Y. 1934. *Fossil invertebrate from northeastern Brazil*. In: **Bulletin of the American Museum of Natural History**. V. 68. p. 123 – 179.

MCMANUS, J. 1988. *Grain size determination and interpretation*. In: **Techniques in sedimentology**. Edited by Maurice Turcker. Blackwell Scientific Publications. 394p.

MEDEIROS, C. N.; PETTA, R. A. & DUARTE, C. R. 2005. *Estudo do meio físico para avaliação da vulnerabilidade à ocupação humana do município de Parnamirim (RN), utilizando técnicas de geoprocessamento*. In: **Geociências**. V. 24. Nº. 3. São Paulo: UNESP. p. 239 – 253.

MEIRELES, A. J. A. 1999. *Falésias do Litoral Leste do Estado do Ceará: Análise dos Processos Morfogenéticos e Impactos Ambientais*. In: **Revista GeoNotas**. V. 3. Nº. 2. Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. p. 1 – 29.

_____. 2001. **Morfologia litoral y sistema evolutivo de la costa de Ceará – Nordeste de Brasil**. Barcelona. 370p. Tese de Doutorado, Universidade de Barcelona, Espanha.

_____. 2002. *Evidências de oscilações do nível relativo do mar e variações climáticas durante o quaternário*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE, 1. Fortaleza. **Minicurso Zoneamento Geoambiental**. Fortaleza: PRODEMA.

MEIRELES, A. J. A. & RAVENTOS, J. S. I. 2002. *Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara/Ceará*. In: **MERCATOR – Revista de Geografia da UFC**. Ano 1. Nº. 1, Fortaleza. p. 79 – 94.

MEIRELES, A. J. A. & SILVA E. V. 2002. *Abordagem Geomorfológica para a realização de Estudos Integrados para o Planejamento e Gestão em Ambientes Flúvio-marinhos*. In: **Scripta Nova**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales V. 6. Nº. 118. Universidad de Barcelona. p. 1 – 25.

MEIRELES, A. J. A.; RAVENTOS, J. S. & BLANCH, C. M. 2002. *Evolução Paleogeográfica da Planície Costeira de Jericoacoara, Litoral Oeste Cearense*. In: **Revista Paranaense de Geografia**. Nº. 7, Curitiba. p. 7 – 22.

MEIRELES, A. J. A.; SILVA E. V. & RAVENTOS, J. S. 2001. *Geomorfologia e dinâmica ambiental da planície litorânea entre as desembocaduras dos rios Pacotí e Ceará, Fortaleza – Ceará*. In: **Revista GeoNotas**. V. 5. Nº. 1. Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. p. 1 – 30.

MELO, B. S.; SILVA, D. R. V.; SOUZA, A. S.; LIMA, F. B.; FERREIRA, A. T. S.; SOUTO, M. V. S.; ARAÚJO, A. B.; SOUZA, F. E. S. & AMARO, V. E. 2005. *Mapeamento do uso e ocupação do solo e unidades geoambientais, na escala de 1:10.000, da região de Guamaré-Galinhos/RN, com base na interpretação de produtos de sensoriamento remoto com alta resolução do sistema IKONOS*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. **Anais**. Goiânia: INPE. p. 2267 – 2272.

MENDES, J. C. 1984. **Elementos de Estratigrafia**. São Paulo: T. A. Queiroz. 566p. ilustr. (Biblioteca de Ciências Naturais, 12)

MENDES, J. C. & PETRI, S. 1971. **Geologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. 207p. ilustr.

MENDONÇA, M. I. 1966. *O recife de arenito de Tibau*. In: **Instituto de Antropologia**. Arquivos. V. 2. p. 343 – 346.

MINAYO, M. C. S. (Org.) 1999. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 11 ed. Petrópolis: Vozes. 80p.

MOLENAAR, N. & VENMANS, A. A. M. 1993. *Calcium carbonate cementation of sand: a method for producing artificially cemented samples for geotechnical testing and a comparison with natural cementation processes*. In: **Engineering Geology**. V. 35. p. 103 – 122.

MORAES, A. C. R. 1999. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Hucitec / Edusp. 229p.

MORAIS, J. O. 1967/69. *Contribuição ao Estudo do "Beach-Rocks" do Nordeste do Brasil*. In: **Trabalhos Oceanográficos da UFPE**. V. 9/11. Recife. p. 79 – 94.

MOREIRA, A. A. N. 1977. *Relevo*. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: SERGRAF. V. 5. p. 7 – 8.

MOREIRA, M. A. 2005. *A dinâmica dos sistemas litorais do Sul de Moçambique durante os últimos 30 anos*. In: **Finisterra**. Nº. 79. p. 121 – 135.

MORELOCK, J. & RAMIREZ, W. 2005. **Marine Environments: Coastal System – Beach System**. Disponível em www.geology.uprm.edu/Morelock/beachsys.htm. Acesso em: 11 mai. 2007.

MUEHE, D. 1982. *Evidence of landward translation of beach barriers east of Guanabara bay*. In: LATIN AMERICAM REGIONAL CONFERENCE. **Abstract**. Rio de Janeiro. p. 91.

_____. 1995. *Geomorfologia Costeira*. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 253 – 308.

_____. 1998. *O litoral brasileiro e sua compartimentação*. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 273 – 349.

_____. 2001. *Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento*. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 2. Nº. 1. p. 35 – 44.

MUEHE, D. & GARCEZ, D. S. 2005. *A plataforma continental brasileira e sua relação com a zona costeira e a pesca*. In: **Mercator – Revista de Geografia da UFC**. Ano 04. Nº. 8. p. 69 – 88.

MUEHE, D. & IGNARRA, S. 1984. *Arenito de praia submerso em frente à praia de Itapuaçu – RJ*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. **Anais**. Rio de Janeiro. p. 341 – 348.

MUEHE, D. & VALENTINI, E. 1998. **O Litoral do Estado do Rio de Janeiro – Uma Caracterização Físico-Ambiental**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar. V. 1. 93p.

NETO, I. G. C. & FORTES-XAVIER, A. C. M. 2003. *Taxonomia e distribuição das macroalgas da divisão chlorophyta nas praias de Pacheco e Iparana – município de Caucaia – Ceará – Brasil*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54; REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA, 3. **Livro de Resumos**. Disponível em: www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm/resumos. Acesso em: 28. jun. 2007.

NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R. & VASCONCELOS FILHO, A. L. 2004. *Teia trófica pelágica*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagço. p. 459 – 476.

NEUMEIER, U. 1998. **Le rôle de l'activité microbienne dans la cimentation précoce des beachrocks (sédiments intertidaux)**. Genève. 183p. Tese de Doutorado, Universidade de Genève. ilustr.

NUNES, J. M. C.; SANTOS, A. C. C. & SANTANA, L. C. 2005. *Novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado da Bahia, Brasil*. In: **Iheringia**. V. 60. Nº. 1. Porto Alegre. p. 99 – 106 (Série Botânica).

OLIVEIRA, A. J. & LEONARDOS, O. H. 1943. **Geologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 813p.

OLIVEIRA, C. 1987. **Dicionário Cartográfico**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 645p.

OLIVEIRA, M. I. M. 1978. **Os “recifes” de Natal**. Recife. 76p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

OLIVEIRA, M. I. M.; BAGNOLI, E.; FARIAS, C. C.; NOGUEIRA, A. M. B. & SANTIAGO, M. 1990. *Considerações sobre a geometria, petrografia, sedimentologia, diagênese e idades dos beachrocks do Rio Grande do Norte*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36. **Anais**. V. 2. p. 621 – 634.

OLIVEIRA, M. S. C. 2000. **Os Sambaquis da Planície Costeira de Joinville, Litoral Norte de Santa Catarina: Geologia, Paleogeografia e Conservação *In Situ***. Florianópolis. 310p. ilustr. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

OLIVEIRA, U. R. 2004. **Comportamento morfodinâmico e granulometria do arco praiial Pântano do Sul – Açores, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis. 115p. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. 1996. **Environment and development in coastal regions and in small islands: Conserving reefs**. Sustainable Development in Coastal Regions and Small Islands. Coastal management sourcebooks 1. Case 10. Disponível em www.unesco.org/csi/pub/source/ero10.htm. Acesso em: 11 mai. 2007.

OTTMANN, F. 1960. *Une hypothese sur l'origine des “arrecifes” du nordeste brésilien*. In: **Compt. Rend. Somm. Soc. Geol. France**. p. 175 – 176.

_____. 1965. **Géologia Marine et Littorale**. Paris, Masson.

PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S. & SCHWAMBORN, R. 2004. *Estrutura da comunidade zooplancônica*. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. & COSTA, F. M. (Orgs.). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/Bagço. p. 441 – 458.

PASOLINI, A. 2005. **Análise morfodinâmica da praia de Maratáizes frente a um possível processo de engordamento artificial**. Vitória. 60p. Monografia de conclusão do Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

PEDRON, A. J. 2001. **Metodologia Científica: auxiliar do estudo, da leitura e da pesquisa**. 3. ed. Brasília: Edição do Autor. 253p.

PEREIRA, A. J.; GAMBÔA, L. A. P.; SILVA, M. A. M.; RODRIGUES, A. R. & COSTA, A. 2003. *A utilização do Ground Penetrating Radar (GPR) em estudos de estratigrafia na praia de Iataipuaçú - Maricá (RJ)*. In: **Revista Brasileira de Geofísica**. V. 21. Nº. 2. São Paulo. p. 1 – 13.

PEREIRA, P. M. 1999. **Sistematização das informações relativas às Unidades de Conservação das Zonas Costeira e Marinha do Brasil**. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Disponível em: www.anp.gov.br/ibamaperfuracao/refere/unidades_conserva. Acesso em: 19 mar. 2007.

PETRI, S. 1971 (Notas do tradutor). In: BLOOM, A. L. 1970. **Superfície da terra**. Tradução de Setembrino Petri e Reinholt Ellert. São Paulo: Edgard Blücher/Universidade de São Paulo. 184p. ilustr.

PETRI, S. & FÚLFARO, V. J. 1983. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. São Paulo: T. A. Queiroz / Edusp. 631p. ilustr.

PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G. & PONÇANO, W. L. 1986. *Guia de nomenclatura estratigráfica*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. V. 16. Nº. 4. São Paulo. p. 376 – 415.

PETTIJONH, F. J. 1975. **Sedimentary rocks**. 3. ed. New York: Harper & Row Publ. 628p.

PONZI, V. R. A. 2004. *Sedimentação Marinha*. In: BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A. & SICHEL, S. E. (Orgs.). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência. p. 219 – 241.

POPP, J. H. 1987. **Introdução ao Estudo da Estratigrafia e da Interpretação de Ambientes de Sedimentação**. Curitiba: *Scientia et Labor* / UFPR. 323p. ilustr.

_____. 1998. **Geologia Geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC. 376p. ilustr.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTARÉM – PMS. 2007. **Turismo: Atrativos**. Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/conteudo/?item=89&fa=6&cd=todos#>. Acesso em: 27 jun. 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS – PMS. 2002. **Ecosistemas Costeiros**. Departamento de Assuntos Metropolitanos – DAM. Disponível em: <http://www.metro.santos.sp.gov.br/>. Acesso em: 19 mar. 2007.

PRICE, W. A. 1955. **Development of shoreline and coasts**. Depto. of Oceanography, Texas A & M Univ. 9 p (Project 63)

PSOMIADIS, D. 2006. **Beachrock**. Disponível em [http:// en.wikipedia.org/wik/Wikipedia:Articles_for_creation/2006-02-15#Beachrock](http://en.wikipedia.org/wik/Wikipedia:Articles_for_creation/2006-02-15#Beachrock). Acesso em: 06 jun. 2006.

QUADROS, C. J. L. 2005. **Morfodinâmica praias associada à passagem de frentes frias em duas praias arenosas do litoral paranaense**. Projeto Individual de Pós-graduação (PIPG). Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://www.cem.ufpr.br/fisica/morfodin.htm>. Acesso: 09 out. 2005.

QUEIROZ, A. M. 2003. **Caracterização Limnológica do Lagamar do Cauípe – Planície Costeira do Município de Caucaia – CE**. Fortaleza. 204p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará – UFC. Ilustr.

RAVI, R.; DHEENA, D. & MANI, M. 2006. *Characterization of Beach Rocks of Southeast coast of Tamilnadu, Índia by Spectroscopic Technics*. In: AUSTRALIAN INSTITUTE OF PHYSICS NATIONAL CONGRESS, 17. **Abstracts**. Brisbane (Austrália).

REY, D.; RUBIO, B; BERNABEU, A. M. & VILAS, F. 2004. *Formation, exposure, and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain)*. In: **Sedimentary Geology**. V. 169. Nº. 1/2. p. 93 – 10.

_____. 2005. *A model for beachrock formation and evolution at high-latitudes. The case study of 41_N Corrubedo Complex (Ría de Arousa, Galicia, NW Spain)*. In: **Geophysical Research Abstracts**. V. 7.

RIBEIRO, A. M. P.; BASTOS, F. J. A. & FORTES-XAVIER, A. C. M. 2003. *Taxonomia e distribuição das feofíceas das praias do Pacheco e Iparana – município de Caucaia, Ceará – Brasil*. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54; REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA, 3. **Livro de Resumos**. Disponível em: www.adaltech.com.br/evento/museugoeldi/resumoshtm/resumos. Acesso em: 28 jun. de 2007.

RICCOMINI, C. & ASSUMPCÃO, M. 1999. *Quaternary tectonics in Brazil*. In: **Episodes**. V. 22. Nº. 3. p. 221 – 225.

RODRIGUES, T. K.; SILVA, M. G.; ANDRADE, A. C. S. & LAVENÈRE-WANDERLEY, A. A. 2005. *Propostas de Uso Recreacionais nas Praias do Município de Ilhéus (BA) com Base nas Características Ambientais*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. **Anais**. Guarapari/ES: ABEQUA.

ROSSI, G. 1988. *Un exemple d'utilisation d'une défense naturelle contre l'érosion littorale: le grès de plage*. In: **Revue de Géomorphologie dynamique**. Nº. 37. p. 1 – 10. (p.52)

ROSSI, M. & MATTOS, I. F. A. 2002. *Solos de mangue do Estado de São Paulo: caracterização química e física*. In: **Revista do Departamento de Geografia**. V.15. São Paulo. p. 101 – 113.

ROSTÁGNO, L. S. C. & BAHIA, V. G. 1998. *Utilização de fotografias aéreas no levantamento do meio físico, visando o planejamento conservacionista*. In: **Informe Agropecuário**. V. 19. Nº. 191. Belo Horizonte. p. 39 – 45.

RUDIO, F. V. 1995. **Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica**. 18. ed. Petrópolis: Vozes. 120p.

RUSSELL, R. J. 1958. *Preliminary Notes on Caribbean Beach Rock*. In: **Caribbean Beach Studies, Technical Report**. Nº. 11. Part A. Baton Rouge, Louisiana: Coastal Studies Institute, Louisiana State University.

SANCHEZ, M. C. 1975. *Perfis topográficos: características e técnicas de construção*. In: **Notícia Geomorfológica**. V. 15. Nº. 29. Campinas: PUC. p. 67 – 81.

SANTOS, L. 2005. **Classificação do Litoral de Marataízes, Espírito Santo quanto à Vulnerabilidade Erosiva**. Vitória. 144p. Monografia de conclusão do Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.

SANTOS, M. S. 1999. **Descrição de corpos arenosos de grande escala na zona costeira e na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte por imagens TM/LANDSAT**. São José dos Campos. 125p. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

SAVI, D. C.; WOLFF, I. M. & ROMANO, R. C. G. 2004. *Beachrock da Ilha do Cabo Frio*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42. **Anais**. Araxá/MG: Sociedade Brasileira de Geologia.

SAVI, D. C. TENÓRIO, M. C.; CALIPPO, F. R.; TOLEDO, F. A. L.; GONZALEZ, M. M. B. & AFONSO, M. C. 2005. *Beachrock e o sambaqui da Ilha de Cabo Frio*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. **Resumos expandidos**. Guarapari/ES: ABEQUA.

SCHEEL-YBERT, R. 1999. *Considerações sobre o método de datação pelo Carbono-14 e alguns comentários sobre a datação de sambaquis*. In: **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. V. 9. São Paulo. p. 297-301.

SCHMALZ, R. F. 1971. *Formation of beach rock at Eniwetok Atoll*. In: BRICKER, O. P. (Ed.) **Carbonate Cements**. Maryland: Johns Hopkins University Press. p. 17 – 24 (Studies in Geology, 19).

SCOFFIN, T. P. & STODDART, D. R. 1987. *Beachrock and intertidal cements*. In: SCOFFIN, T. P. (Ed.). **An Introduction to Carbonate Sediments and Rocks**. Glasgow: Blackie Publishing Company. p. 401 – 425.

SCUDELARI, A. C.; BRAGA, K. G. & COSTA, F. A. A. 2005. *Caracterização dos processos erosivos no litoral oriental sul do RN utilizando checklist*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. V. 1. Guarapari/ES: ABEQUA. p. 1 – 6.

SEABRA, G. F. 2001. **Pesquisa Científica: O Método em Questão**. Brasília: Edunb. 124p.

SEMENIUK, V. & SEARLE, D. J. 1987. *Beach rock ridges/bands along a high-energy coast in southwestern Australia – their significance and use in coastal history*. In: **Journal of Coastal Research**. V. 3. Nº. 3. p. 331 – 342.

SENA, E. S.; FERREIRA JR., A. V.; BEZERRA, F. H. R. & AMARAL, R. F. 2004. *Faturamento em Arenitos Praiais no Brasil*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42. **Anais**. Araxá/MG.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. 2006. **Mapa Geológico do Piauí**. Teresina: s.e.

SHAKED, Y.; MARCO, S.; LAZAR, B.; STEIN, M.; COHEN, C.; SASS, E. & AGNON, A. 2002. *Late Holocene shorelines at the Gulf of Aqaba: migrating shorelines under conditions of tectonic and sea level stability*. In: **Stephan Mueller Special Publication Series**. Nº. 2. European Geosciences Union (EGU). p. 105 – 111.

SHEPARD, F. P. 1937. *Revised classification of marine shorelines*. In: **Journal of Geology**. V. 45. Nº. 6. p. 602 – 624.

SICHEL, S.; ARAÚJO, A. L. N. & GUEDES, E. 2006. **Arraial do Cabo – Ilha do Cabo Frio (Ilha do Farol)**. Projeto Caminhos Geológicos, Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro – DRM/RJ. Disponível em: <http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=121>. Acesso em: 05 out. 2006.

SILVA, E. V. 1987. **Modelo de aproveitamiento y preservación de los manglares de Marisco e Barro Petro – Aquiráz – Ceará – Brasil**. Zaragoza. 347p. Dissertação de Mestrado em Planejamento Rural em Função do Meio Ambiente, Instituto Agrônômico Mediterrâneo de Zaragoza – IAMZ.

_____. 1993. **Dinâmica da Paisagem: Estudo Integrado de Ecossistemas Litorâneos em Huelva (Espanha) e Ceará (Brasil)**. Rio Claro. 141p. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

SILVA, I. R.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L. & MARTIN, L. 2001. *Principais padrões de dispersão de sedimentos ao longo da Costa do Descobrimento – sul do Estado da Bahia*. In: **Revista Brasileira de Geociências**. V. 31. Nº. 3. p. 335 – 340.

SILVA, W. J. F.; SANTOS JR., O. & SANTIAGO, L. M. 1998. *Características Geotécnicas de Alguns Solos da Região de Natal*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRN, 9. **Anais**. Natal: EDUFRN. p. 290.

SILVEIRA, J. D. 1964. *Morfologia do litoral*. In: AZEVEDO, A. (Org.). **Brasil: A Terra e o Homem**. V. 1: As Bases Físicas. São Paulo: Companhia Editora Nacional. p. 253 – 305.

SOARES, N. S. (Org.) 2001. **Constituição do Estado do Piauí – 1989**. Teresina: Jolenne. 147p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA – SBG. 2006. *Classificação de Conglomerados Modificado de Pettijohn (1975)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43. **Caderneta de Campo**. Aracaju. p. 229 – 234.

SOLEWICZ, R. 1989. **Feições fisiográficas submarinas da plataforma continental no Rio Grande do Norte visíveis por imagens de satélites**. São José dos Campos. 154p. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

SOUZA, E. R. L. C. (Coord). 2001. **PRODESU – Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia - Relatório Síntese**. Salvador: Governo do Estado da Bahia/CONDER/WSATKINS. 56p. ilustr.

SPURGEON, D.; DAVIS JR, R. A. & SHINNU, E. A. 2003. *Formation of ‘Beach Rock’ at Siesta Key, Florida and its influence on barrier island development*. In: **Marine Geology**. V. 200. p. 19 – 29.

STODDART, D. R. & CANN, J. R. 1965. *Nature and origin of beach rock*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 35. Nº. 1. p. 243 – 273.

STRAHLER, A. N. 1974. **Geografia Física**. Barcelona: Omega. 767p. Ilust.

STRASSER, A.; DAVAUD, E. & JEDOUI, Y. 1989. *Carbonate cements in Holocene beachrock: example from Bahiret el Biban, southeastern Tunisia*. In: **Sedimentary Geology**. V. 62. p. 89 – 100.

STUIVER, M. & REIMER, P. J. 1993. *Extended ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program*. In: **Radiocarbon**. V. 35. Nº. 1. p. 215 – 230.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher / USP. 317p.

_____. 1992. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T. A. Queiroz. 172p. ilustr.

_____. 1999. *Recent progress in Quaternary geology of Brazil*. In: **Episodes**. V. 22. Nº. 3. p. 217 – 220.

_____. 2003. *Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: As Regiões Litorâneas*. In: **Revista do Instituto de Geociências – USP**. São Paulo. V. 1. p. 1 – 40.

SZPILMAN, M. 1997. *Ecosistemas Costeiros*. In: **Informativo Aqualung**. Nº. 11. Disponível em: http://www.institutoaqualung.com.br/info_ecossistema15.html. Acesso em: 23 jun. 2007.

TABOSA, W. F. & VITAL, H. 2005. *Aspectos Hidrodinâmicos e Impactos Ambientais Costeiros e Marinhos na Região de São Bento do Norte – RN*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. Guarapari/ES: ABEQUA.

TABOSA, W. F.; VITAL, H.; AMARO, V. E. & NETO, F. S. 2005. *Aplicação de Métodos Acústicos na Interpretação de Zonas Submersas no Litoral Setentrional do RN*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, 10. Guarapari/ES: ABEQUA.

TAKATOHI, U. E. 1999. *Tempo: um Problema para os Modelos da História da Terra*. In: **Folha Criacionista**. V. 60, Brasília (DF). p. 13 – 25.

TANNER, W. F. 1956. *Examples of probable lithified beachrock*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 26. Nº. 2. Tulsa, USA. p. 307 – 312.

_____. 1961. *Clay and peat boulders*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 31. Nº. 4. Tulsa, USA. p. 307 – 312.

TAYLOR, J. C. M. & ILLING, L. V. 1969. *Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar, Persian Gulf*. In: **Sedimentology**. V. 12. p. 69 – 107.

TEIXEIRA, S. B. & PINTO, C. A. 2002. *Submarine Evidences of Holocene Shoreline Migration on Quarteira Coast (Southern Algarve-Portugal)*. In: **Littoral 2002. The Changing Coast**. Porto: EUROCOAST/EUCC. p. 411 – 416.

TESSLER, M. G. & GOYA, S. C. 2005. *Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro*. In: **Revista do Departamento de Geografia**. V. 17. p. 11 – 23.

TOLDO JR., E. E. 1997. **Notas de Aulas: Unidade II – Propriedades Texturais e Composicionais – Disciplina GEO-03004 Sedimentologia I**. Porto Alegre: Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 25p.

THORNTHWAITE, C. W. 1948. *An approach toward a rational classification of climate*. In: **Geographical Review**. V. 8. Nº. 38. London. p. 55 – 94.

THORSTENSON, D. C.; MACKENZIE, F. T. & RISTVET, B. L. 1972. *Experimental vadose and phreatic cementation of skeletal carbonate sand*. In: **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 42. Nº. 1. p. 162 – 167.

TURNER, R. J. 1999a. **Morphodynamic relationship between beachrock exposure and littoral zone processes on the west coast of Puerto Rico**. Chapel Hill. 395p. Unpublished dissertation. University of North Carolina.

_____. 1999b. **Morphodynamic Relationship Between Beachrock Exposure and Littoral Zone Processes on the West Coast of Puerto Rico**. Chapel Hill. 400p. PhD Thesis, University of North Carolina.

_____. 2000. *Investigations on ridge and runnel topography and its influence on beach morphodynamics*. In: HANSON, G. (Ed.). **Seventh Conference on Geology of Long Island and Metropolitan New York**. Available:

http://www.geo.sunysb.edu/lig/Conferences/abstracts_00/Turner/Turner_abst.htm. Acesso em: 30 abr. 2007.

_____. 2005. *Beachrock*. In: SCHWARTZ, M. L. (Ed.). **Encyclopedia of Coastal Science**. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. p. 183 – 186.

TUROĞLU, H. & CÜREBAL, İ. 2005. *Karaburun (İstanbul) and Uluabat (Bursa) Beachrocks*. In: **Coğrafya Dergisi**. N°. 13. Istanbul. p. 57 – 66.

VALENTIN, H. 1952. **Die Küsten der Erde**. Beiträge zur allgemeinen und regionalen Küstenmorphologie, Petermanns Geographische Mitteilungen. Berlin: Ergänzungsheft, Justus Perthes, Gotha. 246p.

VASCONCELOS, M. M. N.; BRITO, F. E. M.; AMORIM, J.; REITERMAJER, D. & VASCONCELLOS, L. J. N. S. 2003. **Diagnóstico Sócio-econômico e Ambiental do Conde**. Salvador: Governo do Estado da Bahia/Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). 221p. (Projeto de Gerenciamento Costeiro “Gestão Integrada da Orla Marítima no município do Conde no Estado da Bahia”).

VEIGA, F. A.; ANGULO, R. J.; BRANDINI, F. P.; PESSEDA, L. C. R. 2007. **Beachrocks submersos no sul do Brasil, novas ocorrências na costa paranaense**. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR. Florianópolis/SC: OCEANO. 3p.

VÉLEZ, M. V. 1980. **Introducción a la ecología del bentos marinos**. 2. ed. Washington D.C.: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. 99p. ilust.

VELLOSO J. C. 2006. *Annelida polychaeta associados a bancos de arenito da praia da Pituba – Salvador/BA e da praia de Ipitanga – Lauro de Freitas/BA*. In: SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PESQUISA DE UFBA, 15. **Livro de Resumos**. Salvador: Universidade Federal da Bahia.

VIEIRA, M. M. & DE ROS, L. F. 2006. *Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil*. In: **Sedimentary Geology**. V. 192. Nº. 3/4. p. 207 – 230.

VIEIRA, M. M.; SIAL, A. N. & DE ROS, L. F. 2006. *Origin of holocene beachrock cements in northeastern Brazil revealed from carbon and oxygen isotopes*. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 5. **Short Papers**. V. 1. Punta del Este, Montevideu. p. 426 – 429.

VOUSDOKAS, M.; VELEGRAKIS, A. F. & KARAMBAS, T. H. 2005a. *Beachrock formation phenomenology and impacts: An example from Vatera Beach, Lesvos Island, Greece*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 9. **Proceedings**. Rhodes Island, Greece. p. 1611 – 1616.

VOUSDOKAS, M.; VELEGRAKIS, A. F.; KARAMBAS, T. H.; VALAIS, G & ZARKOGIANNIS, S. 2005b. *Morphodynamics of Beachrock Infected Beaches: Vatera Beach, Northeastern Mediterranean*. In: COASTAL DYNAMICS INTERNATIONAL CONFERENCE, 5. **Conference Proceeding Paper**. Barcelona, Spain. p. 396 – 397.

WENTWORTH, C. K. 1922. *A escale of grade and class terms for clastic sediments*. In: **Journal of Geology**. Nº. 30. p. 377 – 392.

WEYL, P. K. 1970. **Oceanography: An Introduction to the Marine Environment**. New York: John Wiley Sons. 535p. ilust.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A .D. 1984. *Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis*. In: **Marine Geology**. Nº. 56. p. 93 – 118.

WRIGHT, L. D.; COLEMAN, J. M. & THOM, B. G. 1973. *Geomorphic coastal variability, northwestern Australia*. In: **Coastal Studies Bulletin**. p. 35 – 64.

WONDERLY, D. E. 2006. **Neglect of Geologic Data: Sedimentary Strata compared with Young – Earth creationist writings**. Hatfield, PA: Interdisciplinary Biblical Research Institute.

ZINCONE, S. A. & RICARDI-BRANCO, F. 2006. *Caracterização de depósitos quaternários na bacia do rio Itanhaém, Litoral Sul do Estado de São Paulo*. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 14. **CD de Resumos**. Campinas: PIBIC/UNICAMP. V. 1. p. 1 – 1.

<http://earth.google.com>. Acessos em: jan., 2007; jan./jul., 2008; jan./fev./mar./out., 2009; ago./set./out., 2010.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Kwajalein>. Acesso em: 05 jul. 2006a.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Canal_do_Faial. Acesso em: 13 jun. 2006b.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Grande_Barreira_de_Coral. Acesso em: 04 jul. 2007.

<http://www.cambridgecarbonates.com/downloads/large/beachrock.jpg>. Acesso em: 27 jun. 2007.

http://www.vivelanatureza.com/espacios_naturales/Ons.php. Acesso em: 13 jun. 2006.