

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), criado pelo Decreto Federal nº 86.060 de 02/06/1981, está localizado na região nordeste do País, mais precisamente no litoral oriental do Estado do Maranhão, apresentando uma área de 155.000ha. É composto por um extenso campo de dunas com lagoas temporárias e perenes, apresentando morfodinâmica diferente de outros locais da costa brasileira.

O diagnóstico ambiental da UC foi executado de acordo com a metodologia de Avaliação Ecológica Rápida (AER), efetuada em dois ciclos estacionais, definidos pelas condições climáticas na região maranhense: período seco e período chuvoso.

A AER é um procedimento metodológico flexível utilizado para obtenção e aplicação, em caráter emergencial, de informação biológica e ecológica em áreas biologicamente diversas, porém pouco conhecidas. É uma técnica concebida para responder a objetivos conservacionistas específicos, em períodos de tempo freqüentemente limitado, sendo eficiente na identificação de áreas prioritárias para planos de gestão, proteção e manejo.

Neste estudo foram empregados níveis múltiplos de informações incluindo análise de mapas planialtimétricos, imagens de satélites e reconhecimento aéreo através de sobrevôos. Foram definidos sete sítios de amostragens baseados nas características diferenciadas das paisagens, com ênfase no padrão de vegetação, fatores geomorfológicos e integridade de habitats (Figura 5.1). A verdade de campo permitiu a coleta de informações, resultando em mapas ecológicos atualizados e na descrição da flora, fauna, atividades antrópicas e uso da terra, indicando sítios que demandam um maior grau de proteção e necessitam de uma análise mais aprofundada.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS FATORES ABIÓTICOS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Para caracterização das principais feições morfológicas e hidrográficas foi realizado um tratamento estatístico da série histórica climatológica de 1988 a 1998 coletados pelo Farol de Santana. Fez-se, também, uma seleção e utilização da carta preliminar produzida pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (DSG/ME), na escala 1:100.000, folhas MI-496, MI-497 e MI-552 e MI-551 do ano de 1979 e das imagens de satélite TMS na escala de 1:100.000 do ano de 1993.

De acordo com uma das divisões mais aceitas do litoral brasileiro apresentada por Silveira (1964) e modificada por Xavier da Silva (1973), adotada pelo Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na Escala da União (MMA, 1996) e por Muehe (1998) o PNLM situa-se no litoral nordeste, no macrocompartimento denominado costa semi-árida norte cujo limite vai da Ponta dos Mangues Secos à Ponta do Itapagé.

Neste trecho do litoral, segundo o MMA (*op. cit.*), há domínio dos depósitos sedimentares do Grupo Barreiras, à frente dos quais se desenvolveram numerosos campos de dunas, alimentados pelos sedimentos oriundos da plataforma continental interna.

Em síntese, esta área situa-se na franja costeira ao norte do Estado do Maranhão, entre as coordenadas geográficas: 02°19' e 2°45' S; 42°44' e 43°29' W, compreendendo os Municípios de Primeira Cruz e Santo Amaro a oeste e Barreirinhas a sul e a leste, .

5.1.1 Fatores Abióticos da Unidade de Conservação

Clima

O clima do litoral oriental onde se localiza o PNLM é do tipo zona equatorial, com seis meses seco (Miner, 1979). Na área estudada predomina relevo suavemente ondulado de cotas inferiores a 100m, onde se encontram extensos campos de dunas e vegetação de

Figura 5.1: Sítios de amostragens definidos através da metodologia de AER para elaboração do diagnóstico ambiental do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

restinga. Outros fatores como energia solar, albedo, latitude, grau de continentalidade ou maritimidade, agindo sobre as condições climáticas e interagindo com os sistemas meteorológicos locais e regionais, tornam o clima da área bastante complexo.

Sistema de Circulação Atmosférica

Durante o ano, na região costeira maranhense, sopram freqüentemente ventos do quadrante norte e leste oriundos da Zona de Convergência Intertropical e das altas pressões semi-estacionárias do Atlântico Sul, respectivamente.

O caráter estável do anticiclone subtropical é afetado pelas correntes perturbadas responsáveis por instabilidade e chuvas na região que compreendem quatro sistemas como: Sistemas de Correntes Perturbadas do Norte; Sistemas de Correntes Perturbadas de Oeste; Sistemas de Correntes Perturbadas de Sul e Sistemas de Correntes Perturbadas de Este.

Correntes Perturbadas do Norte – São representadas pelo deslocamento da convergência intertropical (CIT). Esta descontinuidade é oriunda da convergência dos alísios de NE e SE. Nesta região de baixas pressões e ventos calmos o ar instável provoca chuvas e trovoadas geralmente muito intensas (Miner, *op. cit.*).

Em média, durante o ano, esta depressão está situada a aproximadamente 5°N com oscilações em direção Norte-Sul. Os deslocamentos meridionais mais importantes ocorrem no verão e outono, chegando a provocar chuvas, influenciando áreas nas proximidades dos paralelos de 9° e 10° Sul. Na região dos Lençóis Maranhenses sua influência ganha relevância em meados do verão e atinge maior freqüência no outono (março a abril), quando a precipitação é intensificada.

Correntes Perturbadas do Oeste – O sistema de instabilidade de Oeste assume relevância no final da primavera e início do outono. O interior do Brasil é freqüentemente submetido a ventos do quadrante W a NW oriundos das linhas de instabilidade tropicais (IT), entretanto, no litoral oriental do Nordeste, as linhas de instabilidade são formadas sobre o próprio litoral, raramente penetrando no Maranhão.

Correntes Perturbadas do Sul e Leste – As massas de ar frio raramente ultrapassam o paralelo de 15° sul. Igualmente raras são as incursões das correntes perturbadas de leste sobre a região costeira maranhense (Miner *op. cit.*).

Temperatura

Devido às proximidades do equador, a temperatura média anual é relativamente alta, atingindo cerca de 28,5°C com amplitude térmica média de 1,1°C, não havendo oscilações significantes.

A influência dos alísios da circulação local contém, em média, 79,4% de umidade relativa do ar que, associado à grande quantidade de nebulosidade durante o ano todo, faz com que a temperatura em grande parte da costa maranhense seja amenizada. No período chuvoso (julho), a temperatura média é de 30°C e no período seco (novembro) é de 31°C, sugerindo a manutenção de temperaturas elevadas durante o ano todo.

A umidade relativa do ar para o PNLM alcançou valor médio de 68,4% no período chuvoso e 67,2% no período seco. Considerando as temperaturas elevadas, a umidade atinge valores recomendáveis para o ambiente, provocando um certo conforto térmico em decorrência da influência da massa de ar tropical marítima e devido aos rios, lagos e lagoas presentes na área.

Precipitação

Ao longo do litoral maranhense as curvas de isoietas anuais variam de 1400mm a 2600mm no sentido leste para oeste, entretanto, o que predomina sobre a sua extensão territorial é uma estação seca que se prolonga no mínimo por três meses. A intensidade e duração do período seco aumenta em direção a leste alcançando a duração de seis meses nas áreas próximas aos Lençóis Maranhenses até a região do baixo Parnaíba (GERCO, 1993).

A distribuição de precipitação da região é bastante complexa considerando a atuação dos sistemas de correntes perturbadas e a alta variabilidade dos índices de umidade presente na área.

A parte Ocidental do litoral maranhense apresenta um regime tropical típico da floresta Amazônica com totais pluviométrico acima de 2000mm, enquanto que a parte oriental do litoral assume um caráter de transição para áreas mais secas com regime pluviométrico inferior a 1800mm.

As áreas próximas ao PNLM apresentam índices pluviométricos anuais que variam de 1473mm a 1623mm, sendo registrado para o município de Urbano Santos 2600mm anuais, um índice elevado em comparação com as áreas de maior maritimidade.

O ciclo anual das chuvas se caracteriza por apresentar os maiores índices pluviométricos registrados nos meses de março e abril com acentuado declínio nos meses subsequentes. A dinâmica da circulação atmosférica em toda a zona costeira maranhense faz com que a pluviometria seja marcada pela irregularidade.

Vento

A região estudada é influenciada pelos ventos oriundos da Zona de Convergência Intertropical e das altas pressões semi-estacionárias do Atlântico Sul.

A análise do comportamento do vento de superfície realizado por Tarifa (1982) no período de 1971 a 1978 para a região de São Luís, situada na zona costeira a cerca de 300km da cidade de Barreirinhas, revela que o deslocamento das massas de ar apresenta direção predominante de NE (43,3%) com velocidade média de 3,1m/seg. A direção NE para os ventos na área dos Lençóis Maranhenses é corroborada pelos dados meteorológicos do Farol de Santana.

No período chuvoso os ventos de direção NE diminuem de 23 a 30% a sua frequência e ocorre o aumento das calmarias, bem como a ação dos ventos de SE e E na região. No período seco aumenta a ação dos ventos de NE atingindo em novembro o predomínio de 74,7% desta direção (Tarifa, 1982).

Na região dos Lençóis Maranhenses, a velocidade dos ventos atingem média de 8,3m/s no período seco e 6,1m/s no período chuvoso, variando de vento regular a moderado. No período seco a velocidade do vento aumenta, podendo alcançar velocidades iguais ou superiores a 14,1m/s, caracterizando-se como ventos fortes. Os ventos deslocam-se em rajadas sucessivas promovendo mudanças significativas na dinâmica costeira.

Geologia

A área pertencente ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses está inserida na Bacia Cretácea de Barreirinhas a qual está situada no litoral do Estado do Maranhão entre as Cidades de São Luís e Parnaíba. A área imersa é calculada em 15.000km², medindo cerca de 250km de comprimento e 60km de largura (Pamplona, 1969).

O embasamento cristalino da Bacia de Barreirinhas é constituído por gnaisse, granitos e quartzo-mica xisto de idade Pré-cambriana. Sobrepoem-se a estas rochas o pacote

sedimentar cretáceo, formado pelo Grupo Canárias e Caju, conforme descrito por Feijó (1994). O Grupo Canárias compreende as Formações Arpoador, Bom Gosto, Tutóia e Barro Duro (Pamplona, 1969).

A Formação Arpoador representa a unidade basal do pacote sedimentar sendo constituído por folhelhos e arenitos, assentados discordantemente sobre os sedimentos pré-cretáceos e/ou embasamento. A Formação Bom Gosto é predominantemente arenosa com alternância de folhelhos sobrepondo-se à Formação Arpoador em discordância litológica. A Formação Tutóia se caracteriza por uma seqüência transgressiva de folhelhos escuros, assentando-se sobre a Formação Bom Gosto e Arpoador. A Formação Barro Duro compreende arenitos quartzosos de coloração branca a cinza-claro esverdeados, de granulometria variando de fino a grosseiros, em parte conglomeráticos, depositados em leques deltáticos sob regime marinhos.

O Grupo Canárias apresenta idade Albiana média a superior com base em diversos fósseis, entre os quais foramimífero *Hedbergella planisfera* e os amonitas *Oxytropideceras* e *Elobiceras* (Regali *et al.* 1985).

O Grupo Caju caracteriza o ciclo de deposição carbonática formada pelos componentes litológicos: calcário, folhelhos, margas e subordinadamente arenitos. Estratigraficamente, os sedimentos do Grupo Caju sobrepõem-se à Formação Barro Duro do Grupo Canárias e estão sotopostos à Formação Pirabas.

O Grupo Caju é formado por Calcarenitos bioclástico e oncolítico (Formação Bonfim) e calcilutito creme (Formação Preguiças) sedimentados em ambientes nerítico de alta e baixa energia. A Idade Neoalbiana provém de datação de palinomorfos e foraminíferos plantônicos (Regali *et al.*, 1985).

O membro Peria, constituído de argilas, calcilutitos e folhelhos foi inicialmente descrito por Pamplona (1969). Feijó (1994) elevou este membro à categoria de Formação representando a parte basal do Grupo Caju. As datações bioestatigráficas apontam idade neoalbiana (Regali *et al.* 1985), admitindo-se para esta unidade uma deposição em ambiente marinho raso.

A Formação Humberto de Campos e os membros Areinhas e Ilha de Santana, inicialmente descritas por Pamplona (1969), foram elevadas a categoria de Grupo e Formações por Feijó (1994). O Grupo Humberto de Campos apresenta como unidade basal a Formação Travosas constituída de folhelhos escuros e arenitos finos. Sobrepostos a esses sedimentos tem-se os carbonatos da Ilha de Santana e os clásticos grosseiros da Formação Areinhas.

A Formação Pirabas se desenvolve por toda a bacia capeando os sedimentos Cretáceos. Caracteriza-se por calcários creme-claro, moles, fossilíferos, associados a folhelhos de cor que varia do vermelho ao cinza-esverdeado, algumas vezes lenticulares. Areia quartzosa de granulometria média a grosseira ocorre freqüentemente associadas aos calcários e folhelhos. A Formação Pirabas pelo conteúdo faunístico é datada como do Mioceno Inferior (Feijó, 1994). A formação Pirabas aflora no litoral do Estado do Pará e em áreas restritas do Maranhão e Piauí. No Maranhão foram descritos afloramentos em Carutapera, Estandarte, baía de Turiaçu, Cururupu, baía de Cumã, São João de Corte e na Ilha do Maranhão (Schobbenhaue, 1984).

Mesner & Hooldrige (1974) se referem a calcários biocênicos sobre os depósitos cretáceos da Bacia de Barreirinhas. Tanto no Maranhão como no Piauí os afloramentos da formação Pirabas são de extensão bastante reduzidos. No PNLN, afloram na Praia dos Lençóis Pequenos, próximo a Queimada dos Britos, bancos de arenitos cremes, parcialmente ferruginosas de granulometria fina a média e folhelhos escuros em forma de blocos aciculares com matéria orgânica freqüente. Possivelmente estas rochas podem estar

inclusas na formação Pirabas, conforme Pamplona (1969). Para melhor definição desta seqüência litológica há necessidade de datações nos microfósseis.

Possivelmente os sedimentos da formação Pirabas, associados aos depósitos marinhos recentes da plataforma interna, sejam a área fonte de sedimentos quaternários formadores dos extensos lençóis de areia da região enfocada.

Os sedimentos do Quaternário na Bacia de Barreirinhas está representado pela Formação Açuí que se caracteriza por areias quartzosas e pequenas proporções de minerais pesados, fina a média, moderadamente a bem selecionados, arredondados a subarredondados com ocasional matriz argilosa em função do ambiente de deposição eólica, fluvial ou litorânea. Esses sedimentos cobrem totalmente a Bacia de Barreirinhas em forma de campo de dunas livres (móveis) e fixas.

Geologia Estrutural

Na Bacia de Barreirinhas dois grandes conjuntos de seqüências podem ser reconhecidos conforme Feijó (1994). Um pré-aptiano, reunindo rochas sedimentares e ígneas da subjacente Bacia do Parnaíba. Este conjunto litológico ocupa a borda norte da grande *sinéclise* que esteve ativa de forma descontínua do Ordoviciano ao Neocomiano (400 a 140 milhões de anos).

O segundo conjunto de rochas constitui a seqüência meso-cenozóica que abrange as *fases rift e margem passiva* da Bacia de Barreirinhas. A *seqüência Rift* corresponde ao Complexo Clástico retrogradante flúvio-deltaico de idade eoalbio (Regali *et al.*, 1985), pertencente ao *Grupo Canárias*. A *seqüência passiva* se caracteriza por clastos e carbonatos de alta e baixa energia albo-cenomanianos do Grupo Caju (100 milhões de anos), representativo do início da sedimentação marinha na Bacia. Estas seqüências estão limitadas por discordâncias causadas pelo rebaixamentos relativos ao nível do mar.

Possibilidades de Hidrocarbonetos

O potencial gerador de hidrocarbonetos da Bacia de Barreirinhas não parece ser muito promissor, conforme os trabalhos preliminares de Tibana & Toniatti (1968).

Os folhelhos e os calcilutitos das áreas de Barreirinha têm cor cinza esverdeada claro e cinza oliva, indicando condições não muito redutoras. Porém as possibilidades não devem ser desprezadas tendo em vista os indícios de óleo no 1-Ba-2MA (Tibana & Toniatti, 1968).

A seqüência sedimentar da Bacia de Barreirinhas reúne as propriedades litológica (porosidade e variação textural) e estrutural (falhas e fraturas), necessárias para o armazenamento e aprisionamento do óleo, indica a necessidade de pesquisa detalhada para mensuração das reservas petrolíferas.

Pedologia

Os solos encontrados nos Lençóis Maranhenses caracterizam-se por areias quartzosas marinhas e indiscriminados de mangues.

As areias quartzosas marinhas são de coloração cinza esbranquiçada, fina a média com pequenas proporções de argila, moderada e bem selecionada. O horizonte A apresenta espessura inferior a 20cm e contém matéria orgânica parcialmente decomposta. São encontrados principalmente nos campos hidrófilo de restinga e áreas fluvio marinhas.

No PNLN ocorre predomínio de vegetação de restinga em alguns pontos de campo de dunas livres e em todo o entorno da UC. Devido à fragilidade desse ecossistema quanto às condições edáficas do solo arenoso, ventos, temperatura, salinidade, solo instável,

insolação forte e direta, não é aconselhável o manejo para a prática de lavouras, pastagem plantada e silvicultura.

O solo indiscriminado de mangues constitui-se de materiais gleizados e sem diferenciações de horizontes, com alto conteúdo de enxofre proveniente das águas oceânicas. Distribui-se em áreas sujeitas à influência permanente das marés como Travosa, Atins e Primeira Cruz.

Geomorfologia

Sobre a Gênese e a dinâmica dos Lençóis Maranhenses

A planície costeira do Maranhão, situada na Microregião dos Lençóis Maranhenses a oeste da desembocadura do rio Preguiças, apresenta um dos maiores registros de campo de dunas costeiras desenvolvidos ao longo do quaternário, conforme Gonçalves (1998) e Ab'Sabber (2000).

A origem do campo de dunas livres e fixas, de acordo com o MMA (1996) e Muehe (1998), está relacionado à seleção dos sedimentos devido a retrogradação dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras e conseqüente alargamento da plataforma continental, em consonância com as sucessivas transgressões marinhas ocorridas desde o Pleistoceno, associadas ao aporte dos sedimentos fluviais provenientes dos principais rios, a exemplo do Parnaíba e Preguiças.

De acordo com Palma (1979) *in* Muehe (*op. cit.*) a plataforma interna adjacente aos lençóis maranhenses é estreita (entre 70 a 80km) e rasa (profundidade de aproximadamente 80m), cujo recobrimento é predominantemente de areias, chegando a formar ondas e dunas subaquáticas que se deslocam para oeste, conforme a direção da deriva litorânea no local. Ainda segundo o referido autor, esse abundante estoque de areia, que transborda por sobre o litoral, forma, sob ação dos ventos alísios, os extensos campos de dunas neste macrocompartimento do litoral nordestino.

Em estudo realizado nos Lençóis Maranhenses, Gonçalves (1995) destaca que a dinâmica costeira atual está intimamente representada pela interação dos seguintes agentes dinâmicos: clima, deriva litorânea, regime de marés e correntes fluviais. De acordo com este autor, a planície costeira caracteriza-se como área receptora dos sedimentos trazidos pela deriva litorânea, da plataforma interna pelas ondas e da carga sólida (arenosa) retrabalhada pelas drenagens locais. Desta forma, considerável parte da carga sedimentar é depositada na praia, ficando exposta diariamente à ação eólica durante os ciclos de mesomarés em intervalos de 12 horas.

Semelhantemente à dinâmica costeira observada por Bittencourt (1990) na praia de Atalaia (PI), nos Lençóis Maranhenses o suprimento de sedimentos da praia em direção ao campo de dunas está condicionada às variações sazonais na precipitação pluviométrica, pois no período chuvoso a mobilização dos sedimentos é reduzida em função do maior teor de umidade e menor velocidade dos ventos. No período de estiagem, quando ocorre elevada redução no teor de umidade dos sedimentos arenosos, devido à ausência das chuvas e ao rebaixamento do lençol freático, bem como ao significativo aumento da velocidade dos ventos, tem-se elevado deslocamento das areias do estirâncio em direção à planície de deflação e conseqüentemente ao campo de dunas livres (móveis) e fixas. Todavia, as imagens de satélite (LandSat 5) de 1988 e 1998 indicam uma reduzida taxa de migração das dunas no interior do campo de dunas livres, apesar de ter ocorrido avanço em algumas áreas, especificamente no limite com as dunas fixas.

Principais Feições Morfológicas

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses apresenta um relevo suave a moderadamente ondulado, representado pelo extenso campo de dunas livres e fixas, lagoas, lagunas, praias

e exuberantes manguezais.

As principais feições morfológicas encontradas na UC são as seguintes:

A - Praias

São depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação das ondas que, por apresentar mobilidade, se ajustam às condições de ondas e marés (Muehe, 1994). No entender de Ottmann (1965), a presença desses ambientes está quase sempre associado à ocorrência das areias quartzozas. No PNLM os sedimentos arenosos que constituem a praia e conseqüentemente o campo de dunas são provenientes das descargas fluviais, da deriva litorânea e das areias existentes na plataforma continental interna. Ainda neste ambiente, ocorrem canais naturais de diversos tamanhos formados pelas correntes de maré, ou seja, as canaletas.

Ao longo da praia podem ser observados arenitos de praia (*beach rocks*) assim como vestígios de restos de mangue em áreas relativamente distantes das desembocaduras fluviais. Acima do limite da praia tem-se a Pós-Praia, situada além do alcance das ondas e marés ordinárias. No local observam-se pequenos desníveis, formados acima do limite dos fluxos médio de preamar, todavia, atingidos durante as marés de sizígia.

B – Lençóis de areia

Castro (2001) define essa feição como superfície eólica mantiforme caracteristicamente planar orientadas segundo o sentido dos ventos dominantes. O controle ambiental destas feições relacionam-se ou não à presença de vegetação herbácea formando, às vezes, pequenos montículos. Na planície de deflação eólica ocorrem manchas isoladas caracterizadas como lençóis de areia (*sand sheets*). Na porção oriental da UC estas feições geomórficas são mais comuns, no entanto, as mesmas ocorrem em toda a área entre o pós-praia e o campo de dunas livres com largura variando de 1 a 2,5km.

C - Dunas

As dunas costeiras caracterizam ambientes construcionais resultantes da conjugação de forças dos agentes climáticos e oceanográficos (Santos, 1996). As mesmas são definidas como depósitos eólicos, geralmente em forma de Barcanas, Transversais, Parabólicas, Barcanóides e Longitudinais.

A formação das dunas só é possível onde existe um grande estoque de areia disponível para ser movimentado pelo vento, conforme Palma (1979) in Muehe (1998). O sistema sedimentar eólico dos Lençóis Maranhenses é composto pelo atual campo de dunas livres e fixas. Em estudo detalhado, Gonçalves (1997) definiu as principais formas de leito eólicas das dunas livres dos Lençóis, as quais são apresentadas a seguir:

C.1 – Barcanas

Apresentam-se em forma de lua crescente, com o lado convexo dirigido para o vento (Suguio,1992). No PNLM, a orientação destas dunas obedece a direção dos ventos alísios de NE e apresentam um declive mais suave no lado convexo (barlavento) e um declive mais abrupto, variando de 10° a 50°, no lado côncavo (sotavento). Estas possuem largura significativamente maior que a altura. O surgimento destas formas está relacionado ao período de estiagem quando o transporte de sedimentos é intensificado.

C.2 – Cadeias de Barcanas ou Barcanóides

Fazem referência à união lateral de dunas barcanas e que gradativamente vão crescendo à medida que se afastam dos lençóis de areia. À proporção que vão aumentando de tamanho,

sua velocidade de migração diminui significativamente. Na área dos Lençóis Maranhenses, esta é a forma mais comum de dunas, disposta transversalmente ao sentido do vento.

C.3 – Parabólicas

Duna que, em planta, apresenta-se com forma semelhante a uma parábola, com o lado côncavo dirigido para o vento (Suguio, 1992). Estas dunas ocorrem eventualmente ao sul do campo de dunas livres.

A origem dessas dunas está ligada ao aprisionamento dos braços das barcanas pela vegetação ou umidade e, em seguida, o lado convexo desta última se inverte, transformando-se no lado côncavo da parabólica (Gonçalves, 1997). Desta forma, o aparecimento das citadas dunas relacionam-se principalmente ao período chuvoso. Indícios desse processo podem ser observados em áreas onde ocorrem truncamento entre dunas barcanas e parabólicas.

C.4 – Longitudinais

São formas desenvolvidas nas porções laterais das dunas barcanas e de cadeias barcanóides quando da sua migração. Estas se encontram nas áreas alinhadas conforme a direção do vento de NE e sua presença se restringe à área limite entre o campo de dunas livres e fixas, principalmente no setor SE, onde o referido limite é bem definido, possivelmente devido ao controle da vegetação e/ou dos cursos d'água existentes no local.

O ângulo das dunas a barlavento é suave, todavia, a sotavento, a inclinação alcança declividades de até 50°. Quanto à granulometria, esta se caracteriza pelo predomínio de areias quartzozas fina a média, ocorrendo em alguns locais uma pequena fração de areias grossas e muito finas. O tipo de dunas predominante é a cadeia de barcanas (Barcanóides) com altura variando de 5 a 54m, conforme as cartas planialtimétricas da DSG (Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército) do ano de 1979. Já as dunas fixas (paleodunas) situadas ao sul, contiguamente ao campo de dunas livres, se caracterizam pela presença de vegetação arbustiva e por menor altura variando de 2 a 10m.

Em síntese, as formas das dunas obedecem a um padrão climático conforme as estações do ano. No período de estiagem o transporte eólico é intenso resultando num certo avanço das dunas, observado principalmente nas áreas limítrofes (campo de dunas fixas e livres) da UC. No período chuvoso a migração é virtualmente interrompida e nas áreas onde há o contato das dunas livres com cursos d'água (rios) ocorre a erosão hídrica e, conseqüentemente, um pequeno recuo das dunas, indicando um certo equilíbrio nesses locais.

D. Planície de Inundação

São áreas pouco elevadas acima do nível médio das águas, sujeitas ou não a inundações por ocasião das cheias. A mesma é denominada também de terraço, várzea ou leito maior (Guerra, 1993). No período seco, quando o nível das águas é mais baixo, ocorre significativo aumento da planície, bem como um certo avanço das dunas livres sobre essa feição morfológica.

Outro fato que merece ser destacado diz respeito à presença de areias movediças em alguns locais sobre a planície de inundação do rio Grande.

Estudo Sedimentológico

As areias dos Lençóis Maranhenses caracterizam-se por apresentar diâmetro médio da partícula de ocorrência mais freqüente compreendido entre os valores de 0,177 a 0,125mm e 0,354 a 0,250mm, referente a areias finas e médias, respectivamente.

Embora o diâmetro médio indique a predominância da classe de areia fina, cerca de 60% das amostras, as areias médias também ocorrem de forma significativa. Estas podem ser encontradas nas praias, nos lençóis de areia, nas margens lacustres, na base das cadeias de dunas, nas localidades de Baixa Grande e Queimada dos Britos, onde ocorre vegetação de restinga, bem como no limite entre os campos de dunas livres e fixas. Tal fato sugere que o diâmetro dos sedimentos arenosos diminuem à medida que se afastam da linha de costa, como também confirma a significativa capacidade de transporte dos ventos alísios de NE na área em tela.

No PNLM é provável que a ação eólica possa transportar grãos de até 0,5mm, ou seja, areia grossa. Entretanto, a baixa porcentagem de areias grossas nas amostras analisadas possivelmente está relacionada à distância da área fonte, uma vez que nas areias da praia e pós-praia teve-se apenas 6,5% e 6,8%, respectivamente, da referida fração, em detrimento da significativa quantidade de sedimentos de granulação média e fina nas citadas feições morfológicas.

O estudo granulométrico revelou que os sedimentos são predominantemente constituídos de areias quartzosas de granulação fina a média com diâmetro médio variando de 0,125 a 0,354mm, bem a moderadamente selecionado, com predomínio de assimetria aproximadamente simétrica e predominantemente mesocúrtica

Hidrografia

A hidrografia do PNLM é caracterizada pela presença de rios, córregos, lagos, lagoas e lagunas como será descrito a seguir (Figura 5.2).

Lago de Santo Amaro → Situado a oeste da UC, apresenta uma significativa área, colocando-o como um dos maiores lagos do Estado do Maranhão. Apresenta bancos arenosos, ilhas, pontais e uma considerável margem lacustre que em determinados trechos, em virtude da pequena declividade, fica sujeito a inundações no período chuvoso. Ao final do período de estiagem, o espelho d'água se reduz em cerca de 25 a 35%, quando pode ocorrer pequenos avanços, em determinados trechos, das cadeias de barcanas sobre a margem lacustre.

Lago de Travosa → É o segundo lago em termos de tamanho na UC e, assim como o anterior, apresenta várias micro-feições tais como: bancos arenosos, ilhas, pontais e margens lacustres sujeitas a inundações. Neste lago foi observada a presença do afloramento do lençol freático (nascente) na base das dunas em direção ao referido lago, o que sugere a presença do controle litológico na área.

Estudos sobre a gênese dos lagos de Santo Amaro e Travosa sugerem que os mesmos estão separados por depósitos mais antigos que o atual campo de dunas livres. Logo, tal característica sugere o estágio evolutivo de uma grande laguna estuarina que englobava ambos os lagos onde posteriormente ocorreu o completo fechamento do canal ligando a laguna ao oceano (pontais arenosos) caracterizando o sistema deposicional do tipo barreira (praia-duna)/laguna estuarina.

Rio Grande → Sua nascente está situada próximo à localidade denominada de Estiva, a cerca de 94m de altitude, onde recebe o nome de rio Alegre. A partir da confluência deste com o rio das Pedras, recebe o nome de rio Grande e segue em direção NE, percorrendo uma extensão de 72km, até o lago de Santo Amaro. Sua bacia de drenagem é do tipo endorréica, com padrão de drenagem dendrítico, apresentando trechos predominantemente meandrantés e/ou anastomosados. Durante o seu percurso forma, na localidade de Ponta do Espigão, a lagoa de Betânia. No período de estiagem (novembro) ocorre desaparecimento da maioria dos lagos interdunares, bem como significativa redução da

Figura 5.2. Mapa da rede de drenagem do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

vazão, provavelmente devido ao rebaixamento do lençol freático na área em função da ausência das precipitações.

Rio Negro → Origina-se à aproximadamente 70m de altitude nas proximidades da localidade de Marreiro, seguindo a direção NE com uma extensão de 69km da nascente até a linha de costa (oceano Atlântico). Este rio é o único que consegue transpor o extenso campo de dunas livres do PNLM, caracterizando o escoamento fluvial da bacia de drenagem como exorréica. Ao longo do seu percurso apresenta pequenos córregos responsáveis pela considerável vazão, bem como pelo padrão de drenagem do tipo dendrítico. Assim como o rio Grande, o rio Negro possui trechos de canais meandantes e anastomosados. No limite entre o campo de dunas móveis e fixas, o rio Negro dá origem à lagoa da Esperança.

Lagoas da Betânia e Esperança → Situam-se no limite do campo de dunas móveis com as fixas e são resultados da acumulação e/ou alargamento dos rios Grande e Negro, respectivamente, o que lhes confere significativa dimensão e profundidade se comparado às lagoas interdunares.

Lagoas Interdunares → Apresentam diferentes formas, tamanhos e profundidades e são formadas a partir das águas das precipitações pluviométricas e do afloramento do lençol freático. Todavia, no período de estiagem, quando o nível do lençol freático baixa, apenas as lagoas mais profundas permanecem no local. Logo, pode-se distinguir as lagoas de regime temporário das permanentes por meio das imagens de satélite do período de estiagem na UC, de maneira geral, estas lagoas se diferenciam dos lagos pela pequena dimensão e profundidade.

Lagunas → Em áreas existentes na planície de deflação eólica, próximo ao litoral, podem ser observadas extensas depressões de pequena profundidade preenchidas com água salgada apresentando comunicação com o mar, ou seja, fluxo e refluxo, quando das marés de sizígia, caracterizando os ambientes lagunares. Devido à significativa dinâmica costeira do local, algumas dessas feições morfológicas são efêmeras, surgindo e/ou desaparecendo em curto espaço de tempo.

Estuário → A noroeste da UC tem-se o estuário do rio Baleia, cuja hidrodinâmica depende dos fluxos de maré. Neste ambiente, observa-se a presença de terraços arenosos, planície flúvio-marinha (mangue) caracterizada por áreas de lama (silte, argila e matéria orgânica), de baixo gradiente, coberta pelas águas das marés durante a preamar, apresentando canais de marés meandantes.

Em síntese, a área em estudo apresenta, em seu interior e principalmente em seu entorno, uma moderada quantidade de recursos hídricos, a exemplo dos rios: da Ribeira, Queixada, Alegre, Santo Inácio, Baleia, Pequí, Marciano, Maçangano, Preguiças e Peria. Esses dois últimos constituem as duas maiores bacias hidrográficas ao entorno do Parque Nacional. Além destes, tem-se também os riachos Achuí, Tucuns, Bom Passar, Passagem do Canto, Baixão do Nuritizal, São Domingos, São Bento, Lagoa Grande, Pedro Reira e as lagoas do Peixe, Azul, Urubú, Bonita dentre outras em virtude dos significativos índices pluviométricos, característicos do período chuvoso e do tipo de solo existente no local. Desta forma, reforça-se a elevada participação dos agentes morfoclimáticos e da litologia no entendimento da dinâmica da área em tela.

Limnologia

A reconhecida complexidade dos ecossistemas aquáticos continentais deve ser fonte de permanente estudo analítico e síntese. Cada sistema aquático em sua bacia hidrográfica é único.

O tempo de resposta aos fatores climatológicos e hidrológicos e às atividades antropogênicas nas bacias hidrográficas varia com a intensidade das ações, as características dos ecossistemas e seu estágio de organização. É fundamental a compreensão das escalas espacial e temporal em lagos, lagoas, rios e áreas alagadas, bem como no tempo da resposta às funções de força e sua influência nos processos físicos e químicos dos ambientes continentais.

Avaliações quantitativas/qualitativas em água natural, potável, residuária ou qualquer outro tipo de água são realizadas através da mensuração de algumas variáveis físico-químicas e no estabelecimento da concentração de vários compostos inorgânicos. As variáveis mais freqüentemente utilizadas no enquadramento dos corpos d'água para sistemas de classificação foram registradas nas principais unidades de paisagens do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Classificação das Águas

Segundo a resolução Nº 20, de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salgadas segundo seus usos preponderantes, os corpos d'água do PNLN estão classificados da seguinte forma:

Águas Doces

São águas com salinidade igual ou inferior a 0,5.

Classe Especial - Águas destinada ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Foram incluídas nesta classe:

- Rio Grande
- Mata Fome
- Baixa Grande
- Boa Vista Santo Amaro
- Queimada dos Brito
- Lagoa da Esperança
- Varginha
- Lagoa Azul
- Alazão
- Vassouras
- Buriti
- Rio Preguiças (próximo a Barreirinhas)

Obs.: Para estas águas estão estabelecidos que os coliformes fecais totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Águas Salobras

São águas com salinidade variando entre 0,5 e 30,0.

Classe 7 – Águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Foram incluídas nesta classe:

- Atins
- Ponta do Mangue
- Travosa

Obs.: As águas estão enquadradas nesta classe segundo seus parâmetros físico-químicos. Entretanto, outros limites são estabelecidos para parâmetros como DBO₅, óleos e graxas, material flutuante, coliformes e substâncias potencialmente prejudiciais.

Tabela 5.1 - Parâmetros físico-químicos dos corpos d'água do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Corpo D'água	pH	OD (mg/L)	Salinid.	Conduct. (µS/cm)	Temp. (°C)
Rio Grande ¹	4,6 – 6,1	5,5 – 7,1	0,0 – 0,0	50 – 20	29 – 26
Ponto 1	4,4 – 6,3	6,4 – 6,8	0,0 – 0,0	50 – 25	30 – 26
Ponto2					
Mata Fome ¹	5,2 – 5,3	6,9 – 9,3	0,0 – 0,0	40 – 50	30 – 28
Atins ¹	6,2 – 7,0	10,6 – 6,1	0,0 – 2,9	60 – 1540	32 – 25
Ponta do Mangue ¹	6,0 – 7,3	8,4 – 7,8	3,0 – 0,0	43 – 1030	32 – 31
Baixa Grande ¹	5,5 – 5,2	8,2 – 6,9	0,0 – 0,0	30 – 770	26 – 29
Travosa ¹					
Ponto 1	7,0 – 7,1	7,1 – 7,1	5,0 – 0,0	700 – 1700	27 – 26
Ponto 2	4,3 – 4,0	8,3 – 4,0	0,0 – 0,0	90 – 160	32 – 25
Ponto 3	7,4 – 7,4	8,2 – 7,4	19,0 – 4,0	32000 – 17400	32 – 27
Boa Vista ¹	5,2 – 5,7	X – 8,1	0,0 – 0,0	60 – 1050	30 – 28
Sto. Amaro ¹					
Ponto 1	6,7 – 7,2	8,4 – 7,4	0,0 – 0,0	250 – 1710	27 – 24
Ponto 2	7,8 – 7,8	8,3 – 7,8	0,0 – 0,0	300 – 760	32 – 27
Queimada dos Britos ¹	4,8 – 4,8	8,4 – 7,1	0,0 – 0,0	60 – 170	32 – 28
Lagoa da Esperança ¹					
Ponto 1	4,4 – 4,4	6,3 – 7,1	0,0 – 0,0	50 – 40	29 – 27
Ponto 2	4,4 – 5,0	6,4 – 6,8	0,0 – 0,0	50 – 120	30 – 27
L. Esperança ²	4,90 – 7,74	7,48 – 8,04	0,0 – 0,0	38,0 – 39,0	28,8 – 29,6
Varginha ²	4,27 – 4,89	3,64 – 5,19	0,0 – 0,0	25,0 – 36,0	27,0 – 27,4
Lagoa Azul ²					
Ponto 1	4,48 – 8,27	8,05 – 8,71	0,0 – 0,0	30,0 – 30,0	26,4 – 26,7
Ponto2	4,72 – 4,74	8,81 – 9,07	0,0 – 0,0	36,0 – 37,0	26,6 – 26,8
Alazão ²					
Ponto 1	8,23	9,33	0,02	60,3	30,7
Ponto 2	8,05 – 8,09	8,50 – 9,02	0,03	733,0 – 743,0	30,8 – 31,2
Ponto 3	7,80	8,04	—	1640,0	31,0
Vassouras ²					
Ponto 1	8,07 – 8,14	8,66 – 10,9	0,01 – 0,02	281,0 – 510,0	26,8 – 27,5
Ponto 2	8,60 – 8,78	11,8 – 11,9	0,01	271,0 – 360,0	28,6
Ponto 3	8,33	13,6	0,02	491,0	31,4
Ponto 4	8,98	14,6	0,02	594,0	30,1
Buriti ³	4,5 – 6,4	8,0 – 8,3	—	13 – 122	27 – 30
Rio Preguiças ²	6,28 – 7,65	7,71 – 8,17	0,00 – 0,002	40,0 – 628,0	—

¹ Julho-Novembro de 2000.

² Novembro-Dezembro de 1996. GARAVELLO *et al* (1998).

³ Novembro-Dezembro de 1996. RIETZLER *et al* (1998).