



Análise multitemporal da movimentação da linha das falésias na APA Tambaba

Thaís Regina Benevides Trigueiro Aranha¹; Thyago de Almeida Silveira²; João Alexandre de Sousa Neto³; Renata de Araújo Rafael⁴; Anna Raquel Dionísio Ramos⁵; Alzira Gabrielle Soares Saraiva⁶;

¹Estudante do CST em Geoprocessamento - IFPB, Campus João Pessoa. E-mail: thais_benevides@hotmail.com

²Professor IFPB - Campus Picuí. Doutorando em Recursos Naturais - UFCG. E-mail: thyago.silveira@gmail.com

³Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - UFPE. E-mail: joao.geotecnologo@gmail.com

⁴Mestranda em Meteorologia – UFCG. E-mail: renatarafael_@hotmail.com

⁵Mestranda em Meteorologia – UFCG. E-mail: kaquelzinhamos@hotmail.com

⁶Mestranda em Engenharia Urbana e Ambiental – UFPB. E-mail: saxzira@yahoo.com.br

Resumo: O litoral brasileiro é banhado pelo oceano atlântico e composto por diversas paisagens ao longo da costa. Entre elas encontram-se as falésias, por sua beleza atrai a exploração turística que compromete sua estrutura. Através de leis, o poder público vem criando áreas de preservação e/ou conservação, com a finalidade de proteger o meio ambiente das ações antrópicas. Neste sentido, as técnicas de geoprocessamento auxiliam na tomada de decisões através do gerenciamento de dados e, por meio de imagens multitemporais mostram os ambientes e suas transformações. O objetivo do presente trabalho foi analisar a variabilidade espaço-temporal da linha de ruptura do relevo, na borda das falésias da APA Tambaba entre os anos de 1985 e 2005, e identificar o uso e ocupação do solo nos limites da APP. Para tanto, foi utilizada uma imagem do satélite IKONOS II de 2005 e fotos aéreas de 1985 para delimitação das linhas das falésias, e o DSAS, que é uma extensão gratuita do ARCGIS, para obtenção de taxas de variação da linha de ruptura do relevo. Como resultados, foram obtidos valores em metros ao ano de erosão e deposição nas falésias da APA Tambaba, e comprovada a existência de edificações irregulares, equivalente a aproximadamente 10% da área total da APP.

Palavras Chave: Erosão, falésia, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

1. INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro, com seus 7.367 km de extensão, é banhado pelo oceano Atlântico, onde predomina-se costas baixas. Entretanto, existem as falésias, que são formações caracterizadas por escarpas altas e quase verticais, esculpidas pela ação erosiva tanto no topo pelas águas da chuva, como na base da falésia pelas ondas e correntes marinhas.

Por sua beleza e pela possibilidade de vista panorâmica, essas formações naturais atraem a instalação de grandes complexos hoteleiros, condomínios e turismo predatório que acabam por comprometer sua existência e aumentam o risco de desmoronamento.

Em áreas próximas às bordas das falésias é necessário disciplinar o uso do solo, evitando edificações, tráfego de veículos, alterações no fluxo natural de água pluvial, deposição de lixo e entulhos. Para tanto, é preciso estabelecer faixas de recuo baseadas nas taxas históricas de erosão, e impedir que se construam obras de estabilização, que afetam a dinâmica natural de transporte e deposição de sedimentos (ASSAD, 2010).

Com a finalidade de proteger o meio ambiente das conseqüências causadas pelas ações antrópicas, o poder público vem criando áreas para preservar e/ou conservar o meio ambiente, de forma a compatibilizar o desenvolvimento econômico-social e cultural com o uso racional dos recursos naturais.

A Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, refere-se a Unidades de Conservação como sendo um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Nesta lei encontram-se estabelecidas as normas e os critérios de criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

As Unidades de Uso Sustentado, criadas pelo SNUC, têm por objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentado dos recursos naturais. Fazem parte deste grupo as Áreas



de Proteção Ambiental (APA), que de acordo com o art. 15 da Lei Nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000), são definidas como sendo:

uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Dentro das APA podem ser encontradas as Áreas de Preservação Permanente (APP), que são definidas pela Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, pelo seu Art. 3º inciso II, como sendo uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Em relação às falésias, o Art. 4º inciso VIII, da mesma Lei citada, considerada APP as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais.

A Lei também descreve os direitos e deveres dos proprietários de imóveis que estão inseridos nas APP. O uso e a ocupação do solo para estas áreas são restritas as atividades descritas na Lei. O Art. 61 autoriza exclusivamente a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012).

Na Área de Proteção Ambiental Tambaba (APA Tambaba), localizada no Município do Conde, litoral sul da Paraíba, apesar de ser uma área protegida, configurada por paisagens diversificadas e elevada biodiversidade, a região encontra-se em conflito, sendo ameaçada pelo crescimento urbano desordenado e pela agricultura em larga escala.

Nesse sentido, como ferramenta de gestão ambiental para identificação de interferências diversas, levantamento de informações espaciais e elaboração de ações e propostas para gerenciamento nas APA, surge o Geoprocessamento como um instrumento integrador.

De acordo com LUCENA *et. al.* (2010) o emprego de Geoprocessamento proporciona uma delimitação precisa do território, além de possibilitar a realização de análises espaciais e simulações sobre uma série de temas que compõem o quadro do desenvolvimento urbano e ambiental de uma localidade, permitindo identificar problemas de ordem prioritária ou emergenciais, aplicar corretamente os recursos e avaliar os resultados.

As técnicas de Sensoriamento Remoto, juntamente com os Sistemas de Informações Geográficas – SIG são ferramentas importantes que permitem a aquisição e tratamento dos dados, assim como a confecção de mapas para análise e acompanhamento de mudanças ocorridas em um determinado período de tempo, viabilizando um entendimento mais profundo da realidade ocupada.

As imagens de satélites e as fotografias aéreas proporcionam uma visão de conjunto total que se pretende estudar, com a facilidade de possuir a dinâmica multitemporal de análise de extensas áreas da superfície terrestre. Elas mostram os ambientes e suas transformações, como os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem com o uso e a ocupação do espaço.

Desta forma, o sensoriamento remoto torna-se cada vez mais imprescindível para o monitoramento da evolução da dinâmica costeira, por meio da comparação entre séries de imagens temporais. Especificamente em áreas de falésia, é possível estimar taxas de erosão e deposição, e frequência de desmoronamento.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal da linha de ruptura do relevo, na borda das falésias da APA Tambaba entre os anos de 1985 e 2005, e identificar o uso e ocupação do solo nos limites da APP, tomando como base a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na zona costeira da APA Tambaba, localizada no Litoral Sul do Estado da Paraíba. Com aproximadamente 12 Km de extensão dividida entre as praias de Tabatinga, Coqueirinho, Tambaba, Graú e praia Bela.

A APA Tambaba possui área corresponde a 11.500 há, e é uma Unidade de Conservação Estadual gerenciada pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA) e foi criada através do Decreto Estadual N° 22.882, de 26 de março de 2002 (Figura 1).

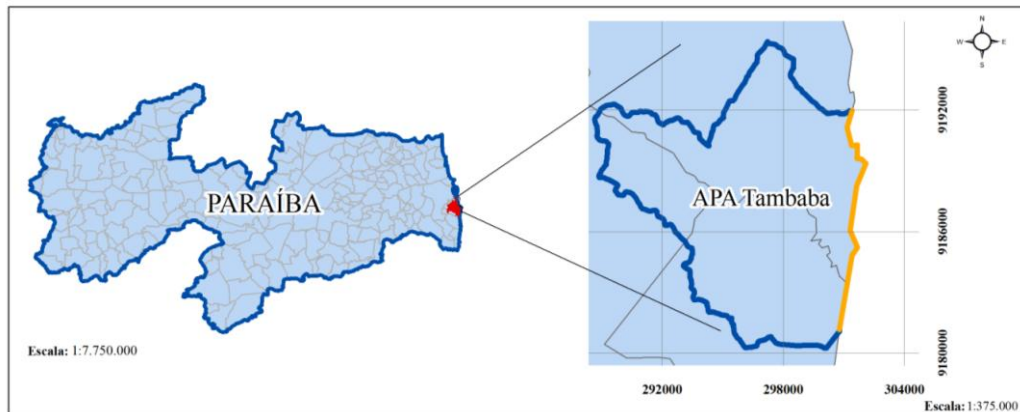


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

As falésias em estudo caracterizam-se em falésias vivas, quando ainda são modeladas pela ação marinha, e falésias mortas quando estão mais recuadas da linha de costa e não mais expostas à ação do mar. Ao longo da costa da APA Tambaba, são encontrados os dois tipos de falésias, com predominância das falésias mortas.

A elevada pluviosidade concentrada associada ao clima quente e úmido favorece o surgimento de processos erosivos acentuados, originando ravinas e voçorocas, comuns na área de estudo. O desencadeamento dos processos erosivos na área ocorre geralmente devido a irregularidade da distribuição pluviométrica na região, pois as chuvas acontecem de formas torrenciais com pancadas de chuvas intensas nos meses chuvosos (PEDROSA, 2006).

A pressão imobiliária existente na região tem se agravado a cada ano, fato que tem provocado uma onda de degradação e supressão da cobertura vegetal, principalmente na região litorânea, mais valorizada no mercado imobiliário, que pouco a pouco tem se mostrado o foco de investidores de diversas partes do mundo.

O turismo é o principal fator de geração de renda, cujo potencial econômico tem-se verificado especialmente para os Municípios de Conde e Pitimbu, que possuem extensas faixas de praia, oferecendo atrativos aos turistas, que em boa parte são estrangeiros, e veranistas, que moram em cidades próximas.

Apesar da expressiva velocidade com que a área vem sendo ocupada, apenas no extremo norte da APA a urbanização realmente se efetiva com uma maior aglomeração de edificações e implementação de infraestrutura mínima. Existem ainda, grandes áreas loteadas no restante da UC, porém sem edificações, principalmente pelo difícil acesso e pela inexistência de infraestrutura urbana básica.

2.2 Materiais

Foi adquirido junto a SUDEMA, a base cartográfica digital georeferenciada em escala de 1:10.000, com o Sistema de Projeção UTM (*Universe Transverse Mercator*) e elipsoide SAD 69, contendo os limites da APA Tambaba; uma imagem do satélite IKONOS II, do ano de 2005, com resolução espacial de 4m, tendo sido a mesma georreferenciada e ortoretificada; e quatro fotos aéreas de 1985, em escala de 1:40.000, ambas repassadas pela SUDEMA.



Nas observações das feições morfológicas *in loco*, foram retiradas fotografias com uma câmera fotográfica digital *Sony Cyber-shot 7.2 mega pixels*. E para marcação de pontos de apoio foi utilizado um receptor GPS de navegação da marca Garmin, modelo E-trex.

Para realização deste trabalho foi utilizado um *Notebook* da marca Acer, com processador Intel Core i5, 4GB de memória Ram, 500GB de HD e sistema operacional *Windows 7*. Para realizar as análises foi utilizado o *software* de SIG ArcGIS, versão 9.3 da ESRI, adquirido pelo IFPB para Coordenação do Curso de Geoprocessamento, e a extensão *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, versão 4.2, que possui licença gratuita. Os gráficos e tabelas foram construídos utilizando o Microsoft Office Excel 2007.

2.3 Métodos

2.3.1 Criação do banco de dados

Foi necessária a criação de um banco de dados externo, gerenciado pelo ArcGIS, com a finalidade de agrupar as feições vetoriais em um ambiente seguro e que pudesse ser compatível com o DSAS. O DSAS exige que todos os dados a serem manipulados na extensão estejam inseridos dentro de um *personal geodatabase*.

2.3.2 Mosaico das imagens de 1985

Para analisar a linha da falésia no ano de 1985, foram adquiridas junto a SUDEMA quatro fotos aéreas da região em estudo. As fotos foram repassadas em formato digital, e são provenientes de um levantamento aerofotogramétrico na escala de 1:40.000.

As quatro fotos não possuíam referência espacial, e para georreferencia-lás foi utilizada a imagem do satélite IKONOS II de 2005. O Sistema de Coordenadas adotado foi o UTM, Datum SAD 69.

2.3.3 Definição das linhas das falésias de 1985 e 2005

A delimitação das linhas das falésias foi realizada após visitas em campo. Foram identificadas as áreas, dentro dos limites da APA Tambaba, que não tem falésias. Estas áreas foram definidas como linha de drenagem, entrada do *canyon*, ravinas ou voçorocas. Para a delimitação foi utilizado um GPS de Navegação para coletar pontos que indicam o início e o fim dessas áreas. E consequentemente estes pontos também indicam o início e o fim das falésias. Após a coleta de pontos realizada em campo, as áreas foram identificadas na imagem do IKONOS II e nas fotos aéreas. Foi realizada a interpretação visual da imagem e das fotos, e através da vetorização se delimitou a linha de ruptura do relevo de cada falésia.

2.3.4 Análises das Linhas das Falésias

Foi utilizado o DSAS para analisar as linhas das falésias da APA. Para tanto, foi necessário à criação de duas linhas de base na parte continental da área de estudo, uma permeando as distâncias horizontais maiores (trasectos) e outra correspondente aos dois trechos com curvatura acentuada (trasectos trecho menor). Essas duas linhas de base foram criadas tendo em vista a eliminação de erros estatísticos ocasionados pelo cruzamento dos transectos.

Para geração dos transectos, foi necessário definir o espaçamento de 50m entre eles, e o comprimento de 510m para o arquivo do trecho maior, e 115m para o arquivo do trecho menor.

Para calcular as taxas de variação espaço-temporal das falésias, foi escolhido o método estatístico EPR devido à exigência mínima de apenas duas datas para a linha das falésias. Esta taxa é expressa em metros ao ano, e é medida com base na distância entre as linhas das falésias divididas pelo intervalo de tempo decorrido entre a linha mais antiga e a mais recente.

2.3.5 Análises das Áreas de Preservação Permanente



Para identificar as construções que estão dentro da APP foi gerado um buffer, a partir da linha da falésia de 2005, com a distância de 100 metros, respeitando a determinação do Art. 4 inciso VII da Lei 12.651.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Criação do banco de dados

As feições inseridas e criadas no *geodatabase* foram o limite da APA, a linha de ruptura do relevo das falésias nos anos de 1985 e 2005, a linha de base, a linha de base trecho menor, linha de drenagem, entrada do *canyon*, ravinas ou voçorocas, nuvens, construções na APP, buffer de 100m, transectos e transectos trecho menor.

3.2 Mosaico das imagens de 1985

O recorte aplicado consentiu na redução das fotografias aéreas, e permitiu que as mesmas tivessem um pequeno recobrimento longitudinal, passando a apresentar aproximadamente 4km de extensão no eixo leste – oeste por aproximadamente 4km de extensão no sentido norte-sul. As fotos aéreas foram mosaicadas, e o produto final dessa operação foi a Carta Imagem do Litoral da APA Tambaba do ano de 1985 (Figura 2).

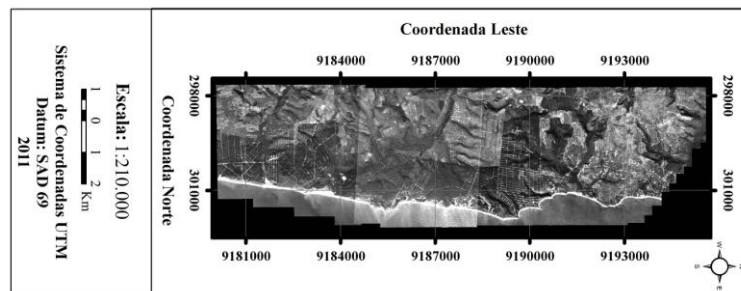


Figura 2 – Carta imagem do litoral da APA Tambaba de 1985.

3.3 Definição das linhas da falésia de 1985 e 2005

Após visitas em campo foram identificadas áreas dentro dos limites da APA Tambaba que não tem falésias. Estas áreas foram demarcadas através dos pontos coletados com GPS de Navegação, e indicam o início e o fim das linhas de drenagem, entrada do *canyon*, ravinas ou voçorocas. Através da vetorização da foto e da imagem foram delimitadas as linhas de ruptura do relevo de 1985 e de 2005 (Figura 3).

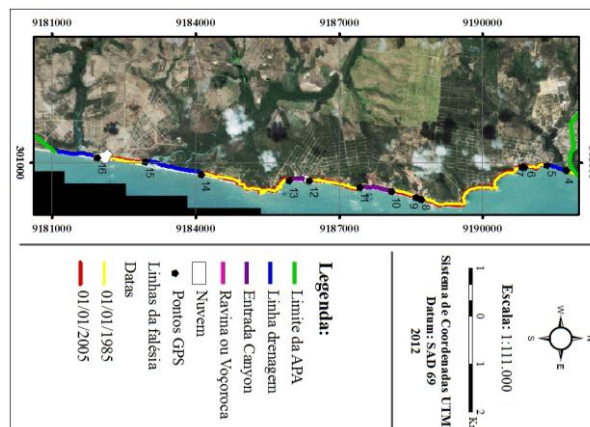


Figura 3 - Delimitação das feições na borda da APA Tambaba.

3.4 Análises das Linhas das Falésias

O resultado do cálculo estatístico da taxa de variação espaço-temporal das falésias foi dividido em dois gráficos (Figura 4).

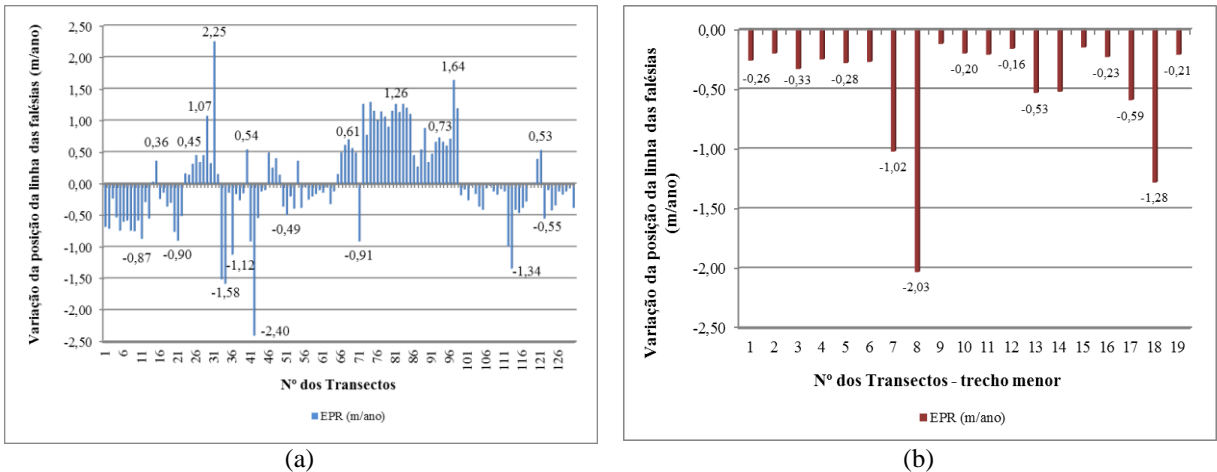


Figura 4 - Gráfico dos valores estatísticos EPR do trecho maior (a) e do trecho menor (b) da linhas de bases.

O primeiro gráfico, Figura 4 (a), mostra os valores estatísticos de variação gerados pelo DSAS a partir do método EPR para o trecho maior da linha de base. Nesse trecho identifica-se que existem locais onde ocorreram erosão e deposição. Já a Figura 4 (b) apresenta o gráfico com os valores estatísticos, gerados pelo DSAS a partir do método EPR para o trecho menor. Nos trechos menores, nas regiões curvas, percebe-se que ocorreu apenas erosão.

3.5 Análises das Áreas de Preservação Permanente

A partir da imagem de 2005 foram delimitadas as áreas que caracterizam construções, e atividades comerciais na área da APP da APA Tambaba. Essas áreas foram sobrepostas sobre os 100m pertencentes à área de APP, e podem ser visualizadas na Figura 5.

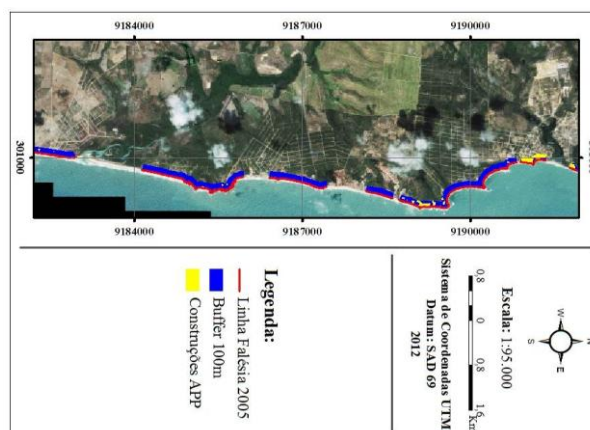


Figura 5 – Mapa de delimitação da área correspondente a APP e das construções edificadas.

Ao analisar as construções presentes na APP verifica-se que as mesmas não caracterizam as atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural, descritas no Art. 61 da Lei 12.651 (BRASIL, 2012), e permitidas para essa região. Estas construções possuem características eminentemente imobiliárias.

O tamanho da área que compreende a APP relatada neste trabalho é de 770.701,82m². Já a área construída dentro da APP corresponde a 71.479,42m². Assim, a área ocupada irregularmente equivale a aproximadamente 10% da área total da APP.

Em termos de números a APP já perdeu 71.479,42 m² e atualmente tem sua área correspondente a 699.222,40 m². Ao comparar a área perdida com empreendimentos regulares temos que, área total construída dentro do limite de preservação corresponde a aproximadamente 120 lotes medindo o tamanho uniforme de 20x30m. Se todos os lotes estivessem construídos enfileirados na borda da APP teríamos aproximadamente 2.400m a menos de extensão.

Nas Figuras 6, 7 e 8 são expostas fotografias retiradas nas áreas que apresentam construções edificadas dentro da APP.



(a)



(b)

Figura 6 – Edificações na Praia de Tabatinga (a) e casa do inglês na Praia de Coqueirinho (b).



(a)



(b)

Figura 7 – Entrada da praia de Tambaba (a) e escada construída sob a vegetação da falésia de Praia Bela (b).



(a)



(b)

Figura 8 – Edificação no topo da falésia na praia da Tambaba (a) e casas de veraneio em Praia Bela (b).

5. CONCLUSÕES



O uso do geoprocessamento aplicado à análise da variabilidade espaço-temporal da linha de ruptura do relevo permitiu identificar os avanços e retrocessos ocorridos na morfodinâmica da borda das falésias da APA Tambaba.

A utilização das fotografias aéreas e das imagens de satélite como ferramenta para análise multitemporal da APA Tambaba mostrou-se bastante eficaz, fornecendo uma visão da evolução temporal ocorrida, possibilitando a identificação de edificações que foram construídas na área no período de 20 anos.

Ressalta-se que esta metodologia, utilizando a extensão DSAS, é uma adaptação de metodologias que analisam o movimento erosivo em linhas de costa. E até o presente momento, os procedimentos desenvolvidos no decorrer da pesquisa conseguiram alcançar o objetivo previamente estabelecido, sendo, portanto, passíveis de serem aplicados em outras áreas que tem características semelhantes.

O trabalho tem continuidade e demais resultados são esperados, a exemplo do mapa de erosão/progradação da APA, bem como análises referentes a outras APP como os manguezais, o leito e as nascentes dos rios.

Por fim, espera-se que a metodologia em desenvolvimento possa trazer benefícios para os pesquisadores e gestores dos órgãos públicos envolvidos na gestão da APA Tambaba e das APP pertencentes, com intuito de auxiliar no processo de elaboração de políticas públicas tendo em vista a compatibilização das vocações turísticas com a sustentabilidade dos diversos ecossistemas e áreas de preservação existente na região.

REFERÊNCIAS

ASSAD, L. **Falésias - As belas e perigosas construções da natureza**. Revista Ciência e Cultura, vol. 62 n. 2. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000200003&script=sci_arttext> Acesso: 20 de maio de 2010.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=78&idMenu=5113>>. Acesso:

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.985, de 18 de julho de 2000** (Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC), 2000.

BRASIL. **Lei Federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012**.

LUCENA, Alysson Pereira de. FALCÃO, Ermano Cavalcante. SILVEIRA, Thyago de Almeida. **Geoprocessamento como suporte ao reordenamento e revitalização do porto do capim João Pessoa/PB**. In anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. UFPE-DECART. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

PEDROSA, E. C. T. **Caracterização do uso e ocupação da terra em relação à morfologia do relevo na área de Proteção Ambiental Tambaba-Paraíba**. Monografia de Graduação em Geografia. DGEOC/CCEN/UFPB. João Pessoa, 2006.