

# ESTADO AMBIENTAL: MAGNITUDE, ALCANCE TEMPORAL E ESPACIAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA

Saulo de Oliveira Folharini (UNICAMP) · André Luiz dos Santos Furtado (EMBRAPA)  
Regina Célia de Oliveira (UNICAMP)

## Introdução

No Brasil, a ocupação e a estruturação de núcleos urbanos da zona costeira remetem ao século XV, com a chegada dos portugueses, mas é no final da década de 1950 que esse processo toma grandes proporções, devido à instalação de plantas industriais de setores ligados ao comércio marítimo, facilitando a exportação de produtos e importação de insumos<sup>1</sup>.

A especulação imobiliária decorrente, inicialmente, da implantação das indústrias na zona costeira também foi responsável por atrair grande contingente populacional fixo, acarretando instabilidades no sistema ambiental devido à falta de planejamento adequado de uso e ocupação. Outro ponto responsável por aumentar a ocupação da zona costeira é a sua beleza cênica, que atrai investimentos turísticos e aumenta os fluxos internos e a demanda estrangeira. Esse setor atualmente é um dos que mais cresce, tendo o governo como grande incentivador e financiador<sup>1</sup>.

Na zona costeira brasileira, hoje, são encontradas grandes cidades e capitais de Estados da Federação, que formam extensos aglomerados urbanos com funcionalidades diversas, de comércio, indústria, terceiro setor, serviços públicos e sedes governamentais.

O norte fluminense passou por intensa transformação na ocupação de seu território a partir da década de 1970, com a descoberta de petróleo na bacia de Campos. Em 1977, a Petrobras instalou no município de Macaé um terminal de apoio às atividades exploratórias da bacia de Campos, mudando substancialmente a configuração do espaço e o mercado de trabalho. O interesse pela instalação da base operacional de exploração de petróleo da Bacia de Campos no município de Macaé foi devido ao grande crescimento econômico e às suas condições portuárias<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.

<sup>2</sup> FEEMA. **Perfil ambiental**: municípios de Macaé e Quissamã. Rio de Janeiro: [S.n.], 1989.

Essa grande concentração populacional potencializa a degradação dos ambientes costeiros, cenário que pode ser contornado com a delimitação de áreas de preservação, mantendo o equilíbrio natural de ecossistemas. Com objetivo de preservar o ecossistema costeiro de restinga existente na região do município de Macaé, é instituído em 29 de abril de 1998 o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, que abrange parte da área costeira de Macaé, Quissamã e toda a faixa costeira do município de Carapebus.

Com o objetivo de identificar, especializar e analisar os impactos ambientais existentes na área, é proposta a elaboração do Estado Ambiental, considerando para tanto as Unidades Geoambientais delimitadas pelo estudo de Folharini<sup>3</sup>.

## Área de estudo

O PARNA da Restinga de Jurubatiba está localizado no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, em uma área de restinga entre as coordenadas geográficas 22°00' e 22°23'S e 41°15' e 41°45'O. Sua área é de aproximadamente 149,22 km<sup>2</sup>, com cerca de 4 km de largura e 44 km de extensão, e sua zona de amortecimento terrestre é de 387,41 km<sup>2</sup>. Atinge os municípios de Macaé, Quissamã e Carapebus, que possuem, respectivamente, 206.728, 20.242 e 13.359 habitantes<sup>4</sup> (figura 1).

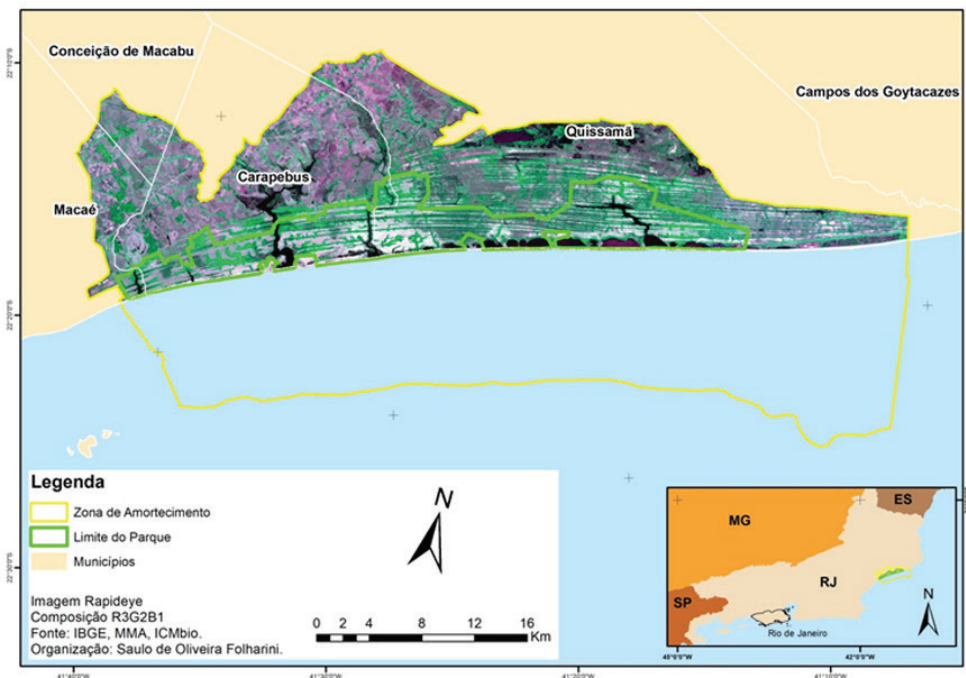


Figura 1: Localização da área de estudo

Fonte: elaborado pelos autores.

<sup>3</sup> FOLHARINI, S. O. **Análise Geoecológica do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre utilizando geoprocessamento**. 2015. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2015.

<sup>4</sup> IBGE. **Censo Demográfico 2010**.

Criado em 29 de abril de 1998, é administrado pelo ICMBio e não tem situação fundiária regularizada. Está sujeito a diversos tipos de ação antrópica, por exemplo: atividades agrícolas, caça e pesca irregulares, queimadas e loteamentos.

O significado do termo restinga no nome do parque é empregado no sentido botânico, designando formações vegetais arbustivo-arbóreas. A palavra restinga, nesse contexto, engloba diferentes comunidades vegetais que se desenvolvem nas praias, antedunas e cordões litorâneos<sup>5</sup>.

No tocante às características geomorfológicas, Suguio e Tessler<sup>6</sup> consideram que o termo restinga relaciona-se a depósitos arenosos costeiros com origens diversas, como as formações de cordões litorâneos, praias, barreiras, barras, esporões. Nesse contexto, os cordões litorâneos formam as planícies arenosas que têm sido denominadas planícies de restinga.

## Metodologia

A análise sistêmica da paisagem considera que ela evolui de acordo com a interação dos elementos constituintes. Considerando uma análise integrada, Rodriguez, Silva e Cavalcanti<sup>7</sup> propõem uma estrutura de procedimentos operacionais básicos a serem seguidos para desenvolver estudos de análise da paisagem:

- 1) Organização da pesquisa, em que são definidos justificativa, objetivos, área e adequação do cronograma;
- 2) Inventário dos componentes antrópicos e naturais, que tem por objetivo entender a organização funcional e espacial da paisagem;
- 3) Análise dos componentes antrópicos e naturais com objetivo de delimitar e diferenciar as unidades geoambientais;
- 4) Diagnóstico das unidades geoambientais, indicando os principais problemas ambientais e caracterizando o cenário atual, definido como Estado Ambiental;
- 5) Proposições, definindo uma análise de tendências futuras para o quadro atual;
- 6) Executiva, com abordagem dos instrumentos legais necessários para a definição de estratégias e mecanismos de gestão ambiental.

A paisagem, nesse contexto, é considerada um sistema aberto que troca energia e matéria com paisagens ao redor. Estudos realizados considerando as etapas anteriores possibilitam o conhecimento de processos naturais e humanos de formação do território, subsidiando políticas públicas para o ordenamento territorial.

Na fase de diagnóstico, a elaboração do Estado Ambiental é etapa síntese; considerando as informações levantadas até esse ponto, é elaborado um mapeamento que representa a capacidade de absorção e resposta de uma unidade geoambiental frente a um tipo de impacto e seu grau de modificação.

<sup>5</sup> ICMBIO. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba**: Contextualização da Unidade de Conservação. Rio de Janeiro: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

<sup>6</sup> SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D. et al. (eds.). **Restingas**: origem, estruturas e processos. Niterói: [S. l.], 1984. p. 15-25.

<sup>7</sup> RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: UFC, 2004.

Para a definição dos impactos ambientais, efeitos e consequências, foram consideradas as seguintes informações:

- 1) Quais **impactos ambientais**, ou seja, quais transformações e modificações causaram alteração da dinâmica de processos naturais;
- 2) **Efeitos e consequências ambientais** proporcionados nas unidades pelos impactos ambientais;
- 3) **Estado ambiental** da unidade, definido pelo grau de degradação ambiental.

A definição dos impactos ambientais foi realizada com base em informações contidas no plano de manejo, que pontuou os principais problemas ambientais observados, e em trabalhos de campo realizados em dezembro de 2013 e setembro de 2014, em que foram validadas as informações do plano de manejo.

Para a representação do Estado Ambiental, seguiu-se a divisão das classes propostas por Rodriguez e Martinez<sup>8</sup> e por Glazovskiy<sup>9</sup>:

- 1) Estável (não alterado): a unidade conserva a estrutura original, não ocorrendo problemas ambientais significativos porque a ação antropogênica não é significativa. São áreas de paisagem natural, configurando-se em núcleos de estabilidade ecológica;
- 2) Medianamente Estável: a unidade tem poucas mudanças em sua estrutura. São áreas utilizadas pelo homem, mas com atividades que não interferem na sustentabilidade, garantindo seu uso por várias gerações;
- 3) Instável: unidades que sofreram mudanças na sua estrutura funcional e espacial, não cumprindo sua função geoecológica. A ocorrência de problemas ambientais e a exploração dos recursos naturais possivelmente potencializam sua perda pelas novas gerações;
- 4) Crítico: unidades perdem parcialmente sua estrutura funcional e espacial e, paulatinamente, sua função geoecológica. Os problemas ambientais observados são de forte intensidade. O uso da terra e os impactos antrópicos resultantes já ultrapassaram o limite de resposta da natureza. São necessárias medidas mitigadoras urgentes para recuperação do potencial natural. Mesmo com as medidas mitigadoras, os processos geoecológicos levarão pelo menos uma geração para estabilização;
- 5) Muito crítico: a estrutura espacial e funcional sofre alteração generalizada. Os problemas ambientais são de intensidade muito forte. O potencial natural foi completamente alterado. Não são consideradas áreas apropriadas para ocupação humana, sendo que a população existente deve ser realocada.

<sup>8</sup> RODRIGUEZ, J. M. M.; MARTINEZ, M. C. **La regionalización geoecológica como base para La determinación Del estudio y La situación médio-ambiental de Cuba.** La Havana: Sección Cubana de la U. G. I., 1998. p. 12.

<sup>9</sup> GLAZOVSKIY, N. F. Map of the state of the environmental: A global overvie. **Bulletim I. G. U.** v. 2, n. 48, p. 29-34, 1998.

Na classificação do Estado Ambiental das unidades geoambientais delimitadas por Folharini<sup>10</sup>, considerou-se a pontuação dos problemas ambientais observados em trabalho de campo e em análises de imagens de satélite.

A pontuação do Estado Ambiental definiu valores que foram atribuídos aos Efeitos e Consequências Ambientais proporcionados pelas Ações de Impacto Ambiental. Esses valores foram somados, e o resultado dividido por cinco, para os valores serem classificados na escala de 1 a 5 (tabela 1), proposta por Rodriguez e Martinez<sup>11</sup> e por Glazovskiy<sup>12</sup>.

**Tabela 1 - Classes propostas para o Estado Ambiental**

Classe	Valor
Estável	1
Medianamente Estável	2
Instável	3
Crítico	4
Muito Crítico	5

Já os impactos ambientais foram avaliados considerando sua incidência espacial, alcance temporal, sentido e magnitude, de acordo com a proposta de matriz de interação ou matriz de Leopold, desenvolvida por Leopold *et al.*<sup>13</sup>, de magnitude e importância e implementada por Cunha *et al.*<sup>14</sup>.

Na identificação e análise do impacto ambiental, é proposta a elaboração de uma matriz de interação (tabela 2), que possibilita uma avaliação semiquantitativa dos impactos ambientais, de acordo com o âmbito espacial e o alcance temporal dos impactos identificados, contribuindo para uma avaliação holística e integrada das condições ambientais. Essa matriz é estruturada em dois eixos, o de ações que causam impacto ambiental (definida neste estudo como Ações de Impacto Ambiental) e o de condições ambientais que podem ser afetadas (definidas neste estudo como Unidades Geoambientais), podendo as ações terem tempo prolongado de impacto.

Para avaliar os impactos ambientais, é necessário definir uma escala de valores, pontuando-os na matriz de interação. Para tanto, foi utilizada a proposta de Rodriguez e Martinez<sup>15</sup> e de Glazovskiy<sup>16</sup>, que definem as classes: estável (1), medianamente estável (2), instável (3), crítico (4) e muito crítico (5).

<sup>10</sup> FOLHARINI, S. O. **Análise Geoecológica do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre utilizando geoprocessamento**, *op. cit.*

<sup>11</sup> RODRIGUEZ, J. M. M.; MARTINEZ, M. C. **La regionalización geoecológica como base para La determinación Del estudio y La situación médio-ambiental de Cuba**, *op. cit.*

<sup>12</sup> GLAZOVSKIY, N. F. Map of the state of the environmental: A global overvie, *op. cit.*

<sup>13</sup> LEOPOLD, L. B. *et al.* A procedure for evaluating environmental impact. **US Geological Survey Circular**, v. 645, p. 1-13, 1971.

<sup>14</sup> CUNHA, L. *et al.* Intervenções recentes e avaliação de impactes ambientais no baixo Mondego. **Cadernos de Geografia**, Coimbra, F.L.U.C., v. 1, n. 18, p. 39-52, 1999.

<sup>15</sup> RODRIGUEZ, J. M. M.; MARTINEZ, M. C. **La regionalización geoecológica como base para La determinación Del estudio y La situación médio-ambiental de Cuba**, *op. cit.*

<sup>16</sup> GLAZOVSKIY, N. F. Map of the state of the environmental: A global overvie, *op. cit.*

Tabela 2 - Exemplo de matriz de interação

	Ação de Imp. Amb. 1	Ação de Imp. Amb. 2
Unidade Geoambiental 1	1 a 5	1 a 5
Unidade Geoambiental 2	1 a 5	1 a 5

Fonte: Elaboração Folharini (2015)

Por considerar o âmbito espacial e o alcance temporal, Cunha *et al.*<sup>17</sup> propõem a elaboração de três matrizes de interação: a de **sentido e magnitude**, que identifica o impacto e classifica sua magnitude; a de **incidência espacial**, que identifica se o impacto tem incidência local, regional ou suprarregional; e a de **alcance temporal**, que define se o impacto ambiental é temporário, de longo prazo ou permanente.

Considerando essa proposta, foram elaboradas as três matrizes propostas por Cunha *et al.*<sup>18</sup> com o objetivo de embasar a ponderação estabelecida nos Efeitos e Consequências Ambientais do Estado Ambiental. Assim, a avaliação do Estado Ambiental passa a ser consistente diante das características temporais, espaciais e de magnitude dos impactos ambientais observados.

## Resultados

Os problemas ambientais geram efeitos e consequências que causam a modificação das características naturais da paisagem e da vida da população que habita o local (Figura 2, tabelas 3 e 4<sup>19</sup>). Os impactos ambientais observados foram considerados para a definição dos seguintes efeitos e consequências:

- 1) Erosão da praia e da pós-praia: ocasionada pela dinâmica natural da maré e das condições climáticas da área, não sofrendo grande interferência antrópica;
- 2) Poluição das águas: relaciona-se à ocupação da área; esse efeito é causado por dejetos dos esgotos em cursos fluviais da região que acabam nas lagoas, nas quais esse material pode ficar depositado por período indeterminado. Além do despejo de esgotos, outra variável que pode contribuir para a poluição é a utilização de agrotóxicos na agricultura, já que a área é tradicionalmente ocupada por esse setor da economia;
- 3) Compactação do solo: relaciona-se às áreas de pastagem e solo exposto onde a utilização e alteração constante do meio ambiente acarretam baixa fertilidade, prejudicando a produção agrícola e a recomposição da vegetação natural;

<sup>17</sup> CUNHA, L. *et al.* Intervenções recentes e avaliação de impactos ambientais no baixo Mondego. *op. cit.*

<sup>18</sup> *Ibid.*

<sup>19</sup> Para visualização do mapa e tabelas em tamanho A3 acesse: <http://www.ige.unicamp.br/real/wp-content/uploads/sites/10/2014/02/estado-ambiental.pdf>

- 4) Alteração da drenagem: é um efeito causado desde o princípio da colonização da área de planície litorânea. A população que sempre ocupou essa área tinha essa alternativa para tentar escoar a água de sua propriedade após os períodos de chuva, que causavam a perda da pastagem e, conseqüentemente, da alimentação para a criação. Alterando essa dinâmica natural das águas superficiais, processos erosivos e de inundações foram acelerados;
- 5) Assoreamento das lagoas: relaciona-se à alteração da drenagem; os sedimentos trazidos pelos cursos d'água que acabam nas lagoas e ali são depositados, causando assoreamento;
- 6) Perda da biodiversidade: esse efeito é observado nas áreas de ocupação antrópica, sejam elas ocupações consolidadas ou não, e em áreas de agricultura que retiraram a vegetação natural, modificando o cenário natural da paisagem. Com a criação do parque e a análise da evolução do uso e cobertura da terra, comprova-se que essa degradação vem diminuindo com o tempo;
- 7) Carência de infraestrutura urbana: A ocupação é feita por pequenas propriedades voltadas para a subsistência e por algumas áreas de plantação de cana-de-açúcar em larga escala nos municípios de Carapebus e Quissamã. Já em Macaé, o parque se limita com o bairro Lagomar, ocupação com pouca infraestrutura urbana, onde vive população de baixa renda. Considerando esse cenário, a área de estudo sofre pressões de ocupação devido à incapacidade do poder público de regulamentar a ocupação do território.



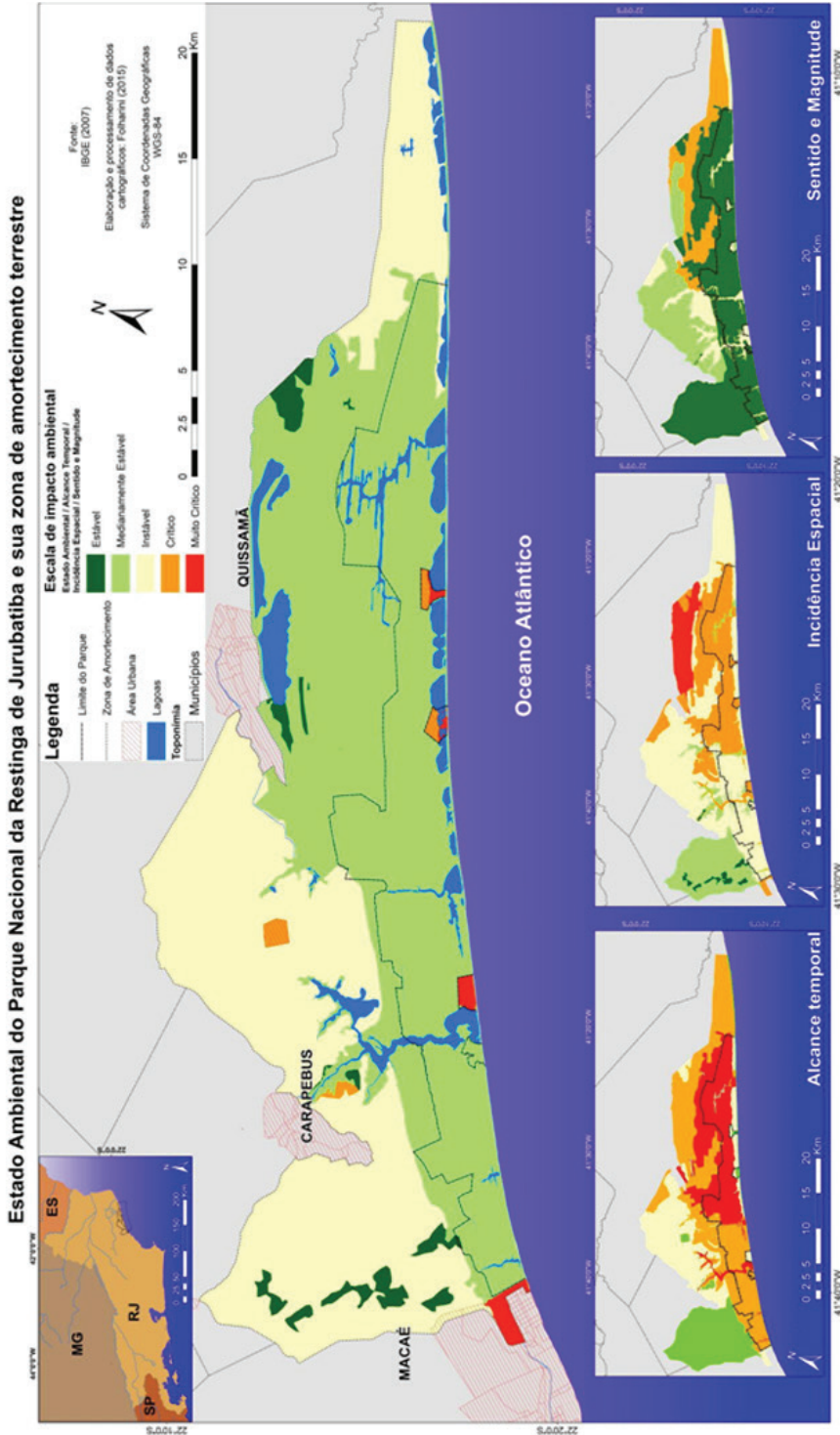


Figura 2 – Estado ambiental do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre

Fonte: organizado pelos autores









O resultado do Estado ambiental foi a definição de cinco classes: estáveis, que correspondem aos remanescentes florestais e locais próximos às lagoas do Ribeira e Carapebus; medianamente estáveis, que são áreas de planície litorânea influenciadas por impactos ambientais ocorridos em locais na proximidade; instáveis, que são decorrentes do uso praticado, locais onde predominam pastagem e solo exposto, basicamente na zona de amortecimento; críticas, onde há ocupação antrópica consolidada e no braço da lagoa de Carapebus, que liga a área urbana do município à lagoa; e muito críticas, com ocupação antrópica consolidada, como, por exemplo, o bairro Lagomar no município de Macaé, que não se expande porque existe o limite do PARNA, além das áreas dos balneários.

Nos balneários, há monitoramento constante por parte do ICMBio em relação às atividades desenvolvidas, inclusive com termo de ajustamento de conduta assinado pelos pescadores, que regulamenta sua atividade de pesca na área. Por essas áreas se encontrarem consolidadas antes da criação do PARNA, foram consideradas muito críticas, pelo tempo de ocupação e modificações que já sofreram.

A análise do Estado Ambiental foi complementada com a matriz de interação de Leopold *et al.*<sup>20</sup>, identificando cenários de incidência espacial em áreas de remanescentes florestais na zona de amortecimento, áreas medianamente estáveis que ocorrem nas colinas altas e nas áreas de inundação, áreas instáveis que ocorrem nas colinas baixas, planície flúvio-marinha, complexo de lagoas paralelas à praia, borda da lagoa do Ribeira e pastagens ao norte do limite do PARNA.

Áreas críticas, locais com ocupação antrópica, agricultura, planície marinha e áreas de inundação das lagoas, e áreas muito críticas localizam-se na lagoa do Ribeira, que é o local mais afetado pela ocupação existente, seja a pecuária, agricultura ou a área urbana de Quissamã; alcance temporal não possui áreas estáveis, ou seja, os impactos ambientais têm a capacidade de agir por períodos de tempo diversos; assim, a única forma de não ocorrerem impactos ambientais é a ausência total de interferência no ambiente.

Áreas medianamente estáveis localizam-se nas colinas altas; áreas instáveis localizam-se nas colinas baixas, onde há áreas com maior intervenção antrópica, principalmente porque nessas áreas ocorrem extensas pastagens; áreas críticas encontram-se em locais com agricultura e parte das planícies flúvio-marinha e litorânea ao norte do limite do PARNA.

Áreas muito críticas ocorrem na planície marinha e em áreas de inundação das lagoas, porque são locais que recebem sedimentos e matéria de locais mais altos do relevo e estão conectados com o interior do PARNA; sentido e magnitude têm áreas estáveis nas colinas altas, planície flúvio-marinha e planície marinha até o limite do PARNA, onde começam as pastagens e a área se torna crítica; áreas medianamente estáveis são áreas de colinas baixas e na Lagoa do Ribeira. Áreas instáveis são locais onde ocorrem agricultura, ocupação antrópica e áreas de lagoas, porque são locais mais afetados por interferências que ocorrem ao seu redor; e áreas críticas são onde se localizam as pastagens ao redor da Lagoa do Ribeira e ao norte do limite do PARNA.

<sup>20</sup> LEOPOLD, L. B. *et al.* A procedure for evaluating environmental impact, *op. cit.*

Nesta análise, o Alcance Temporal foi inversamente proporcional ao Sentido e Magnitude, mesmo predominando impactos ambientais de baixa magnitude. Estes têm capacidade de ocorrer por maior tempo, ou seja, seu alcance temporal é maior. Já a Incidência Espacial tem impactos ambientais diversos, com localização variada na área de estudo.

Com a criação do PARNA, limitação do acesso e atividades de uso controladas, ocorreu diminuição dos impactos ambientais, sendo os mais evidentes concentrados na zona de amortecimento, onde se encontram pequenos núcleos urbanos, com infraestrutura pública não efetivamente implantada.

Na zona de amortecimento, também ocorrem extensas áreas de pastagens que podem acelerar processos erosivos, devido à falta de cobertura vegetal natural. Essa questão, relacionada à intensa modificação da rede de drenagem pela qual passou a planície litorânea nos três últimos séculos, acelera o processo de deposição de sedimentos nas lagoas costeiras, causando seu assoreamento.

## **Considerações finais**

A proposta deste estudo foi ampliar a discussão sobre o Estado Ambiental proposta na metodologia de Rodriguez, Silva e Cavalcanti<sup>21</sup>, incorporando a metodologia de matriz de interação desenvolvida por Leopold *et al.*<sup>22</sup> e aplicada por Cunha *et al.*<sup>23</sup>, identificando e caracterizando de maneira espacial, temporal e de magnitude os impactos ambientais. Considerando os apontamentos desses autores, foi proposto o mapeamento de Estado Ambiental, com uma visão espacial e temporal dos impactos ambientais ocorridos em cada unidade geoambiental, atribuindo uma visão semiquantitativa na análise.

Esse monitoramento pode ser realizado através de imagens de satélite, identificando alterações de uso e elaborando uma análise temporal que indica os impactos ambientais. Já a frequência com que ocorrem os impactos ambientais irá definir a magnitude dos eventos, e como os impactos ambientais se distribuem pelo território define seu alcance espacial. Para complementar as informações da análise temporal de imagens de satélite, é indicada a realização de trabalho de campo e consulta ao Plano de Manejo se o estudo, como este, for realizado em uma unidade de conservação.

O resultado do Estado Ambiental indica que a zona de amortecimento da unidade de conservação é a área mais afetada por impactos ambientais. Mesmo não tendo alta recorrência de impactos ambientais dentro dos limites do PARNA, quaisquer modificações realizadas em áreas de pastagens da zona de amortecimento podem interferir diretamente no sistema lagunar dentro do PARNA, principalmente pelo assoreamento dos canais de drenagem. A supressão da vegetação nativa é o principal impacto ambiental observado.

<sup>21</sup> RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoeologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental, *op. cit.*

<sup>22</sup> LEOPOLD, L. B. *et al.* A procedure for evaluating environmental impact, *op. cit.*

<sup>23</sup> CUNHA, L. *et al.* Intervenções recentes e avaliação de impactes ambientais no baixo Mondego, *op. cit.*

Em relação ao Alcance Temporal dos impactos ambientais, a cenário é mais preocupante, e isso é justificado pela configuração geomorfológica da área, dominada por extensas planícies costeiras. A recepção e o armazenamento de matéria e energia são muito intensos, o que acaba elevando muito o tempo de atuação dos impactos ambientais.

Já a Incidência Espacial é mais preocupante na área da Lagoa do Ribeira, na zona de amortecimento, área dominada por pastagens utilizadas para criação de gado. O Sentido e Magnitude, alcançando resultados estáveis na maior parte da planície costeira e, conseqüentemente, nos limites do PARNA, indica que a constituição da unidade de conservação foi um mecanismo eficiente para minimizar os efeitos da expansão de uso na área.

## ***Agradecimentos***

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa (número do processo: 403841/2012-7) e bolsa DTI-B do primeiro autor (número do processo: 380557/2015-0).