



CONCEPÇÃO DOS RISCOS E DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA REGIÃO ESTUARINA DA LAGOA DE ARARUAMA, RJ

RENÉ SENA GARCÍA¹; VIVIANE JAPIASSÚ VIANA²; MODESTO GUEDES JÚNIOR³; VINICIUS MACHADO DE OLIVEIRA⁴

ABSTRACT – Environmental changes in the coastal environment are varied and complex; however, they are all related to human concentration. In order to know the effects of the environmental impacts in coastal zones, the risk and the vulnerability of these regions to the processes of erosion, pollution, the action of the geomorphological parameters, oceanographic, and the anthropic works, that interfere in the physical characteristics of the region are analyzed. The objective is to apply a risk assessment methodology to areas impacted by sedimentological processes and anthropogenic actions in the estuarine region of the Itajuru channel, in the Araruama lagoon, in Rio de Janeiro. It has been found, that it is not easy to establish a cause and effect relationship when external and internal agents are considered separately from anthropic actions. However, the environmental risk assessment carried out in an isolated or integrated way is a fundamental tool in the choice of more effective remediation measures for the reorganization and environmental adjustment of areas with evident signs of degradation, allowing to highlight the vulnerabilities of the region with the internal entities and external. Siltation is a natural phenomenon of coastal lagoons. All tend to disappear over thousands of years. It occurs that in the estuary zone of the Itajuru channel this process has been accelerated, due to inadequate coastal works, landfills, removal of the vegetation of Cabo Frio' sandbanks and the deforestation of the basin, causing obstructions in the channel and consequently the loss of hydrodynamic exchange between the sea and the lagoon. The environmental risk assessment is still very limited, but the mathematical simulation of the tide highlighted the need to open the channel, with emphasis on the analysis that the risk can contribute to the analysis of the vulnerability of coastal zones, greatly increasing the value of the evaluation results for decision making by providing risk estimates for relevant hazard situations. The need to recover these regions should be emphasized because it represents a scenario of economic activity and population concentration that has been suffering from the intensification of erosion and pollution.

Palavras-Chave – análise de riscos, estuário, canal de maré

1) Prof. D.Sc. Eng. Civil. UNISUAM, Rio de Janeiro, rsenag@hotmail.com, (21) 992842356

2) Prof^a. D.Sc. Eng. Ambiental. UNISUAM, Rio de Janeiro, vjapiassu@souunisuam.edu.br (21) 988205767

3) Prof. D.Sc Modesto Guedes Júnior, Rio de Janeiro, (21) 980977547

4) Prof. D.Sc. Vinícius Machado de Oliveira, UNISUAM, Rio de Janeiro, voliveira@unisuam.edu.br (21) 988652395



1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas estuarinos definidos por sua grande capacidade retentora de materiais carreados do continente para o mar são de grande relevância para a manutenção de espécies animais e vegetais e vem sofrendo continuamente os efeitos devastadores que são ocasionados pelo aporte de poluentes, comprometendo sua qualidade ambiental, obras de engenharia inapropriadas, assim como pela falta de planejamento ambiental. A concepção dos riscos e da vulnerabilidade ambiental em ecossistemas costeiros está relacionada com a utilização e a ocupação desordenada dos sistemas ambientais litorâneos que dão suporte à evolução morfoestrutural do estuário. (Bowen, 2003)

A avaliação de risco é um processo utilizado para caracterizar e organizar dados, informações, suposições e incertezas que ajudam a entender e prever as relações entre as causas e os efeitos dos mais variados impactos sobre o meio ambiente. Segundo o "*Guidelines for Ecological Risk Assessment*", publicado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), em 2002, o uso da avaliação de risco ecológico constitui uma ferramenta no processo de tomada de decisão ambiental, já que permite uma melhor distribuição dos recursos destinados à prevenção, correção e remediação de possíveis áreas impactadas. O processo está baseado na formulação do problema, a análise e caracterização do risco, e como é gerenciado esse risco.

O objetivo deste trabalho é analisar a concepção dos riscos e da vulnerabilidade ambiental em ecossistemas costeiros como instrumento de gestão costeira, assim como a percepção do risco ecológico ambiental para áreas impactadas por ações antrópicas e naturais, através de um estudo de caso. Desta forma, apresentam-se os efeitos da dragagem para desobstrução do canal de maré visando a circulação hidrodinâmica na região interna do ecossistema da lagoa de Araruama, no estado de Rio de Janeiro.

2. ANÁLISE DA AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA

A análise de avaliação estratégica proposta para os ecossistemas costeiros orienta as políticas e estratégias a serem tomadas considerando as políticas ambientais estabelecidas pelos órgãos ambientais e as atitudes da população, as quais devem dar resposta direta aos problemas apresentados e aquelas propostas de prioridades estratégicas complementares baseadas em experiência internacional ou através de outros estudos relacionados com a temática.

2.1 Análise de prioridades estratégicas (APE)

Referente às prioridades estratégicas são descritas as propostas que pregam a compreensão integral dos fenômenos associados a ambientes costeiros, considerando as especificidades locais, a capacidade de reposta do ecossistema, os aspectos legislativos de forma



integrada sob uma perspectiva holística relacionadas com a preservação e conservação, em longo prazo, dos recursos marinhos em ecossistemas costeiros.

Perspectiva holística: Fomentar e promover uma política integrada de gerenciamento costeiro; assim como promover a conservação integrada do patrimônio natural. Aplicar a investigação interdisciplinar e a abordagem ecossistêmica à gestão integrada das zonas costeiras.

Visão a longo prazo: Assegurar padrões de qualidade ambiental em ecossistemas costeiros e promover a cultura de proteção e preservação do meio ambiente litorâneo. Fomentar a valoração econômica sustentável do mar. Aplicar uma abordagem a curto e longo prazo à gestão da vulnerabilidade às alterações climáticas e antrópicas.

Gestão adaptativa: Desenvolver sistemas de educação ambiental baseado nos conhecimentos integrados sobre o ambiente e recursos naturais costeiros. Monitorar a capacidade de entendimento à vulnerabilidade dos riscos naturais e antrópicos e o gerenciamento de seus efeitos. Promover a utilização eficaz dos recursos de comunicação e fiscalização, e fomentar o desenvolvimento de novas técnicas relacionadas à preservação do ambiente costeiro.

Especificidades locais: Analisar as especificidades ou características das águas costeiras e dos impactos ambientais aos quais estão submetidas. Quantificar e qualificar os impactos nas zonas costeiras e promover o desenvolvimento sustentável dos usos específicos. Reeducação e diversificar as atividades tradicionais sustentáveis próprias para os ecossistemas costeiros.

Capacidade de resposta dos ecossistemas: Analisar de forma integrada os sistemas naturais, ambientais, socioeconômicos e culturais, a fim de não exceder a capacidade de resposta da zona costeira. Veicular a perda de biodiversidade com a criação de zonas protegidas no meio ambiente marinho. Enfatizar, promover e educar o setor pesqueiro nos princípios do desenvolvimento sustentável das zonas costeiras e preservação dos recursos marinhos.

Instrumentos legislativos: Modernizar, articular e combinar mecanismos da administração pública como peça fundamental para um gerenciamento ambiental correto. Analisar e educar sobre a necessidade urgente da logística e aplicação da legislação ambiental, visando a diminuição dos impactos no meio marinho. Reforçar a articulação e a cooperação institucional entre a administração federal, estadual, municipal e local em matéria de gestão integrada.

2.2 Aspectos de tomada de decisões (ATD)

Os aspectos de tomada de decisões (ATD) a partir da análise de prioridades estratégicas (APE), sem dúvidas refletem na escolha das linhas de aplicação de qualquer política ambiental, já seja, por orientação estratégica, por macro políticas de enquadramento, pela dimensão ambiental e pelo próprio conceito de sustentabilidade. Corresponde a análise de propostas estratégicas o foco principal no processo de decisão, influenciando a concepção e discussão das opções ou linhas estratégicas a serem analisadas e das medidas para sua implantação. Os fatores críticos, dentro da

ATD, consideram as características dos ecossistemas costeiros, as potencialidades e sustentabilidade dos recursos costeiros, os riscos naturais e antrópicos associados pela dinâmica de funcionamento natural do ecossistema, assim como pela gestão e fiscalização, através de modelos de gestão ambiental costeiro baseado na cooperação institucional, o conhecimento interdisciplinar, abordagem ecossistêmica do meio marinho e a gestão adaptativa. A Figura 1, ilustra a correspondência que cada Fator Crítico dos Aspectos de Tomada de Decisões (ATD) mantém com cada um dos princípios das propostas possíveis de serem adotadas dadas pela Análise de Prioridades Estratégicas (APE)



Figura 1.- Relação entre as APE e os ATD. (fonte: autoria própria).

2.3 Análise dos critérios de avaliação

Os critérios de avaliação da análise da vulnerabilidade das zonas costeiras foram estabelecidos por propostas de prioridades estratégicas desenvolvidas a partir da integração de um conjunto de referenciais estratégicos, nomeadamente como avaliação de riscos e vulnerabilidade que incluem a revisão da experiência internacional e brasileira fundamental em matéria de preservação e conservação dos recursos hidráulicos marinhos. Tal como pode ser analisado na Tabela 1, a interpretação da análise de prioridades estratégicas (APE) à luz dos aspectos de tomada de decisões (ATD) permite fazer a sistematização das prioridades estratégicas fundamentais para a análise da vulnerabilidade da zona costeira, especificamente para as regiões estuarinas. Foi estabelecido o enquadramento estratégico a partir do qual, no contexto temático estabelecido pelos ATD, se desenvolveram os critérios de avaliação. Os critérios de avaliação por ATD determinam o âmbito específico da análise de vulnerabilidade em regiões costeiras, para desta forma estabelecer o quadro de avaliação ambiental estratégica, segundo o qual se procede à avaliação dos riscos e vulnerabilidade das regiões costeiras.

Tabela 1.- Descrição dos fatores críticos para a análise da tomada de decisões (ATD).

Aspectos	Critérios	Descrição
Ecosistemas costeiros	Abordagem ecossistêmica	Controle sustentável das atividades humanas sobre o ecossistema para assegurar a integridade dos sistemas ecológicos e a valorização ambiental das disponibilidades dos ecossistemas.
Recursos costeiros	Gestão integrada dos recursos costeiros	Planejamento e gestão integrada dos recursos costeiros visando a proteção e desenvolvimento destes recursos de forma sustentável, em particular o recurso água bem como a organização territorial local e regional
Riscos naturais e antrópicos	Qualidade do ambiente aceitável	Estabelecimento das condições sociais, ecológicas e econômicas aceitáveis referentes à qualidade dos recursos naturais oferecidos pelo meio ambiente marinho. Vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros.
Gestão e fiscalização	Gerenciamento de zonas costeiras	Desenvolvimento de metodologias e processos para a tomada de decisões estratégicas a nível nacional, regional e local baseado na experiência nacional e internacional.

3. ANÁLISE DE CONFLITOS GEOAMBIENTAIS EM ZONAS COSTEIRAS

O ecossistema costeiro da lagoa de Araruama no estado do Rio de Janeiro, em função de sua importância econômica e de suas características fisiográficas talvez seja um dos melhores estuários para ser analisado e compreendido no que diz respeito à sua hidrodinâmica e processos sedimentológicos, influenciado pelos agentes antrópicos. Porém, existem inúmeras questões ainda a serem avaliadas, sendo alguma de interesse mais econômico e outras mais de cunho científico. A importância dos conhecimentos reside no fornecimento da definição de políticas de gerenciamento costeiro com o intuito de obter subsídios básicos dos princípios gerais relativos ao controle e aproveitamento deste meio, permitindo a avaliação da viabilidade das medidas propostas, tendo em vista o impacto por elas produzido, sob a necessidade de demonstrar a sustentabilidade ambiental de determinados empreendimentos sociais.

Caracterização da área de estudo

Nos últimos 30 anos, o delicado ecossistema lagunar de Araruama foi comprometendo-se às suas transformações naturais, com a crescente presença humana, uso indevido do solo e pelo aumento acelerado da poluição de nutrientes, o que acarretou impactos sobre a sua estrutura ecológica e paisagística. Este ecossistema possui ligação com o mar pelo canal de Itajurú sendo limitada por uma restinga litorânea pelo lado oceânico. Referente às características físicas ressalta-se a importância do canal de Itajurú, como sendo a única via de entrada da maré. Na Figura 2, é ilustrado a zona de estrangulamento do canal, e a onda de maré simulada, após a dragagem. (Sena, 2009).

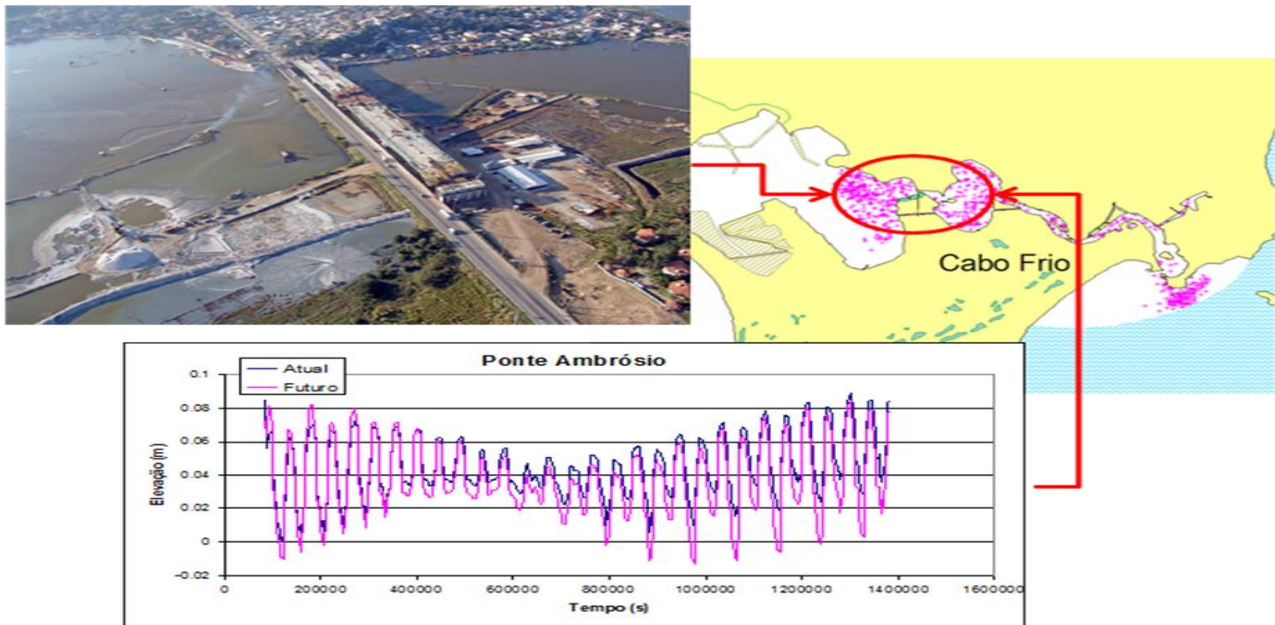


Figura 2.- Zona de estrangulamento do canal, e a maré esperada após a dragagem. (fonte: autoria própria)

São encontradas modificações bruscas no referente aos processos hidrodinâmicos e sedimentológicos, refletindo nas características bióticas na região estuarina. A especulação imobiliária e a indústria do camarão alteram consideravelmente a paisagem, em detrimento da preservação e conservação dos sistemas que estruturam a base das reações geoambientais, ecodinâmicas e de subsistência dos pescadores. A lagoa de Araruama é um ecossistema lagunar hipersalino com espelho de água permanente. (Sena, 2009)

Hidrodinâmica estuarina: O estuário da lagoa de Araruama, com superfície da lâmina d'água de 220 km². A entrada de volume de água da lagoa é feita majoritariamente pelo oceano, através do canal do Itajurú, isto porque os rios afluentes contribuem com pouca vazão. O escoamento das águas da lagoa para o mar era feito em grande parte através de um canal muito estreito de aproximadamente 30m de largura, com um traçado sinuoso, com uma profundidade em torno dos 2 metros e que nos períodos de maré baixa, poderia ser considerada como nulo. (Sena, 2009)

Aspectos sedimentológicos: Os sedimentos no canal de maré são dominados pelas areias médias, subtendendo-se a dominância de processos de sedimentos não coesivos de transporte e sedimentação. A principal fonte de sedimentos para o estuário por uma parte é a drenagem continental através da descarga sólida por suspensão de sedimentos finos e a saltação de sedimentos arenosos e por outra o aporte de sedimentos de origem marinha. Apesar da intensa atividade de extração de areia na região, e a continuidade desta atividade, esteja afetando o balanço sedimentológico ao longo do canal, sendo que atualmente observam-se regiões onde está havendo problemas com assoreamento.

4. CONCEPÇÃO DO RISCO E DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Para a avaliação de risco ecológico (ARE) deve-se atentar a todos os dados disponíveis sobre as análises dos impactos, através dos testes em modelos matemáticos, os estudos ecológicos para avaliar a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos ao meio físico e biótico. A caracterização de risco utiliza dados qualitativos de impactos, dados quantitativos obtidos por meio de modelos matemáticos de simulação e resultados das pesquisas. (USEPA, 2002)

Identificação do perigo e determinação dos fatores impactantes

Fator importante foi o estreitamento do canal que reduziu o volume das trocas entre a lagoa e o oceano. A lenta renovação faz com que a poluição ocasionada pelo esgoto, principalmente o orgânico, fique retida. Casas e barracos são erguidos exatamente no manguezal da lagoa e destruíram parte da vegetação que servia para evitar a entrada de sedimentos e areia das dunas na água. O assoreamento do canal e da lagoa dificulta a circulação interna da água e reduz a entrada da água proveniente do mar e de peixes para o interior desta. Isto é, a renovação da água é lenta, e praticamente todos os poluentes ficam presos no interior da lagoa.

Análise de riscos: identificação dos receptores ecológicos e da biodiversidade

No ecossistema da lagoa de Araruama, foi alterado constantemente e de forma rápida as características dinâmicas, ou seja, modificaram-se as relações de interdependência entre os fatores físicos que compõem o ambiente, isto é, a atmosfera, o solo, a água, a flora e fauna que o habitam. Esses elementos estão sendo perturbados e articulados sob a ação do homem que provoca mudanças substanciais na chamada cadeia alimentar, responsável pelo equilíbrio e reprodução deste ecossistema costeiro.

4.1 Gerenciamento de riscos: propostas de recuperação ambiental

Na estimativa do risco algumas incertezas durante o processo de avaliação devem ser consideradas, tais como a inter e extrapolação de dados qualitativos pode levar a uma subestimação do risco real, devido às diferentes formas de resposta do meio físico e biótico para diferentes impactos. As condições controladas dos modelos não reproduzem as condições ambientais reais o que podem resultar na sub ou superestimação do risco ecológico. Por fim a falta de dados a respeito das dragagem e área real do manguezal pode mascarar o real impacto sobre o ecossistema. O ecossistema da lagoa de Araruama começa a notar os primeiros sintomas de recuperação ambiental devido às obras de dragagem do canal de Itajurú e a construção da ponte de Cabo Frio, foram essenciais para a recuperação da lagoa. Essas obras proporcionaram a abertura da secção hidráulica do Canal de Itajurú, que liga a laguna ao mar, de 30m para 300m, ou seja, multiplicaram por 10 o fluxo entre a lagoa e o mar, como ilustrado na Figura 3.



Figura 3.- Estrutura da ponte sobre o canal de Itajurú, Cabo Frio. (fonte: autoria própria)

São estabelecidas as seguintes propostas:

Função de controle: permite verificar a efetividade de redução do risco ao fechamento da lagoa, o que implica assegurar os padrões de qualidade ambiental desejados.

Sinal de alarme: detectar de forma repentina e comprovada, em modelo matemático, as mudanças adversas no ambiente lagunar, referente aos processos geomorfológicos.

Função de previsão: prever o futuro para reconhecer e clarificar os processos advindos dos impactos, no passado o estrangulamento do canal e no futuro na hidrodinâmica.

Função de monitoramento: permite monitorar o ecossistema a partir do inventário das ações antrópicas, composição das espécies, impacto social e análise da biodiversidade.

5. CONCLUSÕES

O assoreamento é um fenômeno natural das lagoas costeiras, mas na zona estuarina do canal de Itajurú este processo tem sido acelerado devido às obras costeiras inadequadas, aterros, remoção da vegetação das restingas e o desmatamento da bacia.

A avaliação de risco ecológico é uma excelente ferramenta para a recuperação de áreas degradadas seja pela contaminação, pela ação antrópica, ou outro aspecto impactante, porém ela também é essencial em áreas que possam ser potencialmente degradadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWEN, R.E.; RILEY, C. (2003). Socio-Economic Indicators and Integrated Coastal Management. *Ocean & Coastal Management* 46: 299-312.
- SENA, R., TRANNIN, M. C. GUEDES, M. (2009). Concepção dos riscos e da vulnerabilidade ambiental em canais de maré como instrumento de gestão costeira. EGAL-2009, Uruguai.
- USEPA. (2002) National Center for Environmental Assessment. Ecological Risk Assessment. Disponível em: <<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/ecologic.cfm>>