

# Impactos da Mudanças Globais sobre Manguezais do Município do Rio de Janeiro<sup>1</sup>

Mário Luiz Gomes Soares – Núcleo de Estudos em Manguezais – Departamento de Oceanografia – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente – UERJ

## Sumário

Introdução .....	1
DIAGNÓSTICO .....	2
PROGNÓSTICO .....	4
MEDIDAS RECOMENDÁVEIS .....	8
Referências .....	10

## Introdução

O presente documento visa atender solicitação do Instituto Pereira Passos, da Secretaria Municipal de Urbanismo, da Cidade do Rio de Janeiro, no que se refere à realização de análise dos potenciais impactos do processo de mudanças climáticas, sobre a cidade do Rio de Janeiro. Cabe, nessa seção, realizarmos uma análise dos referidos impactos sobre o ecossistema manguezal.

Para entendermos os impactos das mudanças climáticas sobre as florestas de mangue faz-se necessário primeiramente entendermos alguns atributos relacionados à ecologia dessas comunidades vegetais. Assim sendo, primeiramente devemos entender de forma detalhada as condições ambientais (abióticas) às quais essas florestas estão submetidas, tanto no que se refere às características necessárias para a ocorrência desse ecossistema, como a resposta dessas florestas a variações nessas características, no que se refere à estrutura, ao funcionamento e, sobretudo à dinâmica do sistema.

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e freqüente submersão pelas marés (Soares, 1997). Por se encontrarem nesta região, onde o substrato é geralmente inconsolidado e bastante fluido, possuindo baixos teores de oxigênio e ainda, estar sob influência de água salgada, estas espécies vegetais possuem alto grau de especialização, através de adaptações quanto ao suporte mecânico em substrato inconsolidado e à ação de marés, aeração do sistema de raízes e a resistência à salinidade e estresse hídrico.

Uma característica bastante marcante das espécies que compõem as florestas de mangue é sua alta plasticidade, que determina, que florestas com uma mesma composição de espécies, apresentem desenvolvimento estrutural distintos, segundo a variação das características ambientais. Em outras palavras, o mesmo ecossistema pode se apresentar sob diferentes formas em regiões distintas (como por exemplo, quando submetidos a regimes climáticos distintos).

---

<sup>1</sup> Texto elaborado para o Instituto Pereira Passos, para subsidiar os debates do Seminário de Reação: Rio, próximos 100 anos.

No presente documento optamos por fazer uma análise genérica, porém bastante sólida, do comportamento dos manguezais frente às mudanças globais, com destaque para os impactos de uma provável elevação do nível médio relativo do mar. Para tanto, baseamos nossa análise em dados obtidos pelo Núcleo de Estudos em Manguezais do Departamento de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (NEMA/UERJ), que tem monitorado manguezais do Rio de Janeiro desde 1996, possuindo uma singular série temporal da dinâmica dessas florestas.

## DIAGNÓSTICO

Os remanescentes de manguezais da cidade do Rio de Janeiro, encontram-se distribuídos em três sistemas principais: baía de Guanabara, Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca e baía de Sepetiba, além de uma pequena mancha na praia do Grumari e uma estreita faixa em pontos da margem da Lagoa Rodrigo de Freitas (oriunda de replantio).

Na baía de Guanabara encontramos remanescentes de manguezal nos rios Jequiá (Ilha do Governador) e São João de Meriti. Existem ainda áreas esparsas de vegetação de mangue distribuídas ao redor das Ilhas do Governador e do Fundão e no canal entre a ilha do Fundão e o continente. A principal característica desses manguezais é o acentuado nível de degradação da cobertura vegetal e a forte pressão urbana em seu entorno.

No Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca, destacam-se importantes remanescentes de manguezais presentes na Lagoa da Tijuca. Em estudo realizado pelo NEMA/UERJ (Soares, 1999) são descritas áreas importantes de manguezais no Saco Grande e Saquinho, destacando-se a faixa marginal da chamada Gleba E e uma floresta bem desenvolvida na Gleba F, que representariam os principais remanescentes desse ecossistema no Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca. No referido estudo Soares (1999) descreve a forte pressão e degradação dos manguezais da Gleba E (atualmente denominada "Península"), como fruto da pressão imobiliária para ocupação daquela área, que veio a culminar com a sua total degradação nos últimos anos. Soares (1999) ainda descreve uma floresta madura e bem desenvolvida dominada por *Rhizophora mangle*, na chamada Gleba F, a qual estaria entre uma das mais desenvolvidas florestas de mangue até então descritas para o sudeste do Brasil, principalmente se considerarmos tratar-se de um sistema lagunar. Segundo esse estudo essa floresta estaria sofrendo um processo de invasão pela Samambaia do Brejo (*Acrostichum aureum*), como consequência da redução da influência das marés e consequente redução da salinidade, devido ao forte assoreamento do sistema lagunar, associado à ocupação e desmatamento das encostas dos maciços da Tijuca e Pedra Branca. Nesse sistema ainda ocorrem áreas de manguezal na porção leste da lagoa da Tijuca e na lagoa de Marapendi.

Na Baía de Sepetiba encontram-se os principais remanescentes de manguezais do município do Rio de Janeiro e um dos principais conjuntos desse ecossistema em todo o estado (Soares, 1997). Nesse sistema, os manguezais são compostos por duas feições: a floresta e as planícies hipersalinas (ou apicuns), as quais estão intimamente integradas do ponto de vista estrutural, funcional e de sua dinâmica.

Nessa região merecem destaque os manguezais da área de Guaratiba, que compõem a Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba (RBAG), administrada pelo Instituto Estadual de Florestas. Essa área, que se estende da ponta de Guaratiba até o rio Piraquê, possui ainda florestas bem conservadas e uma paisagem com sistemas integrados: oceano-estuário-rios e canais-florestas de mangue-planícies hipersalinas-brejos, responsável por um complexo funcionamento, que juntamente com o clima, regula o regime hídrico local e por consequência o regime de salinidade dos diferentes compartimentos da paisagem. Nessa região de Guaratiba existe uma baixa ocupação do limite terrestre do manguezal, porém em algumas áreas como o eixo ao longo da estrada de Barra de Guaratiba, observa-se uma forte pressão através de ocupação urbana. Nesse eixo e em toda área que se estende da Grota Funda a Pedra de Guaratiba, ainda destaca-se a presença de estradas, que ora dividem os manguezais e apicuns, afetando a frequência de inundação pelas marés, ora cortam outros sistemas associados, como brejos, afetando o fluxo de água doce em direção aos sistemas intertidais. Outra característica dessa região é a presença do centro Tecnológico do Exército (CETEx), construído sobre florestas de mangue e planícies hipersalinas dentro da RBAG. Toda essa região da Baixada de Guaratiba é bastante vulnerável, por tratar-se da próxima "fronteira" para a expansão urbana da Cidade do Rio de Janeiro.

A oeste da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, na porção que vai desde a margem direita do rio Piraquê até Pedra de Guaratiba, encontramos remanescentes de manguezais, que vem sofrendo forte pressão antrópica nos últimos anos (Almeida, 2007). Teoricamente esse trecho do litoral da baía de Sepetiba possui a mesma estrutura, funcionamento e dinâmica dos manguezais protegidos pela Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, sendo composto por florestas de mangue e planícies hipersalinas. Todavia, nessa área tem ocorrido forte supressão da cobertura vegetal, que reduziu-se à franja nas proximidades da desembocadura do rio Piraquê, além de ocupação desordenada das áreas de planícies hipersalinas, como por exemplo o loteamento irregular VilaMar de Guaratiba.

Ainda na região de Pedra de Guaratiba encontra-se um outro remanescente de manguezais, na área da APA (Área de Proteção Ambiental) das Brisas. Esse sistema possui as características típicas de todos os manguezais da porção leste da baía de Sepetiba, com florestas de mangue associadas a planícies hipersalinas. A exemplo da área anteriormente descrita esses manguezais também encontram-se submetidos a forte pressão de ocupação do seu entorno.

Por fim, ainda na baía de Sepetiba, encontra-se uma área de manguezais, composta por extensa franja de floresta, associada a sistema planícies hipersalinas. Essa área está localizada na região de Sepetiba, com território pouco ocupado no seu entorno (parcialmente localizado em área da Base Aérea de Santa Cruz). Todavia, em termos de planejamento trata-se de uma área bastante vulnerável, por ser alvo de projetos de implantação de plantas industriais e expansão urbana.

## **PROGNÓSTICO**

No caso dos estudos de variação do nível médio do mar e o seu impacto sobre os manguezais, a função atribuída aos manguezais, de estabilização da linha de costa evitando a erosão da mesma e o

assoreamento dos corpos d'água adjacentes, associada à posição dos manguezais na zona entre-marés, tornando este ecossistema particularmente vulnerável a estas variações, torna-se de grande interesse. Assim sendo, apesar do sistema radicular destes vegetais (raízes-escora e pneumatóforos) favorecer a retenção e deposição de sedimentos, os mesmos são altamente vulneráveis a alterações na hidrodinâmica, que provoquem um aumento da energia hidrológica do local, o que pode causar erosão e a consequente destruição das florestas de mangue, visto ser o seu sistema radicular bastante superficial.

Segundo Woodroffe (1990), a elevação do nível do mar, terá impactos amplos. Afetará grande número de cidades costeiras. Atingirá ainda, ecossistemas naturais. Ecossistemas sub-tidais serão afetados, tais como recifes de coral e bancos de algas e fanerógamas marinhas, visto que a profundidade das águas (e em alguns casos a energia de ondas) aumentará. Ecossistemas terrestres serão afetados, especialmente os existentes em terras baixas, visto que estas poderão ser inundadas e haverá um aumento da incidência de tempestades. No entanto, os ecossistemas mais seriamente afetados serão sem dúvida aqueles que ocupam as zonas entre-marés.

Poucas são as projeções para as respostas deste ecossistema a variações no nível do mar, que possam vir a ocorrer (ou que já estejam ocorrendo). Dentre estas, destacam-se os estudos de Alexander (1974) e Alexander & Cook (1974) que apresentam evidências de subidas recentes (atuais) do nível do mar e os estudos de Pernetta & Osborne (1988), Vanderzee (1988), Woodroffe (1990) e Ellison & Stoddart (1991), que fazem algumas previsões do impacto de uma futura elevação do nível do mar sobre os manguezais, apresentando ainda propostas de monitoramento.

Com o intuito de contribuir com essa abordagem, sobre o comportamento dos manguezais frente a possíveis variações ambientais (dentre as quais variações do nível médio relativo do mar), o Núcleo de Estudos em Manguezais (NEMA/UERJ) iniciou, em 1996, uma série de estudos na região de Guaratiba (baía de Sepetiba, Rio de Janeiro). Dentre esses estudos, foram incluídos programas de monitoramento das florestas de mangue e das planícies hipersalinas. Dessa forma, foram geradas, por nosso grupo, diversas informações para os manguezais de Guaratiba, além do levantamento de alguns estudos de caso, com base em informações disponíveis na literatura. Assim, nos últimos anos, iniciamos uma caracterização estrutural de manguezais e apicuns (planícies hipersalinas) na região de Guaratiba. Tais estudos, que já tiveram divulgados alguns resultados (Correa, 1996; Pellegrini, 1996, 2000; Pellegrini *et al.* 1996, 1999, 2000; Correa *et al.*, 1997; Portugal & Soares, 1999; Soares *et al.*, 1999, 2000, 2005; Chaves, 2001; Portugal, 2002; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2002; Corrêa, 2003), constituem a principal linha de pesquisa do Núcleo de Estudos em Manguezais (NEMA/UERJ).

Como fruto de todo esse esforço, elaboramos um modelo conceitual sobre o comportamento e respostas dos manguezais frente a elevações do nível médio relativo do mar, que foi parcialmente publicado por Soares *et al.* (2000) e Schaeffer-Novelli *et al.* (2002). Segundo esse modelo o comportamento dos manguezais dependerá de fatores primários locais, tais como: (i) topografia; (ii) fonte de sedimento; (iii) taxa de aporte de sedimento; (iv) área da bacia de drenagem; (v) amplitude marés; (vi) dinâmica costeira; (vii) taxa de elevação do nível médio do mar. Esses fatores

determinarão, basicamente o balanço entre elevação do nível do mar e sua compensação através de processos de deposição de sedimentos, bem como a existência de áreas planas para uma possível acomodação/retração dos manguezais, caso haja uma elevação do nível médio relativo do mar. Como resultado, podemos identificar três possíveis comportamentos das florestas de mangue: (a) erosão; (b) retração; (c) resistência, os quais determinarão três modos de ocorrência dos manguezais: (a) manutenção; (b) exclusão; (c) ocorrência em refúgios.

Considerando-se as características dos manguezais existentes no município do Rio de Janeiro e os pontos levantados no modelo conceitual proposto por Soares *et al.* (2000) e Schaeffer-Novelli *et al.* (2002), podemos prognosticar a resposta desses manguezais à uma possível elevação do nível médio relativo do mar, iniciando nossa discussão pelos manguezais da região de Guaratiba, onde o NEMA/UERJ possui uma série de dados bastante robusta. Nessa região, a presença de planícies hipersalinas associadas às florestas de mangue, bem como de uma ampla planície costeira quaternária, permite que os manguezais se acomodem e migrem progressivamente em direção ao continente, ocupando áreas disponíveis, que antes eram ocupadas por sistemas terrestres ou de água doce, que progressivamente serão invadidos por águas salgadas, favorecendo a migração dos manguezais. Esse comportamento já foi identificado pelo NEMA/UERJ na área da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba (Soares *et al.*, 2005), onde as planícies hipersalinas têm sido colonizadas por espécies de mangue e parte da franja externa tem sofrido processo de erosão<sup>2</sup>. Todavia, esse processo de acomodação será prejudicado em algumas áreas da região, como por exemplo na porção leste da RBAG, onde a ocupação de áreas de entorno das florestas, não disponibiliza terreno para uma possível migração das florestas de mangue. A situação nessa área é agravada, pela presença da estrada de Barra de Guaratiba e pela proximidade do Maciço da Pedra Branca. A primeira seria um obstáculo ao processo de migração dos manguezais e o segundo limitaria a área plana para uma acomodação do ecossistema. Portanto, nessa área pode-se esperar, com maior probabilidade, uma redução da área de mangue, com a elevação do nível médio relativo do mar. Na região entre os rios Portinho e Piraquê haveria uma menor vulnerabilidade dos manguezais, pois ainda existem áreas amplas desocupadas. Contudo, dependendo do cenário e da taxa de elevação do nível médio relativo do mar, poderá, haver no futuro um problema para a manutenção dessas florestas, pela existência da Avenida das Américas, que pode se tornar uma barreira à migração do sistema em direção ao continente.

É importante considerarmos, que com a atual base de conhecimento e de dados, disponíveis, se torna muito subjetiva, a apresentação de comportamentos precisos para os distintos cenários apresentados (40, 60 e 140 cm de elevação do nível do mar, em um horizonte de 100 anos). Todavia, podemos destacar, que o comportamento de acomodação das florestas de mangue, através da migração em áreas com planícies costeiras, depende da taxa com que essa elevação ocorrerá, de forma que a mesma seja compatível com a taxa de colonização de novas áreas por novas coortes de espécies de mangue.

---

<sup>2</sup> Cabe destacarmos, que esse processo de erosão da franja em algumas regiões não pode ser totalmente atribuído a uma elevação do nível médio relativo do mar, visto que existem franjas de mangue estáveis. A erosão dessas franjas pode estar relacionada a processos de dinâmica costeira, que não serão aqui discutidos.

Ellison & Stoddart (1991) afirmam que os manguezais resistirão a taxas de elevação do nível do mar entre 8 e 9 cm/100 anos, ficarão sob estresse com taxas entre 9 e 12 cm/100 anos e não existirão de forma ampla (somente em refúgios) com taxas acima destes valores. Contudo, esses autores consideram regiões com baixas taxas de sedimentação e, portanto baixa compensação da elevação do nível médio do mar. No caso de regiões com maior aporte de sedimentos inorgânicos, Ellison (1993) apresenta taxas de acúmulo de sedimento de aproximadamente 18,8 cm/ 100 anos. Já Woodroffe (1990) afirma que os manguezais podem resistir a taxas de elevação do nível do mar de 100 a 150 cm/100 anos. Se considerarmos, que atualmente temos observado uma migração dos manguezais sobre as planícies hipersalinas de Guaratiba (Soares *et al.*, 2005), sem necessariamente experimentarmos uma forte erosão da franja marinha, podemos inferir que as atuais taxas de elevação do nível médio relativo do mar ainda são compatíveis com esse processo de acomodação dos manguezais à nova situação, desde que não haja obstáculos a sua migração e, que haja espaço (planícies costeiras) livres para serem colonizados. Harari & Camargo (1995) e Mesquita (1997) estimam, para a costa sudeste do Brasil, uma elevação de 11,0 cm/100 anos e 30,0 cm/ 100 anos respectivamente. Mais recentemente Mesquita (2000) apresentou estimativa de que esteja ocorrendo uma elevação de 50,0 cm/100 anos no nível médio do mar para a costa brasileira. Considerando-se essas taxas e o comportamento descrito por Soares *et al.* (2005), para os manguezais de Guaratiba, podemos supor que em condições próximas aos cenários de elevação de 40 e 60 cm por século, os manguezais dessa área poderão se acomodar a nova situação. Todavia, não podemos apresentar uma previsão segura, no que se refere a um cenário de elevação de 140 cm por século.

Ainda na baía de Sepetiba, podemos esperar um comportamento similar ao anteriormente descrito, para a área de manguezais de Sepetiba, pois a exemplo de Guaratiba há uma extensa planície disponível para que o sistema se acomode à nova situação. Por outro lado, as demais regiões descritas para a baía de Sepetiba: a oeste da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, na porção que vai desde a margem direita do rio Piraquê até Pedra de Guaratiba e a APA das Brisas encontram-se submetidos a forte pressão de ocupação do seu entorno, que pode limitar a possibilidade de acomodação dos manguezais frente a uma elevação do nível médio relativo do mar. Tal situação é mais crítica na região do rio Piraquê, onde a crescente ocupação irregular limita progressivamente as áreas disponíveis para migração da floresta de mangue. Esse cenário também se aplica às áreas de mangue descritas para os dois outros sistemas (baía de Guanabara e Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca), onde conforme descrito, as áreas de manguezais encontram-se submetidas a forte ocupação urbana. No caso específico da Lagoa da Tijuca, devemos considerar ainda as altas taxas de assoreamento observadas, que num primeiro momento podem favorecer a resistência das florestas de mangue da região à elevação do nível médio do mar, a qual com aumento da intrusão salina poderá eliminar parcial ou totalmente as espécies invasoras descritas por Soares (1999). Porém essas características não minimizam a alta vulnerabilidade desses manguezais à elevação do nível médio do mar. Ainda nesse sistema, devemos considerar a possibilidade de em setores hoje caracterizados por domínio de água doce, como por exemplo a

lagoa de Jacarepaguá, haver a eliminação de macrófitas de água doce, como *Typha domingensis* e espécies de transição, como *Dalbergia ecastophyllum* e *Hibiscus pernambucensis*, pela maior intrusão de água salgada e sua substituição por espécies de mangue. Todavia, essa substituição só poderá ocorrer em setores onde a ocupação das margens permita e provavelmente levará a um cenário de ocorrência de manchas esparsas de espécies de mangue.

Após apresentar as considerações gerais acerca do comportamento dos manguezais do município do Rio de Janeiro, frente a uma possível elevação do nível médio relativo do mar, devemos considerar, para o sistema baía de Sepetiba, um cenário mais complexo, derivado de um possível rompimento da restinga da Marambaia. Segundo Muehe (2006) a parte central da restinga da Marambaia está submetida a um forte grau de erosão e, uma elevação do nível médio do mar poderá romper o equilíbrio nesse ponto, consolidando seu processo de erosão. Portanto, com o possível rompimento da restinga, teremos um cenário totalmente distinto, que para as florestas de mangue, deve considerar não apenas uma elevação do nível médio relativo do mar, mas simultaneamente, um aumento da exposição à energia marinha, que pode limitar a ocorrência dessas florestas na região. Todavia, para um prognóstico seguro acerca do comportamento dessas florestas frente a um cenário complexo como esse, devemos considerar a necessidade de mais estudos e informações adicionais, tais como características dos trens de ondas, modelagem da dinâmica costeira e correntes de deriva litorânea e processos de erosão/deposição, para sabermos que pontos ficariam totalmente expostos e quais poderiam permanecer abrigados, além de possíveis alterações na amplitude de marés.

Na tabela a seguir resumimos o grau de vulnerabilidade à elevação do nível médio relativo do mar, para as diferentes áreas de manguezal do município do Rio de Janeiro.

<b>ÁREA DE MANGUEZAL</b>	<b>VULNERABILIDADE</b>
RBAG (entre os rios Portinho e Piraquê)	Baixa*
RBAG (a leste do rio Portinho)	Média*
Sepetiba	Baixa*
Pedra de Guaratiba (rio Piraquê)	Alta*
APA Brisas (Pedra de Guaratiba)	Média*
Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca	Alta
Baía de Guanabara	Alta

\*Considerando-se apenas os efeitos da elevação do nível médio relativo do mar, sem levar em conta uma possível alteração do grau de exposição à energia marinha, como consequência de um possível rompimento da Restinga da Marambaia.

Por fim, devemos destacar a necessidade de serem considerados outros fenômenos e fatores, que afetarão os manguezais de forma direta ou indiretamente, além da elevação do nível médio do mar, cujos cenários devem ser considerados. Dentre esses, devemos destacar os cenários de

temperatura, precipitação, evaporação e balanço hídrico, os quais regem tanto os processos fisiológicos das espécies de mangue, deixando-as mais suscetíveis a estresses adicionais, além de processos na escala de paisagem, como por exemplo as taxas de aporte de sedimento e deposição dos mesmos. Devemos considerar ainda, o efeito do aquecimento global sobre a ocorrência de eventos extremos, tais como o aumento da frequência e intensidade de tempestades, as quais afetam diretamente a estabilidade das florestas de mangue. Essa complexidade, no que tange o comportamento dos manguezais frente a todas as variáveis envolvidas no processo de mudança climática global é descrito para Guaratiba, nos estudos do NEMA/UERJ, apresentados por Soares *et al.* (2005). Esses autores descrevem o comportamento cíclico da dinâmica de florestas de mangue, relacionados, no caso do Rio de Janeiro, a ciclos climáticos (sobretudo de pluviosidade), os quais regem os pulsos de avanço das florestas de mangue sobre as planícies hipersalinas. Segundo esses estudos, a resposta dos manguezais de Guaratiba à mudança climática global deve considerar a interação da elevação do nível médio relativo do mar, com as alterações e ciclos de disponibilidade hídrica. De forma similar Almeida (2007), analisando imagens de satélite num período de 20 anos, descreve ciclos de expansão/retração das florestas de mangue sobre as planícies hipersalinas.

## **MEDIDAS RECOMENDÁVEIS**

- Manutenção e fortalecimento do Programa de monitoramento das florestas de mangue e planícies hipersalinas da região de Guaratiba, mantido pelo NEMA/UERJ e expansão, segundo a mesma metodologia, desse programa para as demais áreas de manguezal do município do Rio de Janeiro, incluindo um diagnóstico inicial das mesmas.
- Monitorar o comportamento de espécies invasoras e os ecótonos entre manguezais e sistemas terrestres/água doce.
- Controlar a ocupação das áreas de entorno dos manguezais, sobretudo em áreas onde a pressão urbana ainda é passível de um planejamento adequado, tais como: (1) setores do Sistema Lagunar Jacarepaguá-Barra da Tijuca com domínio de água doce; (2) área da Gleba F na Lagoa da Tijuca; (3) região da Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba; (4) Região de Sepetiba; (5) APA das Brisas;
- No caso específico da região de Sepetiba, o planejamento e ordenamento da ocupação do território, considerando-se a manutenção dos manguezais perante um cenário de elevação do nível médio relativo do mar, deve levar em conta a forte pressão para instalação de plantas industriais na região, as quais devem ser evitadas;
- Controle da ocupação, remoção de construções irregulares e recuperação das florestas de mangue e planícies hipersalinas na região que vai da margem direita do rio Piraquê à Pedra de Guaratiba e ao longo da estrada de Barra de Guaratiba.
- Adequar estruturas como estradas aos cenários de elevação do nível do mar, permitindo o fluxo das marés e a migração e acomodação das florestas de mangue às novas condições.
- Monitorar a dinâmica sedimentar da restinga da Marambaia;

- Modelar o comportamento dos manguezais da Baía de Sepetiba, considerando-se o cenário de rompimento da Restinga da Marambaia e propor medidas de adaptação às novas condições;
- Implantar, em todos os sistemas descritos, Programa de Monitoramento de parâmetros ambientais: comportamento das marés, temperatura do ar, precipitação, evaporação, balanço hídrico, taxas de aporte de sedimento e deposição dos mesmos.

## Referências:

- Alexander, T.R. 1974. Evidence of recent sea level rise derived from ecological studies on Key Largo, Florida. In: Gleason, P.J. (ed.). Environments of south Florida: present and past. *Memoir 2, Miami Geological Society*. pp. 219-221.
- Alexander, T.R. & Cook, A.G. 1974. Recent vegetational change in southern Florida. In: Gleason, P.J. (ed.). Environments of south Florida: present and past. *Memoir 2, Miami Geological Society*. pp. 61-72.
- Almeida, P. M. M. 2007. Utilização de imagens de satélite para análise multi-temporal do manguezal de Guaratiba – RJ. Monografia de Bacharelado. Departamento de Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 91p.
- Chaves, F.O. 2001. *Análise dos padrões de zonação e sucessão de espécies de mangue na região de Guaratiba, Baía de Sepetiba, RJ*. Monografia de Bacharelado. Departamento de Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 77 p.
- Correa, F.M. 1996. *Caracterização estrutural preliminar do bosque de mangue da região do Rio Piraquê, Guaratiba, Baía de Sepetiba, RJ*. Monografia de Graduação. Departamento de Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Corrêa, F.M. 2003. *Retranslocação e teores totais de macronutrientes em folhas das espécies de mangue de Guaratiba, Rio de Janeiro*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo.
- Correa, F.M.; Soares, M.L.G.; Pellegrini, J.A.C. 1997. Caracterização estrutural ao longo de uma transversal no manguezal da região do Rio Piraquê, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ. Trabalho apresentado no 7º Congresso Nordestino de Ecologia. 27 de julho a 02 de agosto de 1997. Ilhéus (BA).
- Ellison, J.C. 1993. Mangrove retreat with rising sea-level, Bermuda. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 37 (1): 75-87.
- Ellison, J.C. & Stoddart, D.R. 1991. Mangrove ecosystem collapse during predicted sea-level rise: Holocene analogues and implications. *Journal of Coastal Research*, 7 (1): 151-165.
- Harari, J. & Camargo, R. 1995. Tides and mean sea level variabilities in Santos (SP), 1944 to 1989. *Relatório Interno Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo*, 36: 1-15.
- Mesquita, A.R. 1997. *O programa IO/USP para o global changes: origem e contribuições*. In: Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável. Universidade de São Paulo. PP. 130-149.

- Mesquita, A., 2000. Sea level variations along the Brazilian coast: A short review. Brazilian Symposium on Sandy Beaches: 15 p.
- Muehe, D. (org.) 2006. Erosão e progradação no litoral brasileiro. MMA476 p.
- Pellegrini, J.A.C. 2000. *Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. 101 p.
- Pellegrini, J.A.C. 1996. *Caracterização preliminar de um apicum associado ao manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ*. Monografia de Graduação. Departamento de Oceanografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Pellegrini, J.A.C.; Soares, M.L.G.; Corrêa, F.M. 1996. Caracterização preliminar de um apicum associado ao manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ. III Simpósio Sobre Oceanografia. São Paulo, 02 a 06 de Dezembro de 1996. Página 143.
- Pellegrini, J.A.C.; Soares, M.L.G.; Corrêa, F.M.; Chaves, F.O.; Oliveira, V.F.; Schaeffer-Novelli, Y. 1999. Aspectos de zonação de espécies vegetais no manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ. 50º Congresso Nacional de Botânica. Blumenau, SC, 18 a 23 de Julho de 1999. p. 248.
- Pellegrini, J.A.C.; Soares, M.L.G.; Corrêa, F.M.; Schaeffer-Novelli, Y. 2000. Caracterização da planície hipersalina (apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba – RJ. V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vitória, ES. Vol. II: 262-269.
- Pernetta, J.C. & Osborne, P.L. 1988. Deltaic floodplains: The Fly river and the mangrove of the Gulf of Papua, Papua New Guinea. In: Potential impacts of Greenhouse gas generated climatic change and projected sea-level rise on Pacific Islands States of the SPREP region. Split, Yugoslavia: UNEP Regional Seas Programme. pp. 94-111.
- Portugal, A.M.M. 2002. *Manguezais de Guaratiba frente a uma possível elevação do nível médio relativo do mar (Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo.
- Portugal, A.M.M.; Soares, M.L.G. 1999. Ecossistemas costeiros e as mudanças climáticas globais. VIII Congresso Latinoamericano Sobre Ciencias del Mar. Trujillo, Peru, 17 a 21 de Outubro de 1999. Pp. 705-706.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintron-Molero, G.; Soares, M.L.G. 2002. *Mangroves as indicators of sea-level change in the muddy coasts of the world*. In: Wang, Y & Healy, T. (eds.). Muddy Coasts. Chapter 9. Elsevier, U.K. pp. 245-262.
- Soares, M.L.G. 1997. *Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil - Análise de modelos*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2 vol.
- Soares, M.L.G. 1999. Estrutura vegetal e conservação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(3): 503-515.
- Soares, M.L.G.; Pellegrini, J.A.C.; Corrêa, F.M. 1999. Ocorrência de vegetação anã em manguezais brasileiros: o caso de Guaratiba, Rio de Janeiro (RJ). 50º Congresso Nacional de Botânica. Blumenau, SC, 18 a 23 de Julho de 1999. Pp. 255-256.

Soares, M.L.G.; Schaeffer-Novelli, Y.; Cintron-Molero, G. 2000. The use of mangroves as indicators of sea-level changes. In: 6<sup>th</sup> International Wetland Symposium – International Association of Ecology. Millennium Wetland Event. Quebec, Canada. p. 213.

Soares, M.L.G.; Tognella-De-Rosa, M.M.P.; Oliveira, V.F.; Chaves, F.O.; Silva Jr., C.M.G.; Portugal, A.M.M.; Estrada, G.C.D.; Barbosa, B.; Almeida, P.M.M. 2005. *Environmental Changes in South America in the Last 10k Years: Atlantic and Pacific Controls and Biogeophysical Effects: Ecological Impacts of Climatic Change and Variability: Coastal Environments - Mangroves and Salt Flats*. Report to the Inter-American Institute on Global Change (IAI). 62p.

Vanderzee, M.P. 1988. *Changes in saltmarsh vegetation as an early indicator of sea level rise*. In: Pearman, G.I. (ed.). *Greenhouse: planning for climatic change*. Melbourne. CSIRO. pp. 147-160.

Woodroffe, C.D. 1990. The impact of sea level rise on mangrove shorelines. *Progress in*