

INDICADORES PARA DIAGNÓSTICO DAS ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS NO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCOHeide Vanessa Souza **SANTOS**¹Tiago de Oliveira **SANTOS**²Francisco Sandro Rodrigues **HOLANDA**³

Recebido em: 09/11/2011

Aceito em: / /

RESUMO

Por ser um ecossistema frágil bastante susceptível as influências de origem climática os manguezais são apontados como indicadores biológicos para as modificações de linha de costa, em função da rápida resposta de suas espécies vegetais as alterações do sistema. Os principais agentes causadores de modificações ambientais estão hoje diretamente vinculados à ação humana o que acarreta ao manguezal no estuário do Rio São Francisco alterações com consequências de maior ou menor intensidade em sua estrutura. O foco deste artigo foi elaborar indicadores de sustentabilidade para o manguezal do estuário do Rio São Francisco usando como base a metodologia proposta pela OCDE adaptada pelo PNUMA. A identificação e aplicação dos indicadores fornecerão uma visão geral das condições de resiliência da floresta.

Palavras-chave: Ecossistema, impactos, sustentabilidade ambiental.**ABSTRACT**

Being a very fragile ecosystem susceptible to weather influence, the mangrove is known as a biological indicator of coastline changes due to its plant species' fast answer to modified systems. The main causative agents of the environmental modification are nowadays linked directly to human actions which lead to less or more intense consequences in the structure of the mangrove in São Francisco River estuary. The focus of this article was to elaborate indicators of sustainability for the mangrove in the São Francisco River estuary using as its methodological basis the one suggested by OECD and adapted by PNUMA. The identification and application of these indicators will provide an overview of the forest resilience condition.

Keywords: Ecosystem, impact, environmental sustainability.**INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica do rio São Francisco abrange os estados de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas, totalizando uma área de 640.000 km² desde a nascente até a foz (HERMUCHE, 2002), onde podem ser observados diversos tipos de plantas, animais, clima e relevo, além de uma vasta diversidade cultural, possibilitando usos múltiplos dos seus recursos naturais como geração de energia, atividades agropecuárias e agro-industriais, além de uma atividade turística ainda incipiente, o que justifica sua grande importância sócio-econômica e ecológica.

Embora de reconhecida importância social, econômica, cultural e ambiental, uma série de processos impactantes vem sendo observados em suas margens atribuídos em sua maioria à intervenção humana. Dentre os efeitos impactantes mais expressivos destacam-se as alterações do regime fluvial, desmatamento para implantação de viveiros de carcinicultura, corte seletivo de espécies de mangue, mudanças no comportamento hidráulico e sedimentológico o que deflagra impactos negativos na sua zona estuarina.

¹ Bióloga – Mestranda em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. E-mail: heidee.vanessa@gmail.com.

² Engenheiro Florestal - Mestrando em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. E-mail: tiagoosantos@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: fholanda@infonet.com.br

Os estuários são corpos d'água semi-fechados com conexão com o mar, que recebem aportes d'água fluvial das bacias de drenagem continental, as quais se misturam com massas d'água marinhas introduzidas pelas marés. A existência de ambientes estuarinos é função do balanço entre as flutuações do nível do mar e o volume de sedimento pelos rios (CUNHA, 2004).

A foz do São Francisco e o seu estuário localizam-se na divisa dos estados de Sergipe e Alagoas (Figura 01), apresentando um campo de dunas na sua margem esquerda (Alagoas) com cerca de 3km na direção continental e se estendendo cerca de 15 km junto à praia. Este campo de dunas está parcialmente cobrindo regiões de antigos manguezais, os quais ocorrem atualmente somente em pequenas áreas (OLIVEIRA, 2003), diferentemente da margem sergipana onde é registrada a maior área ocupada por manguezais ainda bem preservados, embora em processo de antropização.



Figura 1 – Fotografia aérea da região estuarina do rio São Francisco, divisa dos estados Sergipe e Alagoas.

Caracterização do estuário

Dos 7.408 km da costa brasileira, uma extensão significativa é ocupada por manguezais, que apresentam ampla diversidade estrutural, fisionômica e específica em decorrência de fatores ambientais e influências antrópicas (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). O Estado de Sergipe apresenta manguezais como vegetação predominante em seus estuários registrando as áreas mais expressivas desta vegetação na foz do São Francisco, que ao longo dos últimos anos vem sofrendo processos de supressão da vegetação visando maximização da aqüicultura, principalmente cultivo de camarões (CARVALHO e FONTES, 2007), além da expansão imobiliária urbana.

Os manguezais do estuário sergipano apresentam variações fisionômicas com características específicas locais de topografia, solo, salinidade e movimentos oscilatórios das marés por diferentes formas de interferências no espaço e no tempo, promovendo o aparecimento de fauna específica. Este manguezal possui aproximadamente 25 km², cuja floresta é constituída por *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans* (conhecido na região como siriba), *Laguncularia racemosa* (mangue manso), *Rhizophora mangle* (mangue brabo) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão), além de algumas espécies vegetais associadas, sendo alvo de freqüentes ações impactantes como, a extração de madeira, em sua maioria mangue manso, ocupação de suas áreas com aqüicultura (camarões, ostras), captura predatória do caranguejo *Ucides cordatus* e pesca indiscriminada de peixes (CUNHA e HOLANDA, 2007).

Segundo Schaeffer-Novelli e Citrón (1986), o manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre o ambiente terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime de marés. É constituído por espécies vegetais lenhosas típicas, além de micro e macroalgas, adaptadas a flutuação de salinidade e caracterizados por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio.

No estuário do rio São Francisco os principais geradores de impactos sobre os manguezais incluem as grandes barragens, a carcinicultura e a urbanização, que resultam em pressões sobre o

balanço de sedimentos e águas em estuários e fluxo de nutrientes. A região também tem sofrido significativas mudanças em sua morfologia devido à regularização das suas vazões, o que eliminou as fortes correntezas das enchentes, reduzindo assim a potencialidade cíclica do rio de transportar sedimentos. Essa redução tem gerado assoreamentos e também vem causando um déficit de sedimentos na sua foz (OLIVEIRA, 2003).

Por se tratar de uma região costeira e levando-se em conta os aspectos da sustentabilidade ambiental tomou-se como referencial os impactos naturais e antrópicos exercidos no estuário. Como mecanismo de quantificação e monitoramento destas alterações ambientais ocorridas no manguezal do estuário do rio São Francisco se propõe a apresentação de uma matriz de indicadores de sustentabilidade ambiental utilizada para esse fim em vários outros países, se revestindo em uma ferramenta de grande utilidade na discussão sobre preservação, manejo ou a corrente antropização desses ecossistemas.

O ESTUÁRIO DO RIO SÃO FRANCISCO E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

O termo "indicador" remonta ao latim "*indicare*", que significa revelar ou apontar, anunciar ou tornar de conhecimento público, ou para estimar ou quantificar algo que não detem valor comercial. Ou seja, indicadores podem ser usados para comunicar informações sobre o progresso em direção a objetivos sociais, tais como o desenvolvimento sustentável (HAMMOND et. al., 1995).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE foi o primeiro órgão internacional que destacou a importância da definição de indicadores ambientais na década de 1990. Os resultados dos trabalhos da OCDE têm influenciado atividades similares em países e organizações internacionais como United Nations Statistics Division-UNSTAT e EUROSTAT que fazem uso da metodologia com alterações (GUIMARÃES, 2008).

Segundo Hammond et. al. (1995), os indicadores e os índices são elaborados para cumprir as funções de: simplificação, quantificação, análise e comunicação, permitindo entender fenômenos complexos, fazendo-os quantificáveis e compreensíveis de maneira tal que possam ser analisados em um dado contexto e comunicar aos diferentes níveis da sociedade.

Ainda segundo Gallopín (2004), os indicadores mais almejados são aqueles que sintetizam as informações mais importantes e/ou propiciam que certos acontecimentos reais se tornem mais visíveis, aspectos que são particularmente importantes na gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável.

Atualmente, avaliações dos impactos exercidos sobre o ecossistema manguezal nas diversas regiões do Brasil utilizando indicadores ambientais referem-se principalmente aqueles causados pela carcinicultura. Como por exemplo, os trabalhos de De Paula et. al. (2006) e Meireles, Silva e Thiers (2010) que estudaram a degradação em manguezais das regiões respectivamente.

Na busca de uma melhor compreensão sobre sustentabilidade ambiental a partir da identificação de indicadores, muitas metodologias vêm sendo postas à disposição dos interessados, com maior ou menor aplicabilidade em função da temática abordada. Dentre estas pode ser destacada a construção de matriz de descritores e indicadores adaptada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (WINOGRAD, 1996), a partir da metodologia Pressão/Estado/Resposta (PER) da OCDE.

Esta ferramenta possibilita a apresentação de subsídios que permitem comparações e reflexões da realidade da região estuarina da bacia hidrográfica do rio São Francisco, permitindo diagnóstico das ações antrópicas negativas exercidas na região, na tentativa de fornecer bases para sua mitigação.

Os indicadores identificados foram agrupados segundo recomendação e descrição feitas pelo CIAT, em 03 indicadores de pressão, 06 indicadores de estado, 04 indicadores para impacto/efeito e 02 indicadores para resposta (Quadro 01)

Quadro 1 – Indicadores de sustentabilidade para o manguezal da região estuarina do rio São Francisco, SE.

Indicadores de Pressão	Viveiros e cercados (ha/ano) Recuo da linha de costa (m) Supressão da vegetação nativa (ha/ano)
Indicadores de Estado	Densidade específica relativa (%) Área suprimida (ha/ano) Profundidade (m) Acidez (pH) Salinidade (mg/L) Turbidez (unt)
Indicadores de Impacto/resposta	Produtividade (Ton/ha) DAP (cm) Altura (m) Nutrientes (C, K, N, P e O)
Indicadores Resposta	Políticas públicas (nº) Leis promulgadas (nº)

Indicadores de Pressão

Referem-se às pressões sobre o sistema como consequência das interações sociedade-natureza, estas interações podem ser diretas ou indiretas e são resultantes das atividades humanas e do funcionamento dos próprios sistemas naturais.

Viveiros e cercados (ha/ano) - É o indicador que caracteriza a área de vegetação de mangue que está sendo retirada para dar espaço ao cultivo de camarão. Espera-se com o uso deste indicador conhecer a extensão das áreas de manguezais desmatadas e o desaparecimento de planícies hipersalinas (apicum), como observado por Meireles (2005) nos manguezais do Nordeste brasileiro.

Dados obtidos do relatório da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) demonstram uma diminuição da área total de manguezal no Brasil ao longo dos anos (QUADRO 2), sendo a supressão da floresta para a implantação de viveiros o principal agressor do ecossistema.

Quadro 2 – Redução da área de manguezal no Brasil 1980-2005.

Estimativa de áreas de manguezais	Área estimada manguezal	Área estimada manguezal	Área estimada manguezal	Área estimada manguezal
1991	1980	1990	2000	2005
ha	ha	ha	ha	ha
1 012 376	1 050 000	1 015 000	1 000 000	1 000 000

Fonte: FAO (2007).

Para Nascimento (2007), obviamente, além da geração de efluentes, a implantação das estruturas de cultivo de camarões marinhos altera fisicamente e funcionalmente a fisionomia das áreas costeiras, implicando em modificações da estrutura e dinâmica dos ecossistemas locais.

Condizente ao relatório da FAO, para o estuário do São Francisco nota-se que o aumento do nível de antropização durante os anos de 1987, 1998 e 2006 provocou a diminuição das áreas de manguezal como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Estimativa da área total ocupada por florestas de mangue e área antropizada no estuário do rio São Francisco.

ANO	1987	1998	2006
Área de manguezal (ha)	5.670,50	4.945,28	3.754,74
Área antropizada*	233,851	1.958,21	2.520,731

Áreas povoadas, agricultura e aqüicultura.

* Fonte: LABES (dados não publicados)

Recuo da linha de Costa (m)- Outro fator associado a impactos negativos exercidos no estuário pode ser considerado analisando o recuo da linha de costa (m), que segundo Oliveira (2005) do ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente à linha de interface entre a terra e a água, é móvel e sua posição pode ser variável, podemos citar dois tipos fundamentais de elementos utilizados para definir a posição da linha de costa são as cartas topográficas e as fotografias aéreas.

Além da pressão antrópica, essa área vem sofrendo com o processo de erosão marinha (Figura 2), desde a construção das barragens no curso do rio, a qual diminui gradativamente a linha de costa e contribui com perda de área incluindo a redução da extensão do manguezal próximo a ela (OLIVEIRA, 2003; SANTANA et al., 2009; MENEZES et al. 2009; MENEZES, 2010).

Para Lima et. al. (2006), no estuário do rio São Francisco a erosão marinha é constatada através das raízes expostas dos coqueiros, quando não estão derrubados, e vestígios de residências, com algumas paredes ainda resistindo ao avanço do mar.



Figura 2 – Evolução da erosão marinha no estuário do rio São Francisco e redução das áreas de manguezais.

FONTE: OLIVEIRA (2003) e Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e sedimentação da Universidade Federal de Sergipe

O transporte de sedimentos introduzidos nesses ambientes, quando submetidos aos fenômenos hidrodinâmicos presentes, provocam numerosas conseqüências sobre a evolução

sedimentar dos fundos estuarinos (conservação dos canais, evolução dos bancos e crescimento das margens) (CUNHA, 2004).

Supressão da vegetação nativa (ha/ano)- Utilizando técnicas de geoprocessamento este indicador é aplicado para observação e quantificação da área de manguezal suprimida por ações antrópicas, tais como, viveiros de carcinicultura (aquicultura), área povoada, agricultura e solo exposto. Santana (2010) confrontando três fotografias aéreas da região estuarina do rio São Francisco, de anos distintos, observou um acréscimo de mais de 460% das áreas de aquicultura, concluindo ser a carcinicultura a atividade que mais contribui para a supressão do manguezal e conseqüentemente a que mais vem alterando a paisagem (Figura 3) (Figura 4).



Figura 3 – Valores referentes à área (ha) do uso e ocupação do solo para os anos de 1987, 1996 e 2006.

FONTE: SANTANA, 2010.



Figura 4 – Atividades impactantes que contribuem para a redução das áreas de manguezais no estuário do rio São Francisco, SE. A: Queimadas; B: Corte raso; C: Construções de lagoas artificiais - aquicultura; D: Instalação de viveiros – carcinicultura; E: Cultivos agrícolas; F: Habitação .

FONTE: Arquivo fotográfico do LABES – Laboratório de Erosão e sedimentação da Universidade Federal de Sergipe.

Indicadores de Estado

Fazem referência à condição atual do estuário frente às pressões exercidas, como exemplo a deterioração que as atividades humanas geram. Indicadores de estado devem responder às pressões e ao mesmo tempo facilitar a ação corretiva.

Densidade específica relativa (%)- O acelerado desmatamento da Mata Atlântica estimulou as populações locais a procurar novas fontes de produtos naturais, como por exemplo, as madeiras de espécies típicas de manguezais, sendo árvores mais desenvolvidas e com fácil acesso as que despertam maior interesse à população (MENEZES, 2010 e TEIXEIRA, 2008). Na região estuarina do São Francisco, dentre espécies vegetais de manguê o gênero *Laguncularia* é o preferencial no corte por apresentar uma estrutura mais retilínea de tronco o que torna a sua madeira mais atrativa.

O cálculo desse indicador representa o percentual de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados, de todas as espécies presentes. Essa avaliação poderá fornecer informações sobre o corte seletivo de indivíduos de manguê que estão sendo usados para construção de cercas, móveis e seus múltiplos usos. Nota-se aqui que os

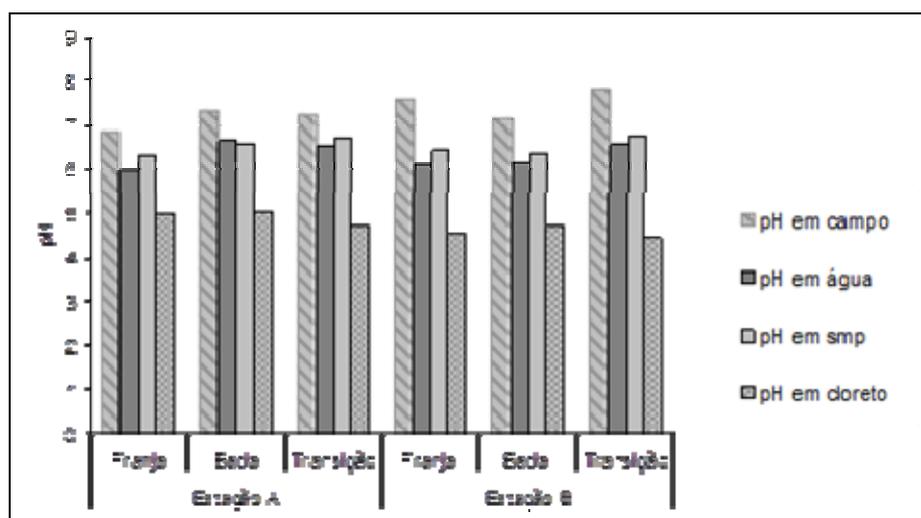
indicadores “supressão da vegetação nativa” e “densidade específica relativa” se correlacionam, permitindo uma interpretação mais sistêmica das pressões exercidas sobre os manguezais e o seu atual estado, o que dificulta a análise destes indicadores individualmente.

Profundidade (m)- Ações humanas indiretas, que se dão longe do litoral, também podem afetar a distribuição e extensão dos manguezais. Alterações no regime hidrológico de rios, a partir da construção de represas e barragens, transposição de bacias hidrográficas e retirada de água para abastecimento e irrigação alteram o grau de salinização e o fluxo de água e sedimentos para o mar, propiciando erosão costeira, avanço de areias marinhas sobre estuários e intrusão salina em águas subterrâneas (LACERDA et. al., 2006).

Medidas da profundidade dos canais podem ser obtidas em seções transversais distintas sempre com o auxílio de aparelhos topográficos e eletrônicos, levando-se em consideração a variação das marés e determinando-se os bancos de areia formados e as deformidades causadas pelas atividades antrópicas (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2002).

Acidez (pH)- É um indicador de grande importância, pois por efeito da inundação diária a que são submetidos os solos indiscriminados de mangue podem sofrer alterações físicas e químicas importantes. Esses solos também possuem uma rica cadeia microbiológica e para evitar mudanças drásticas é importante precaução nas atividades desenvolvidas em áreas de manguezais, evitando assim processos de degradação nutricional que podem vir a ser irreversíveis para o ecossistema. Ponnampuruma (1972), afirma que estas alterações podem causar a queda do potencial redox, o aumento dos valores de pH, acarretando mudanças drásticas no equilíbrio de minerais e na dinâmica de elementos como o ferro e o enxofre .

No estuário do Rio São Francisco, nos solos indiscriminados de mangue o pH se apresenta numa faixa de 5 a 7,8, a depender do método usado para a sua determinação (Figura 6).



Fonte: LABES- Dados não publicados

Figura 6 – Valores de pH em campo, em água, em cloreto de cálcio e em SMP em bosques de manguezais no estuário do Rio São Francisco.

Salinidade (mg/L)- A salinidade consiste no acúmulo de sais no solo (solúveis em água). Em manguezais a variação no teor salino é bastante comum e desenvolve uma estreita ligação com o desenvolvimento das espécies vegetais e animais. A elevada salinidade acaba provocando o enfraquecimento das plantas, provavelmente pelo aumento da pressão osmótica e pela toxicidade dos sais. Comumente é utilizado o aparelho refratômetro que possibilita uma rápida medição, obrigatoriamente com a utilização de réplicas para observação da variação no tempo. Nos manguezais do estuário do Rio São Francisco a salinidade é variável em relação à posição de localização dos bosques (Tabela 1)

Tabela 1 – Caracterização de amostras da água intersticial em duas estações de coleta de dados em manguezal do estuário do Rio São Francisco.

Bosque	Salinidade	
	ESTAÇÃO A	ESTAÇÃO B
Franja	5,8 aC	7,4 aC
Bacia	24,0 aB	13,6 bB
Transição	32,4 aA	20,6 bA

* Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, comparam as médias dos bosques em diferentes zonas fisiográficas para a mesma estação, e as letras minúsculas, comparam as médias entre as estações para o mesmo tipo de bosque, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: LABES (Dados não publicados)

Turbidez (*unt*)- De um modo geral a acidez, a salinidade e a turbidez são fatores limitantes ao desenvolvimento de certas comunidades vegetais e animais que não suportam variações extremas por longos períodos, sendo imprescindíveis em estudos do ecossistema manguezal.

Seria o indicador responsável por medir a quantidade de partículas em estado coloidal dispostas em suspensão no meio líquido. A sua medição é realizada com aparelhos chamados turbidímetros e a unidade métrica é a unt (unidades nefelométricas de turbidez) (Pádua & Di Bernardo, 2003).

Indicadores de Impacto/Efeito

Referem-se aos impactos e efeitos das interações sociedade-natureza como causa das pressões do estado no meio ambiente sobre as funções ecológicas, sobre os ecossistemas e sobre os recursos.

Produtividade (Ton/ha)- É importante ressaltar a fragilidade do ecossistema manguezal, o qual necessita de um uso adequado, visto que, além de importantes para os ecossistemas adjacentes propiciam as comunidades ribeirinhas que dele dependem fonte de alimentação e subsistência.

No caso dos impactos sobre o ecossistema o estudo da produtividade, auxiliará a determinação de valores de produção do manguezal e é de fundamental importância para o entendimento de seu funcionamento. Os manguezais são ambientes de condições físicas e químicas muito variáveis, limitando os seres vivos que ali habitam e freqüentam, o que influencia no fato de não possuírem um grande número de espécies, porém merecem destaque pela grande abundância das populações que neles vivem, tornando-o um dos mais produtivos ambientes naturais.

A produção de serapilheira é um meio de quantificar a produtividade do manguezal (Tabela 2), na qual os compartimentos folhas, frutos, flores, galhos e ramos, troncos e raízes das plantas eliminados ao longo do seu ciclo de vida podem ser considerados como a principal fonte para produção primária líquida, sendo estes preponderantes para formação de detritos orgânicos que representarão significativas fontes de energia nas cadeias tróficas marinhas (ODUM e HEALD, 1975).

Tabela 2 – Produção total (ton) de serapilheira em floresta de mangue no estuário do rio São Francisco, no período de um ano.

Franja	Bacia 1	Bacia 2	Transição	Total
10.88	10.06	14.48	11.24	46.66

Fonte: Menezes, (2010).

Diâmetro à altura do peito - DAP (cm) e Altura (m)- Para Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), o estudo da estrutura da vegetação fornece uma idéia do grau de desenvolvimento da floresta de mangue, possibilitando a identificação e a delimitação de florestas com características semelhantes, o que permite realizar comparações entre áreas diferentes e assim avaliar seu grau de perturbação.

Ainda são poucos os estudos sobre os manguezais da região estuarina do rio São Francisco, o que torna ainda mais importantes avaliações sobre a estrutura e desenvolvimento da floresta, os dados obtidos através da obtenção de medidas como DAP (cm) e altura (m) no processo de

caracterização estrutural da vegetação permitirá avaliar como o manguezal do estuário está respondendo as condições ambientais atuais e os possíveis processos de alteração do meio ambiente.

Menezes (2010), estudando a estrutura de bosques de mangue no estuário do rio São Francisco encontrou valores de altura média variando de 3,93 a 7,81 m, com DAP médio de 2,87 a 8,22 cm, a área basal viva de 12,28 a 40,53 m².ha⁻¹ e a densidade de troncos vivos de 1500 a 9900 troncos.ha⁻¹. O mesmo autor considerou os valores encontrados como associados a heterogeneidade das parcelas delimitados para estudo e a arquitetura das mesmas e sua relação com os tensores presentes na área.

Nutrientes (C, K, N, P e O)- Assim como a estrutura nos fornece o grau de desenvolvimento, avaliações das concentrações de nutrientes como C, K, N, P e O nos solos de mangue dão uma idéia do nível nutricional do solo, da nutrição da planta e também de como os rejeitos da carcinicultura estão se dispersando. HUTCHINGS & SAENGER (1987), citam em seu trabalho que a estrutura e a produtividade dos bosques de manguezal são reguladas pela salinidade da água intersticial, taxa de Oxigênio disponível às raízes e concentração de nutrientes.

Os níveis destes nutrientes podem sofrer grandes variações influenciadas pelos rejeitos da carcinicultura. Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), observaram que os teores nutricionais em solos de mangue diferem bastante dos valores encontrados em solos agricultáveis e percebe-se essa diferença ao se comparar com os valores médios dos nutrientes apresentados na literatura. Nos manguezais do estuário do Rio São Francisco observa-se também variações na disponibilidade de nutrientes em função da zona fisiográfica (Franja, Bacia ou Transição) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de macronutrientes nas amostras de solo do manguezal de Brejo Grande, Sergipe.

Bosque	P	Ca	Mg	Ca + Mg	Al	Na	K
	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ³			
Franja	17,42	4,29	14,10	18,38	0,01	7,00	0,73
Bacia	30,26	5,25	19,10	24,34	0	23,53	1,06
Transição	23,54	6,72	19,16	20,20	0,01	17,56	0,82

Fonte: LABES (Dados não publicados)

Indicadores de Resposta

Respostas seriam as ações tomadas individual ou coletivamente, no intuito de aliviar ou até mesmo evitar os impactos ambientais negativos, na intenção de corrigir os danos já existentes ou propiciar a conservação do mesmo. Como indicadores podem ser citados:

Políticas públicas (nº)- Como representantes deste indicador estão às diversas manifestações legais presentes na constituição federal, estadual e municipal, exercidas pelos diferentes órgãos, como o IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais) e o Ministério do Meio Ambiente.

Conforme o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 o ecossistema manguezal é considerado Patrimônio Nacional e no Código Florestal como APP (Área de Preservação Permanente) lei nº 4.771/65.

Autuações do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e da Administração estadual do meio ambiente - ADEMA (nº)- Os manguezais estão entre os ecossistemas costeiros com maiores restrições normativas de uso, tanto em escala global como no litoral brasileiro (PULNER, 2006). Apesar de sua importância ecológica e sócio-econômica, os manguezais vêm sendo constantemente substituídos por portos, empreendimentos turísticos e habitacionais, indústrias, áreas agrícolas, salinas e fazendas de camarão (SILVA e SOUZA, 2006).

Neste contexto, algumas iniciativas foram tomadas para evitar o esgotamento dos manguezais, como no CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO (LEI 4.771/65), que estabeleceu o mangue como Área de Preservação Permanente (APP). A intenção de preservá-lo foi reafirmada com a Resolução nº 369 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que a partir do ano de 2006, proibiu qualquer intervenção em nível nacional no ecossistema, salvo em caso de utilidade pública (CAMARGOS, 2007). O uso deste indicador possibilitará acompanhar os trabalhos realizados no

intuito de mitigar as pressões no sistema manguezal da região estuarina-lagunar do rio São Francisco.

As autuações dos infratores pelos órgãos ambientais dão uma dimensão dos controles promovidos na direção da preservação ou manejo sustentável desse ecossistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Regiões costeiras vêm sofrendo com a pressão populacional evidente, o que não torna surpresa que florestas de mangue venham sofrendo com os efeitos das pressões antrópicas pelo mundo.

A identificação e aplicação dos indicadores de sustentabilidade possibilitará uma melhor avaliação das alterações de origem antrópicas ocorridas no estuário do rio São Francisco, fornecendo uma visão geral das condições de resiliência da floresta.

A necessidade de monitoramento das ações antrópicas ou não nos manguezais ainda recebem pouca atenção tanto dos órgãos que tem como missão realizar a sua preservação ou "manejo sustentável" ou mesmo da população ribeirinha que se utiliza dos seus recursos naturais, o que torna imprescindível o desenvolvimento de estudos que venham potencializar por meio do seu monitoramento a preservação deste ecossistema. Desta forma os indicadores ambientais podem e devem ser usados pelos tomadores de decisão como medidas da condição, dos processos, da reação ou do comportamento do manguezal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGOS, M. N. **Análise da proteção jurídica dos manguezais e o planejamento territorial na Baixada Santista**. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Mestrado em Direito, Universidade Católica de Santos, 2007.

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 1, p. 87-112, jan./jun. 2007.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. LEI Federal Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

CUNHA, E. M S. **Evolución actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada**. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, Programa de Doctorado Ciencias del Mar, Departament d'Ecologia, Departament d'Estratigrafia i Paleontologia. 2004. 275p.

CUNHA, C de J.; HOLANDA, F. S. R. **Estrutura, função e propriedades de agroecossistemas: um estudo de caso no estuário do rio São Francisco**. In: III Congresso Brasileiro de Sistemas, Florianópolis – SC. Outubro, 2007.

DE PAULA, J. H. C.; ROSA FILHO, J. S.; SOUZA, A. L. B. de; AVIZ, D. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de curuça (pa). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 19, p. 61-72. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The state of World fisheries and aquaculture 2006**. Rome: FAO, 2007. 164p.

GALLOPÍN, G.C. **Sustainable development: epistemological challenges to science and technology**. Background paper prepared for the Workshop on "Sustainable Development: Epistemological Challenges to Science and Technology", ECLAC, Santiago de Chile, 13 – 15 October 2004.

GOOGLE, **Programa Google Earth**, 2011.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas**. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 253p. 2008.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **ENVIRONMENTAL INDICATORS: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development**. World Resources Institute, May, 1995, 58p.

HERMUCHE, Potira Meirelles. **O Rio São Francisco**. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF, Brasília, DF, 2002. 58p.

HUTCHINGS, P. A.; SAENGER, P. **Ecology of mangroves**. University of Queensland Press, Brisbane. 1987. 388 pp.

LABORATÓRIO DE EROÇÃO E SEDIMENTAÇÃO – LABES/UFS. Avaliação do potencial de florestas de mangue como seqüestradoras de carbono – UFRJ/UFS/UERJ. Estudo de Caso da Floresta de Mangue da Região Estuarina do rio São Francisco - Sergipe/Alagoas. 2010.

LACERDA, L. D. de; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. e; BEZERRA, L. J. C.; MENZES, M. O. T. de. Manguezais do Nordeste, **Ciência Hoje**, Agosto de 2006, vol. 39, n. 229.

LIMA, E. S.; FONTES, A. L.; SANTOS, M. A.; CORREIA, A. L. F. **Caracterização sedimentar e morfodinâmica do Litoral norte, do estado de sergipe, municípios de pacatuba e brejo grande-contribuição ao ordenamento territorial**. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, 2006.

MENEZES, L. C. S. de; SANTOS, T. O.; SANTANA, M. B. S.; ANDRADE, K. V. S. de; CASTANEDA, D. A. F. G.; HOLANDA, F. S. R. **Principais alterações de bosques de mangue com predominância de *Laguncularia racemosa* no estuário rio São Francisco**. In: V Congresso Brasileiro de Sistemas, Aracaju, Sergipe. 2009.

MENEZES, L. C. S. de. **Estrutura e produção de serapilheira de floresta de mangue na região estuarina-lagunar do baixo São Francisco sergipano**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe. 84 p. 2010.

MEIRELES, A. J. **2005. Carcinicultura: desastre sócio-ambiental no ecossistema manguezal do nordeste brasileiro**. Disponível em: <http://www.terrazul.m2014.net/spip.php?article141>, Acessado: Janeiro de 2011.

MEIRELES, A. J. de A.; SILVA, E. V. da; THIERS, P. R. L. Environmental Impacts of the Activities of shrimp farming in mangrove ecosystem of the Ceará State, Northeastern Brazil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, Número Especial 2, Manguezais do Brasil (2010).

ODUM, W.E. e HEALD, E.J. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: **Estuarine Research**. G.E. Cronin (ed.). Academic Press. New York. Vol. 1. p. 265 - 286. 1975.

NASCIMENTO, I. A. Manguezal e carcinicultura: o conflito da ecocompatibilidade. **Diálogos & Ciência**, ano V, n. 10, 2007.

OLIVEIRA, A. M de. **Estudo Hidrodinâmico Sedimentológico do Baixo São Francisco, Estuário e Zona Costeira Adjacente (AL/SE)**. UFAL. Maceió, 2003.

OLIVEIRA, S. M. C. de, **Evolução recente da linha de costa no traço costeiro Forte Novo-Garrão (Algarve)**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra), Universidade de Lisboa. 137p. 2005.

PÁDUA, V. L.; Di BERNARDO, L. **Comparação entre turbidez e distribuição de tamanhos de partículas**. In: 21º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza, Ceará, 2003.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, v. 24, p. 29-96, 1972.

PULNER, R. de C. L. **Análise crítica da cientificidade da legislação relativa a manguezais**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná. 145 p. 2006.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Publicada no DOU nº 236, de 11 de dezembro de 1995, Seção 1, página 20388. Disponível em:

http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.pdf

Acesso em: 05/02/2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

SANTANA, M. B. S.; HOLANDA, F. S. R.; ANDRADE, K. V. S. de; SANTOS, T. O.; MENEZES, L. C. S. de; CASTANEDA, D. A. F. G. **Mapeamento das áreas ocupadas pelo ecossistema manguezal no baixo curso do Rio São Francisco**. In: V Congresso Brasileiro de Sistemas, Aracaju, Sergipe. 2009.

SANTANA, M. B. S. **Análise temporal do uso e ocupação do solo e alterações da paisagem na região do baixo curso do rio São Francisco em sergipe.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2010.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, I. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 4, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. e CINTRÓN, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal - estrutura, função e flora.** Caribbean Ecological Research. São Paulo. 150 pp, 1986.

SILVA, E. V. da e SOUZA, M. M. de A. Principais formas de uso e ocupação dos manguezais do Estado do Ceará. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 1 n. 1. 2006.

TEIXEIRA, K. C. dos S. **Propagação de plantas de mangue visando à recuperação de áreas degradadas.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal de Sergipe. 145p. 2008.

WINOGRAD, M. **Marco Conceptual para El desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones em Latinoamérica y el Caribe.** México: PNUMA/CIAT, 1996. **ABSTRACT ou RESUMO** (artigo em inglês ou português) contendo entre 100 a 150 palavras.