



Revista de Gestão Costeira Integrada -  
Journal of Integrated Coastal Zone  
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos  
Hídricos

Farinaccio, Alessandro; Gonsalez Tessler, Moysés

Avaliação de Impactos Ambientais no Meio Físico decorrentes de Obras de Engenharia  
Costeira - Uma Proposta Metodológica

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,  
vol. 10, núm. 4, 2010, pp. 419-434  
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos  
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340131002>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

## Avaliação de Impactos Ambientais no Meio Físico decorrentes de Obras de Engenharia Costeira - Uma Proposta Metodológica\*

***Assessment of Environmental Impacts on the Physical Environment due to Coastal Engineering Works - A Proposed Methodology***

Alessandro Farinaccio<sup>@,1</sup>, Moysés Gonzalez Tessler<sup>1</sup>

---

### RESUMO

O presente artigo apresenta uma proposta para a avaliação de impactos no meio físico de ambientes costeiros decorrente da implantação de obras de engenharia na linha de costa. Para a avaliação dos impactos foi desenvolvida uma matriz que permite a representação gráfica de obras situadas nos ambientes costeiros, e a avaliação de seus impactos, considerando as particularidades dos empreendimentos, bem como, as particularidades dos diferentes tipos de ambientes e seus condicionantes. A matriz proposta combina dois métodos já conhecidos na avaliação de impacto ambiental aplicados nos Estudos de Impacto Ambiental, e consiste da associação do método Matricial de Leopold, ou Método de Matrizes de Interação, com o Método de Listas de Interação ou Check Lists (Método de Battelle-Columbus). Integram a matriz as principais obras de engenharia que ocorrem na linha de costa dos municípios costeiros na costa centro-sul do Estado de São Paulo e que correspondem aos municípios de Santos, São Vicente, Praia Grande e Guarujá. Para a avaliação de impactos nestes municípios, foram estabelecidos setores os quais correspondem aos diferentes ambientes costeiros que integram a região, sendo estes: uma baía, praias arenosas oceânicas e canais estuarinos. Na proposta de avaliação de impacto tais obras foram classificadas como obras de proteção, obras de recuperação, obras de infra-estrutura e obras de lazer e turismo. O trabalho conclui que a avaliação de impactos executada por meio da aplicação da matriz proposta na metodologia apresenta-se como uma ferramenta eficaz na avaliação de impactos em ambientes costeiros, uma vez que contempla a maioria de obras na linha de costa de praias arenosas e canais estuarinos encontrados ao longo da costa brasileira, e permite em casos de planejamento territorial uma visualização regional das intervenções na dinâmica costeira decorrentes de obras de engenharia. A estrutura e configuração final da matriz permitem a sua aplicação em obras costeiras existentes, bem como obras hipotéticas, uma vez que a mesma foi concebida a partir de casos reais identificados, ou seja, permite uma avaliação de obras já concluídas, como apresentadas nos estudos de caso, ou obras em fase de planejamento ou em execução.

---

<sup>@</sup> autor correspondente: [alfageo@ig.com.br](mailto:alfageo@ig.com.br)

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo (USP), Instituto Oceanográfico

## ABSTRACT

This paper presents a proposal for assessing physical impacts on coastal environments caused by civil engineering works along the coastline. A matrix was developed for the assessment of impacts that allows graphical representation of engineering works located in coastal environments and evaluation of the impacts on these environments, considering both the particularities of these developments and the particularities of the different environments and their constraints. The proposed matrix combines two methods already used in environmental impact assessments. It consists of associating the Leopold Matrix, or the method of interaction matrices, with the method of interaction lists or Checklists (Battelle-Columbus Method). The matrix is composed of the main engineering works occurring along the coastlines of municipalities in the central southern coast of the State of São Paulo. These municipalities include Santos, São Vicente, Praia Grande and Guarujá. To assess impacts on these municipalities, sectors corresponding to the different coastal environments in the region were established. These sectors are: a bay, oceanic sandy beaches and estuarine channels. In the proposed impact assessment, civil works were classified as protection, recovery, infrastructure, recreation and tourism. The present paper concludes that the assessment of impacts using the proposed matrix is an effective tool for coastal environments since it covers the majority of coastal civil engineering works on sandy beaches and in estuarine channels encountered on the Brazilian coast and, in cases of land planning, it permits a regional view of interventions on coastal dynamics arising from civil engineering works. The structure and final configuration of the matrix make it applicable to both existing and projected civil coastal works, since it was conceived from actual identified cases. Therefore, it allows an evaluation of works that have already been completed, as presented in the case studies, or works in their planning and execution phases.

## 1. INTRODUÇÃO

O incremento das atividades econômicas e sociais que se desenvolvem nas zonas costeiras resultou em processos de degradações, com perdas ambientais significativas, o que aponta para a necessidade premente de ordenamento das atividades que se desenvolvem nas zonas costeiras.

*Dentre os problemas decorrentes da ocupação de áreas costeiras destacam-se aqueles relacionados à alteração do meio físico, principalmente aqueles que interferem na dinâmica dos processos sedimentares, e de movimentação de sedimentos ao longo da costa.*

*Muitas destas atividades antrópicas privam as costas de seu natural suprimento de areia, como as obras de regularização e estabilização de rios e a mineração em áreas fontes de sedimentos, obras portuárias, as de melhoramento de embocaduras e as de dragagens de manutenção.*

Além destas atividades, vem se tornando comuns, nas praias brasileiras, a construção de uma infraestrutura de lazer constituída de bares, quiosques e todo o complexo de condomínios, e de pousadas e hotéis que avançam sobre áreas de domínio da ação marinha.

A interferência nesta dinâmica estritamente particular pode acarretar problemas de cunho ambiental e financeiro. Do ponto de vista ambiental devem ser consideradas as alterações na linha de costa, decorrentes de erosões, assoreamentos e mudança de

habitats com impactos na dinâmica das comunidades biológicas. Quanto ao fator econômico, destacam-se as perdas de edificações e estruturas localizadas à beira-mar, causadas pela instalação de processos erosivos, assoreamentos, bem como de colapsos do substrato.

Deste processo de degradação das condições naturais da dinâmica costeira, observa-se a necessidade de se estabelecer ferramentas que possam auxiliar os processos de análise dos impactos no ambiente costeiro, e que permitam uma compreensão de como obras isoladas ou conjunto de obras, em determinada região interferem na dinâmica destes processos costeiros.

A presente pesquisa apresenta os resultados do trabalho desenvolvido que consistiu de um levantamento de obras situadas nos ambientes costeiros, e uma análise de seus impactos, a partir do desenvolvimento de uma matriz que permitisse sua representação gráfica, considerando as particularidades de empreendimentos implantados na zona costeira, bem como, as particularidades dos diferentes tipos de ambiente reconhecidos, das condicionantes ambientais da região e do entendimento da dinâmica atuante (Farinaccio, 2008). A matriz combina dois métodos já conhecidos na avaliação de impacto ambiental aplicados nos Estudos de Impacto Ambiental, e consiste basicamente da

associação do método Matricial de Leopold (Leopold *et al.* 1971), ou Método de Matrizes de Interação, com o Método de Listas de Interação ou Check Lists (**Método de Battelle-Columbus**, desenvolvido por Dee *et al.* 1973).

A matriz foi elaborada a partir de um levantamento das principais obras de engenharia na linha de costa que foram instaladas nos municípios de Santos, São Vicente, Praia Grande e Guarujá, localizados na Baixada Santista, litoral central do Estado de São Paulo, Brasil.

O trecho estudado (**Figura 1**) comprehende diferentes tipos de linhas de costa, que inclui desde praias abertas oceânicas, praias restritas limitadas por promontórios, praias em baías, canais estuarinos, e desembocaduras fluviais.

A Baixada Santista, em seu processo histórico de

ocupação, contou com obras que foram instaladas sem a realização de estudos ambientais prévios.

### 1.1. Referencial Metodológico

A matriz proposta neste estudo teve como referencial metodológico alguns conceitos básicos sobre a avaliação de impactos ambientais, bem como o entendimento dos principais métodos usualmente utilizados nos processos de Estudos de Impactos Ambientais, no Brasil e no Mundo.

A Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que seja feito um exame sistemático dos impactos ambientais de uma dada ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas. Pressupõe que os resultados sejam



Figura 1 – Localização da área de estudo, incluindo os limites dos Setores: Baía (1), Canal Estuarino (2) e Praias Oceânicas Arenosas (3). Base da imagem: Google Earth, acesso em 27/04/2010.

*Figure 1 - Location of Study Area, including the boundaries of Sectors: Bay (1), Estuarine Channel (2) and Oceanic Sandy Beaches (3). Image source: Google Earth, access on 27/04/2010.*

apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e que os mesmos sejam por eles devidamente considerados.

O exame sistemático dos impactos implica nas atividades de identificação, medição e valoração dos prováveis impactos, através de métodos e técnicas objetivas, de modo a garantir resultados consistentes.

A caracterização dos impactos ambientais é o ponto central de um estudo de avaliação de impactos, em especial os relacionados aos ambientes costeiros que apresentam grande mobilidade espacial e temporal.

Segundo Barbieri (2004), um dos métodos de caracterização de impactos e avaliação ambiental mais simples consiste no uso de ***listas de verificação***, ou de controle (***check lists***), para avaliar e interpretar os impactos que poderão ocorrer no caso de ocupação antrópica de uma área. A elaboração da lista consiste na identificação de características ou indicadores de qualidade ambiental que podem ser impactados pelas ações previstas no processo de ocupação. Por exemplo, o uso de recursos naturais e da infra-estrutura existente, alterações da paisagem, alteração do regime hídrico, erosão, assoreamento, poluição atmosférica e hídrica, geração de resíduos sólidos, ruídos, vibrações, intensificação do tráfego na área de influência, valorização ou desvalorização imobiliária, modificações no estilo de vida da população local e nas suas fontes de renda, etc.

Existem diversos tipos de listas, sendo que as mais simples apenas relacionam itens de verificação sobre a qualidade ambiental da área de influência do projeto. Existem listas que apresentam, além dos itens de verificação, orientações sobre como obter dados, selecionar amostras, bem como medir e interpretar os resultados. Cada item de verificação é então analisado e hierarquizado quanto à sua potencialidade de impacto.

A facilidade operacional é a principal vantagem desse método. Para projetos relacionados a atividades e empreendimentos de caráter repetitivo, podem ser elaboradas listas padronizadas que facilitam ainda mais sua aplicação. Sua principal desvantagem é fornecer uma visão segmentada dos impactos, já que os itens de verificação da lista são avaliados isoladamente, dificultando a identificação e a interpretação das interações entre os impactos decorrentes das ações previstas.

Há também métodos baseados em listas de verificação mais elaboradas, como o desenvolvido nos

Estados Unidos pelo Battelle-Columbus Institute, no qual a lista tem estrutura semelhante a uma árvore, com quatro fatores ambientais, 78 parâmetros e um sistema de ponderação. Para cada parâmetro, é estimado o valor do potencial impacto, com ou sem a ocupação do espaço considerado.

O método ***Battelle-Columbus*** (Dee *et al.* 1973) foi desenvolvido inicialmente, para avaliar impactos de projetos relacionados com recursos hídricos. Posteriormente, esse método foi adaptado para outros tipos de projetos, envolvendo outros parâmetros e outros sistemas de ponderação. As vantagens desse método são as mesmas de qualquer lista de verificação, acrescida da possibilidade de quantificação dos impactos listados, apesar da subjetividade que pode estar associada ao sistema de ponderação utilizado. Ainda assim, este método deixa a desejar no que concerne às interações entre os impactos, pois continua apresentando as mesmas limitações das listas de verificação unidirecionais.

O método baseado em ***Matrizes de Interação*** tem sua origem na conhecida ***Matriz de Leopold*** (Leopold *et al.*, 1971), concebida para avaliar os impactos ambientais da mineração no início da década de 1970. Essa matriz é uma tabela de dupla entrada, na qual as colunas relacionam cem ações causadoras de impactos decorrentes dos projetos e as linhas, 88 fatores ambientais da área de influência do projeto a serem afetados pelas ações, formando 8.800 células, cada uma representando o cruzamento entre uma ação e um fator ou característica ambiental.

Os métodos baseados em ***Redes de Interação*** procuram estimar os impactos diretos e indiretos, imediatos e de médio e longo prazo. Eles se baseiam na elaboração de diagramas de fluxo, ou gráficos de causa-efeito, que representam cadeias de impactos associados às ações previstas, como exemplificadas pela **Figura 2**.

Outra opção é a combinação de dois ou mais métodos, que tem como vantagem a simplicidade, rapidez e baixo custo na avaliação de impactos negativos. No entanto corre-se o risco de fazer uma avaliação compartimentada, não sendo recomendada para avaliações de impacto globalizada/integrada.

Há uma grande diversidade de métodos de avaliação de impactos envolvendo diferentes abordagens, como, por exemplo, os métodos baseados

em cartografia, em modelagem matemática de ecossistemas, em valoração econômica do meio ambiente e outros critérios.

Novos métodos e variações de métodos conhecidos estão sendo permanentemente desenvolvidos e aplicados, o que atesta a importância desse instrumento de avaliação de impacto ambiental, bem como a grande dificuldade que se tem para realizar a avaliação de impacto de modo satisfatório.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A concepção da matriz se consolidou a partir de casos reais de obras implantadas no litoral central do Estado de São Paulo, conhecida como Baixada Santista, por meio de levantamentos em campo e diagnósticos do meio físico e entendimento da dinâmica costeira atuante.

Este levantamento decorre do entendimento de que antes de se promover a ocupação de determinada área na linha de costa deve-se ter o conhecimento

das características da área, ou seja, que seja realizado um diagnóstico ambiental do local, bem como dos processos que nele atuam e que lhe conferiram tais características.

A área de estudo escolhida para o levantamento e aplicação da matriz, apresenta-se intensamente ocupada, com diferentes tipos e dimensões de obras, e que foram conhecidamente implantadas sem a realização de estudos ambientais prévios, e sem a proposição de medidas mitigadoras ou compensatórias.

A área de estudo concentra um grande acervo de obras de engenharia, decorrentes do processo histórico de ocupação, contudo devido a ausência de necessidade de avaliação de impactos ambientais no Brasil até meados de 1986, estas obras foram então executadas sem considerar a variável ambiental em seus projetos.

No caso em pauta, o diagnóstico executado envolveu aspectos do meio físico, especificamente a geologia e a geomorfologia local, e os processos

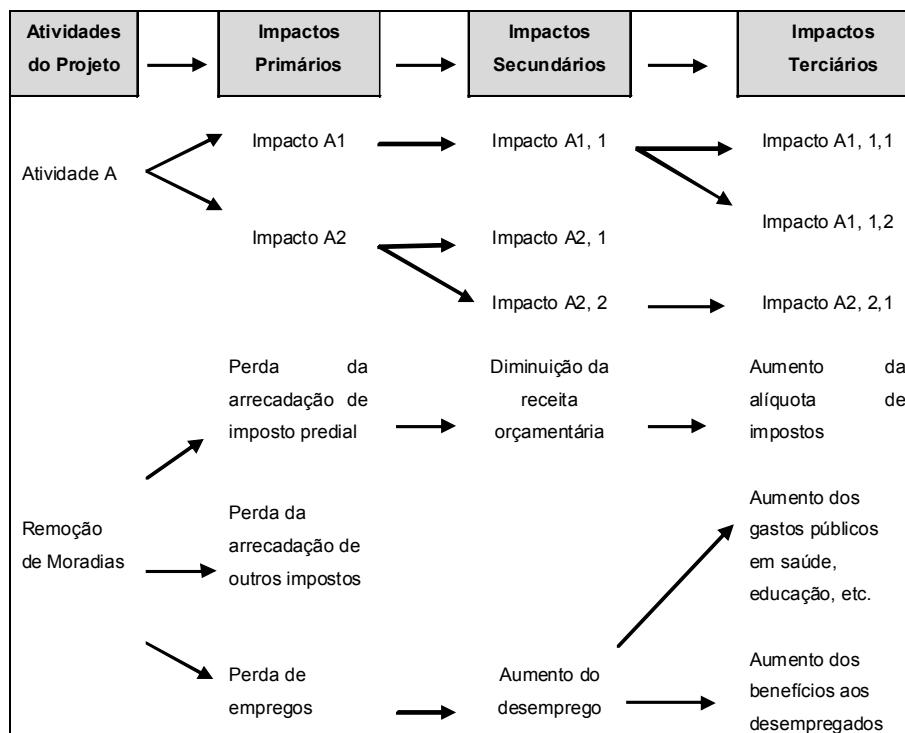


Figura 2 - Exemplo do uso de redes de interação. Adaptado de Rau & Wooten (1980).  
Figure 2-Example of interaction networks usage. Adapted from Rau & Wooten (1980)

oceanográficos costeiros atuantes que são os principais agentes modeladores da configuração da linha de costa. Os levantamentos incluíram praias em baías (baixa energia), praias abertas (oceânicas) e alongadas, praias restritas por promontórios e ainda margens de canais estuarinos.

Associado ao conhecimento destes aspectos está o conhecimento adquirido, obtido em visitas às áreas e por meio de informações disponíveis em mapas e documentação científica. Desta forma, para a área de estudo foram realizados os seguintes levantamentos:

- Clima e condições meteorológicas das áreas de estudo;
- Caracterização geológica da área de estudo;
- Caracterização geomorfológica da área de estudo;
- Recursos hídricos, com abordagem na hidrologia superficial e hidrogeologia;
- Aspectos relacionados à dinâmica oceanográfica;
- Qualidade e uso das águas e usos da água.

Os trabalhos de campo consistiram na visita a cada uma das praias da área de estudo, e na navegação ao longo dos canais estuarinos, para a aplicação de um cadastro-diagnóstico. Este cadastro, associado a fotointerpretação e análise de imagens de satélite, além de servir como banco de dados das áreas de estudo permitiu um reconhecimento, em campo, dos impactos na dinâmica costeira local causados pelos diferentes tipos de obras implantadas na linha de costa. Nesta etapa de caracterização pôde ainda ser realizado o levantamento dos fatores antrópicos, como o histórico da ocupação urbana e industrial.

O cadastro utilizado apresenta dados de indicadores ambientais contemplando as seguintes informações:

- tipo de terreno;
- geomorfologia local;
- tipo de ocupação e adensamento populacional;
- redução de áreas de domínio marinho;
- fontes de poluição;
- alterações na dinâmica costeira;
- evidências de colapso de estrutura e outros dados indiretos.

A partir do preenchimento da ficha de cadastro de campo foi então elaborada uma ficha cadastral contemplando as características do meio físico e da ocupação dos segmentos de linha de costa visitados, bem como das obras costeiras que interferiram no processo da dinâmica natural, e então incorporados e relacionados/associados os principais impactos observados.

## 2.1. Estrutura da Matriz

A matriz estabelecida nesta pesquisa permite uma visualização gráfica dos impactos identificados na Baixada Santista, e de uma compreensão relativamente rápida do padrão de interferência na dinâmica costeira atuante no local.

A matriz proposta é composta por linhas e colunas. Nas linhas é apresentado o grupo de obras por funções, ou seja, o objeto impactante. Estas linhas correlacionam-se com as colunas a direita, nas quais estão representados o padrão de interferência sobre a dinâmica costeira, e os impactos potenciais.

A primeira coluna da matriz apresenta os tipos de obras ao longo da área de estudo, e que foram identificadas nos trabalhos de campo e de fotointerpretação. Esta coluna encontra-se subdividida em 2 partes.

A primeira parte contém as funções das obras, dispostas em grupos de funções ao longo de 4 linhas. A segunda parte da coluna, a direita, relaciona os tipos de obras dentro de cada uma das funções. Neste levantamento as obras foram subdivididas em categorias associadas a seu objetivo construtivo e ou função estrutural, conforme exposta a seguir:

**Obras de proteção:** Têm o objetivo de proteger a costa (benfeitorias) do ataque direto das ondas. Geralmente são construídas para proteção de avenidas e casas instaladas na orla marítima. Nesta categoria foram enquadradas as seguintes obras:

- Muros;
- Barreiras de rocha (ex. rip-rap);
- Molhes e enrocamentos.

**Obras de recuperação:** Têm por objetivo a reconstrução do ambiente praial o mais próximo de suas características naturais. São

implantadas para estabilizar uma praia sujeita a recuos erosivos. Podem alargar a praia por meio da acumulação de areias e evitar assoreamento de uma região a sotamar da corrente da deriva litorânea. Nesta categoria enquadram-se as seguintes obras:

- Engordamento de praia - molhes e enrocamentos
- Espigões e gabiões

**Obras de infra-estrutura e lazer:** Têm o objetivo de fornecer equipamentos de infra-estrutura básica e de lazer, públicos ou privados. São obras ou conjunção de obras relacionadas à ocupação urbana, industrial e portuária, voltadas ao transporte, saneamento, atividades industriais e moradia além daquelas voltadas ao turismo. As obras enquadradas nas categorias anteriores, na maioria das vezes, são implantadas para a proteção/preservação das obras desta categoria. Nesta categoria enquadram-se:

- Obras de infra-estrutura básica como:
  - Emissários (*dutos emersos e enterrados*);
  - Canais de águas superficiais;
  - Aterros de lotamentos;
  - Aterros de invasões;
  - Palafitas;
  - Aterros de passagem (*ruas, avenidas, estradas*);
  - Pier ou plataforma de embarque;
- e também as obras de lazer e turismo como:
  - Aterros;
  - Marinas;
  - Píeres ou plataforma de pesca;
  - Molhes e enrocamentos.

A segunda coluna refere-se ao padrão de interferência na dinâmica das praias arenosas e nos canais estuarinos:

- **Padrão A:** obras que são capazes de alterar predominantemente os fluxos longitudinais, aqueles relacionados aos movimentos das

correntes de deriva litorânea (*longshore currents*), e que apresentam expressão mais nítida em planta;

- **Padrão B:** obras que alteram os fluxos transversais, relacionados aos movimentos costa adentro-costa afora (*onshore-offshore*), cujo reflexo se dá maneira mais incisiva sobre o perfil praial;
- **Padrão C:** obras cuja ação se dá de maneira igualitária nos dois tipos de fluxos; e
- **Padrão D:** Obras que interferem nos fluxos de canais estuarinos.

A terceira coluna indica os impactos ambientais potenciais identificados na área de estudo. A Coluna G1 apresenta os impactos que ocorrem sobre as faixas de praias arenosas, decorrentes da alteração da dinâmica costeira pela presença das obras. A Coluna G2 apresenta aqueles impactos que ocorrem sobre os canais estuarinos, e que decorrem da alteração da dinâmica dos fluxos estuarinos e da redução de áreas ao longo de suas margens. A Coluna G3 apresenta impactos ambientais associados, que nas praias arenosas e canais estuarinos, decorrem da ocupação destes ambientes bem como da ocupação urbana. Estes impactos referem-se às alterações da paisagem, danos sobre estruturas existentes e poluição por resíduos sólidos e efluentes. Para este estudo a relação de impactos em cada um dos seus Grupos é a seguinte:

#### **G1-IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE AREIA – PRAIAS**

- Redução da faixa de praia (avanço das obras sobre a faixa de praia) (a)
- Praias mais extensas causadas pelo assoreamento/deposição (b)
- Praias mais estreitas pela erosão (erosão paralela a linha de costa) (c)
- Alteração da topografia da praia (perfil praial) (d)
- Instalação de processos erosivos na praia (formação de células erosivas) (e)
- Aprisionamento de sedimentos junto a estrutura rígida de orientação impedindo seu movimento a sotamar (f)

**G2-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS**

- Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos (g)
- Redução de ambientes naturais (h)
- Redução de áreas de mangue (i)

**G3-IMPACTOS ASSOCIADOS**

- Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc) (j)
- Deposição de areia em avenidas e ciclovias (k)
- Colapso de muros de proteção (l)
- Solapamento/recalques de aterros (m)
- Assoreamentos (n)
- Escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas perpendiculares a linha de costa (o)
- Redução de áreas úteis a ocupação (p)
- Alteração da paisagem (q)
- Contaminação da água superficial - por efluentes (r)
- Contaminação da água por resíduos sólidos (s)
- Alteração do regime de fluxo da água subterrânea (t)

Cumpre ressaltar que a avaliação do impacto realizado nas áreas densamente ocupadas, ocorreu sobre estruturas, obras e atividades já instaladas, e desta forma foram avaliados os impactos decorrentes da existência de tais estruturas, sendo desconsiderados os impactos advindos da etapa de implantação das obras. Contudo, esta análise (pós-implantação) subsidia a análise de impacto potencial de estruturas e atividades a serem implantadas em locais que não experimentaram a ocupação.

Tanto na fase de diagnóstico como na fase de avaliação de impactos foram adotados os procedimentos comumente utilizados em Estudos de Impacto Ambiental – EIA, considerando, contudo, principalmente os parâmetros do meio físico aplicáveis a praias arenosas e canais estuarinos.

**2.2. Atributos dos Impactos Ambientais**

Na avaliação de impactos, foram ainda considerados os atributos dos impactos identificados. Estes atributos foram definidos com base no trabalho de Sanchez (2006), que considera: Expressão, Origem, Duração, Escala temporal, Reversibilidade, Cumulatividade e sinergismo e a Escala espacial.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O cadastramento das obras ao longo da Baixada Santista, permitiu a identificação de uma grande diversidade de obras costeiras distribuídas em diferentes compartimentos/setores da Baixada Santista, e que exibem particularidades com relação a dinâmica costeira. Estas particularidades facilitaram a visualização dos impactos de obras em diferentes tipologias de praias e em canais estuarinos.

*A área da Baixada Santista estudada apresenta um alto índice de ocupação, principalmente concentrado na linha costa (faixas de praia), e nas margens de canais dos estuários, implantada sem um planejamento e ordenamento territorial e ambiental durante seu processo de ocupação.*

Como exemplos da aplicação da Matriz foram considerados os resultados dos cadastros realizados em 3 segmentos de costa diferentes, considerando as particularidades de sua dinâmica costeira, e que permitisse exemplificar a aplicação do método. São eles:

- **Setor 1 Baía:** Baía de São Vicente, desde sua entrada entre a Ilha Porchat e o Morro do Japuí, na baía de Santos, estendendo-se até o trecho de estreitamento do canal entre o Morro dos Barbosas e Morro na Praia, na altura da Ponte Pênsil;
- **Setor 2: Canal Estuarino:** Estuário Santista/Canal do Porto de Santos, que compreende o Canal do Porto de Santos, desde sua entrada na Ponta da Praia e Ponta da Fortaleza, estendendo-se até o Largo de Santa Rita;
- **Setor 3: Praias Oceânicas Arenosas:** Praias do Guarujá, incluindo as praias da Ilha de Santo Amaro. Segmento de costa com praias arenosas oceânicas, podendo ser abertas ou restritas.

Os resultados do cadastramento são apresentados por setor conforme exposto a seguir. O Quadro 1 apresenta a síntese das principais intervenções em cada um dos setores avaliados.

A Matriz contempla todos os tipos de obras identificadas no cadastramento, e ainda, outras obras de engenharia costeira que possam vir a ser construídas. A forma da matriz elaborada é apresentada na seqüencia, com os exemplos de aplicação dos 3 setores estudados (**Figuras 3, 4 e 5**)

**Quadro 1 - Relação de intervenções/obras, aspectos ambientais e impactos na Baixada Santista**  
*Table 1 - List of interventions/civil engineering works, environmental aspects and impacts on the Baixada Santista.*

Intervenção/obra realizada	Setor de Ocorrência	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
• Construção de muros de proteção	Baía de São Vicente Praias do Guarujá	• Alteração no regime de deposição/evitação de construção de muros paralelos à linha de costa	• Deposição de areia em equipamentos públicos (praias, quiosques, etc) • Deposição de areia em avenidas e ciclovias • Impactos à população • Erosão da praia
• Construção de molas e encoroados para fins variados (turismo e lazer, orientação de desembarque, pesca e embarcações)	Baía de São Vicente Praias do Guarujá	• Alteração do perfil da praia pela limitação do espinhamento	• Acumulo de areia junto aos muros • Alteração da topografia da praia • Redução da fávia de areia por ocasião das tempestades
• Construção de aterros e encoroados à margem da costa com o intuito de promover a ocupação da face praial	Baía de São Vicente Praias do Guarujá	• Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos longitudinal a costa, pela implantacão de estrutura rígida única (molas, encoroados, aterros, tubulações expostas)	• Instalação de processos erosivos na praia • Apoionamento de sedimentos junto a estrutura rígida de orientação, impedindo seu movimento a sotamar • Praias mais extensas, causadas pelo assoreamento/deposição
• Construção de conjuntos de estruturas rígidas (molas e encoroados) com o intuito de promover a ocupação da face praial	Baía de São Vicente Praias do Guarujá	• Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos longitudinal a costa, pela implantacão de conjunto de estruturas rígidas	• Escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas perpendiculars à linha de costa • Alteração da paisagem • Instalação de processos erosivos na praia • Desequilíbrio no balanço sedimentar pelo apressamento de material sedimentar junto às estruturas
• Invasão das margens e leito do canal para ocupação por meio de plásticas	Baía de São Vicente Estuário de Santos-Canal do Porto de Santos	• Alteração da dinâmica natural de transporte de sedimentos pela limitação do escoamento ocasionada pela ação antrópica	• Implantação de ligeiros crostas • Redução de ambientes naturais • Colapso de muros de proteção • Praias mais estreitas, causadas pela erosão • Solapamento/colapso de aterros
• Invasão de áreas de preservação permanente (APP) para ocupação urbana e industrial	Baía de São Vicente Estuário de Santos-Canal do Porto de Santos	• Supressão da vegetação de mangue e exposição das margens dos canais estuarinos	• Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos • Redução de áreas úteis à ocupação • Redução de ambientes naturais • Contaminação da água superficial • Lançamento de resíduos sólidos
• Invasão das margens e leito do canal para ocupação por meio de aterros	Estuário de Santos-Canal do Porto de Santos	• Ocupação de mangens de canais estuarinos por aterros planitários	• Redução de áreas úteis à ocupação • Redução de ambientes naturais • Erosão de margens de canais estuarinos • Contaminação da água superficial • Lançamento de resíduos sólidos
• Invasão das margens e leito do canal para ocupação por meio de aterros transversais	Estuário de Santos-Canal do Porto de Santos	• Ocupação de mangens de canais estuarinos por aterros perpendiculars à margem do canal	• Redução de ambientes naturais • Erosão de margens de canais estuarinos • Contaminação da água superficial • Lançamento de resíduos sólidos
• Impermeabilização da face praial	Baía de São Vicente Praias do Guarujá	• Redução do escoamento • Concentração de águas pluviais • Limitação das variações do nível freático	• Alteração do fluxo da água subterrânea; • Redução de ambientes naturais • Erosão de margens de canais estuarinos • Contaminação da água superficial
• Impermeabilização do Complexo Portuário	Estuário de Santos-Canal do Porto de Santos	• Ocupação das margens de canais estuarinos • Supressão de vegetação nativa	• Redução de ambientes naturais • Erosão de margens de canais estuarinos • Contaminação da água superficial • Lançamento de resíduos sólidos • Retificação de margens de canais

A matriz apresenta diversas seqüências possíveis de correlações. A primeira dela, que pode ser observada ao longo de uma linha, se baseia nos diagramas de fluxo, que representam cadeias de impactos associados às ações previstas. Neste caso ressalta-se na matriz apresentada a necessidade do reconhecimento do padrão de interferência decorrente da obra na dinâmica costeira. A vantagem deste procedimento está associado a fácil visualização das intervenções e consequências desta, apresentadas nas colunas dos Grupos.

Outro modo de visualização da matriz corresponde a agregação de várias obras de engenharia no entendimento do processo da interferência e impactos decorrentes. Desta forma, a matriz permite uma visualização dos impactos decorrentes de obras costeiras em um determinado espaço físico, local ou regional, e auxilia no planejamento territorial.

A matriz tem aplicação tanto para obras já implantadas, uma vez que sua concepção decorre do levantamento de casos reais, bem como para obras futuras, uma vez que com base nas diferentes situações

observadas seria possível a previsão e realização de prognósticos.

Desta forma, em casos de obras já existentes, a matriz pode ser utilizada principalmente como uma “check-list” a ser preenchida. Para as obras futuras/potenciais, o formato apresentado permite ajustes nas colunas e linhas com base nas características de projeto. Contudo, entende-se que a coluna relacionada ao padrão de interferência, coluna 2, deve ser fixada, uma vez que contempla os 4 possíveis padrões de intervenção em praias arenosas e canais estuarinos.

O número de linhas e colunas da matriz pode ser aumentado ou diminuído, contudo, sugere-se a fixação da coluna relativa ao “Padrão de Interferência”. Mesmo que diferentes obras possam vir a ser projetadas, além daquelas apresentadas neste artigo, e novos impactos possam ser identificados, entende-se que os tipos de intervenção esperados na dinâmica costeira serão sempre aqueles apresentados na referida coluna.

MATRIZ DO SETOR I - BAÍA BAÍA DE SÃO VICENTE		PADRÃO DE INTERFERÊNCIA				IMPACTOS																			
						G1				G2				G3											
		A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
Obras de Proteção	Muros																								
	Barricinas de rocha																								
	Molhes e enrocamentos																								
Obras de Recuperação	Engardamento de praia- molhes e enrocamento																								
	Espigões e gabions																								
	Emissários (dutos emergentes e enterrados)																								
Obras de infra-estrutura	Canais de águas superficiais																								
	Aterros de lotamentos																								
	Aterros de invasões																								
	Palafitas																								
	Aterros de passagem (ruas, avenidas, estradas)																								
	Píer ou plataforma de embarque																								
	Aterros																								
Obras de lazer e turismo	Marnas																								
	Píer ou plataforma de pesca																								
	Molhes e enrocamentos																								
						VARIÁVEIS																			
		PADRÃO DE INTERFERÊNCIA				SETORES																			
						Setor 1 - Baía - Baía de São Vicente Setor 2 - Canal Estuarino - Fozário Santista-Canal do Porto de Santos Setor 3 - Praias Oceânicas Arenosas - Praias do Guarujá																			
A: Interferência predominante em fluxos longitudinais (deriva litorânea) B: Interferência predominante em fluxos transversais ( <i>meiovento assoreiro-sófora</i> ) C: Associação dos Grupos A e B D: Interferência nos fluxos de canais estuarinos		G1-IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE AREIA - PRAIAS				j - Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc.) k - Deposição de areia em avenidas e ciclovias l - Colapso de muros de proteção m - Solapamento/recalques de aterros n - Assoreamentos o - Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos p - Redução de ambientes naturais q - Redução de áreas de mangue r - Contaminação da água superficial - por efluentes s - Contaminação da água por resíduos sólidos t - Alteração do regime de fluxo da água subterrânea																			
G1-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS		G2-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS				G3-IMPACTOS ASSOCIADOS																			

Figura 3- Exemplo da aplicação da matriz em baías

Figure 3- Example of application of the matrix in bays

MATRIZ DO SETOR 2 - CANAL ESTUARINO ESTUÁRIO SANTISTA- CANAL DO PORTO DE SANTOS			PADRÃO DE INTERFERÊNCIA						IMPACTOS														
TIPOS DE OBRAS QUE OCORREM NO SETOR			A	B	C	D	G1			G2			G3										
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
Obras de Proteção	Muros																						
	Barreiras de rocha																						
	Molhes e enrocamentos																						
Obras de Recuperação	Engordamento de praia- molhes e enrocamento																						
	Espigões e gabiões																						
Obras de infra-estrutura	Emissários (dutos emersos e enterrados)																						
	Canais de águas superficiais																						
	Aterros de lotamentos																						
	Aterros de invasões																						
	Palafitas																						
	Aterros de passagem (ruas, avenidas, estradas)																						
Obras de lazer e turismo	Pier ou plataforma de embarque																						
	Aterros																						
	Marinas																						
	Pier ou plataforma de pesca																						
Molhes e enrocamentos																							
VARIÁVEIS																							
PADRÃO DE INTERFERÊNCIA			SETORES																				
A: Interferência predominante em fluxos longitudinais (deriva litorânea) B: Interferência predominante em fluxos transversais (movimento onshore-offshore) C: Associação dos Grupos A e B D: interferência nos fluxos de canais estuarinos			Setor 1 - Baia - Baía de São Vicente Setor 2 - Canal Estuarino - Estuário Santista-Canal do Porto de Santos Setor 3 - Praias Oceânicas Arenosas - Praias do Guarujá																				
<b>G1-IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE ÁREA- PRAIAS</b>			G1-IMPACTOS ASSOCIADOS						j - Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc.) k - Deposição de areia em avenidas e ciclovias l - Colapso de muros de proteção m - Solapamento/recalques de aterros n - Assoreamento o - Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos p - Redução de ambientes naturais q - Redução de áreas de manguezais r - Contaminação da água superficial – por efluentes s - Contaminação da água por resíduos sólidos t - Alteração do regime de fluxo da água subterrânea														
<b>G2-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS</b>																							

Figura 4- Exemplo da aplicação da matriz em canais estuarinos.

Figure 4 –Example of application of the matrix in estuarine channels.

MATRIZ DO SETOR 3 - PRAIAS OCEÂNICAS ARENOSAS PRAIAS DO GUARUJÁ			PADRÃO DE INTERFERÊNCIA						IMPACTOS															
TIPOS DE OBRAS QUE OCORREM NO SETOR			A	B	C	D	G1			G2			G3											
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s			
Obras de Proteção	Muros																							
	Barreiras de rocha																							
	Molhes e enrocamentos																							
Obras de Recuperação	Engordamento de praia- molhes e enrocamento																							
	Espigões e gabiões																							
Obras de infra-estrutura	Emissários (dutos emersos e enterrados)																							
	Canais de águas superficiais																							
	Aterros de lotamentos																							
	Aterros de invasões																							
	Palafitas																							
	Aterros de passagem (ruas, avenidas, estradas)																							
Obras de lazer e turismo	Pier ou plataforma de embarque																							
	Aterros																							
	Marinas																							
	Pier ou plataforma de pesca																							
Molhes e enrocamentos																								
VARIÁVEIS																								
PADRÃO DE INTERFERÊNCIA			SETORES																					
A: Interferência predominante em fluxos longitudinais (deriva litorânea) B: Interferência predominante em fluxos transversais (movimento onshore-offshore) C: Associação dos Grupos A e B D: interferência nos fluxos de canais estuarinos			Setor 1 - Baia - Baía de São Vicente Setor 2 - Canal Estuarino - Estuário Santista-Canal do Porto de Santos Setor 3 - Praias Oceânicas Arenosas - Praias do Guarujá																					
<b>G1-IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE ÁREA- PRAIAS</b>			G1-IMPACTOS ASSOCIADOS						j - Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc.) k - Deposição de areia em avenidas e ciclovias l - Colapso de muros de proteção m - Solapamento/recalques de aterros n - Assoreamento o - Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos p - Redução de ambientes naturais q - Redução de áreas de manguezais r - Contaminação da água superficial – por efluentes s - Contaminação da água por resíduos sólidos t - Alteração do regime de fluxo da água subterrânea															
<b>G2-IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS</b>																								

Figura 5–Exemplo da aplicação da matriz em praias oceânicas arenosas.

Figure 5 –Example of application of the matrix in oceanic sandy beaches.

### **3.1. Aplicação da Matriz no Setor 1 - Baía de São Vicente**

No **Setor 1**, as obras existentes são de 4 (quatro) diferentes tipos de função. Ocorrem obras de proteção, como muros e molhes; obras de recuperação, como os molhes destinados ao engordamento de praias; obras de infra-estruturas, como os aterros que sustentam as avenidas da praia e edificações; e por fim obras de lazer, que correspondem aos molhes e píeres utilizados para a pesca artesanal e como base de sustentação de restaurantes. As obras identificadas na Baía de São Vicente interferem predominantemente em fluxos longitudinais (deriva litorânea).

Neste setor os principais impactos que ocorrem são do tipo G1, que correspondem às alterações sobre o perfil das praias arenosas em decorrência das presenças das obras. Do Grupo G1 não foi reconhecido somente o impacto “b”, que corresponde ao aumento da faixa de areia causada por assoreamento/deposição. Isso ocorre pelo fato de toda a baía de São Vicente apresentar um padrão erosivo, com deficiência de sedimentos para composição das praias. A configuração atual das praias decorre de um equilíbrio instável no transporte e circulação de sedimentos, que garantem a faixa remanescente das praias. Com a presença dos molhes, os poucos sedimentos disponíveis no sistema são transportados pela deriva longitudinal e, sendo barrados ao sul, promovem uma deficiência na porção ao norte do molhe, atribuindo àquele segmento de praia um padrão escalonado.

No **Setor 1**, os impactos associados (G3) identificados foram: colapso dos muros de proteção (l), solapamentos/recalques de aterros (m), contaminação por água superficial-efluentes (r), contaminação por efluentes sólidos (s), e alteração do regime de fluxo de água subterrânea (t).

Os impactos identificados na **Baía de São Vicente** são em sua maioria adversos. Contudo, os efeitos da presença de alguns molhes podem ser considerados benéficos, pois foram implantados com o objetivo de promover o acúmulo de sedimentos e a proteção das estruturas.

Os impactos são de grande magnitude, ocorrência imediata, sendo em geral temporários.

### **3.2. Aplicação da Matriz no Setor 2 - Estuário de Santos**

O **Setor 2** é caracterizado por três grandes grupos de intervenções diferentes. O primeiro e mais significativo corresponde à presença do Porto de Santos e de toda a infra-estrutura associada que apresentam impactos dos Grupos G2 e G3. Além do porto ocorrem interferências decorrentes das ocupações irregulares (invasões) que ocorrem em alguns trechos do canal, além de toda a infra-estrutura associada ao complexo náutico do Guarujá (marinas e manutenção náutica).

Para a implantação do complexo náutico instalado nas proximidades da entrada do Canal do Porto, houve a supressão de vegetação de mangue e o aprofundamento do leito na desembocadura dos rios do Meio e Icanhema (**Figura 6**).

Na margem do Canal na Ilha de Santo Amaro, foi observada a ocupação irregular por meio de palafitas, resultando na supressão de vegetação ciliar e de mangue e na poluição das águas do canal.

No **Setor 2**, os impactos associados observados foram predominantemente: colapso de muros de proteção (l), solapamento/recalques de aterros (m), assoreamentos (n), instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos (o), redução de ambientes naturais (p), redução de áreas de mangue (q), contaminação da água superficial – por efluentes (r), contaminação da água por resíduos sólidos (s) e alteração do regime de fluxo da água subterrânea (t).

Quanto aos impactos no **Setor 2**, os mesmos foram considerados adversos com incidência direta, quando considerados os impactos de retirada de manguezais e instalação de processos erosivos. Contudo são indiretos quando considerada a redução de ambientes naturais em médio prazo. São impactos de alta magnitude e permanentes. Quanto à reversibilidade, a retirada pontual de vegetação de manguezais e a instalação de processos erosivos nas margens dos canais foram consideradas reversíveis, desde que de abrangência local. Contudo, a retirada de grandes áreas de manguezais ou a redução de outro ambiente natural torna os impactos irreversíveis.

Os impactos relacionados à contaminação da água superficial por efluentes e por resíduos sólidos foram considerados adversos, com incidência direta, e magnitude alta para a contaminação de águas por efluentes, e média magnitude para o lançamento de resíduos sólidos. Isto se deve à potencialidade de



Figura 6 - Desembocadura dos rios do Meio e Icanhema. Destaque para as obras de retificação das margens. No local ocorreu a supressão de vegetação de mangue e o aprofundamento do leito.

*Figure 6- Meio and Icanhema rivers mouth. Highlight on rectification works on the margins. Mangrove vegetation removal and the deepening of the riverbed occurred on this location.*

propagação da água contaminada por efluentes líquidos. Contudo, são impactos temporários e que podem ser mitigados por ações de despoluição, ou simplesmente pela interrupção do lançamento de efluentes.

O impacto significativo que corresponde à alteração na paisagem (i), decorre da expansão da ocupação irregular em palafitas e aterros, sobre os canais estuarinos de Santos e São Vicente. Nestes casos, os impactos foram considerados adversos, com incidência variando de direta a indireta, alta magnitude, de médio em longo prazo, permanente, reversível e de abrangência regional.

As obras que ocorrem junto à linha de costa e que estão sujeitas à dinâmica costeira são, em geral, obras cujos impactos podem ser reversíveis. Isto se deve à própria dinâmica a que estão sujeitas. A retirada destas obras da face praial permitiria a reconstrução dos perfis praiais que se encontram modificados, através da ação da dinâmica e do livre espraiamento das ondas sobre as faixas de areia das praias.

Contudo, ressalta-se a necessidade de haver disponibilidade de sedimentos para a reposição dos perfis.

### 3.3. Aplicação da Matriz no Setor 3 - Praias do Guarujá

No **Setor 3**, as principais intervenções são aquelas representadas pela construção de aterros paralelos à linha de costa e sobre parte da face praial. São os aterros que sustentam o calçadão e a avenida das praias de Pitangueiras e Astúrias, e os aterros que sustentam os condomínios nas Praias de Pernambuco e Mar Casado construídos para a obtenção de área edificável junto à linha de costa. Estes aterros alteraram o perfil praial, uma vez que, aprisionaram sob si, os sedimentos que compunham o perfil praial, e ainda pela limitação do espraiamento das ondas. São obras com função de proteção e ao mesmo tempo de infra-

estrutura, e que apresentam impactos dos Grupos G1 e G3.

As intervenções no **Setor 3**, resultam na associação de interferência em fluxos transversais e longitudinais, tipo C.

No **Setor 3** os impactos associados observados foram os de solapamento/recalques de aterros (m), assoreamentos (n), contaminação da água superficial – por efluentes (r), contaminação da água por resíduos sólidos (s) e alteração do regime de fluxo da água subterrânea (t).

Os impactos das obras que ocorrem no **Setor 3** são, em sua maioria, adversos, com incidência direta, magnitude variada, e ocorrência de médio prazo. Ressalta-se que são impactos em sua maioria temporários e reversíveis, com abrangência local.

Inicialmente esta análise é considerada sob o enfoque estrutural, ou seja, trata-se de estruturas que poderiam ser retiradas, com a recuperação do perfil praial pela ação natural da dinâmica costeira. Contudo, muitas destas obras foram implantadas para

proporcionar a ocupação, através do aumento de áreas edificáveis, ou mesmo para garantir o bem estar da população. Quando analisada sob este enfoque, estas obras dificilmente seriam retiradas ou mesmo destruídas, tornando seus impactos, assim, permanentes e irreversíveis.

### 3.4. Aplicação da Matriz de Atributos- Setores 1, 2 e 3

Com base no levantamento de impactos expressos nos Grupos G1, G2, e G3, foi então elaborada a matriz de atributos destes impactos (**Figura 7**).

Da análise da Matriz de Atributos, decorre que os impactos na dinâmica costeira identificada são adversos, com incidência direta (70%), magnitude variada, 50 % alta, 25% baixa e 25% média. A ocorrência dos impactos é em sua maioria (45%), em médio prazo, seguida de 30%, em longo prazo, e 25% de ação imediata. Observa-se que 60% dos impactos são temporários contra 40% permanentes, e de todos os impactos registrados 95% foram considerados

Grupos	Impacto	Classificação	Incidência	Magnitude	Ocorrência	Duração	Reversibilidade	Propriedades	Abrangência
<b>G1/IMPACTOS SOBRE A FAIXA DE AREIA - PRAIAS</b>	Redução da faixa de praia	A	D	BM	IM	T	R	S	L
	Praias mais extensas causadas pelo assoreamento/depósito	A/B	D	AM	MP	T	R	S	L
	Praias mais estreitas pela erosão	A	D	AM	MP	T	R	S	L
	Alteração da topografia da praia (perfil praial)	A/B	D	AM	MP	T	R	C	L
	Instalação de processos erosivos na praia	A	D	MM	LP	T	R	C	L
<b>G2/IMPACTOS SOBRE CANAIS ESTUARINOS</b>	Apresamento de sedimentos junto a estrutura rígida de orientação impedindo sua movimentação a soterrar	A	D	BM	MP	P	R	C	R
	Instalação de processos erosivos nas margens dos canais estuarinos	A	D	AM	IM	P	R	S	R
	Redução de ambientes naturais	A	I	AM	MP	P	IR	S	R
	Redução de áreas de mangue	A	D	AM	IM	P	R	S	R
<b>G3/IMPACTOS ASSOCIADOS</b>	Deposição de areia em equipamentos públicos (praças, quiosques, etc.)	A	I	MM	MP	T	R	C	L
	Deposição de areia em avenidas e ciclovias	A	I	MM	MP	T	R	C	L
	Colapso de muros de proteção	A	D	MM	LP	T	R	S	L
	Solapamento/recalques de aterros	A	I	BM	LP	T	R	C	L
	Assoreamento	A	D	BM	LP	T	R	C	L
	Escalonamento da linha de costa por sucessivas estruturas rígidas perpendiculares à linha de costa	A	D	AM	MP	P	R	C	R
	Redução de áreas úteis à ocupação	A	I	AM	LP	P	R	S	R
	Alteração da paisagem	A	I	AM	LP	P	R	S	R
	Contaminação da água superficial - por efluentes	A	D	AM	IM	T	R	C	R
	Contaminação da água por resíduos sólidos	A	D	MM	IM	T	R	C	R
Legenda	A	Adverso	D	Direto	B M A M M M	LP M P M I	Temporário Médio prazo Permanente Imediato	R Reversível Irreversível Cumulativo	L Local Regional
	B	Benefício	I	Indireto	Alta Magnitude	Longo prazo			

Figura 7-Matriz de relação dos impactos ambientais e seus atributos.

Figure 7 - Matrix of relation between environmental impacts and their attributes.

reversíveis, contudo, esta reversibilidade estaria associada à retirada total das obras para o reestabelecimento do perfil praial. Somente em um dos casos, que se refere à redução de ambientes naturais (como os manguezais) tal impacto foi considerado irreversível. 55 % dos impactos são de abrangência local e 55% são impactos cumulativos.

#### 4. CONCLUSÕES

A metodologia proposta mostrou-se eficaz para a avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira. As análises contempladas na metodologia acerca das intervenções nos três setores estudados resultaram numa amostragem abrangente dos impactos que ocorrem na dinâmica costeira em uma área densamente ocupada representada pela Baixada Santista, no litoral central do Estado de São Paulo, Brasil.

A avaliação destas intervenções por meio de matrizes de impactos associadas a redes de interação, permitiram visualizar os impactos que ocorrem na dinâmica costeira das praias arenosas e canais estuarinos nos três setores da Baixada Santista (Grupos G1 e G2), e os demais impactos associados (G3).

A avaliação de impactos executada por meio da aplicação da matriz proposta na metodologia contempla a maioria de obras na linha de costa de praias arenosas e canais estuarinos encontrados ao longo da costa brasileira, e permite em casos de planejamento territorial uma visualização regional das intervenções na dinâmica costeira decorrentes de obras de engenharia.

Quanto ao manuseio e organização da matriz, o número de linhas e colunas da matriz pode ser aumentado ou diminuído, contudo, sugere-se a fixação da coluna relativa ao “Padrão de Interferência”. Mesmo que diferentes obras possam vir a ser projetadas, além daquelas apresentadas neste artigo, e novos impactos possam ser identificados, entende-se que os tipos de intervenção esperados na dinâmica costeira serão sempre aqueles apresentados na referida coluna.

A matriz ainda permite uma análise individual dos impactos de cada obra, uma vez que as informações para esta análise podem ser facilmente obtidas quando

observadas horizontalmente as linhas da matriz, e se tem a relação direta do tipo de obra existente, os padrões de interferência causados por ela e seus impactos.

A estrutura e configuração final da matriz permitem a sua aplicação em obras costeiras existentes, bem como obras hipotéticas, uma vez que a mesma foi concebida a partir de casos reais identificados, ou seja, permite uma avaliação de obras já concluídas, como apresentadas nos estudos de caso, ou obras em fase de planejamento ou em execução.

Ao final da aplicação da matriz conclui-se que no Setor 1- Baía de São Vicente, há uma predominância de obras de proteção e de recuperação, cujo padrão de interferência predominante é do tipo A “*Interferência predominante em fluxos longitudinais*”. Os impactos neste setor concentram-se no Grupo 1 (Impactos sobre a faixa de areia-praias), porém com ocorrência significativa dos impactos do Grupo G2 (Impactos sobre canais estuarinos).

Para o Setor 2 -Estuário de Santos, que contemplou um exemplo de aplicação da matriz em canais estuarinos, conclui-se que devido a existência de um padrão desordenado de ocupação ao longo do canal de São Vicente, ocorrem vários tipos de obras, porém com um predomínio em obras de infraestrutura, que interferem principalmente nos fluxos estuarinos (padrão D). Em decorrência desta ocupação irregular, se identificou impactos em todos os grupos, porém com uma concentração significativa dos G3 (Impactos Associados), principalmente aqueles relacionados à contaminação de água superficial por efluentes domésticos e por resíduos sólidos.

Por fim, quando analisada a matriz do Setor 3- Praias do Guarujá, onde se concentra a maioria dos aterros e lotamentos de veraneio, observa-se que predominam interferências do Padrão B “*Interferência predominante em fluxos transversais (movimentos onshore-offshore)*”, embora pontualmente algumas obras, como canais de águas superficiais apresentem padrão de interferência A e alguns aterros, o padrão decorrente da associação A e B.

Quanto aos impactos no Setor 3-Praias do Guarujá, foi observada uma maior concentração nos impactos do Grupo G1, porém com significativa ocorrência em impactos dos tipos G2 e G3 com

destaque para solapamento/recalques de aterros (m) e assoreamentos (n).

Os impactos identificados e incidentes sobre a dinâmica costeira são em sua maioria adversos, com incidência direta de 70%. Conclui-se que 60% dos impactos são temporários contra 40% permanentes, e de todos os impactos registrados 95% foram considerados reversíveis, contudo, esta reversibilidade estaria associada à retirada total das obras para o reestabelecimento do perfil praial.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelos recursos financeiros destinados ao projeto.

## BIBLIOGRAFIA

Barbieri, J.C. (2004) - *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 328p. Editora Saraiva, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 9788502064485.

Farinaccio, A. (2008) - *Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas*. 217 p., Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Dee, N.; Baker, J.; Drobny, N.; Duke, K.; Whitman, T. & Fahringer, P. (1973) - *Planning methodology for water quality management: Environmental evaluation system*. Battelle-Columbus Laboratories. Columbus, Ohio, U.S.A.:

Leopold, L.B.; Clarke, F.S.; Hanshaw, B.B.; Balsey Jr, T. (1971) - *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington: 13p., U. S. Geological Survey, Circular 645, Washington, D.C., U.S.A. Disponível em <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED053006.pdf>

Rau, J.H. & Wooten, D.C. (1980) - *Environmental impact analysis handbook*. 642p., MacGraw-Hill. New York, NY, U.S.A. ISBN: 0070512175.

Sanchez, L.E. (2006) - *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. 495p., Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 9788586238796.