



**Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental**

Juliana Bustamante de Monti Souza

**ANÁLISE DOS POTENCIAIS IMPACTOS CUMULATIVOS DECORRENTES
DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS: O CASO
DA BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO.**

Rio de Janeiro

2014

Juliana Bustamante de Monti Souza

**ANÁLISE DOS POTENCIAIS IMPACTOS CUMULATIVOS DECORRENTES
DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS: O CASO
DA BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Professor Amarildo da Cruz Fernandes, D.Sc.

Rio de Janeiro

2014

Souza, Juliana Bustamante de Monti.

Análise dos potenciais impactos cumulativos decorrentes da implantação e operação de terminais portuários: o caso da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro/Juliana Bustamante de Monti Souza. – 2014.84f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2014.

Orientador: Amarildo da Cruz Fernandes

1. Impacto Ambiental. 2. Avaliação de Impacto Ambiental. 3. Impacto Cumulativo. I. Amarildo da Cruz Fernandes II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título Doutor.

ANÁLISE DOS POTENCIAIS IMPACTOS CUMULATIVOS DECORRENTES
DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS: O CASO
DA BAÍA DE SEPETIBA - RJ

Juliana Bustamante de Monti Souza

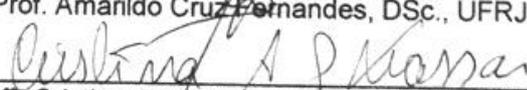
Amarildo Cruz Fernandes

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Engenharia Ambiental, Escola
Politécnica & Escola de Química, da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela banca:



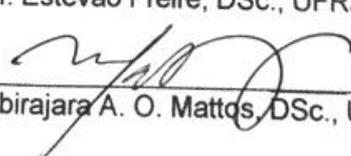
Prof. Amarildo Cruz Fernandes, DSc., UFRJ



Prof. Cristina Aparecida G. Nassar, DSc., UFRJ



Prof. Estevão Freire, DSc., UFRJ



Prof. Ubirajara A. O. Mattos, DSc., UERJ

Rio de Janeiro

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus mestres, pai e mãe, pelo amor incondicional e aos meus irmãos, Alê, Thaís e Lídia pelo carinho;

Aos meus sobrinhos Júlia e Thiago pela doçura, alegria e amor.

Aos meus companheiros de vida: Leo, Tita e Pepê, pela amizade e amor;

Aos meus amigos pelo apoio e parceria, nas horas difíceis e nas cheias de alegria, em especial: Pablo Soto, Nicole Castro, Caroline Rocha, Rita Passos, Flávia Valença, Joana Arcoverde e Breno Pantoja;

Aos colegas e amigos do INEA, em especial a equipe da Coordenação de Estudos Ambientais, foi de extrema importância a experiência, vivência e aprendizado no período que trabalhamos juntos;

Aos colegas e amigos do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, em especial ao Grupo de Apoio Técnico Especializado, pela troca de experiências diárias, pela busca do desenvolvimento ambiental sustentado e justo;

A UFRJ, pela oportunidade e capacitação, em especial aos professores do PEA, pelos conhecimentos transmitidos;

Em especial, o orientador Amarildo Cruz, pelo empenho e dedicação na transferência de seus conhecimentos, contribuindo com veemência para a concretização deste trabalho.

E por fim, a Deus, a natureza, por ter me dado força, em meio de tantos acontecimentos, para conclusão desse trabalho.

Imensa gratidão!

RESUMO

Souza, Juliana Bustamante de Monti. **Análise dos potenciais impactos cumulativos decorrentes da implantação e operação de terminais portuários: O caso da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

A Baía de Sepetiba é um ambiente estuarino, que apresenta peculiaridades ambientais. Porém, mesmo considerado de grande relevância ambiental e fundamental na garantia da biodiversidade marinha, já há alguns anos, vem sofrendo impactos negativos decorrentes da pressão antrópica, principalmente das atividades portuárias. Diante do exposto, o presente estudo propôs avaliar a interação dos potenciais impactos ambientais cumulativos decorrentes das atividades portuárias desenvolvidas sobre os meios físico e biótico da Baía de Sepetiba. A metodologia utilizada foi baseada nas premissas já consolidadas pela EPA para avaliação de impactos cumulativos, juntamente com o método de rede de interação, utilizado para Avaliação de Impactos Ambientais, para avaliar os potenciais impactos cumulativos motivados pelos Terminais Portuários presentes no entorno da Baía de Sepetiba. Os resultados encontrados apontam que o meio biótico aquático é o mais impactado negativamente, sendo o impacto cumulativo mais representante, o afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática.

Palavras-Chave: Impactos Cumulativos, Avaliação de Impacto Ambiental, Rede de Interações.

ABSTRACT

Souza, Juliana Bustamante de Monti. Analysis of potential cumulative impacts resulting from the implementation and operation of port terminals: the case of Sepetiba Bay Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Dissertation (master) - Environmental Engineering Program, School Polytechnic and School Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

The Sepetiba Bay is an estuarine environment, which poses environmental peculiarities. But even considered of great environmental relevance and fundamental in ensuring marine biodiversity, some years ago, has suffered negative impacts of anthropogenic pressure mainly of port activities. Given the above, the present study was to evaluate the interaction of potential cumulative environmental impacts of developed on the physical and biotic resources of the Bay of Sepetiba port activities. The methodology used was based on the premises already established by the EPA for assessment of cumulative impacts, along with the method of interaction network, used for Environmental Impact Assessment to assess the potential cumulative impacts motivated by Port Terminals present in the vicinity of Sepetiba Bay . The results show that the aquatic biota is the most negatively impacted, the most representative cumulative impact, scaring and increased mortality of aquatic biota.

Keywords: Cumulative Impacts, Environmental Impact Assessment, Network Interactions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diferenças nas características da AIA tradicional e com Análise de impactos cumulativos (LAWRENCE, 1994). Fonte: Oliveira, 2008.	13
Figura 2: Exemplo de Diagrama de interação. Fonte: Sanchez, 2000.	15
Figura 3: Matriz de impactos cumulativos. Fonte: Shanchez, 2000.	15
Figura 4: Exemplos de impactos cumulativos oriundos de diversas atividades antrópicas. Fonte: Oliveira (2008).	18
Figura 5: Terminal Portuário de Sepetiba/ DOCAS. Fonte: Google Earth, 2013.	20
Figura 6: Canal de Acesso, Bacia de Evolução, Píer e Cais de Atracação Porto Sudeste – LLX. Fonte: WASSERMAN (2009).	20
Figura 7: Esquema de atuação da draga. Fonte: TKCSA, 2010.	21
Figura 8: Meio Ambiente elencado para avaliação de impactos cumulativos. Fonte: Souza, 2014.	23
Figura 9: Exemplo da Matriz de Interação para análise dos impactos cumulativos.	24
Figura 10: Área de Estudo – Baía de Sepetiba. Fonte: DER, 2006 (Disponível em www.mapas-rio.com/baia-sepetiba.htm .)	26
Figura 11: Profundidade necessária para navegação de grandes embarcações. Fonte: LLX, 2011.	29
Figura 12: localização dos empreendimentos estudados. Fonte: Google earth.	32
Figura 13: PORTO SUDESTE – LLX. Fonte: Google Earth, 2013.	33
Figura 14: Otimização dos impactos ambientais identificados.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Impactos relacionados ao meio físico dos empreendimentos selecionados.	35
Tabela 2: Impactos do meio biótico dos empreendimentos relacionados.	37
Tabela 3: Corelação dos Impactos ambientais identificados e os impactos genéricos- Meio Físico	41
Tabela 4: Impactos Ambientais identificados – Meio Biótico.....	43
Tabela 5: Matriz de interação dos potenciais impactos ambientais sobre o meio físico e biótico sobre a Baía de Sepetiba decorrentes da instalação e operação dos Terminais portuários.....	45

SIGLAS

AI - Avaliação de Impacto

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

AIC – Avaliação de Impacto Cumulativa

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CWA - Clean Water Act

DER – Departamento de Estrada de Rodagem

ECO-92 - Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

EPA - Environmental Protect Agency

IAIA - INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NEPA - The National Environmental Policy Act

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo do trabalho	6
1.2 Justificativa do trabalho	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1. Avaliação de impacto ambiental.....	8
2.2. Impacto Cumulativo	10
2.3. Avaliação de impactos cumulativos	12
2.4. Terminais Portuários	19
3. METODOLOGIA	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Área de estudo	26
4.2 Definição dos impactos ambientais	31
4.3 Agrupamento dos Impactos Ambientais	40
4.4 Impactos cumulativos	44
4.2.1. Alteração da Qualidade do Ar	47
4.2.2. Assoreamento dos Corpos Hídricos	49
4.2.3. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do Solo.....	52
4.2.4. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais	54
4.2.5. Aumento do nível de ruídos e vibrações	57
4.2.6. Alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba.....	60
4.2.7. Supressão de Manguezal.....	61
4.2.8. Afugentamento e aumento da Mortalidade da biota aquática	63

4.2.9. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre	66
5. CONCLUSÃO	67
6. RECOMENDAÇÕES.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico, bem como as ações antrópicas repercutem em diversos impactos ao meio ambiente, alterando os meios biótico, físico e social. Diante do fato, e partindo da premissa, que a tendência do desenvolvimento econômico é crescer, principalmente nos países em desenvolvimento, surge a necessidade de avaliar os impactos ambientais decorrentes de atividades com alto potencial poluidor e modificador do ambiente natural.

De acordo com Sanches (2008), a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de política ambiental adotado atualmente em inúmeras jurisdições, países, regiões ou governos locais, assim como por organizações internacionais como bancos de desenvolvimento e por entidades privadas. É reconhecida em tratados internacionais como um mecanismo potencialmente eficaz de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável.

Sua formalização ocorreu pela primeira vez nos Estados Unidos, por intermédio de uma lei aprovada em 1969 pelo Congresso americano. A partir de então, a AIA disseminou-se, alcançando hoje uma difusão mundial. Atualmente, mais de uma centena de países incorporaram as suas legislações nacionais provisões requerendo a avaliação prévia dos impactos ambientais. Somando-se os procedimentos formais seguidos pelas agências bi e multilaterais de desenvolvimento, pode-se afirmar que a AIA é hoje universalmente empregada (Sanches, 2008).

A prática da AIA conta com uma gama de instrumentos e ferramentas, tipicamente baseados nas ciências naturais e físicas e nas ciências sociais, de previsão das consequências futuras e melhores tomadas de decisões. Dependendo do grau de esforço e da seriedade com que o processo é realizado, atingem-se diferentes graus de sucesso. A produção de um relatório apenas para cumprir o requisito legal da avaliação de impacto não é tipicamente uma forma efetiva da prática da AIA. Em alguns países, como os EUA, a análise de alternativas é considerada o “coração” (é a exata palavra

utilizada na regulamentação) do processo. Também é importante para o sucesso da AIA o processo de seguimento que assegura que as recomendações sejam efetivamente implantadas (IAIA, 2009).

No Brasil a primeira norma que abordou a indigência da Avaliação de Impacto Ambiental foi a Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986, que prevê a necessidade da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e exige em seu escopo a obrigação da realização da avaliação de impacto ambiental, como exposto em seu artigo 6º, inciso II.

“Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

(...) II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.”

Através dessa resolução passa também a vigorar no Brasil a necessidade da identificação dos impactos cumulativos. Todavia, essa questão ainda não é muito aprofundada nos EIA apresentados, comprometendo muitas vezes a avaliação real do impacto e conseqüentemente a definição das suas medidas mitigadoras.

Embora a Resolução CONAMA 01/86, que disciplina a realização do EIA/RIMA, faça menção a consideração de impactos cumulativos e sinérgicos, assim como outros instrumentos legais, não há definição de conceitos claros, normas e procedimentos para realização da análise nesses instrumentos. Com relação à base institucional brasileira, ela ainda é bastante segmentada e apresenta, no contexto da análise do EIA/RIMA e do licenciamento ambiental, um conflito de competências. (Oliveira, 2008).

A avaliação dos impactos em relação as suas propriedades cumulativas deve ser feita de maneira integrada, analisando a interação dos

variados impactos ambientais levantados. Após uma análise conjunta dos impactos e suas interações é possível avaliar as possibilidades de um impacto potencializar o efeito do outro e vice versa.

Considerando a importância da avaliação de impactos ambientais para definição da viabilidade de implantação do empreendimento, ou até mesmo para orientar a tomada das medidas mitigadoras necessárias, o presente estudo propõe analisar a interação dos potenciais impactos ambientais cumulativos, decorrentes das atividades portuárias desenvolvidas na Baía de Sepetiba.

O recorte geográfico do estudo foi escolhido considerando as peculiaridades ambientais da Baía de Sepetiba, inserida no município de Itaguaí, estado do Rio de Janeiro. A Baía de Sepetiba mesmo sendo de grande relevância ambiental e fundamental na garantia da biodiversidade marinha, já há alguns anos, vem sofrendo pressão antrópica, principalmente das atividades portuárias. Como qualquer outra baía, por suas características ambientais e conexão com o oceano, propicia maior facilidade para o desenvolvimento econômico de zonas portuárias, sendo assim, extremamente exploradas.

O tipo, o desenho e a instalação da estrutura de um porto dependerão das condições locais em terra e mar, como topografia e natureza do terreno, do tipo de cargas que serão transportadas e das possíveis combinações de transporte para o interior do país, sejam elas vias férreas, estradas, vias navegáveis ou dutos, assim como, das estruturas existentes no entorno da área. Portanto, deve-se destacar que uma estrutura portuária apresenta inter-relação com diversas outras atividades e seus impactos ultrapassam os limites da área do porto (MMA, 2013).

Ressalta-se que as atividades portuárias são passíveis da elaboração EIA/RIMA para requerimento da licença prévia, sendo esse um instrumento legal exigido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001 de 1986 em seu artigo 2º.

“Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

(...) III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos; (...)“

Infelizmente o desenvolvimento econômico, ainda sobressai, como prioridade no país, a importância da preservação e conservação do meio natural (biótico e físico), mesmo apresentando ameaças para funções ecológicas de ecossistemas naturais. Diante dessa problemática, considera-se de extrema importância que os instrumentos legislativos e técnicos sejam bem manipulados.

A Avaliação dos Impactos Ambientais é um instrumento que se bem avaliada e realizada previamente a instalação do empreendimento propicia maior assertividade nas ações mitigadoras a serem tomadas. Diante de um recorte geográfico, seja uma bacia hidrográfica, ou um ecossistema em particular, é uma ferramenta, se bem utilizada, de grande importância para evitar e prevenir danos ambientais potenciais oriundos de inúmeras atividades antrópicas.

Considerando que o meio ambiente natural (biótico e físico) é diretamente alterado devido à implantação de atividades portuárias, os impactos ambientais devem ser bem analisados, mesmo que hipoteticamente, e preferencialmente previstos antes da implantação das atividades, de forma a auxiliar na proposição das melhores medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas em decorrência da aprovação da implantação do empreendimento.

Diante da importância da identificação dos impactos, é essencial que essa avaliação seja realizada de forma integrada, considerando as propriedades cumulativas e sinérgicas, bem como a capacidade de suporte da bacia hidrográfica em que o projeto será concebido. De acordo com a IAIA (2009), a avaliação de impacto (AI) foi cabalmente reconhecida em

1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro. O princípio 17 da declaração final é dedicado à AIA: “A avaliação de impacto ambiental, como instrumento nacional, deve ser efetuada em relação a determinadas atividades que possam vir a ter um impacto adverso significativo sobre o ambiente e estejam dependentes de uma decisão de uma autoridade nacional competente”.

A previsão dos efeitos relacionados à degradação e à poluição, provocadas pelos empreendimentos de desenvolvimento econômico, é essencial para a formulação de políticas públicas balizadas pelo conceito de desenvolvimento sustentável, considerando os limites ambientais de assimilação de resíduos e de degradação, bem como o respeito aos direitos humanos. Nesse contexto, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) deveria desempenhar um papel preventivo e relevante para a tomada de decisão dos setores públicos acerca de políticas, planos, programas e projetos de desenvolvimento (Cureau, 2004).

Todavia, atualmente, as falhas e inconsistências dos Estudos de Impacto Ambiental comprometem a real Avaliação dos Impactos Ambientais decorrentes da atividade a ser implantadas. Um dos pontos mais importantes da análise, porém, pouco abordado ou até mesmo omitido, é a avaliação das propriedades cumulativas dos impactos.

Segundo Oliveira (2008), inconsistências e deficiências na documentação utilizada e na forma de abordagem dos impactos cumulativos dentro dos processos de Avaliação de Impacto Ambiental são frequentes mesmo nos países onde já existem regulamentações e procedimentos implantados e exigidos pelas agências ambientais federais. Oliveira (2008) ainda cita Cooper, Canter (1997); Burris e Canter (1997), Cooper e Sheate (2002) que em concordância, relatam que, embora a maioria dos processos mencione os impactos cumulativos em alguma parte do relatório ambiental, em poucos processos há uma parte/ descrição destinada exclusivamente para impactos cumulativos. Segundo esses autores, os impactos cumulativos são tratados em diversas partes do relatório e que muitos, se

quer, trazem sua definição o que dificulta o processo de análise, por falta de parâmetros e padrões.

Tratamento insuficiente dos impactos cumulativos é uma deficiência comum dos estudos de impacto ambiental no mundo como um todo. No Canadá, a insuficiente consideração de impactos cumulativos já motivou decisões judiciais de suspensão de licenças ambientais. Uma amostra de cinquenta EIA preparados no Reino Unido foi analisada por Cooper e Sheate (2002), onde foi constatado que, embora 48% deles mencionassem os termos "impactos ou efeitos cumulativos", somente 18% traziam uma discussão desses impactos, enquanto que "consideração e avaliação sistemáticas de efeitos cumulativos foram encontradas somente em três EIA". No Canadá, Baxter, Ross e Spaling (2001) advogam que "uma estratégia distinta de estudos" é necessária para um tratamento adequado dos impactos cumulativos. Em doze casos analisados por esses autores, somente um EIA de uma barragem foi guiado por termos de referência separados para a análise dos impactos cumulativos (Sanchez,2008).

1.1 Objetivo do trabalho

O presente estudo tem como objetivo analisar as relações de interações dos potenciais impactos ambientais no meio físico e biótico e suas propriedades cumulativas, decorrentes das atividades portuárias, diante do ecossistema da Baía de Sepetiba. Os objetivos específicos são:

- ✓ Identificar os potenciais impactos ambientais incididos nos meios físico e biótico oriundos da instalação e operação dos principais terminais portuários da Baía de Sepetiba;
- ✓ Aperfeiçoar e agrupar os potenciais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação dos Terminais Portuários sobre o meio físico e biótico;
- ✓ Analisar qualitativamente os efeitos cumulativos dos potenciais impactos ambientais.

1.2 Justificativa do trabalho

A importância da avaliação dos impactos cumulativos é defendida e aplicada internacionalmente. Todavia, no Brasil, ainda é realizada superficialmente, mal identificam os impactos ambientais. Fora a confusão de conceitos entre cumulatividade, sinergia e capacidade de suporte, abordados de forma genérica e superficial.

Ponderando a existência de ferramentas e métodos para avaliação de impactos cumulativos já desenvolvidos e adotados internacionalmente, o presente estudo, optou por um desses métodos existentes e propõe diante dessa premissa, analisar qualitativamente os potenciais impactos cumulativos decorrentes das atividades portuárias sobre a Baía de Sepetiba, que é considerada pela constituição do Estado do Rio de Janeiro como área de interesse ecológico, em seu artigo 269 inciso VI, visto a importância de sua função ecológica.

O trabalho foi estruturado em cinco itens, sendo o primeiro a introdução e apresentação do tema abordado na dissertação. O segundo capítulo aborda os fundamentos teóricos adotados como base no estudo. No terceiro são elucidadas as premissas adotadas para análise dos impactos ambientais cumulativos. O quarto capítulo abarca os resultados obtidos e o quinto, conclui a análise. Por fim, o sexto, aclara a bibliografia consultada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Avaliação de impacto ambiental

Impacto ambiental é definido como qualquer modificação do meio ambiente (circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações), adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais (elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente) da organização (ABNT NBR ISO 14001:2004).

A Resolução CONAMA nº 001 de 1986 define:

“impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

1. a saúde, a segurança e o bem estar da população;
2. as atividades sociais e econômicas;
3. a biota;
4. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
5. a qualidade dos recursos ambientais”

A definição de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) adotada pela IAIA é o *“processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos relevantes - biofísicos sociais e outros - de propostas de desenvolvimento antes de decisões fundamentais serem tomadas e de compromissos serem assumidos”*. A avaliação de impacto tem uma natureza dual, cada uma com as suas próprias abordagens metodológicas: como um instrumento técnico para a análise das consequências de uma intervenção planejada (política, plano, programa, projeto), fornecendo informação às partes interessadas e aos responsáveis pela tomada de decisão, e de intervenções não planejadas, tais como desastres naturais, guerras e

conflitos; e como um procedimento legal e institucional ligado ao processo de decisão de uma intervenção planejada (IAIA, 2009).

A Avaliação de Impacto (AI) tem como finalidades: fornecer informação para o processo de decisão relativamente às consequências biofísicas, sociais, econômicas e institucionais de ações propostas; promover a transparência e a participação do público nos processos de decisão; identificar procedimentos e métodos para o seguimento (monitorização e mitigação das consequências adversa) ao longo dos ciclos de política, planejamento e projeto; contribuir para um desenvolvimento ambientalmente seguro e sustentável (IAIA, 2009).

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um dos instrumentos de política e gestão ambiental utilizados em vários países. Ela foi oficialmente instituída pelo governo federal norte americano, através do *The National Environmental Policy Act* – NEPA, promulgado em 1969, que criou e incorporou os procedimentos da Declaração de Impactos Ambientais (*Environmental Impact Statement* – EIS) e o processo associado a essa declaração, a Avaliação de Impactos Ambientais (*Environmental Impact Assessment* - EIA). A regulamentação dos procedimentos foi realizada posteriormente pelo *US Council on Environmental Quality* – CEQ, criado para assessorar o governo nas questões ambientais. Inicialmente a proposta era direcionada somente às iniciativas do governo federal norte-americano (EPA, 1969; Sanches, 2008; Wood, 1995).

A AIA é uma importante ferramenta utilizada pelas instituições nacionais de assistência ao desenvolvimento para integrar as questões ambientais e sociais na cooperação para o desenvolvimento, bem como para considerar as questões da participação pública e da boa governança (IAIA, 2009).

Cunha & Guerra (2007), que define que os métodos de avaliação de impactos ambientais são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre os impactos de uma proposta, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessa informação. Alguns métodos

são adaptados em técnicas de planejamento, estudos econômicos como, por exemplo, a análise de potencialidade de utilização do solo e de usos múltiplos de recursos naturais, modelos matemáticos, etc. Existem distintas linhas metodológicas desenvolvidas para a avaliação de impactos ambientais: Metodologia espontânea (*Ad Hoc*); Listagem (*Check-list*); Matrizes de Interações; Redes de Interação (*Networks*); Metodologias quantitativas; Modelos de simulação; Mapas de superposição (*Overlays*); Projeção de cenários, entre outros (Didato, 2004).

2.2. Impacto Cumulativo

Em meados de 1979, os primeiros regulamentos relacionados com o EIA do CEQ definiram impacto cumulativo (efeito) como: "Impacto sobre o meio ambiente que resulta do impacto incremental da ação quando adicionada a outras ações passadas, presentes e futuras razoavelmente previsíveis, independente do que agência (federal ou estadual) ou pessoa que realizar essas outras ações. Os impactos cumulativos podem resultar de individualmente menor, mas coletivamente significativo, as ações que ocorrem durante um período de tempo." (IAIA, 2013)

Na interpretação da agência norte-americana, *Environmental Protect Agency* – EPA, sobre a regulamentação do CEQ (EUA, 1999) a definição é mais detalhada, considerando 'impactos cumulativos', como resultado da soma ou interação dos efeitos de uma ação, com outros efeitos, em determinado lugar e espaço de tempo. A abordagem destaca que enquanto impactos podem ser diferenciados em diretos, indiretos ou cumulativos, o conceito de 'impactos cumulativos' leva em conta todas as perturbações, desde que estes impactos sejam a 'soma' de todos os 'efeitos' gerados ao longo do tempo (Oliveira, 2008).

Leibowitz *et al* (1992), baseados na regulamentação da US EPA sobre a qualidade dos recursos hídricos '*Clean Water Act*' – CWA (40 CFR 230.11) define como sendo 'impacto cumulativo' o impacto gerado pela soma dos impactos individuais ocorridos em determinada escala espacial e temporal, inclusive as previsões futuras e 'efeito cumulativo' como sendo a resultante da soma de todos os impactos cumulativos (Oliveira, 2008).

Cumulatividade e sinergismo referem-se, respectivamente, à possibilidade de os impactos se somarem ou se multiplicarem. Para McDonald (2000) o caráter aditivo ou cumulativo dos impactos ambientais é bem mais comum que o sinérgico; este ocorre quando a ação combinada de substâncias químicas é maior que a soma dos efeitos individuais, sobre os seres vivos, dessas substâncias (Moreira, 1992), embora "respostas não-lineares" também possam ser vistas como um tipo de sinergismo" (Sanches, 2000).

Oliveira (2008) exemplifica o conceito adotado por Leibowitz *et al* (1992), fazendo uma análise dos potenciais impactos cumulativos em um rio utilizado como manancial. Ao longo do curso do rio, existem vários lançamentos industriais devidamente licenciados, com impactos individuais insignificantes. A jusante dos lançamentos há uma captação para abastecimento, cuja empresa responsável registra com o passar do tempo uma queda na qualidade da água captada (impacto cumulativo 1), com conseqüente aumento do custo do tratamento (impacto cumulativo 2). Comunidades ribeirinhas de um município vizinho, também referem à queda na qualidade e quantidade de pescados nos últimos anos, tendo inclusive, desaparecido algumas espécies (impacto cumulativo 3). Extrapolando a escala temporal, considerando os impactos cumulativos (1, 2 e 3) em conjunto e procurando-se fazer previsões futuras, pode-se chegar a total perda ou inviabilidade do uso do curso d'água para o abastecimento e a perda da biodiversidade aquática, que seriam segundo a definição de Leibowitz *et al*, (1992), considerados como efeitos cumulativos dos impactos anteriormente gerados.

Orians (1986) ao se referir às fontes de IC, declarou que podem ser divididas em dois tipos: adição de materiais no ambiente e remoção de materiais, ambos originados por ações humanas. Descreve ainda que a adição de materiais pode ser subdividida em dois sub-grupos: adição de materiais químicos e adição de materiais ou espécies biológicas. O autor chamou a atenção sobre as questões da inclusão de espécies exóticas aos ambientes naturais e da modificação dos ecossistemas, como potenciais

fontes de impactos cumulativos; contudo deixa claro que determinar as fontes e relacionar os fatores biológicos aos IC são tarefas complexas e que ainda precisam ser muito discutidas (Oliveira, 2008).

2.3. Avaliação de impactos cumulativos

De acordo com manual da EPA (1999), para avaliar os impactos cumulativos com sucesso, deve considerar uma ampla gama de atividades e padrões de degradação ambiental que estão ocorrendo nos arredores do projeto. As considerações a seguir (modificado a partir de Klein e Kingsley, 1994) podem auxiliar na identificação de ações que podem estar relacionados ao projeto em análise:

1) a proximidade dos projetos um ao outro geograficamente ou temporalmente;

2) a probabilidade de ações que afetam o mesmo sistema ambiental, especialmente sistemas que são suscetíveis a pressões de desenvolvimento;

3) a probabilidade de que o projeto vai levar a uma ampla gama de efeitos ou levar a uma série de projetos associados;

4) se os efeitos de outros projetos são semelhantes às do projeto em análise;

5) a probabilidade de que o projeto vai ocorrer - a aprovação final é o melhor indicador, mas muito planejamento gama de agências governamentais e organizações privadas e tendências informação também deve ser usado;

6) aspectos temporais , como o projeto que está sendo iminente.

Para Walker e Johnston (1999) os impactos cumulativos podem ser considerados tanto na AIA de projeto ao fazer a análise da interação entre vários impactos sobre uma mesma área, como na Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) ao fazer a consideração dos impactos de vários projetos. Os autores ainda destacam que a AIC não deveria ser vista como uma etapa

a parte no processo da AIA e sim incorporada a todas as fases do processo. Para Hegmann *et al* (1999) a consideração de impactos cumulativos na AIA tradicional é apenas uma questão de mudança na escala espacial e temporal (Oliveira 2008).

Aspectos	AIA Tradicional	Análise de Impactos Cumulativos (AIC)
FINALIDADE	✓ Avaliação de Projetos	✓ Gerenciamento de grandes problemas ambientais
PROponentes	✓ Único	✓ Múltiplos projetos e/ou sem proponentes identificados
FONTES	✓ Projetos individuais com grande potencial para impactos ambientais	✓ Múltiplos projetos ou atividades
PERSPECTIVA DISCIPLINAR	✓ Disciplinar e menos interdisciplinar	✓ Transdisciplinar e menos interdisciplinar
PERSPECTIVA TEMPORAL	✓ Pequeno a médio prazo ✓ Dispersão contínua ✓ Atividade proposta	✓ Médio a longo prazo ✓ Dispersão descontínua ✓ Atividades presentes, passadas e futuras
PERSPECTIVA ESPACIAL	✓ Local específico ✓ Dispersão contínua	✓ Grandes áreas ✓ Dispersão descontínua
PERSPECTIVA DE SISTEMA AMBIENTAL	✓ Sistema ecológico único ✓ Sistema socioeconômico único	✓ Múltiplos sistemas ecológicos ✓ Múltiplos sistemas socioeconômicos
INTERAÇÃO	✓ Entre os componentes do projeto ✓ Entre os componentes do ambiente ✓ Entre projeto e ambiente ✓ Principalmente interações diretas ✓ Processos aditivos	✓ Entre os componentes do projeto ✓ Entre os componentes do ambiente ✓ Entre projeto e ambiente ✓ Interações diretas e indiretas ✓ Processos sinérgicos e outros não aditivos
INTERPRETAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA	✓ Significância de impactos individuais ✓ Pressupõe que se há impactos individuais insignificantes, a combinação dos impactos também é insignificante	✓ Significância de múltiplas atividades ✓ Possibilidade da significância da combinação de impactos individualmente insignificantes
NÍVEL ORGANIZACIONAL	✓ Inter-organizacional	✓ Inter-organizacional
RELACIONAMENTOS NO PLANEJAMENTO	✓ Vínculos fracos para objetivos ambientais detalhados ✓ Planejamento no nível de projeto	✓ Vínculos explícitos para os objetivos ambientais detalhados ✓ Planejamento no nível de planos, políticas e programas
RELACIONAMENTOS NA TOMADA DE DECISÃO	✓ Reativa: depois da decisão inicial de implantar a atividade	✓ Proativa: antecipando futuras ações
GERENCIAMENTO DOS IMPACTOS	✓ Monitoramento e gerenciamento dos impactos diretos principais	✓ Sistema de monitoramento e gerenciamento detalhado

Figura 1: Diferenças nas características da AIA tradicional e com Análise de impactos cumulativos (LAWRENCE, 1994). Fonte: Oliveira, 2008.

Segundo IAIA (1996), diversos modelos e abordagens para a análise de efeitos cumulativos podem ser usados. Estes variadamente podem definir e correlacionar complexas relações de causa - efeito (CEARC, 1986), sendo eles: **fontes** - o padrão e o calendário de atividades que causam ou potencialmente iniciam mudança ambiental; **efeitos** - a síndrome de impactos e mudanças de longo prazo que ocorrem em resposta a perturbação, estresse, etc; e **processos** - os caminhos ecológicos e mecanismos que sofrem o acúmulo de efeitos na estrutura.

Uma maneira prática de identificar impactos cumulativos é ordenar uma relação de projetos localizados. É preciso definir, de antemão, qual a área de abrangência do estudo para que se possa identificar outras atividades ou projetos cujos impactos possam se acumular aos impactos do projeto em análise. Esse recorte espacial poderá ser diferente para distintos tipos de impactos (Sanchez, 2000).

De acordo com Oliveira (2008) os métodos Diagramas e Redes de Relacionamento/Interação estabelecem a relação causa-efeito entre as ações humanas e os impactos de maneira muito precisa; bem como as relações entre impactos diretos e indiretos e as inter-relações entre os diferentes impactos de um projeto ou sistema ambiental. Pode relacionar vários projetos e sistemas ambientais. E ainda, cita que segundo Lawrence (1994), estes métodos permitem aos especialistas identificarem as inter-relações entre os impactos das diferentes áreas (interdisciplinaridade) e facilitam a adoção de medidas de gerenciamento dos impactos.

Outro método para identificar impactos é utilizar o raciocínio lógico-dedutivo, por meio do qual, a partir de uma ação, inferem-se seus possíveis impactos ambientais, chamados de diagramas ou redes de interação (figura 2), que indicam as relações sequenciais de causa e efeito (cadeias de impacto) a partir de uma ação impactante.

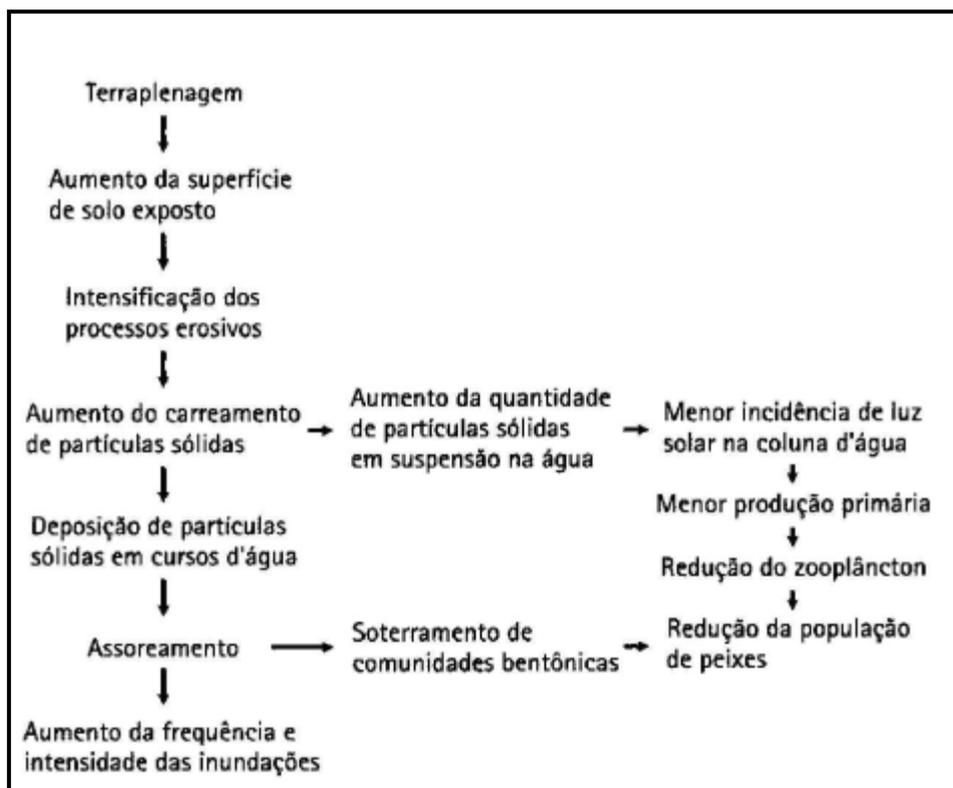


Figura 2: Exemplo de Diagrama de interação. Fonte: Sanchez, 2000.

Segundo Sanchez (2000), uma maneira prática de identificar impactos cumulativos é ordenar uma relação de projetos localizados como exemplificado na figura 3. É preciso definir, de antemão, qual a área de abrangência do estudo para que seja possível identificar outras atividades ou projetos cujos impactos possam se acumular aos impactos do projeto em análise. Esse recorte espacial poderá ser diferente para distintos tipos de impactos.

TIPO DE IMPACTO	IMPACTO DO PROJETO?	INFLUÊNCIA PERSISTENTE DE AÇÕES PASSADAS?	OUTRAS AÇÕES PRESENTES E FUTURAS			EFEITO CUMULATIVO POTENCIAL?	CARACTERÍSTICAS
			PROJETO A	PROJETO B	PROJETO C		
<i>Impacto 1</i>							
<i>Impacto 2</i> degradação da qualidade do ar	Sim direto, negativo, significativo	Sim outras fontes industriais e atividade agrícola	Indústria de fertilizantes emissões de F, SO ₂ , MP	Canavial queimadas duas vezes ao ano emissões de MP, CO, NO _x	Rodovia emissões de NO _x , CO, HC, SO ₂ , MP	Sim aumento das emissões de NO _x , MP	Impacto potencialmente significativo Estudo requer modelagem de dispersão
<i>Impacto n</i>							

Figura 3: Matriz de impactos cumulativos. Fonte: Sanchez, 2000.

Os procedimentos e métodos utilizados na aplicação da AIA tradicional, geralmente não consideram a análise de impactos cumulativos. Esta prática em estudos ambientais passou a ter importância devido à necessidade de ter uma visão sistêmica da somatória dos diversos impactos gerados por empreendimentos individuais (Oliveira, 2008).

Sanchez (2008) declara que, em sua concepção tradicional, a AIA não considera impactos insignificantes ou ações que individualmente tenham baixo potencial de causar impactos, por serem tratada por outros instrumentos de gestão Ambiental. Contudo, o autor destaca ainda, que em projetos para os quais é exigido o EIA/RIMA, a consideração dos IC pode ser fator determinante na tomada de decisão.

Os impactos cumulativos no Brasil são exigidos no EIA/RIMA, e muitas vezes abordados em Avaliação Ambiental Estratégica e Integrada, portando de acordo com Oliveira (2008), alguns outros documentos legais federais e estaduais fazem referência à consideração dos IC; contudo, sem dar diretrizes para sua abordagem ou procedimentos para a realização da AIC. Tratam-se apenas de menções isoladas e simplistas sobre este tipo de impacto, que como já apresentado, possui fundamentação conceitual complexa que vai muito além da consideração da soma de impactos individuais.

Oliveira (2008) cita em sua dissertação que apesar da existência da base legal, segundo informações pessoais de funcionários da CETESB, não é comum a prática da abordagem de impactos cumulativos nos EIA realizados para o licenciamento ambiental de atividades. Embora se referindo ao setor sucro-alcooleiro, declaração dada pela diretoria do DAIA confirma as informações pessoais de que o EIA de projetos não aborda a análise de impactos cumulativos, entre outros motivos, por ser realizado na fase de licenciamento (DAIA, 2008). Segue transcrição de trecho da declaração:

“O licenciamento ambiental, tal como proposto na Legislação vigente, tanto aquele com

base em EIA como aquele com base em RAP, é realizado projeto a projeto de modo que não se tem a visão do todo até que seja, talvez, tarde demais. Ou seja, o licenciamento de projetos individuais não contempla os impactos cumulativos, efeitos sinérgicos ou conflitos, decorrentes da implantação de vários empreendimentos similares em uma mesma região”.

Indiscutivelmente, o conceito de impacto cumulativo trata de mudanças ocorridas no ambiente e/ou sistemas ambientais, concentrando em si um grande número de variáveis e atributos influenciadores e determinantes, na figura abaixo (figura 4) seguem exemplos de impactos cumulativos (Oliveira, 2008).

Recursos afetados	Tipo de projeto / ação	Efeito gerado na proposta	Impacto cumulativo considerado na AIC	Fonte
Qualidade do Ar	Processamento de óleo pesado <i>in situ</i> (<i>Oil sands</i>)	Emissão de NO _x e SO ₂	Aumento na concentração dos poluentes	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
	Mineração de carvão	Lavra Disposição de rejeitos " <i>tailings disposal</i> "	Poluição do ar	SANCHEZ <i>et al</i> , s/d
Solo	Mineração de carvão	Lavra Drenagem ácida	Degradação do solo	SÁNCHEZ <i>et al</i> , s/d
Águas superficiais e recursos aquáticos	Processamento de óleo pesado <i>in situ</i> (<i>Oil sands</i>)	Utilização de grandes volumes de água Contaminação da água	Redução do volume do curso d'água	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
	Pulverização aérea de herbicida	Contaminação de corpo d'água	Diminuição do crescimento do fitoplâncton Diminuição do oxigênio dissolvido	CEQ, 1997
	Mineração de carvão	Disposição de rejeitos " <i>tailings disposal</i> " Drenagem ácida	Poluição da água	SÁNCHEZ <i>et al</i> , s/d
Águas subterrâneas	Processamento de óleo pesado <i>in situ</i> (<i>Oil sands</i>)	Retirada de água dos lençóis	Redução do balanço hídrico Redução na qualidade da água	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
Flora	Processamento de óleo pesado <i>in situ</i> (<i>Oil sands</i>)	Aumento da área explorada Deposição de poluentes	Diminuição na representação do número de espécies e indivíduos	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
	Pulverização aérea de herbicida	Contaminação de corpo d'água	Perda de área de vegetação ribeirinha Perda de espécies	CEQ, 1997
Fauna	Processamento de óleo pesado <i>in situ</i> (<i>Oil sands</i>)	Aumento da área explorada Criação de acessos rodoviários	Perda de habitat e distribuição de espécies	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
		Produção de sedimentos	Diminuição de habitat para desova	HEGMANN <i>et al</i> , 1999
	Mineração em habitat ribeirinho (<i>riparian habitat</i>)	Aumento da área explorada	Perda de habitat de espécies	CEQ, 1997
	Pulverização aérea de herbicida	Contaminação de corpo d'água	Bioacumulação nas cadeias alimentares aquáticas e terrestres Perda de habitat e de espécies	CEQ, 1997
	Mineração de carvão	Poluição da água	Diminuição da população de peixes Perda de habitats	SANCHEZ <i>et al</i> , s/d
Socioeconômicos	Mineração de carvão	Degradação do solo	Perda de solo agricultável Perda do valor da propriedade	SÁNCHEZ <i>et al</i> , s/d
	Mineração de carvão	Poluição da água	Aumento no custo do tratamento Diminuição do rendimento da safra agrícola Diminuição do safra de peixes	SÁNCHEZ <i>et al</i> , s/d

Figura 4: Exemplos de impactos cumulativos oriundos de diversas atividades antrópicas. Fonte: Oliveira (2008).

A realização de AIC ainda está em processo de desenvolvimento e completa sistematização. Questões relativas à eficiência, eficácia, critérios de análise utilizados, abordagem direta ou subjetiva nos EIA que consideram impactos cumulativos, documentação adequada, abordagem qualitativa ou quantitativa, escala espacial adotada, indicadores, metodologias e ferramentas utilizadas para o processo de AIC, apresentam-se contraditórias

e controversas. Além destas questões, uma metodologia adequada, a melhor forma de realização, a ligação com conceitos de desenvolvimento sustentável e os resultados obtidos nos processos tem sido estudadas em diversos países da Europa, bem como do Canadá e nos Estados Unidos (OLIVEIRA, 2008).

A avaliação dos impactos cumulativos (AIC), ainda não é difundida no Brasil e ainda existem muitas lacunas metodológicas para efetua-la. Certamente não é uma tarefa simples, como defendeu OLIVEIRA, em 2008, quando afirma que determinar as fontes e relacionar os fatores biológicos aos Impactos Cumulativos é tarefa complexa e que ainda precisam ser muito discutidas. Há ainda muito estudo e pesquisa a ser desenvolvido, para aprimorar os procedimentos, métodos e ferramentas, além de obter um consenso sobre a melhor forma de abordagem.

2.4. Terminais Portuários

Um Terminal Portuário (figura 5) é composto, no mínimo, de plataforma de transição; ponte de acesso para ligação da retro-área e o píer; rede de energia elétrica; sistema de embarque de minério: correias transportadoras da ponte e torres de transferência de minério nos pontos de mudança de direção das correias transportadoras; píer composto por berço de atracação, bacia de evolução (dragagem), canal de acesso (derrocagem) (figura 6); e outras instalações (guarita de controle de entrada no terminal, instalações administrativas e gerenciais, laboratórios e apoio operacional, circulação viária interna e externa e utilidades (rede de distribuição de energia elétrica, iluminação, lógica e controles, incêndio, água potável, ar comprimido etc.)).



Figura 5: Terminal Portuário de Sepetiba/ DOCAS. Fonte: Google Earth, 2013.

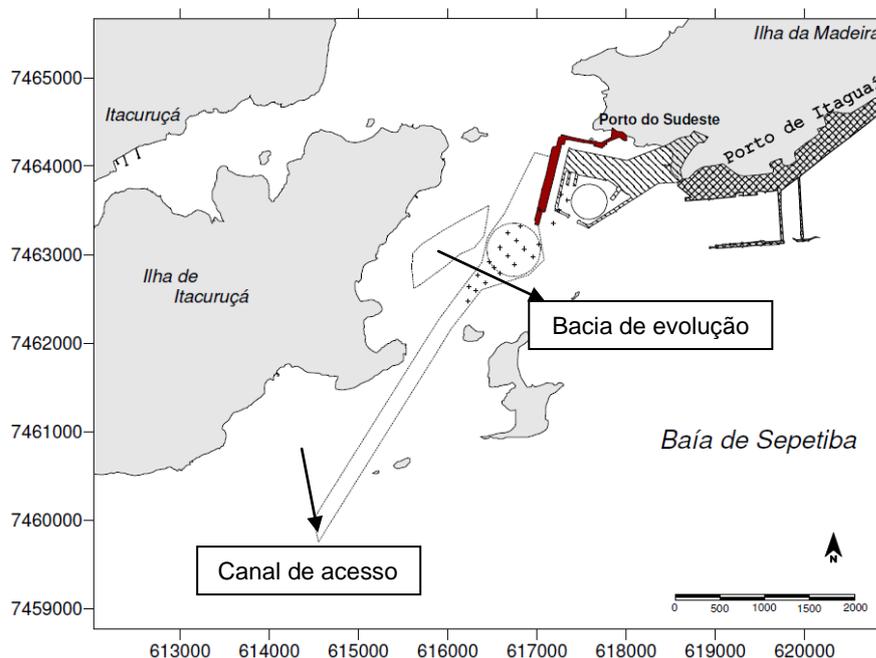


Figura 6: Canal de Acesso, Bacia de Evolução, Píer e Cais de Atracação Porto Sudeste – LLX. Fonte: WASSERMAN (2009).

Entende-se por dragagens (figura 7) a retirada, transporte e disposição final do material, que pode ser resultante do derrocamento, areias, siltes, argilas, etc., do leito dos rios ou não, por equipamentos adequados em cada operação. A escolha do equipamento para efetuar a dragagem é fundamental para minimização dos impactos decorrentes dessa atividade (Silva, 2004).

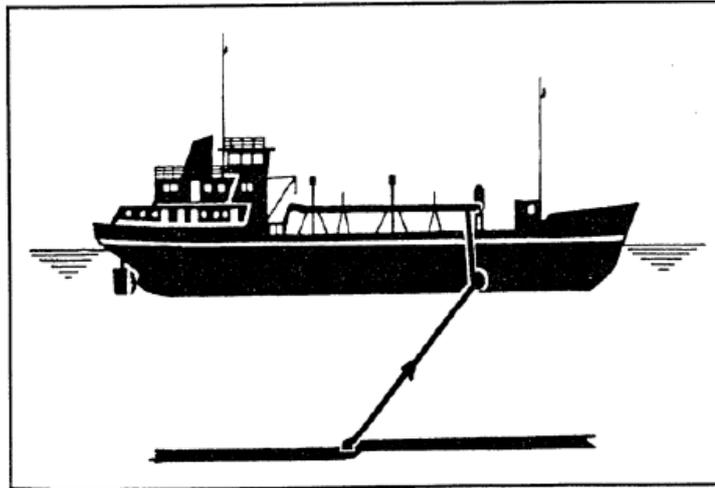


Figura 7: Esquema de atuação da draga. Fonte: TKCSA, 2010.

O derroncamento é a operação que consiste no desmonte (fraturamento e/ou rompimento) de rochas, particularmente do leito de rios ou canais, para desobstruí-los. Após desmonte, dá-se a remoção da rocha. O desmonte é realizado através de técnicas específicas, que consistem em romper o maciço, que pode se realizar, com a utilização de explosivos (onda de choque), por percussão ou por perfuração e percussão e, finalmente promover a remoção do material rompido, que quando no leito de rios ou canais, será retirado através de dragas (Silva, 2004).

3. METODOLOGIA

O presente estudo baseou-se nas premissas propostas pela *Environmental Protection Agency* (EPA) para avaliação de impacto cumulativo. Em consonância, com o método de AIA, matriz de interação e redes de interação, o estudo se propôs, a analisar qualitativamente os potenciais impactos cumulativos oriundos da implantação e operação de vários terminais portuários localizados em um mesmo ecossistema, em uma mesma região geográfica.

A EPA (1999) considera as seguintes premissas básicas, para a avaliação de impacto cumulativo: a proximidade dos projetos entre si quer geograficamente ou temporalmente; a probabilidade de ações que afetam o mesmo sistema ambiental, especialmente sistemas que são suscetíveis as pressões de desenvolvimento; a probabilidade de que o projeto vai levar a uma ampla gama de efeitos ou levar a uma série de projetos associados; se os efeitos de outros projetos são semelhantes aos do projeto em análise; a probabilidade de que o projeto vai ser licenciado; e os aspectos temporais.

Diante das considerações da EPA, elegeu como área de estudo a Baía de Sepetiba para ser alvo da Avaliação dos Impactos Ambientais cumulativos gerados pela implantação e operação dos terminais portuários instalados no seu entorno. Essa baía é um ambiente estuarino, essencial para a preservação da biodiversidade marinha. Todavia, há anos, vem sofrendo pressões do desenvolvimento econômico, principalmente das atividades portuárias e industriais.

Ante a relevância ambiental da Baía de Sepetiba versus a pressão antrópica que vem ocorrendo há anos sobre esse ambiente, foram elencados para avaliação dos potenciais impactos cumulativos, cinco grandes terminais portuários instalados em seu entorno.

Considerando que para viabilizar a implantação de um terminal portuário, é necessária a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) no requerimento da licença prévia, o presente estudo considerou esses estudos para definir os principais impactos ambientais gerados pela

atividade. Em atendimento a legislação vigente, o EIA contempla, entre outros, a Avaliação de Impactos Ambientais.

Identificados os impactos nos EIA pesquisados, esses, foram separados em meios (biótico e físico), e após, foram agrupados de acordo com fator ambiental que se correlaciona, a fim de otimização da matriz de interação.

Ressalta-se que foram considerados como fatores ambientais do meio físico, o ar, a água e solo, enquanto que para o meio biótico, a fauna e a flora (figura 8). Diante dessas ramificações do meio foram agrupados os impactos ambientais selecionados nos EIA em análise.

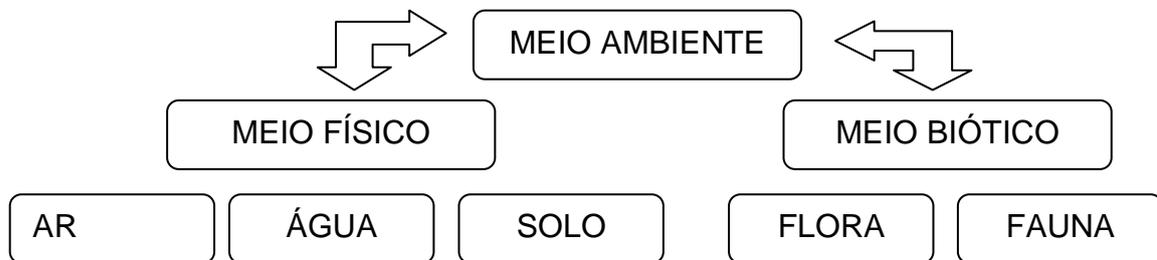


Figura 8: Meio Ambiente elencado para avaliação de impactos cumulativos.

Fonte: Souza, 2014.

Após definição dos impactos ambientais sobre o meio físico e biótico decorrentes das atividades portuárias inseridas na Baía de Sepetiba, foram avaliados quanto às potenciais propriedades cumulativas através do método de Redes Interação. O método redes de interação foi adotado de forma a analisar as relações sequenciais de causa e efeito (cadeias de impacto) a partir de uma ação impactante.

Inicialmente, os processos de AIC incorporaram os procedimentos da AIA tradicional, os crescentes estudos sobre AIC têm apresentado adaptações, sugestões e modelos mais apropriados para a sua realização (Oliveira, 2008).

O conceito de impacto cumulativo adotado nesse trabalho parte da premissa que a soma ou a interação de outros impactos ou cadeias de

impactos, gerado por um, ou mais, de um empreendimento isolado em um mesmo sistema ambiental, mesma bacia hidrográfica, mesmo ecossistema, possa potencializar outros impactos e se acumularem, sendo assim, considerado impacto prioritário nas ações mitigadoras e de monitoramento, visto seu alto potencial de ocorrência.

Identificados os Impactos Ambientais, foram separados em grupos de ocorrência como meio físico e biótico. Entre esses dois grupos os impactos identificados em cada grupo foram separados e otimizados para uma linguagem que abrangesse todas as ocorrências, porém de uma forma genérica.

Para análise das relações das interações entre dois impactos ambientais e julgamento sobre a existência de propriedades cumulativas, foram considerados cumulativos, os impactos, que quando interagidos, os seus efeitos são potencializa outro impacto, já previsto. Os impactos analisados, quando interagidos com outros, não apresentarem relações de interação, são classificados não cumulativos.

Após a seleção dos principais impactos ambientais, elaborou-se uma matriz de interação desses impactos, onde os impactos são analisados de forma integrada, a fim de identificar, se quando interagidos, um ou ambos são potencializados ou acumulados. A partir dessa interação é analisada a presença de propriedades cumulativas como exemplificado abaixo (figura 9).

IMPACTO AMBIENTAL	Alteração da Qualidade do Ar	Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo	Supressão de Manguezal
Alteração da Qualidade do Ar		IMPACTO CUMULATIVO Considerando que a alteração da qualidade do ar potencializa alterações e contaminação dos solos, considerado a possibilidade da emissão de material particulado contaminado.	NÃO CUMULATIVO
Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do Solo	IMPACTO CUMULATIVO		IMPACTO CUMULATIVO Considerando que a supressão do mangue vai potencializar ou até mesmo propiciar alteração das propriedades do solo, como perda de nutrientes pelo efeito da lixiviação.
Supressão de Manguezal	NÃO CUMULATIVO	IMPACTO CUMULATIVO	

Figura 9: Exemplo da Matriz de Interação para análise dos impactos cumulativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da importância da Avaliação dos Impactos Ambientais decorrentes de uma atividade antrópica com alto potencial de impactar o meio onde for instalada e com o intuito de promover discussão sobre as propriedades cumulativas desses impactos, foram elencados os Terminais Portuários instalados na Baía de Sepetiba para avaliação.

O presente trabalho, baseado nas premissas já consolidadas pela EPA para Avaliação de Impactos Cumulativos, propôs adequar o método de rede de interação usual para Avaliação de Impactos Ambientais, com o objetivo de avaliar a cumulatividade dos impactos motivados pelos Terminais Portuários instalados no entorno da Baía de Sepetiba.

Os terminais portuários, como outras atividades antrópicas, apresentam grande potencial de impactar o meio negativamente, assim, é fundamental a Avaliação dos Impactos Ambientais antes de sua implantação para tomada de ações que os minimizem.

A Baía de Sepetiba, como descrito ao longo do trabalho, é uma área de grande relevância ambiental, contudo, vem ao longo dos anos sofrendo pressão principalmente das atividades portuárias e industriais. Diante desse cenário, o estudo propôs analisar os impactos cumulativos decorrentes das atividades portuárias existentes ao entorno da Baía de Sepetiba.

A partir dos EIA apresentados pelas empresas portuárias, instaladas na Baía de Sepetiba, para requerimento de licença prévia junto ao órgão ambiental, elencou-se os impactos ambientais a serem analisados em relação às propriedades cumulativas. Vale ressaltar, que os referidos estudos não contemplaram a análise das propriedades cumulativas.

Elencados os impactos ambientais, construiu-se a matriz de interação de impactos, a fim de analisar a interação dos impactos e suas propriedades cumulativas. As redes de interações elaboradas entre os impactos foram criadas a partir de conceitos e entendimentos defendidos em teses, artigos

científicos, bem como conhecimentos técnicos adquiridos como profissional da engenharia ambiental diretamente envolvida ao tema.

Os itens abaixo apresentam o detalhamento dos resultados adquiridos depois da pesquisa proposta.

4.1 Área de estudo

O presente estudo tem como recorte geográfico a Baía de Sepetiba (figura 10), inserida no município de Itaguaí, estado do Rio de Janeiro. Essa área apresenta grande fragilidade ambiental e grande pressão do desenvolvimento das atividades portuárias e industriais instaladas na região.



Figura 10: Área de Estudo – Baía de Sepetiba. Fonte: DER, 2006 (Disponível em www.mapas-rio.com/baia-sepetiba.htm.)

A Baía de Sepetiba é uma interessante feição geográfica da costa sul/sudoeste do Estado do Rio de Janeiro cuja existência está condicionada a um extenso cordão arenoso, a Restinga da Marambaia. Esta feição é, na verdade, uma ilha barreira que, alinhada no eixo leste-oeste, isola parcialmente as águas da baía da ação das águas oceânicas, criando o que se convencionou chamar de ambiente lagunar semiconfinado. A Baía de Sepetiba vem apresentando importantes mudanças em sua forma, com

ambientes onde se observam importantes processos de assoreamento no litoral continental, contrastando com ambientes em intensa erosão no litoral norte da Restinga da Marambaia (Sampaio, 2002).

A região litorânea na qual se encontram enseadas, baías, lagunas costeiras e estuários é reconhecidamente uma área de proteção, alimentação e reprodução para um número considerável de espécies de peixes, funcionando como habitat temporário durante fases do ciclo de vida ou ainda como habitat permanente para outras espécies (Pessanha 2000 cita Day *et al.* 1989).

De acordo com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão licenciador do estado do Rio de Janeiro, a Baía de Sepetiba é um corpo de águas salinas e salobras, que se comunica com o oceano Atlântico por meio de duas passagens, na parte oeste entre os cordões de ilhas que limitam com a ponta da Restinga, e na porção leste, pelo canal que deságua na Barra de Guaratiba. É considerado um criadouro natural para diversas espécies em suas áreas de mangue e zonas estuarinas, sendo a atividade pesqueira um importante suporte econômico e social para a região. Além disso, suas águas servem à preservação da flora e fauna, à recreação, à navegação e, graças à beleza cênica da região, com suas cachoeiras e ilhas, possui áreas propícias ao turismo (INEA, 2013).

O manguezal, presente na Baía de Sepetiba, é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e subtropicais do mundo ocupando as áreas entre marés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (Soares, 1997).

Esses ecossistemas possuem importância vital na manutenção de uma alta diversidade de espécies de interesse ecológico, econômico e social, apesar de apresentarem uma baixa riqueza de espécies vegetais. Essa propriedade está associada à diversidade funcional desse ecossistema, a qual influencia diretamente populações da fauna que dependem do manguezal em algum período do seu ciclo de vida, além

daquelas que têm uma relação permanente com esse ecossistema, ou ainda espécies que promovem incursões esporádicas ao ecossistema, buscando explorar algum tipo de recurso associado ao mesmo. Nesses grupos podemos incluir tanto as espécies que passam todo o ciclo de vida dentro do ecossistema, espécies de água doce, espécies estuarinas, espécies marinhas (incluindo espécies recifais) e espécies terrestres que em algum momento frequentam o sistema (Soares, 1997).

A Baía de Sepetiba é um ecossistema de grande interesse ecológico, sendo um ambiente propício para preservação da biota aquática em seus diferentes ciclos de vida.

Diante desse ambiente com alta fragilidade ecológica, a atividade portuária, em fase de implantação e operação, apresenta grande potencial de impactar negativamente o meio ambiente.

Os impactos se iniciam na instalação do empreendimento, através das atividades necessárias para viabilidade de um Terminal Portuário. Dentre elas, cita-se a dragagem e a derrocagem, que apresentam potencial de impactar principalmente a biota marinha. A dragagem é necessária para aprofundamento do calado do canal de acesso para o tráfego de grandes embarcações.

As atividades de dragagem e derrocagem são comuns na implantação de um terminal portuário. Essas são necessárias para viabilizar navegações de grande porte e que precisam de aproximadamente 30 metros de profundidade para sua locomoção (Figura 11). Geralmente, é necessário dragar certo volume de sedimentos até atingir a profundidade necessária, e se for necessária, a derrocagem das rochas presentes no canal a ser dragado.

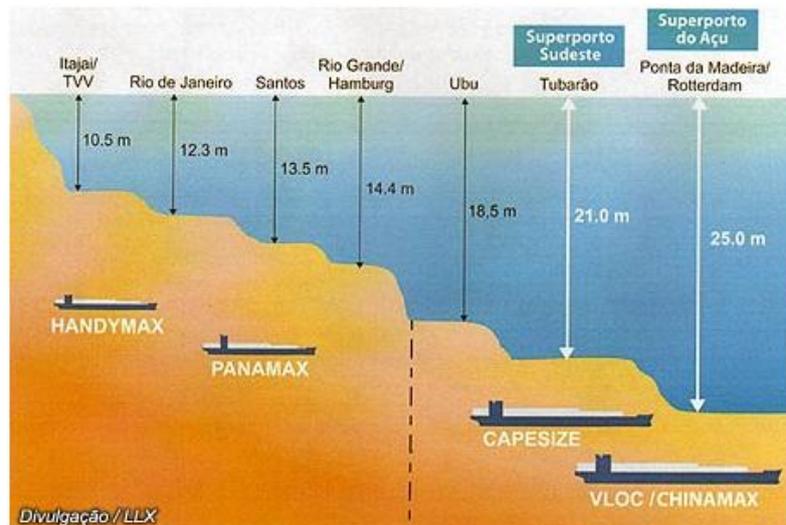


Figura 11: Profundidade necessária para navegação de grandes embarcações. Fonte: LLX, 2011.

As atividades de dragagem e derrocagem propiciam a profundidade para as embarcações se dirigirem através do denominado canal de acesso para o píer e cais de atracação de cada empresa.

Segundo o MMA (1999), vários impactos ambientais negativos podem ser observados, tanto na implantação como na operação de portos, entre eles pode-se citar: Degradação de ecossistemas frágeis, dos recursos pesqueiros, bem como da paisagem da região, alterando a qualidade do meio ambiente; Impactos das dragagens, que elimina e altera a fauna e a flora da área dragada, podendo ocorrer menor penetração de luz e menor atividade fotossintética, além de existir a possibilidade de acidentes com dutos e cabos submarinos; Riscos de derrames de cargas tóxicas.

Ressalta-se que além dos impactos comuns da tipologia, para a atividade se tornar viável é necessária a implantação de toda uma infraestrutura, como a necessidade da construção de rodovias e ferrovias, que são geradoras de novos impactos ambientais.

Em frente aos inúmeros impactos decorrentes da atividade portuária, o próximo capítulo identifica os impactos ambientais diante do meio físico e biótico da Baía de Sepetiba. Os impactos foram extraídos dos EIA apresentados ao INEA para requerimento de licença prévia para análise da viabilidade ambiental da implantação e operação dos Terminais Portuários

em questão. Sendo eles: EIA do Terminal Portuário da ThyssenKrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA); EIA da ampliação do Terminal Porto Sudeste – LLX; EIA da ampliação do Terminal Portuário da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ); EIA do Terminal Portuário da USIMINAS e EIA da ampliação do Terminal da Ilha Guaíba (TIG) da VALE.

Ressalta-se que os EIA, considerados nesse estudo, foram apresentados e aprovados pelo Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro a título de requerimento de licença ambiental. Os documentos estão disponíveis na biblioteca do INEA e na sua página da web¹.

Todavia, esse trabalho propõe a análise dos impactos cumulativos sobre o meio físico e biótico da Baía de Sepetiba, contudo reconhece que o recorte preferencial para analisar os impactos cumulativos é a bacia hidrográfica na qual o empreendimento está inserido, bem como analisar os impactos ocorrentes no meio socioeconômico. Todavia, para se analisar a bacia hidrográfica como um todo e os impactos ao meio sócioeconômico, seria necessária uma equipe multidisciplinar.

¹ www.inea.rj.gov.br

4.2 Definição dos impactos ambientais

Os impactos ambientais dos portos afetam a água, o solo, o ar, as plantas, os animais aquáticos e terrestres, bem como o ser humano. Estes impactos são maiores, quanto maior forem as obras e quanto mais intensas as atividades de carga e descarga do porto (MMA, 1999).

Os impactos ambientais, decorrentes das atividades portuárias inseridas no entorno da Baía de Sepetiba, foram elencados através das matrizes de impactos realizadas nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) de cinco empreendimentos portuários inseridos na baía.

Dentre as empresas que operam terminais portuários (figura 12) no entorno da Baía de Sepetiba, foram consideradas as avaliações de impacto ambiental dos EIA das seguintes: Terminal Portuário da ThyssenKrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA), Terminal Porto Sudeste - LLX, Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), Terminal Portuário da USIMINAS e Terminal da Ilha Guaíba (TIG) - VALE. Atualmente todas estão em implantação e/ou operação, exceto a USIMINAS, pois sua área encontra-se em remediação do solo e das águas subterrâneas.

As empresas foram elencadas pela sua localização geográfica, considerando que todas estão inseridas no entorno da Baía de Sepetiba e exercem a mesma tipologia, ou seja, os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação das atividades são muito semelhantes, considerando que estão na mesma bacia hidrográfica e que alteram o mesmo ecossistema, no caso a Baía de Sepetiba, sendo assim cumulativos simplesmente por se somarem uns aos outros. Todavia o presente estudo visa analisar as propriedades cumulativas decorrentes da interação dos diferentes impactos considerados.



Figura 12: localização dos empreendimentos estudados. Fonte: Google earth.

O Terminal Portuário da TKCSA tem o objetivo de escoar a produção da Usina Siderúrgica da TKCSA para atender demanda do mercado externo, que tem como finalidade a produção de placas de aço a partir da redução de minério de ferro fornecido por minas localizadas no território nacional e fabricação de aço em conversores.

O Terminal de Minério Porto Sudeste, na época, sob responsabilidade da LLX (figura 13), já encontra-se em instalação e requer junto ao INEA, nova licença prévia para ampliação de sua capacidade de estocagem e recebimento de Minério. O EIA considerado nesse estudo foi referente a ampliação do Porto Sudeste para capacidade de 100 milhões de toneladas por ano (Mtpa). Nesse estudo é informado que se trata de empreendimento classificado como atividade de operações de Terminais Portuários, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CNAE-IBGE).

De acordo com o EIA LLX, a área do Terminal do Porto Sudeste será composta por: Guarita de acesso ao porto; Plataforma de transição em

concreto pré-moldado; Ponte de acesso para ligação da retro-área e o píer; Rede de energia elétrica; Sistema de embarque de minério; Correias transportadoras da ponte; Torres de transferência de minério nos pontos de mudança de direção das correias transportadoras; Um Píer com um berço de atracação e dois carregadores de navios com capacidade nominal de 12.000 t/h. Na área marítima serão necessárias atividades de dragagem para viabilização da Bacia de evolução e atividades de derrocagem para aprofundamento do Canal de Acesso.



Figura 13: PORTO SUDESTE – LLX. Fonte: Google Earth, 2013.

A área que a USIMINAS pretende se instalar, é considerada um dos maiores passivos do estado do Rio de Janeiro, por ter seu solo contaminado pelo rompimento da barragem de rejeito da falida empresa INGÁ. O rejeito rico em metais pesados, principalmente por cádmio e zinco, se estendeu a ponto de contaminar as águas da Baía de Sepetiba. Diante da problemática, o órgão ambiental exigiu como condicionante, que a empresa descontaminasse a área, para depois se instalar.

O projeto dessa empresa prevê a construção de um terminal portuário e pátio de estocagem de minério de ferro para exportação, que serão compostos de: acessos, pátio de estocagem e pêra ferroviária; Transportadores de correias entre a retroárea e o berço; Ponte de acesso ao píer; e Píer para carregamento de minério de ferro.

O Terminal da Ilha Guaíba (TIG) se encontra em operação desde 1973. O EIA considerado no presente estudo é referente ao licenciamento do Projeto de Capacitação do terminal, para ampliar a capacidade de recebimento de minério. O projeto tem como foco a instalação de uma nova pêra ferroviária, de empilhadeiras/recuperadoras, de um virador de vagões, de subestações elétricas, além de prever a duplicação da ponte de acesso ao píer, o prolongamento do píer e a ampliação do cais da Praia do Leste.

A Companhia Docas do Rio de Janeiro responsável pelo Porto Organizado de Itaguaí, já em operação desde anos 70, requereu licenciamento ambiental para ampliação da sua capacidade de forma a viabilizar um canal de acesso secundário (aprofundamento do calado - previsão de atividades de dragagens). Os impactos foram identificados no EIA referente a essa ampliação.

Selecionados os empreendimentos e os seus respectivos EIA, foram extraídos os impactos ambientais considerados nesses estudos, relacionados ao meio físico e biótico (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1: Impactos relacionados ao meio físico dos empreendimentos selecionados.

EMPREENDIMENTO	IMPACTO AMBIENTAL
PORTO SUDESTE LLX	Alteração da Qualidade do Ar Devido ao Aumento das Concentrações de Material
	Alteração da Qualidade do Ar Devido ao Aumento das Concentrações de Poluentes Gasosos Oriundo das Emissões Veiculares
	Erosão de Solo em Áreas Terraplenadas e em pontos de concentração de água pluvial
	Assoreamento dos Corpos Hídricos
	Alteração das Propriedades Físico-Químicas do Solo
	Aumento do Risco de Contaminação dos Solos
	Alteração da Qualidade das Águas Superficiais
	Alterações da Reserva dos Aqüíferos Explotados
	Alteração da Qualidade da Água na Baía de Sepetiba durante a Implantação do Empreendimento
	Interferência nos Padrões de Corrente e Sedimentação da Baía de Sepetiba
	Alteração da Pressão Sonora do Ar
	Alteração da Qualidade do Ar
USIMINAS	Alterações na qualidade dos sedimentos
	Ressuspensão de sedimento durante dragagem (instalação)
	Alteração na hidrodinâmica Local/Dragagem
	Contaminação acidental por efluentes e resíduos
	Ressuspensão de sedimento durante a dragagem(instalação)
	Retirada de sedimentos contaminados
	Risco de acidente marítimos
	Início e/ou aceleração de processos erosivos
	Recalques e rupturas de solos moles na fundação de aterros e pilhas de resíduos e materiais
	Aumento do nível de ruídos e vibrações
DOCAS	Modificação da qualidade da água (turbidez)
	Alteração morfológica e granulométrica do solo marinho
VALE	Alteração da Qualidade do Ar

	Deflagração de Processos Erosivos
	Assoreamento do Sistema de Drenagem
	Deflagração de Processos de Movimentos de Massa e Queda de Blocos
	Alteração do Fluxo de Água Subterrânea
	Alteração das Propriedades dos Solos e das Águas Subterrâneas por Geração de Resíduos Sólidos
	Alteração das Propriedades dos Solos e das Águas Subterrâneas por Geração de Efluentes Líquidos
	Alteração da Qualidade das Águas Marinhas
	Alteração da Hidrodinâmica Local
	Alteração da Morfologia de Fundo Marinho
	Alteração das Propriedades dos Solos e das Águas Subterrâneas por Geração de Efluentes Líquidos
	Alteração da Qualidade da Água Marinha
	Alterações da Qualidade do Sedimento Marinho
TKCSA	Alteração na Qualidade da Água
	Alteração da Qualidade do Ar
	Alteração das Propriedades do solo
	Alteração dos níveis de ruído na área residencial
	Contaminação do Aquífero raso
	Erosão e Assoreamento de canais fluviais

Fonte: EIA/RIMA dos respectivos empreendimentos.

Os impactos identificados acima, para o meio físico, foram otimizados em 6 (seis) impactos principais, para facilitar a avaliação das propriedades cumulativas, sendo eles: alteração da qualidade do ar; assoreamento dos corpos hídricos; alteração das propriedades físico-químicas e risco de contaminação do solo; alteração da qualidade e risco de contaminação das águas superficiais; aumento do nível de ruídos e vibrações; e alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba.

Tabela 2: Impactos do meio biótico dos empreendimentos relacionados.

EMPREENHIMENTO	IMPACTO AMBIENTAL
PORTO SUDESTE LLX	Dificultação das trocas gasosas pela deposição excessiva de material particulado sobre as partes aéreas dos vegetais
	Aumento dos fatores de perturbação da fauna terrestre
	Aumento dos distúrbios nas comunidades aquáticas pelas restrições ao uso dos habitat e recursos da área de influência direta
USIMINAS	Supressão de Manguezal
DOCAS	interferência nos organismos marinhos (plâncton)
	Afugentamento da biota aquática
	Mortalidade da biota marinha (bentos) modificação de comportamento e de habitat, causada pela deposição dos sedimentos
VALE	Perda de Espécimes Vegetais
	Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna de vertebrados terrestres
	Distúrbios à fauna de vertebrados terrestres
	Perda de indivíduos e de biodiversidade da fauna aquática devido à compactação do sedimento marinho
	Perda de indivíduos e de biodiversidade da fauna aquática devido à Ressuspensão de sedimentos marinho
	Distúrbios à fauna de vertebrados terrestres
TKCSA	Afugentamento da Fauna Silvestre
	Danos à Vegetação de Manguezais
	Modificação na Estrutura (abundância e composição de espécies) das Comunidades Aquáticas
	Modificação na Estrutura (abundância e composição de espécies) das Comunidades de Algas e Invertebrados de Manguezais
	Redução da Disponibilidade de Habitats para a Fauna Terrestre

Redução da Disponibilidade de Habitat para Algas e Fauna de Invertebrados do Manguezal
Afugentamento da fauna silvestre
Modificação na Estrutura (abundância e composição de espécies) das Comunidades Aquáticas
Proliferação de Vetores
Redução da Cobertura Vegetal de Ambientes Terrestres

Fonte: EIA/RIMA dos respectivos empreendimentos.

Os impactos identificados acima, referentes ao meio biótico, foram otimizados em 4 (quatro) principais, entre eles: Supressão de Manguezal Afugentamento da biota aquática, Mortalidade da biota aquática e Aumento do afugentamento e mortalidade da fauna terrestre.

O agrupamento dos impactos teve o intuito de facilitar e simplificar a análise, considerando que para um maior detalhamento dos impactos seria necessário uma equipe interdisciplinar. O trabalho não pretende ser minucioso, mas analisar, mesmo que de forma genérica, a interações entre eles e seus potenciais efeitos cumulativos, apontando a necessidade de analisar o meio de forma integrada. Para isso, os grupos foram otimizados de acordo com o fator ambiental relacionado. Foram elencados como fator ambiental: água, solo, ar, flora e fauna.

Para otimização dos impactos, considerou-se o fator ambiental envolvido, a fim de abarcar todos os impactos ocorrentes, porém de forma genérica, como exemplificado na figura abaixo.

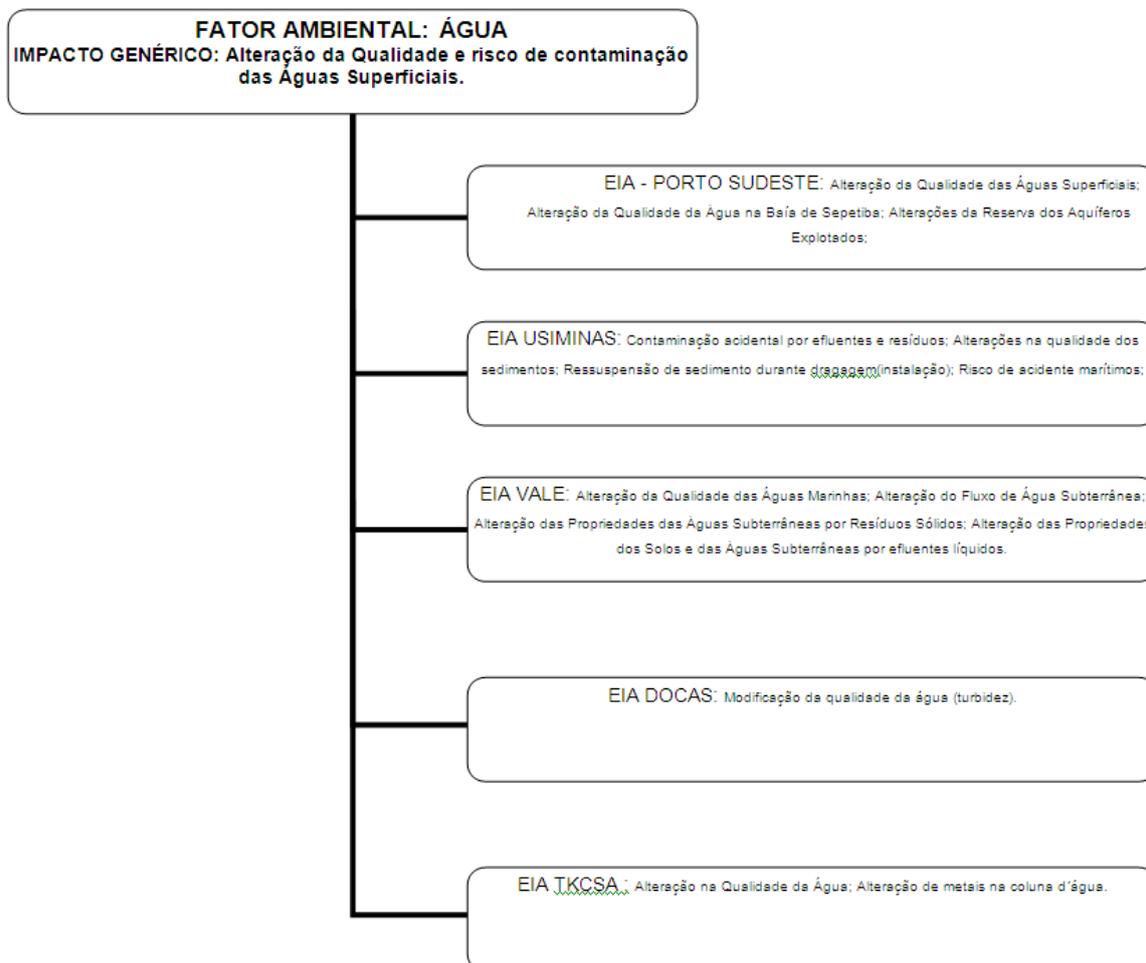


Figura 14: Otimização dos impactos ambientais identificados.

O agrupamento exemplificado acima foi realizado para cada impacto ambiental indicado como o genérico, ou seja, os impactos identificados nos EIA foram agrupados de acordo com o fator ambiental envolvido (água, solo, ar, flora e fauna) e pelo seu impacto genérico (Item 4.3). As redes relacionadas aos outros fatores e impactos genéricos serão indicadas nos resultados.

4.3 Agrupamento dos Impactos Ambientais

Os impactos ambientais foram identificados e elencados através dos EIA dos seguintes empreendimentos portuários localizados na Baía de Sepetiba: Terminal Portuário da Usina Siderúrgica da TKCSA, O Porto Sudeste da LLX, Terminal Portuário da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), Terminal Portuário da USIMINAS, Terminal da Ilha Guaíba da VALE.

Dentre todos os impactos ambientais identificados nos EIA foram agrupados em 9 (nove) impactos genéricos, sendo que 6 (seis) são relacionados diretamente ao meio físico (Tabela 1) e os 3 (três) restantes relacionados ao meio biótico (Tabela 2). Como relatado anteriormente, para selecionar os grupos foram considerados os fatores ambientais mais relevantes, para garantir, o envolvimento de todos os impactos identificados nos EIA, porém de forma genérica, considerando que, para um detalhamento maior dos impactos, demandaria equipe interdisciplinar para realizar uma avaliação mais assertiva.

Os impactos ambientais identificados no meio físico foram subdivididos em seis impactos genéricos, com demonstrado na tabela abaixo (Tabela 3).

Tabela 3: Corelação dos Impactos ambientais identificados e os impactos genéricos- Meio Físico

IMPACTO AMBIENTAL – MEIO FÍSICO	
IMPACTO AMBIENTAL GENÉRICO	IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISTOS NOS EIA
Alteração da qualidade do ar	PORTO SUDESTE: Alteração da Qualidade do Ar Devido ao Aumento das Concentrações de Material; Alteração da Qualidade do Ar Devido ao Aumento das Concentrações de Poluentes Gasosos Oriundo das Emissões Veiculares; Alteração da Qualidade do Ar. VALE: Alteração da Qualidade do Ar. TKCSA: Alteração da Qualidade do Ar.
Assoreamento dos corpos hídricos	PORTO SUDESTE: Assoreamento dos Corpos Hídricos. VALE: Assoreamento do Sistema de Drenagem. TKCSA: Erosão e Assoreamento de canais fluviais.
Alteração das propriedades físico-químicas e risco de contaminação do solo	PORTO SUDESTE: Erosão de Solo em Áreas Terraplenadas e em pontos de concentração de água pluvial; Alteração das Propriedades Físico-Químicas do Solo; Aumento do Risco de Contaminação dos Solos; Contaminação acidental por efluentes e resíduos. USIMINAS: Início e/ou aceleração de processos erosivos; VALE: Deflagração de Processos Erosivos. TKCSA: Alteração das Propriedades do solo.
Alteração da qualidade e risco de contaminação das águas superficiais	PORTO SUDESTE: Alteração da Qualidade das Águas Superficiais; Alteração da Qualidade da Água na Baía de Sepetiba durante a Implantação e operação do Empreendimento. USIMINAS: Ressuspensão de sedimento durante dragagem (instalação); Contaminação acidental por efluentes e resíduos; Risco de acidente marítimo. DOCAS: Modificação da qualidade da água (turbidez). VALE: Alteração da Qualidade das Águas Marinhas. TKCSA: Alteração na Qualidade Água.
Aumento do nível de ruídos e vibrações	PORTO SUDESTE: Alteração da Pressão Sonora. USIMINAS: Aumento do nível de ruídos e vibrações. TKCSA: Alteração dos níveis de ruído na área residencial.

<p>Alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba</p>	<p>USIMINAS: Alterações na qualidade dos sedimentos; Alteração na hidrodinâmica Local/Dragagem; DOCAS: Alteração morfológica e granulométrica do solo marinho. VALE: Alteração da Morfologia de Fundo Marinho; Alteração da Hidrodinâmica Local.</p>
---	--

Para o agrupamento dos impactos relacionados ao meio físico foram considerados os principais fatores ambientais envolvidos nesse meio, sendo: ar (qualidade e ruído), solo e águas superficiais (qualidade, hidrodinâmica, assoreamento).

Os impactos relacionados ao biótico, forma agrupado em três grupos distintos, para isso foi considerados os fatores ambientais Flora e Fauna (aquática e terrestre).

Tabela 4: Impactos Ambientais identificados – Meio Biótico

IMPACTO AMBIENTAL GENÉRICO	IMPACTOS AMBIENTAIS PREVISTOS NOS EIA
Supressão de Manguezal	USIMINAS: Supressão de Manguezal. VALE: Perda de Espécimes Vegetais. TKCSA: Danos à Vegetação de Manguezais; Redução da Cobertura Vegetal de Ambientes Terrestres.
Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática	PORTO SUDESTE: Aumento dos distúrbios nas comunidades aquáticas pelas restrições ao uso dos habitat e recursos da área de influência direta. DOCAS: interferência nos organismos marinhos (plancton); Afugentamento da biota aquática; Mortalidade da biota marinha (bentos) modificação de comportamento e de habitat, causada pela deposição dos sedimentos. VALE: Perda de indivíduos e de biodiversidade da fauna aquática devido à compactação do sedimento marinho; Perda de indivíduos e de biodiversidade da fauna aquática devido à Ressuspensão de sedimentos marinho. TKCSA: Modificação na Estrutura (abundância e composição de espécies) das Comunidades Aquáticas; Modificação na Estrutura (abundância e composição de espécies) das Comunidades de Algas e Invertebrados de Manguezais.
Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre	PORTO SUDESTE: Aumento dos fatores de perturbação da fauna terrestre. VALE: Perda de indivíduos de fauna de vertebrados terrestres; Distúrbios à fauna de vertebrados terrestres. TKCSA: Afugentamento da Fauna; Redução da Disponibilidade de Habitat para a Fauna Terrestre; Silvestre;

Entre os impactos ambientais (meios: físico e biótico) selecionados, foi elaborada uma matriz de interação dos impactos, de forma a facilitar e orientar a análise das propriedades cumulativas de cada impacto, que serão explanadas no próximo capítulo.

4.4 Impactos cumulativos

Após o agrupamento dos impactos dos meios físico e biótico, foi construída a matriz de interações. Para cada impacto foi desenvolvido uma rede de interações, a fim de verificar se um impacto analisado decorre no acúmulo de outro impacto já previsto.

Como exemplo, do desenvolvimento dessa rede de interações para elencar os impactos cumulativos, cita-se a interação dos impactos: alteração da qualidade das águas, versus, aumento da mortalidade da biota aquática. Quando se dá a ocorrência de contaminação das águas, a biota aquática é diretamente afetada, pois necessita de condições ambientais específicas para se sustentarem, podendo não se adaptar, gerando redução da biodiversidade e mortalidade das espécies mais sensíveis.

O meio ambiente é uma rede interligada, quando alterada as condições naturais do meio físico ou biótico, as consequências desse desequilíbrio ocorre em cadeia, envolvendo diferentes organismos e impactando vários fatores ambientais.

Diante da premissa, que o meio ambiente é sistêmico, onde cada fator ambiental tem o seu papel para manter o equilíbrio ambiental do sistema, foi desenvolvida a matriz de interação (Tabela 5), para correlacionar os impactos ambientais elencados, com foco nas suas interações, e por fim, nas potenciais propriedades cumulativas.

Tabela 5: Matriz de interação dos potenciais impactos ambientais sobre o meio físico e biótico sobre a Baía de Sepetiba decorrentes da instalação e operação dos Terminais portuários.

IMPACTO AMBIENTAL	Alteração da Qualidade do Ar	Assoreamento dos Corpos Hídricos	Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo	Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais	Aumento do nível de ruídos e vibrações	Alteração na hidrodinâmica da baía de Sepetiba	Supressão de Manguezal	Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática	Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre
Alteração da Qualidade do Ar			x	x				x	x
Assoreamento dos Corpos Hídricos				x		x	x	x	
Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do Solo	x			x			x	x	x
Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais	x	x	x				x	x	x
Aumento do nível de ruídos e vibrações								x	x
Alteração na hidrodinâmica da baía de Sepetiba		x						x	
Supressão de Manguezal		x	x	x				x	x
Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática	x	x	x	x	x	x	x		x
Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre	x		x	x	x		x	x	

Onde "x" = Impacto cumulativo.

Após avaliação das redes de interações dos impactos, foram possíveis, elencar os impactos que apresentam propriedades cumulativas.

Diante da análise, ficou elucidado que os impactos que apresentam grande perfil cumulativo são relacionados ao meio biótico, em particular, na biota aquática.

Dentre os nove impactos analisados, o impacto “Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática”, apresentam ser o mais significativo em termos de propriedades cumulativas. Esse é o impacto que apresentar maior potencial de ocorrência, visto que todos os outros impactos, propiciam a geração desse.

Através da rede de interação, impacto “Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre” também se mostrou significativo, em termos de impactos cumulativos.

No meio físico, impacto “Alteração qualidade e risco de contaminação das águas superficiais” se destacou.

Diante dessa análise, através da construção das redes de interação, foi possível elencar os potenciais impactos cumulativos decorrentes das atividades portuárias na região da Baía de Sepetiba. Todavia, têm-se ciência, que a análise foi de forma macro, genérica, devendo-se, em caso concreto, ser detalhista e se apropriar de auxílio de uma equipe multidisciplinar.

Para se concluir e classificar o impacto como cumulativo, elaborou se redes de interação, análise da causa e efeito dos impactos, observando se a ocorrência de um impacto propicia efeitos que motive o outro, já previsto.

A seguir são explanadas as redes de interações construídas para cada impacto, visando identificar as propriedades cumulativas entre os impactos.

4.2.1. Alteração da Qualidade do Ar

A alteração da qualidade do ar pode causar outros impactos quando interagidos, propicia a ampliação das perturbações de um impacto no meio ambiente.

Em escala global, muitos poluentes têm como efeito o aumento do efeito estufa, contribuindo para o processo de aquecimento global, que pode levar a várias mudanças, como alterações nos oceanos, nos ciclos de chuvas, etc. Regionalmente, observam-se, efeitos como a chuva ácida, que pode ter sua fonte geradora a centenas de quilômetros do local onde ocorre. Localmente, os efeitos mais comuns são danos à fauna e flora, contaminação do solo e perda de visibilidade. Os efeitos aos seres humanos, em sua maior parte no sistema respiratório, podem ser classificados como agudos, ou crônicos (SOUZA, 2013).

Segundo BAISCH (2000), a acidificação das chuvas é um problema ambiental bem conhecido em muitas partes do mundo em particular nas regiões de maior concentração industrial. A acidificação das chuvas está associada principalmente a presença de NO_x e SO₂ provindos dos processos de combustão, especialmente de combustíveis fósseis. Na presença da radiação solar, as reações destes gases com a água da chuva, ocasionam a formação de ácidos nítrico e sulfúrico e como consequência diminui o pH da água de acordo com os níveis de poluição. O impacto das chuvas ácidas provoca deterioração dos ambientes naturais, das águas, dos solos e vegetação; dos materiais nas construções civis, monumentos antigos, entre outros.

Nos Terminais Portuários a qualidade do ar pode ser alterada considerando as emissões das próprias embarcações, bem como as emissões de materiais particulados no momento de carga e descarga do produto comercializado, como o minério e o coque.

Partindo dessa premissa, a alteração da qualidade do ar apresenta propriedades cumulativas com os seguintes impactos ambientais:

- i. Alteração das propriedades físico-químicas e risco de contaminação do solo: o material particulado depositado no solo, se contaminado pode conseqüentemente degradar o solo.
- ii. Alteração da qualidade e risco de contaminação das águas Superficiais: o material particulado em contato com as águas superficiais altera a sua qualidade.
- iii. Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre: Alteração da qualidade do ar pode acarretar em condições não propícias para a fauna terrestre, propiciando seu afugentamento ou até mesmo sua mortalidade.
- iv. Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática: O material particulado em contato com as águas da Baía de Sepetiba apresenta alto potencial de alterar sua qualidade, o que pode influenciar diretamente na contaminação e/ou mortalidade da biota, considerando que a biota precisa de condições normais da água para se sustentarem.

4.2.2. Assoreamento dos Corpos Hídricos

O assoreamento é um depósito de sedimentos² transportados pela água nos leitos das correntes, lagos, reservatórios ou campos de inundação, geralmente em consequência do decréscimo da velocidade da água (CURI *et al*, 1993).

A compreensão da dinâmica do geo-sistema ambiental da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba e da Restinga da Marambaia, e de seus condicionantes geológicos, geomorfológicos e oceanográficos é o primeiro passo para se compreender quais processos podem estar contribuindo para o assoreamento do litoral continental e a erosão da Restinga, diagnóstico básico na determinação de ações que venham a evitar maiores prejuízos, através de um planejamento adequado dos usos dos solos nessa região (SAMPAIO, 2002).

Para viabilizar a operação de um terminal portuário inserido em uma baía, muitas vezes é necessária a supressão de manguezal para construção e acesso ao píer e cais de atracação. Essa ação propicia lixiviação³ dos sedimentos disponíveis no mangue, o que leva no assoreamento de corpos hídricos, e conseqüentemente, processos erosivos.

As atividades de dragagem e derrocagem, bem como a instalação dos alicerces do píer e cais de acesso, podem alterar a hidrodinâmica da baía, propiciando o acúmulo de sedimentos no desemboque dos rios contribuintes para a Baía de Sepetiba, propiciando maior chance de assoreamentos.

As embocaduras são zonas morfologicamente complexas, constituídas por canais e bancos de areia, onde o transporte de sedimentos

² Sedimento: Todo tipo de depósito, mineral ou orgânico, que se originou do transporte efetuado pela água, ar ou gelo. (CURI *et al*, 1993).

³ Lixiviação: Dissolução e remoção dos constituintes de rochas e de solos (CURI *et al*, 1993).

é controlado pela ação conjunta das ondas e das correntes de maré (Fortunato, 2006).

As embocaduras constituem a via de comunicação entre os estuários e o mar, para embarcações, para a matéria dissolvida e em suspensão na água e para os próprios seres vivos, o que lhes confere uma grande importância econômica e ambiental (Fortunato *et al*, 2008).

A erosão costeira e o assoreamento de embocaduras ocorrem, muitas vezes, naturalmente. No entanto, em múltiplos casos, são as ações humanas, direta ou indiretamente, que alteram a evolução natural dos sistemas e potencializam a ocorrência desses fenômenos, que, pelo impacto negativo se tornam em problemas (Fortunato *et al*, 2008).

A ocorrência de Assoreamento nos Corpos Hídricos apresenta propriedades cumulativas com os seguintes impactos:

- i. Alteração das propriedades físico-químicas do solo: considerando a possibilidade de lixiviação e erosão do solo, que potencialmente leva o aumento de ocorrência de assoreamentos, o que consequentemente apresenta alto potencial de alterar as características físicas do solo;
- ii. Alteração da qualidade das águas superficiais: considerando que o corpo hídrico, principalmente no caso dos rios afluentes da Baía de Sepetiba, e na própria, se impactados pelo assoreamento, apresenta alto potencial de influenciar na velocidade das águas e no aumento da turbidez, consequentemente na sua qualidade;
- iii. Alteração morfológica e granulométrica do solo marinho e na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, considerando que a mudança na dinâmica das águas, apresenta grande potencial de aumento do assoreamento dos corpos hídricos;
- iv. Supressão de Manguezal: possibilita a ocorrência de lixiviação de sedimentos do mangue para o corpo hídrico, geralmente próximo à

desembocadura do rio com a baía, apresentando potencial de aumentar as ocorrências de assoreamento;

- v. Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática, considerando a mudança da dinâmica do meio, no fluxo da água na temperatura, alteração das propriedades físico-químicas da água, possibilitando condições desfavoráveis ao desenvolvimento da biota aquática ali existente, apresenta potencial de aumentar as taxas de mortalidade da biota aquática.

4.2.3. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do Solo

Na fase de implantação e operação de um terminal portuário, o potencial de alteração das propriedades e/ou contaminação dos solos é alta. As fontes são inúmeras, como armazenamento inadequado de resíduos sólidos contaminados, emissão de material particulado, lançamento de efluente industrial lançado sem tratamento adequado, violando os valores máximos de parâmetros estipulados pela legislação ambiental vigente.

Com a alteração e/ou contaminação do solo, os seguintes impactos se somados ou interagidos a ele apresentam propriedades cumulativas.

- i. Alteração da Qualidade do Ar: o material particulado em contato com solo, dependendo de sua composição, pode se torna uma fonte de contaminação.
- ii. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais: os solos contaminados, quando lixiviados podem alterar a qualidade das águas do corpo hídrico receptor.
- iii. Supressão de Manguezal: com a supressão vegetal o solo do mangue, não recebera o mesmo teor de matéria orgânica, podendo ficar mais ácido. Em decorrência das precipitações na área sem vegetação, aumenta a ocorrência da lixiviação do solo, carregando seus nutrientes.
- iv. Afugentamento e mortalidade da biota aquática: considerando a possibilidade da lixiviação da contaminação para o corpo hídrico, alguma espécie pode ser sensível ao contaminante, causando sua morte através da bioacumulação de contaminantes, mesmo que em longo prazo.

- v. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre:
Intolerância da fauna em contato com o contaminante e/ou
se alimentar da biota aquática contaminada.

4.2.4. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais

Na fase de implantação e operação de um terminal portuário, o potencial de alteração qualidade e/ou contaminação dos corpos hídricos receptores é alta. As fontes são inúmeras, como armazenamento inadequado de resíduos sólidos contaminados, emissão de material particulado, lançamento de efluente industrial lançado sem tratamento adequado, violando os valores máximos de parâmetros estipulados pela legislação ambiental vigente.

A navegação pode perturbar o meio ambiente ao despejar substâncias poluidoras das embarcações no meio aquático, seja de modo deliberado ou acidental. Os portos também são um potencial poluidor pela mesma razão. Temos, por exemplo, os terminais petrolíferos, nos quais podem ocorrer os vazamentos de petróleo.

O próprio sistema de drenagem do píer e tratamento do efluente gerado, do cais e do próprio terminal Portuário, se mal operados e monitorados, podem carrear sedimentos para a Baía de Sepetiba, potencializando ou causando alteração da qualidade e/ou contaminação das águas marinhas.

A presença de material em suspensão afeta a turbidez da água, ou seja, a transparência da coluna d'água, dificultando ou mesmo impedindo a penetração da luz. A importância da penetração da luz em meios aquáticos é evidente, uma vez que é fator essencial para ocorrência de fotossíntese e, portanto, por afetar todo o meio biótico existente no num corpo de água. Sedimentos podem carregar elementos tóxicos e sua deposição no fundo dos rios, lagos e baías prejudicam as espécies bentônicas e a reprodução de peixes (BRAGA, 2002).

As atividades de dragagens e derrocagem apresentam grande potencial de revolvimento e suspensão dos sedimentos do fundo da baía, causando maior turbidez na coluna d'água, bem como propiciando o aumento de disponibilidade de substâncias tóxicas no meio aquático.

O equilíbrio ecológico do meio aquático deve ser mantido, independente dos usos que se façam dos corpos de água. Para isso deve-se garantir a existência de concentrações mínimas de oxigênio dissolvido e de sais nutrientes na água. Ela não deve conter substâncias tóxicas acima de concentrações críticas para os organismos aquáticos (BRAGA, 2002).

Considerando que a Baía de Sepetiba foi alvo de grande contaminação de metais, sendo em sua maioria zinco e cádmio, oriunda do rompimento da bacia de rejeitos da falida empresa Ingá. Os estudos de impactos ambientais demonstram a presença desses metais nos sedimentos do fundo da baía, assim, já se pode antever que o impacto apresenta grande probabilidade de ocorrência, considerando as atividades de dragagens e derrocagem.

- i. Alteração da Qualidade do Ar: potencializa o risco de contaminação das águas superficiais considerando a emissão de materiais particulados.
- ii. Assoreamento dos Corpos Hídricos: potencializa a alteração da qualidade da água, considerando a locomoção dos sedimentos e sua composição, ou mesmo se está contaminado ou não.
- iii. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo: Considerando a possibilidade de ocorrência de lixiviação de solo contaminado para corpos hídricos, propiciando nessa ocasião contaminação das águas superficiais.
- iv. Supressão de Manguezal: Considerando a possibilidade de lixiviação dos sedimentos do mangue, devido a remoção da vegetação, para os corpos hídrico, no caso a Baía de Sepetiba, propiciando o aumento de turbidez⁴.

⁴ Turbidez: teor de material em suspensão (Braga,2002).

- v. Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática: alteração da qualidade da água está diretamente a biota aquática, dependendo essa de condições normais das águas para sobreviverem.
- vi. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre: A fauna que se alimenta da biota aquática é afetada por sua mortandade.

4.2.5. Aumento do nível de ruídos e vibrações

Na fase de implantação de um terminal portuário o nível de ruído apresenta grande potencial de aumentar, considerando a movimentação dos maquinários para viabilizar a obra. Na fase de operação a movimentação das cargas e o aumento dos tráfegos de grandes embarcações podem afetar consideravelmente o nível de ruídos na região da Baía de Sepetiba.

O som, resultado da vibração num meio elástico, é uma das formas mais eficientes de propagar energia através do meio aquático. Assim sendo, muitos animais dependem da propagação da energia acústica para sobreviverem e se reproduzirem. Porém, esta facilidade de propagação da energia acústica também pode conduzir a danos fisiológicos ou perturbações no comportamento dos animais aquáticos (Cruz,2012).

Cruz (2012) cita em sua dissertação que a poluição acústica adquire uma relevância especial em habitat onde estão presentes cetáceos, pois para estes a audição é um canal perceptivo fundamental (Weilgart, 2007). Nas últimas décadas tem sido notório o aumento do nível de ruído ambiente (Hildebrand, 2005), o qual é resultado da contribuição de fontes naturais e antropogénicas.

As atividades de dragagem e derrocagem oferecem grande incremento dos níveis de ruídos principalmente no meio aquático. Considerando a biodiversidade existente na Baía de Sepetiba, onde espécies sensíveis à poluição sonora, como os botos cinza residem, o aumento do nível de ruídos apresenta impacto negativo diretamente sobre essas espécies.

Ao longo das últimas décadas tem sido notório o aumento dos níveis de ruído ambiente subaquático, que é coincidente com a intensificação das atividades associadas ao meio aquático (Weilgart, 2007; Wright *et al.*, 2007; Hildebrand, 2009; OSPAR, 2010), sendo as principais fontes de som antropogénico o tráfego marítimo, dragagens, construções, exploração de minérios, prospecções geofísicas, sonares, explosões e estudos científicos

(Cruz, 2012, cita Richardson *et al.*, 1995; Clark *et al.*, 2004; Cox *et al.*, 2003; Simmonds *et al.*, 2004; Hildebrand, 2005; Madsen *et al.*, 2006; Spence *et al.*, 2007; André *et al.*, 2009).

O aumento dos níveis de ruídos apresenta grande potencial de efeitos de borda das comunidades naturais, considerando a probabilidade de afugentar a fauna terrestre e aquática, propiciando uma degradação e diminuição dos meios físico e biótico mais preservados e conservados. Segundo Cruz (2012), o ruído introduzido no meio aquático pode desencadear nos animais várias reações, desde alterações comportamentais, pontuais ou duradouras, a alterações fisiológicas, temporárias ou permanentes.

O tráfego marítimo é uma fonte de ruído presente em todo o Oceano (Hildebrand, 2009) e pode dominar o ambiente acústico na gama de frequências entre 5 Hz e 500 Hz (Hildebrand, 2005; André *et al.*, 2009). A contribuição do ruído das embarcações depende das características das mesmas, As fontes de ruído numa embarcação são diversas, podendo ter origem no movimento do hélice, atrito da embarcação na água e funcionamento do motor (Richardson *et al.*, 1995). Ao movimento dos hélices está associado o fenômeno de cavitação (transição da água no estado líquido em vapor devido ao abaixamento da pressão e posterior implosão das bolhas de vapor de água) principal fonte de sons com frequências inferiores a 200 Hz (Hildebrand, 2009).

Diante das premissas acima destacadas, considera-se que o aumento do nível de ruídos apresenta propriedades cumulativas com os seguintes impactos:

- i. Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática: Como citado acima à biota aquática, principalmente as espécies de cetáceos são susceptíveis e sensíveis ao aumento de ruídos, podendo levar a mortalidade da espécie.

- ii. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre:
Considerando o aumento da mortalidade da biota aquática consequentemente a cadeia alimentar pode ser afetada, desequilibrada, levando a fauna terrestre que se alimenta de espécies aquáticas a se migrarem para outra região a procura de alimento.

4.2.6. Alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba

A construção de portos, molhes de embocaduras e outras obras costeiras (p. ex., esporões, quebra-mares e defesas frontais) pode provocar a redução e mesmo a interrupção do trânsito litoral de sedimentos predominante em determinada zona, alterando o equilíbrio (dinâmico) existente (Fortunato *et al*, 2008).

A alteração da hidrodinâmica local pode ser ocasionada pela alteração das correntes marinhas de fundo quando da instalação de novos pilares de sustentação para a ampliação do píer, das obras de prolongamento do *dolphin* ao píer e da ampliação do cais da praia de leste (ARCADIS, 2012). A Modelagem da Hidrodinâmica Local e Avaliação da Alteração da Morfologia de Fundo é uma ferramenta indispensável para prever o cenário atual de correntes e a simulação das correntes após instalação dos pilares das estruturas citadas.

Considerando o apresentado acima, a alteração na hidrodinâmica local é ponderada como um impacto previsto, assim, pode-se indeferir que há grandes chances que essa modificação na hidrodinâmica local, altere: o padrão de circulação de correntes; o padrão preferencial de deposição de sedimentos e/ou diretamente a morfologia de fundo. Consequentemente, impacta negativamente a biota bentônica e outras espécies que se instala no fundo da baía, aumentando o afugentamento e mortalidade da biota aquática ali existente.

A alteração na hidrodinâmica, também pode propiciar assoreamento, devido à modificação na dinâmica das correntes e arraste dos sedimentos de fundo, alterando a morfologia da baía.

Diante das considerações expostas, quando é alterada a hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, os impactos: Assoreamento dos Corpos Hídricos e Afugentamento e mortalidade da biota aquática, podem ser potencializados devido às propriedades cumulativas existentes quando interados entre si.

4.2.7. Supressão de Manguezal

Segundo SOARES, 2003, Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo ocupando as áreas entre marés. É caracterizado por vegetação lenhosa atípica, adaptada às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (Soares 1997).

A Fundação Bio-Rio e colaboradores (2002) identificaram as maiores ameaças para as espécies dos diferentes ecossistemas: desmatamento de manguezais e de várzeas para exploração de carvão; agricultura itinerante; extrativismo vegetal; pesca e captura predatória de caranguejos; criação de gado bovino e bubalino em campos de apicum e marismas; construção de estradas e marinas; dragagens de igarapés e cursos d'água; extração de minerais de uso direto na construção civil; expansão urbana desordenada; resíduos sólidos e esgotos domésticos; efluentes industriais; especulação imobiliária; portos e terminais petrolíferos; aquicultura (inclusive de espécies exóticas); e atividades turísticas.

As áreas mais espalhadas da Baía de Sepetiba, dominada por baixios e manguezais, facilitou também a localização de pólos industriais importantes como o complexo da Thyssen-Krupp CSA (Cia. Siderúrgica do Atlântico), o porto e terminal marítimo de Itaguaí (containeres e minério) (BID, 2011).

O Plano de Desenvolvimento Sustentável (PDS) da Baía de Sepetiba pondera que entre os principais condicionantes naturais à ocupação da área de interesse, a Biodiversidade, constitui um criadouro natural para diversas espécies em suas áreas de mangue e zonas estuarinas. As águas da Baía servem à preservação da flora e fauna, à recreação e à navegação, além da beleza cênica da região.

Com a remoção da vegetação outros impactos são potencializados, apresentam propriedades cumulativas quando interagidos entre outros. Através da matriz de interações e análise qualitativa, indica-se, que os impactos listados abaixo, quando interagidos, apresentam propriedades cumulativas.

- i. Assoreamento dos Corpos Hídricos: considerando a necessidade de supressão dos manguezais, a chuva pode ocasionar processos de lixiviação e carrear sedimentos do mangue degradado para a baía e rios afluentes, propiciando assoreamento desses corpos hídricos.
- ii. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo: o solo do mangue ao ser degradado aumenta o escoamento superficial da água de chuva, lavando os nutrientes existentes. A movimentação de maquinário sobre o mangue apresenta risco de contaminação, decorrentes de vazamento de óleo ou combustíveis.
- iii. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais: se o manguezal estiver contaminado e for degradado, o processo de carregamentos dos sedimentos desse solo através da lixiviação aumenta. Se por ventura, o solo do manguezal estiver contaminado, os sedimentos ao serem lixiviados para a baía, irão oferecer risco de contaminação das águas superficiais.
- iv. Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática: O mangue é considerado um berçário para inúmeras espécies aquáticas, e também é um habitat para outras. Com a supressão do mangue, a probabilidade de afugentamento e mortalidade aumentam.
- v. Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestres: Devido ao desequilíbrio na cadeia alimentar, considerando a fauna terrestre que se alimenta e habita no mangue.

4.2.8. Afugentamento e aumento da Mortalidade da biota aquática

A biota aquática é a mais impactada pela implantação e operação de um terminal portuário. Como relatado nesse trabalho, a Baía de Sepetiba é um ambiente estuarino, que acolhe inúmeras espécies em diferentes fases dos ciclos de vida, que utilizam esse ecossistema para se reproduzirem, se desenvolverem, crescerem e até mesmo o habitarem em todo seu ciclo de vida.

Um organismo aquático é sensível à ação tóxica de um determinado metal, mas bioacumula, potencializando seu efeito nocivo ao longo da cadeia alimentar, colocando em risco organismos situados no topo dessa cadeia (BRAGA, 2002).

A implantação e operação de um terminal portuário, por si só, causam impactos negativos sobre a biota aquática, como aumento da mortalidade e afugentamento. As atividades de dragagens, que propicia o aumento da turbidez no meio aquático e disponibilidade de metais pesados, tráfego de grandes embarcações, acidentes de embarcações, causando contaminação da água por derrame de combustíveis ou cargas tóxicas, são inúmeras as atividades que apresentam grande potencial de contaminação das águas, e por consequência a biota aquática.

De acordo com BRAGA (2002), os sólidos em suspensão aumentam a turbidez da água, isto é, diminuem a transparência. O aumento da turbidez reduz as taxas de fotossíntese e prejudica a procura de alimento para algumas espécies, levando a desequilíbrios na cadeia alimentar. Sedimentos podem carregar pesticidas e outros tóxicos e sua deposição no fundo de rios e lagos prejudica as espécies bentônicas e a reprodução de peixes.

Outros impactos relacionados ao terminal portuário, quando gerados, conseqüentemente irão aumentar, potencializar o afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática, sendo esses considerados cumulativos:

- i. Alteração da qualidade do ar: material particulado em contato com as águas da Baía de Sepetiba apresenta alto potencial de alterar sua qualidade, o que pode influenciar diretamente na contaminação e/ou mortalidade da biota, considerando que a biota precisa de condições normais da água para se sustentarem.
- ii. Assoreamento dos Corpos Hídricos: O assoreamento dos corpos hídricos, influência na modificação de disponibilidade de sedimento, em alguns pontos, por exemplo, da Baía de Sepetiba. Alterando a hidrodinâmica da baía e conseqüentemente influenciando no habitat da biota aquática, principalmente nas comunidades bentônicas.
- iii. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo: a atividade apresenta alto potencial de risco de contaminação do solo devido a movimentação de maquinário. Assim, considerando que a contaminação dos solos pode carrear para a baía, contaminando as suas águas. A qualidade da água está diretamente ligada à sobrevivência da biota aquática.
- vii. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais: a qualidade da água está relacionada diretamente com a biota aquática, dependendo essa última de condições específicas e meio aquático equilibrado para sobreviverem.
- viii. Aumento do nível de ruídos e vibrações: o aumento de ruídos no meio aquático, no caso na Baía de Sepetiba, oriundos das atividades de dragagem, derrocagem e pela grande movimentação de embarcações, desequilibra as condições ideais para sobrevivência de algumas espécies.

Como exemplo, os botos cinza existentes na Baía de Sepetiba devido ao incomodo auditivo.

- iv. Alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba: impacta negativamente a biota bentônica e outras espécies que se instala no fundo da baía.
- v. Supressão de Manguezal: O mangue por representar um berçário para inúmeras espécies aquáticas e habitat para outras, se suprimido, irá impactar diretamente a biota aquática.
- vi. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre: alteração na cadeia alimentar.

4.2.9. Afugentamento e mortalidade da fauna terrestre

As cadeias alimentares não podem ser vistas como sequências isoladas, mas sim fortemente interligadas, formando as redes e teias alimentares (BRAGA, 2002).

A perda de indivíduos da fauna terrestre apresentam propriedades cumulativas com os seguintes impactos:

- i. Alteração da qualidade do ar: Afeta a biota aquática e por cadeia apresenta potencial de impactar a biota terrestre.
- ii. Alteração das Propriedades Físico-Químicas e risco de contaminação do solo: Intolerância da fauna em contato com o contaminante e/ou se alimentar da biota aquática contaminada.
- iii. Alteração da Qualidade e risco de contaminação das Águas Superficiais: Intolerância da fauna em contato com o contaminante e/ou se alimentar da biota aquática contaminada.
- iv. Aumento do nível de ruídos e vibrações: Considerando o aumento da mortalidade da biota aquática consequentemente a cadeia alimentar pode ser afetada, desequilibrada, levando a fauna terrestre que se alimenta de espécies aquáticas a se migrarem para outra região a procura de alimento.
- v. Supressão de Manguezal: Devido a mortalidade da biota aquática, que será afetada com a supressão da vegetação, consequentemente ocorre desequilíbrio na cadeia alimentar, ponde do afetar diretamente a fauna terrestre.
- vi. Mortalidade da biota aquática: O fato da mortalidade da biota aumentar, consequentemente ocorrerá desequilíbrio na cadeia alimentar.

5. CONCLUSÃO

Os objetivos, inicialmente definidos nesse estudo, foram obtidos. Para alcançá-los, buscou-se, fundamentar e articular um conjunto de definições e discussões sobre a avaliação de impactos cumulativos. A partir de uma revisão ampla da literatura a respeito de impactos cumulativos e métodos existentes de Avaliação de Impacto Ambiental, foi estabelecida uma proposta de metodologia para avaliação das propriedades cumulativas dos impactos quando interagidos.

Após análise e avaliação dos dados adquiridos foi possível: Identificar os potenciais impactos ambientais incididos nos meios físico e biótico oriundos da instalação e operação dos principais terminais portuários da Baía de Sepetiba; Aperfeiçoar e agrupar os potenciais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação dos Terminais Portuários sobre o meio físico e biótico; e Analisar qualitativamente os efeitos cumulativos dos potenciais impactos ambientais.

A partir dos impactos ambientais elencados nos EIA pesquisados, o estudo propôs o agrupamento de todos os impactos em 9 (nove) grupos. Dentre esses, 6 (seis) são relacionados ao meio físico e 3 (três) ao meio biótico.

Os impactos identificados foram: Alteração da qualidade do ar; Assoreamento dos corpos hídricos; Alteração das propriedades físico-químicas e risco de contaminação do solo; Alteração das propriedades físico-químicas e risco de contaminação das águas superficiais; Aumento do nível de ruídos e vibrações; Alteração na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba; Supressão de Manguezal; Afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática e Afugentamento e aumento da mortalidade da fauna terrestre.

Os resultados da análise elucidaram, que dentre os impactos analisados, o impacto constantemente potencializado por outros impactos

recorrentes da atividade foi o afugentamento e aumento da mortalidade da biota aquática. Já para o meio físico o impacto da alteração na qualidade da água se destacou entre outros.

Considerando a análise realizada os Terminas Portuários apresentam impactos cumulativos que propiciam o aumento dos danos ambientais sobre o ecossistema aquático. Os impactos do meio físico analisados proporcionam o aumento da ocorrência de impactos no meio biótico, elucidando a interligação dos meios.

A biota aquática deve ser bem caracterizada no diagnóstico ambiental, de forma a garantir um retrato das espécies ali existentes, para que sejam monitoradas, durante a implantação e operação. Devem se optar, por medidas que minimizem os impactos sobre a biota aquática, principalmente, durante as atividades de dragagem e derrocagem. Bem como, seria apropriado que previamente há instalação de um terminal portuário, os potenciais impactos cumulativos sejam identificados e avaliados.

Considerando que a qualidade da água apresenta relação direta com a sustentabilidade da biota aquática, as águas da baía de Sepetiba e seus afluentes, devem estar enquadradas nos parâmetros de qualidade, de forma a atender os limites exigidos pela legislação vigente, a fim de manter a biodiversidade aquática. Portanto, o monitoramento da qualidade da água, deve ser constante e fiscalizado periodicamente pelo órgão ambiental. Os portos devem realizar a coleta e o tratamento de todos os seus efluentes (industriais, contaminados e/ou, sanitários), como medida para minimizar o impacto na qualidade da água.

Todavia, as ações ambientais para preservar a biota marinha ainda são irrisórias. A fiscalização ambiental por parte do poder público não é satisfatória e as atividades portuárias, juntamente com a pesca predatória, e as atividades industriais, continuam gerando impactos diversos e cumulativos ao longo dos anos.

A partir da premissa, que o meio ambiente natural (biótico e físico) é diretamente alterado devido à implantação de atividades antrópicas, os impactos ambientais devem ser bem avaliados, e preferencialmente previstos antes da implantação das atividades, de forma a auxiliar na proposição das melhores medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas em decorrência da aprovação da implantação do empreendimento.

A análise integrada dos impactos cumulativos oriundos de diversas atividades antrópicas inseridas na Baía de Sepetiba, é fundamental para definir a capacidade de suporte do ecossistema aquático. Contudo, atualmente, os Estudos de Impacto Ambiental são realizados individualmente para cada atividade, sendo analisados os impactos separados do todo, o que compromete a significância e magnitude dos impactos, principalmente dos cumulativos, sobre a o ecossistema da baía de Sepetiba.

Os resultados obtidos após a aplicação da metodologia proposta pelo trabalho há Baía de Sepetiba, apontaram resultados plausíveis, impactos já conhecidamente cumulativos. Porém, as afirmações e suposições da potencialidade do impacto cumulativo fica muito há critério da percepção da pessoa que manipula a avaliação.

Através da revisão da bibliografia, foi possível constatar que, mesmo defendido internacionalmente, no Brasil, a Avaliação de Impactos cumulativos ainda não é abordada de maneira embasada, mas sim muito superficial, sem definição metodológica para avaliação.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho ficou evidenciada a falta de métodos específicos para avaliação dos métodos cumulativos. No Brasil, a identificação dos impactos cumulativos ainda é irrisória em comparação com outros países, entre eles, os Estados Unidos e Canadá.

A Resolução CONAMA nº01/1986 ao exigir a necessidade da elaboração de EIA/RIMA, prevê a necessidade da identificação das propriedades cumulativas dos impactos estudados no Brasil, mesmo que de forma genérica. Porém, após essa normativa, não houve outra instrumento

regulatório sobre essa questão, deixando a critério do órgão licenciador definir os discernimentos da AIC.

Apesar das lacunas existentes em relação à AIC, identificá-los é de extrema importância para a definição de medidas mitigadoras precisas e adequadas, de forma a minimizar seus efeitos negativos. A previsão dos impactos cumulativos auxilia na tomada de decisão das medidas mitigadoras dos impactos prioritários, já que estes apresentam propriedades capazes de serem potencializadas, ao se acumularem com outros, propiciando efeitos negativos com maiores dimensões sobre o meio inserido.

Todavia, para que avaliação dos impactos cumulativos seja detalhada e precisa, é necessária a troca de conhecimentos técnicos, teóricos e legais entre profissionais de diferentes especializações. Como Braga (2002) defendia, o diálogo entre o profissional com formação ambiental e versado nas metodologias de avaliação de impacto ambiental e o especializado nas técnicas envolvidas no desenvolvimento do empreendimento (tanto na construção, quanto na operação) ainda é o melhor caminho para a seleção dos métodos a serem utilizados na avaliação do impacto ambiental.

6. RECOMENDAÇÕES

Diante do estudo realizado, ficaram elucidadas as lacunas sobre o tema, sendo imprescindível o desenvolvimento de ferramentas que facilitem o processo de análise dos impactos cumulativos. Também ficaram claras, as brechas existentes na legislação brasileira, que trata de forma superficial a Avaliação de Impactos Cumulativos.

Considerando a importância da Avaliação dos Impactos Ambientais e suas propriedades cumulativas para o tão almejado desenvolvimento sustentado, sugere-se desenvolvimento de pesquisas e estudos que abarquem a discussão sobre o tema, bem como, o desenvolvimento de métodos de avaliação de impactos cumulativos de forma mais sistemática. Como exemplo, a elaboração de uma modelagem matemática e conseqüente desenvolvimento de softwares como auxiliares na avaliação desses tipos de impacto.

Ressalta-se, a necessidade de criação de normas para orientar a elaboração de Avaliação dos Impactos Cumulativos, bem como instrumentos legais que dêem respaldo a obrigatoriedade da elaboração dessa avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.B. Fortunato^{1 2}, M. Clímaco, F. Oliveira, A. Oliveira, F. Sancho, P. Freire. Dinâmica Fisiográfica da Orla Costeira: Estudos de Reabilitação e Proteção. Revista de Gestão Costeira Integrada, 2008.

ARCADIS Tetraplan. Estudo de Impacto Ambiental do Projeto de Capacitação do Terminal da Ilha Guaíba da VALE S.A. Rio de Janeiro, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Norma Brasileira (NBR) ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2005.

Baía de Sepetiba. Instituto Estadual do Meio Ambiente – INEA. Rio de Janeiro. Pesquisado em setembro de 2013: <http://www.inea.rj.gov.br/fma/baia-sepetiba.asp>

BAISCH et al. Níveis e origens da adifcação das chuvas na região do Rio Grande, RS. Fundação Universidade do Rio Grande. Rio Grande, 2000.

Banco Interamericano de Desenvolvimento- BID e o Consórcio CKC - Chuo Kaihatsu Corporation e COBRAPE- Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Plano para o Desenvolvimento Sustentável da Baía de Sepetiba, no Estado do Rio de Janeiro. 2011.

BRAGA, Benedito, et al. Introdução á Engenharia Ambiental – O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. São Paulo, Ed. Pearson Prentice Hall. 2º Edição, 2005.

BURRIS, R. K.; CANTER, L.W. Cumulative impacts are not properly addressed in environmental assessments. Environmental Impact Assessment Reviw. 1997;

Canadian Environmental Assessment Research Council (CEARC) and US *Environmental* National Research Council. *Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective*. Ottawa, 1986.

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resoluções. Disponível em: www.lei.adv.br/conama.htm; Pesquisado no período de maio de 2013 a maio de 2014.

COOPER L. M.; SHEATE, W.R. Cumulative effects assessment: a review of UK environmental impact statements. *Environmental Impact Assessment Reviv.* 2002.

COOPER, T. A; CANTER, L. W. Documentation of cumulative impacts in environmental impact statements. *Environmental Impact Assessment Reviv.* 1997;

CRUZ, Erica Mogas. CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO SUBAQUÁTICO PRODUZIDO PELO TRÁFEGO MARÍTIMO NO ESTUÁRIO DO SADO E POTENCIAIS IMPACTOS SOBRE A POPULAÇÃO RESIDENTE DE *TURSIOPS TRUNCATUS* (MONTAGU, 1821). Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2012.

CUNHA, Sandra Baptista, GUERRA, Antônio José Teixeira. Avaliação e Perícia Ambiental. Rio De Janeiro, 2007.

CUREAU et al. Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência. Ministério Público da União, Brasília, 2004.

CURI, Nilton *et al.* Vocabulário de ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. São Paulo, 1993.

DAY et al. *Estuarine Ecology*. New York, 1989.

DIDATO, Marco Antônio. Estudos de Impacto Ambiental. Universidade federal do Rio Grande do Norte departamento de geografia. Natal, RN, 2004.

ECOLOGUS. Estudo de Impacto Ambiental para dragagem no acesso aquaviário ao Complexo Industrial do Porto de Itaguaí. Rio de Janeiro, 2009.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA 315-R-99-002. Consideration Of Cumulative Impacts In EPA Review of NEPA Documents. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities (2252A); May 1999.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA (EUA). The National Environmental Policy Act. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities, 1969.

ERM. Estudo de Impacto Ambiental da Ampliação do Porto Sudeste para Movimentação de Granéis Sólidos para 100 Mtpa da LLX Sudeste Operações Portuárias Ltda. Rio de Janeiro, 2011.

ERM. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Siderúrgica do Atlântico CSA. Rio de Janeiro, 2005.

Fortunato A.B. (2006) - Modelação numérica da dinâmica sedimentar em embocaduras. Programa de investigação e de pós-graduação na área científica de Hidráulica Marítima, LNEC.

Fundação Bio-Rio et al. 2002. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília.

G. Pimentel & S.H. Pires. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: APLICAÇÕES E SEUS LIMITES. Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE). Rio de Janeiro, 1991.

HAZTEC. Estudo de Impacto Ambiental para obras de implantação do terminal portuário retroárea e píer no porto de Itaguaí/RJ – Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A. Rio de Janeiro, 2010.

International Association for Impact Assessment (IAIA). ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN A CHANGING WORLD: Evaluating Practice to Improve Performance. Canadá, junho de 1996.

International Association for Impact Assessment (IAIA). O que é avaliação de impacto? . Portugal, 2009.

MELO, Ricardo. Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais. Universidade Federal da Paraíba. Disponível

em:http://www.ufpb.br/metodos_avaliacao_impactos_ambientais.pdf. Aces o em: MAIO 2013.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Manual de Impactos Ambientais: orientações Básicas sobre Aspectos Ambientais de Atividade Produtivas. Banco do Nordeste: Fortaleza, 1999.

OLIVEIRA, Valéria Regina Salla de. Impactos cumulativos na avaliação de impactos ambientais: fundamentação, metodologia, legislação, análise de experiências e formas de abordagem. São Carlos: UFSCar, 2008.

PESSANHA, AndréL.M. et al. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

SAMPAIO, Andréa Carmo. Considerações sobre a evolução geomorfológica-geológica recente da Baía de Sepetiba – litoral sul-sudoeste do Estado Rio de Janeiro. UFRJ, 2002.

SANCHES, L.E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANCHES, L.E.. Avaliação de Impactos Ambientais: Conceitos e Métodos. Oficina de Textos. São Paulo. Disponível em: http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg_230972.pdf. Acesso em: MAIO 2013.

SILVA, PEDRO JOSÉ DA. Estrutura para identificação e avaliação de impactos ambientais em obras hidroviárias. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2004.

SOARES, M. L. G. Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1997.

SOUZA, Rodrigo Chauvet de. Análise dos impactos de emissões atmosféricas locais da indústria siderúrgica: um estudo de caso no Rio de Janeiro/ Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

WASSERMAN, Julio Cesar. Avaliação Ambiental do Projeto de Dragagem do Porto do Sudeste: Plano de Dragagem. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

WOOD, C. Environmental Impact Assessment – A comparative review. Londres, 1995.