

CAPÍTULO XII

POLUIÇÃO MARINHA¹

Sinopse

Este capítulo apresenta o conceito de poluição marinha, em seus diversos tipos, relatando a variação de seus impactos e listando contaminantes, fontes de poluição e outras formas de degradação do mar, além de discutir as atividades potencialmente poluidoras, como a expansão urbana, a distribuição espacial da indústria, a dinâmica portuária e as áreas de risco na zona costeira (ZC). No cenário internacional, o artigo aborda as convenções e os tratados sobre a matéria ambiental marinha e questões como componentes químicos estranhos, fármacos, construção de portos e aquicultura. No cenário nacional, carente de bom planejamento e legislação adequada, resume-se o quadro das fontes de poluição e reclama-se por planejamento integrado e ordenamento das atividades socioeconômicas, apontando-se fontes de financiamento e capacitação. Após uma análise conclusiva, sugestões pertinentes ao tema são apresentadas.

Abstract

This chapter defines the many types of marine pollution, reports the variation of their impacts. It also discusses contaminants, pollution sources and forms of sea degradation, as well as potentially polluting activities, port dynamics and endangered areas in the coastal zone. In the international scenario, this article approaches conventions and treaties on marine environmental matters along with issues regarding chemical compounds, drugs, port construction and aquaculture. As for the national scene, it lacks good planning and proper legislation. Therefore, this chapter summarizes the pollution sources and demands for integrated planning and the regulation of socioeconomic activities, while pointing out funding and training sources. After a conclusive analysis, suggestions regarding the topic are given.

1. INTRODUÇÃO

Poluição marinha é a introdução antrópica, direta ou indireta, de substâncias ou energia no meio marinho e nos estuários, sempre que provoquem ou possam vir a provocar efeitos nocivos. Entre esses efeitos, destacam-se: os danos aos recursos vivos, à vida marinha e à saúde humana; os entraves às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar; as alterações da boa qualidade da água do mar no que se refere à utilização e à deterioração dos locais de recreio (BRASIL, 1995).

¹ A atualização deste capítulo contou com a participação do Prof. Dr. Mário Barletta, do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em sequência à realização, pelo Cembra, de um webinar específico sobre o assunto.

Portanto, poluição tem um conceito mais amplo do que contaminação do ambiente aquático, que é a alteração de sua qualidade causada diretamente pela adição de uma determinada substância, provocando mudanças em sua composição normal, bem como na estrutura e no funcionamento das comunidades que nele vivem.

Os impactos da poluição variam em tempo (agudo e crônico), intensidade e lugar (fontes pontuais, difusas e globais). Apesar de a poluição mais visível e familiar ser a do petróleo, provocada pelos acidentes com navios petroleiros, e de a escala e a visibilidade desses impactos serem mais conhecidas e divulgadas, diversas outras fontes e classes de contaminantes e vias de introdução de contaminantes são notáveis no meio marinho. Entre essas, destacam-se: efluentes domésticos e industriais, ambos insuficientemente tratados; escoamento de superfície urbano e industrial; acidentes marítimos, como derrames e explosões; operações de descarga no mar; exploração mineira; nutrientes e pesticidas oriundos das atividades agrícolas; fontes de calor desperdiçadas; sedimento remobilizado; transporte atmosférico; e cargas radioativas.

O aumento da poluição e o desenvolvimento costeiro desordenado têm contribuído para a perda de biodiversidade e o declínio de serviços ambientais. O aumento dos níveis atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂), um gás estufa, está prejudicando aspectos fundamentais de muitos ecossistemas marinhos por meio da acidificação dos oceanos, que modifica rapidamente a química do oceano. Os efeitos da poluição marinha são notadamente observados na ZC, em função da proximidade de diversas fontes contaminantes, embora também ocorram na zona oceânica. Em outras palavras, a boa qualidade ambiental no mar só será atingida se ela também ocorrer no continente adjacente. Um exemplo dramático dessa assertiva é o rompimento da barragem de contenção de resíduos de mineração da Samarco em novembro de 2015, considerado o pior acidente ambiental do Brasil, que será abordado com mais detalhes logo adiante (HATJE et al., 2017).

A qualidade da água deve satisfazer às exigências de sua utilização e de saúde pública, bem como estar em conformidade com a legislação ambiental específica. A água poluída é um veículo direto de contaminantes causadores de doenças graves de caráter epidêmico, envolvendo, assim, um significativo aspecto sanitário. Além disso, a poluição pode exercer um efeito indireto, de implicações econômicas consideráveis, por interferir ou prejudicar o uso das águas, como lazer, turismo e produção pesqueira. Do ponto de vista jurídico, só ocorre poluição se houver efeitos nocivos ou consequências sérias (MESTRES et al., 2006). Na aplicação da legislação ambiental, muitos entendem que, em função das peculiaridades dos danos ambientais ou em casos de poluição crônica por efeito cumulativo de "pequenas poluições", tais danos só se tornam perceptíveis após alguns anos, não havendo como restringir a conceituação legal.

Considerando o Capítulo 17 da Agenda 21, elaborada em 1992 na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), e documentos de reuniões preparatórias, foi convocada, no período de 23 de outubro a 3 de novembro de 1995, em Washington, uma conferência intergovernamental para a adoção do Programa de Ação Global para a Proteção do Meio Marinho frente às Atividades Baseadas em Terra. Em seu documento final, estão definidos os contaminantes e as fontes de contaminação, além de outras formas de degradação do ambiente marinho provenientes da terra (MESTRES et al., 2006), conforme listados a seguir:

- **Contaminantes:**
 - esgoto sanitário;
 - poluentes orgânicos persistentes;
 - radioatividade;
 - metais traço;
 - nutrientes;
 - óleos e graxas, incluindo os hidrocarbonetos;
 - movimentação artificial de sedimentos; e
 - resíduos sólidos, incluindo os de origem urbana (material plástico) e industrial.

- **Outras possíveis fontes de contaminação e de degradação do ambiente marinho:**
 - Fontes localizadas (costeiras e a montante do continente):
 - centrais elétricas;
 - instalações portuárias e terminais; instalações industriais; instalações militares; instalações de tratamento de águas residuais; instalações de recreação e turismo;
 - construções (estruturas costeiras, obras portuárias e expansão urbana);
 - mineração costeira (areia e cascalho);
 - aquicultura;
 - modificação e/ou eliminação de habitats (dragagem, aterros de marismas² ou manguezais); e
 - introdução de espécies exóticas.

 - Fontes não pontuais (difusas):
 - escoamento superficial de resíduos urbanos, industriais, agrícolas e florestais;
 - rejeitos com resíduos de mineração;
 - rejeitos das atividades de construção;
 - vertedouros e localização de resíduos perigosos; e
 - erosão resultante da modificação física de feições costeiras.

 - Deposição atmosférica causada por:
 - transportes (emissão a partir de veículos);
 - centrais elétricas e instalações industriais;
 - incineradores; e
 - atividades agrícolas (aplicação de pesticidas).

² Terrenos alagadiços situados à beira do mar ou de rios. Mais detalhes no Capítulo XI.

Atualmente, se inserem na lista de contaminantes: novos compostos orgânicos sintéticos (fármacos, retardantes de chama, compostos perfluorados, nanocompostos, etc.), toxinas algais, atmófilos³ e rejeitos hospitalares (quimioterápicos, antibióticos persistentes e patógenos).

Por outro lado, acordos internacionais têm sido firmados com ponto focal em atividades poluidoras não localizadas (difusas) por terra, principalmente as relacionadas a transporte marítimo e exploração do petróleo. Podem ser listados como efeitos negativos dessas atividades os seguintes acontecimentos no meio marinho:

- liberação/derramamento de hidrocarbonetos de petróleo e seus derivados;
- liberação de compostos químicos, com destaque para os óxidos de nitrogênio e enxofre;
- lançamento de resíduos sólidos (macro e microplástico);
- assimilação aumentada de dióxido de carbono;
- descarga de esgoto sanitário não tratado;
- liberação de biocidas usados em pinturas anti-incrustantes (que causam o fenômeno imposex⁴) ou de pesticidas usados na agricultura;
- transferência de organismos aquáticos indesejáveis e patogênicos;
- alijamento no mar de plataformas, embarcações e outras estruturas construídas pelo homem;
- perda acidental de carga acondicionada ou de materiais irradiados, carregados em frascos por embarcações; e
- efeitos tóxicos letais e subletais (molecular, bioquímico, histológico, fisiológico, populacional e de comunidade) à biota e ao ser humano.

Além dos contaminantes citados, também são motivos de preocupação a poluição sonora marinha e, principalmente, o lixo marinho. O uso crescente de produtos descartáveis, a disposição descontrolada de lixo e a má gestão de resíduos e de práticas de reciclagem são o principal motivo para o acúmulo de lixo no mar (Bergman et al., 2015).

Nessa última categoria, estudos recentes mostram que os macro e os microplásticos podem ser considerados como um dos principais problemas a afligir a biota marinha, pois, além de causarem efeitos físicos, também podem adsorver contaminantes como mercúrio, PCBs⁵, dioxinas, etc. (Costa; Barletta, 2015). A poluição por microplásticos (MPs) é um problema global, pois está presente mesmo em regiões costeiras remotas e intocadas, provavelmente causando impactos em escala ainda desconhecida. MPs são plásticos de origem primária e secundária com diâmetros de cinco milímetros ou menos que estão livres na coluna de água ou misturados em sedimentos. Desde o início dos anos 1970, tem-se conhecimento de que os MPs poluem os ambientes marinhos. Recentemente, a preocupação vem crescendo à medida que aumentam as quantidades de microplásticos detectados nos oceanos e que é revelado o desenvolvimento de processos inéditos envolvendo esse poluente no mar. Ambientes marinhos costeiros localizados na porção ocidental tropical e subtropical do Oceano

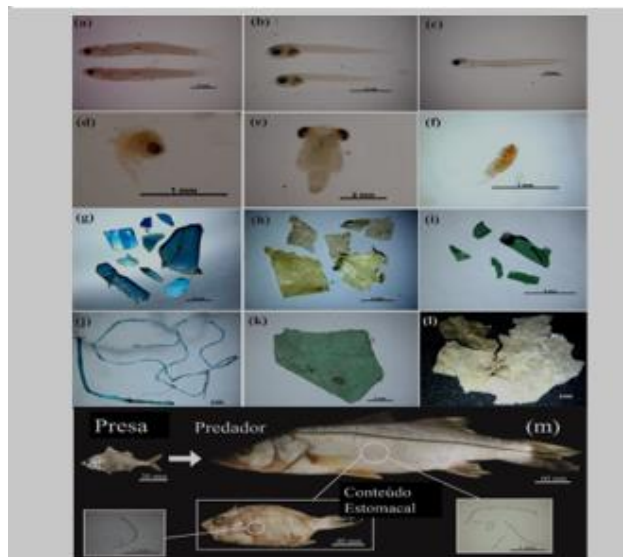
³ Elementos encontrados principalmente ou exclusivamente no estado gasoso.

⁴ *Imposex* é o fenômeno de indução de características masculinas em espécies marinhas de gênero feminino devido à exposição de tintas anti-incrustantes à base de composto de tributil-estanho (TBT).

⁵ Bifenilas policloradas (PCBs, do inglês *polychlorinated biphenyl*) são poluentes orgânicos persistentes altamente tóxicos que se acumulam nas folhas e em outras partes das plantas, contaminando alimentos (Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/pcbbs/>>. Acesso em: 22 maio 2022.) (Nota do revisor)

Atlântico (WTAO, do inglês *Western Tropical and Subtropical Atlantic Ocean*) estão contaminados com microplásticos em diferentes quantidades e de uma variedade de tipos (Figura 1).

FIGURA 1: EXEMPLOS DE PLÂNCTON E ENTULHO PLÁSTICO ENCONTRADOS NOS RIACHOS E NO MANGUE DO ESTUÁRIO GOIANA (PERNAMBUCO).



Legenda: Larvas de peixes: (a) *Gobionellus oceanicus*, (b) *Atherinella brasiliensis*, (c) *Anchovita clupeioides*, (d) zoea de *Ucides cordatus*, (e) megalopa de *U. cordatus*, (f) copépode calanoide; microplásticos: (g, h, i); macrolásticos: (j) fios azuis, (k) plástico rígido verde, (l) plástico macio branco; (m) evidência de transferência de MPs de um nível trófico para outro.

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2016) e Ferreira et al. (2019).

Os principais compartimentos ambientais (água, sedimento e biota) estão contaminados, mas as consequências ainda são mal compreendidas. As bacias dos rios e todas as escalas de atividades pesqueiras são identificadas como as fontes mais prováveis desse poluente para as águas costeiras. A ingestão pela biota marinha ocorre nos grupos de vertebrados (peixes, pássaros, tartarugas e mamíferos marinhos) quando usam esses ambientes contaminados. Além disso, a presença de microplásticos em amostras de plâncton de diferentes habitats de estuários e ilhas oceânicas está confirmada (Lima et al. 2014; 2016).

A conectividade entre compartimentos ambientais relativos à poluição por MPs é uma nova fronteira para a ciência. Diversos estudos indicam que os detritos plásticos podem ser carreadores de metais pesados e poluentes químicos, como bifenilas policloradas (PCBs), éteres de difenilas polibromadas (PBDEs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), que se acumulam na biota. Outros efeitos nocivos dos plásticos descartados de forma incorreta incluem o transporte de espécies alienígenas/invasoras (GREGORY, 2009).

A aquicultura tem recebido atenção especial como forma de poluição agrícola, devido ao seu potencial de carga e descarga de efluentes ricos em contaminantes. O impacto ambiental se deve principalmente à geração de resíduos fecais, fertilizantes orgânicos e inorgânicos, materiais de calagem, algicidas e herbicidas, desinfetantes e antibióticos, entre outros contaminantes (Shahidul Islam; Tanaka, 2004).

Finalmente, a poluição sonora passou a ser reconhecida como um importante poluente do século XXI e está presente na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), tanto na legislação europeia, como na Diretiva-Quadro da Estratégia Marinha nº 56/2008 da

Comunidade Europeia (Bittencourt et al., 2014). O som é amplamente disponível em ambientes aquáticos e é usado por muitos animais para atividades biológicas fundamentais. Nas últimas décadas, as ações antropogênicas, em particular o tráfego de embarcações, levaram à maior poluição sonora no mar, que alterou os níveis de ruído em grande escala, provocando alterações e outras mudanças significativas nos ecossistemas marinhos, como estresse, distrações e mascaramento de importantes sons.

No Brasil, um estudo pioneiro sobre esse problema foi desenvolvido na Baía de Guanabara (Bittencourt et al., 2014) e evidenciou um nível de poluição sonora associado ao transporte e ao tráfego de embarcações semelhante ao encontrado em outras regiões costeiras afetadas. Segundo esse estudo, o crescimento econômico nos últimos anos se refletiu em um incremento no tráfego de embarcações, em construções portuárias, na extração de petróleo e em empresas navais, causando diversas alterações no ambiente acústico dos ecossistemas marinhos costeiros.

A ZC brasileira, além de apresentar grande extensão continental, com ecossistemas extremamente diversificados, é o espaço de convergência de alguns dos principais vetores econômicos componentes de um sistema voltado para a exportação, que depende, de forma significativa, da infraestrutura de apoio logístico necessária à produção e à circulação de mercadorias.

Dessa forma, as cidades localizadas na ZC, por apresentarem uma concentração dos investimentos, nem sempre crescem de forma ordenada. Esse cenário, característico das regiões costeiras, agrava-se no Brasil, como na maioria dos países em desenvolvimento, em função da acentuada carência de infraestrutura para drenagem urbana, saneamento básico, gerenciamento adequado de resíduos sólidos e articulação institucional necessária à viabilização do planejamento e da gestão dos recursos naturais. Em outras palavras, essa conjuntura é um reflexo da ausência de uma política urbana integrada às demais políticas públicas. Um exemplo disso é o percentual da população atendida por rede de esgoto sanitário. Dados do IBGE de 2008 mostram que 45,7% dos domicílios brasileiros têm acesso ao esgotamento sanitário. Em termos regionais, temos:

- Norte: 5%;
- Nordeste: 29,1%;
- Sudeste: 69,8%;
- Sul: 30,2%; e
- Centro-Oeste: 33,7%.

As dificuldades institucionais devem ser vencidas por grandes esforços para elaborar e implementar instrumentos legais de apoio ao processo de ordenamento, que tem convergido para a implantação dos acordos e convenções internacionais vigentes. Isso possibilita a adoção de estratégias para o aperfeiçoamento da ação gestora, resultando em avanços bastante concretos, inclusive pelas exigências do comércio internacional quanto aos produtos de exportação brasileiros.

2. ATIVIDADES POLUIDORAS

2.1 Expansão Urbana sem Planejamento

A ZC apresenta situações que necessitam de ações preventivas e corretivas para seu planejamento e gestão a fim de atingir padrões de sustentabilidade. Cinco das nove regiões metropolitanas brasileiras encontram-se à beira-mar, respondendo por aproximadamente 15% da

população do País. Quando se adicionam os efetivos das outras seis conurbações⁶ litorâneas mais expressivas, atinge-se o total de quase 36 milhões de habitantes, distribuídos em apenas 11 aglomerações urbanas na costa (Pauwels, 1996).

As cinco principais metrópoles correspondem às aglomerações de Fortaleza, Recife, Salvador e Rio de Janeiro – que estão diretamente assentadas à beira-mar –, além de Belém, situada em região estuarina. Esse conjunto é responsável por uma população residente de mais de 22 milhões de indivíduos. O nível de concentração demográfica pode ser percebido quando se observa que esse contingente representa 56% dos habitantes da ZC e 61% de sua população urbana. Levando em conta a magnitude das carências de serviços urbanos que predominam nessas áreas, elas podem ser consideradas as mais críticas na zona litorânea. As cidades abrigam complexos industriais dos setores de maior impacto sobre o ecossistema aquático adjacente (indústrias químicas, petroquímicas e de celulose, entre outras), além da multiplicidade de usos próprios da vida metropolitana.

Essas áreas (pontas de metrópoles), somadas às outras conurbações encontradas no litoral (as pré-metrópoles), definem uma segunda classe na hierarquia urbana da ZC: a das cidades grandes, geralmente identificadas como capitais estaduais não metropolitanas e como cidades dedicadas a funções especializadas (MESTRES et al., 2006). Somente as capitais nordestinas não metropolitanas somam quase três milhões de habitantes que, somados aos contingentes das conurbações Santos–São Vicente–Guarujá–Cubatão (315.563 habitantes) e Vitória–Vila Velha–Serra (1.352.146 habitantes), perfazem uma população de mais de quatro milhões e meio de indivíduos. Quando se agregam as seis maiores cidades no cenário nacional – Porto Alegre, Campos, Joinville, Pelotas, Florianópolis e Ilhéus – esse valor se aproxima dos seis milhões de habitantes vivendo em 18 núcleos urbanos. Se acrescentarmos as populações metropolitanas, chegamos a quase 25 milhões de pessoas, o que equivale a 78% da população total da ZC ou 89% de sua população urbana em apenas 21 localidades no litoral. Outras áreas também merecem atenção em função do aumento da taxa de crescimento populacional e da flutuação sazonal do número de habitantes devido ao turismo, como ocorre na Região dos Lagos (RJ), no litoral norte de São Paulo e no Balneário de Camboriú (SC).

As demais regiões metropolitanas compõem um conjunto mais meridional e interior, com extensões imediatas na ZC dedicadas a funções marítimas. É o caso da Baixada Santista, que, em complementaridade com São Paulo, é a porta e o porto do planalto; e também de Paranaguá com Curitiba, zonas que, mesmo não oficialmente, se agregam ao tecido metropolitano. Porto Alegre (RS) é caso especial: embora cumpra diretamente funções portuárias lacustres, sua extensão mais relevante, apesar de não imediata, é o porto marítimo da cidade de Rio Grande, que se localiza ao sul da Lagoados Patos, numa zona estuarina formada junto ao deságue dessa lagoa no Oceano Atlântico.

Observa-se um padrão hiperconcentrado de assentamentos distribuídos com certa regularidade ao longo do litoral, o que consolida o caráter pontual da ocupação costeira. Pontual, porém, em expansão generalizada, qualificando os entornos imediatos de tais aglomerações como as áreas da pressão povoadora contemporânea por excelência. Esse aspecto fica mais evidente quando se salienta que os municípios periféricos das regiões metropolitanas vêm apresentando dinamismo de crescimento superior a seus núcleos, o que confirma a expansão física dessas zonas de adensamento. Extensa mancha contínua em claro processo conurbativo manifesta-se do litoral sul da Baixada Santista até o norte da Baía de Guanabara, revelando uma vasta área quase continuamente urbanizada

⁶ Conurbações são conjuntos de cidades em sequência, sem, contudo, se confundirem.

visando ao macroeixo São Paulo–Rio de Janeiro pela ZC.

No cenário de expansão urbana e de rede de esgoto sanitário, 59% da população brasileira são atendidos pela rede⁷; essa questão se agrava em relação à população costeira, pois é bem menor o número de domicílios providos de coleta e tratamento de esgotos (IBGE, 2011). De acordo com dados do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (IBGE, 2011), são tratados 18,6 m³ de esgoto bruto provindos de nove milhões de habitantes, com 470 t/dia de carga orgânica. Extrapolando-se os dados para o restante da ZC, estima-se um volume de 145 m³/s de esgotos, o que equivale a uma carga de 3.655 t/dia de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Esse dado se refere a um parâmetro químico indicador dos níveis de matéria orgânica biodegradável na água. O problema do aporte de matéria orgânica é que esta, ao se biodegradar, resulta em liberação de compostos nitrogenados e fosfatados que favorecem florações de cianobactérias.

Esse tipo de processo ambiental é conhecido como eutrofização. As florações, quando intensas, alteram a composição química natural da água. Geralmente, os vegetais desenvolvidos em ambientes eutróficos têm ciclo de vida curto e, assim, quando morrem, aumentam mais ainda a taxa de matéria orgânica em decomposição microbiológica, gerando processos de anoxia no ambiente aquático. Em um ambiente que se torna anóxico, pode haver mortandade da biota favorecida pela liberação de gases tóxicos (como metano e sulfídrico) a partir da coluna sedimentar. Portanto, a ampliação da rede de coleta e tratamento de esgotos associada à implementação efetiva de políticas de ordenamento territorial relevantes à zona litorânea são algumas das medidas mais importantes e urgentes para minimizar o impacto negativo da ocupação humana sobre a zona costeira.

Outro exemplo de degradação ambiental se relaciona ao lixo. Na Baía de Guanabara, 90% da coleta de lixo vai para lixões a céu aberto, sendo que 50% deles estão localizados junto a rios, lagoas, mar ou áreas de preservação ambiental. Na ZC, os 70 milhões de habitantes geram cerca de 56.000 t/dia de lixo, mas são coletadas apenas 42.000 t⁸.

Em locais onde a urbanização e a industrialização são menos intensas ou mais controladas, praticamente não há registros publicados. Nesses locais, os efeitos diretos e combinados da urbanização são mais difíceis de quantificar. As fontes de poluição são variadas e estão dispersas no ambiente, tornando complicado estabelecer relações de causa e efeito. Essas áreas pouco impactadas podem servir de referência para a avaliação da poluição. Séries temporais desses locais utilizando o mesmo delineamento amostral (biota a biota) são necessárias para que haja uma comparação do efeito da poluição em função das variáveis espaço e tempo em toda a ZC do País (Barletta et al., 2020).

2.2 Distribuição Espacial da Indústria na ZC

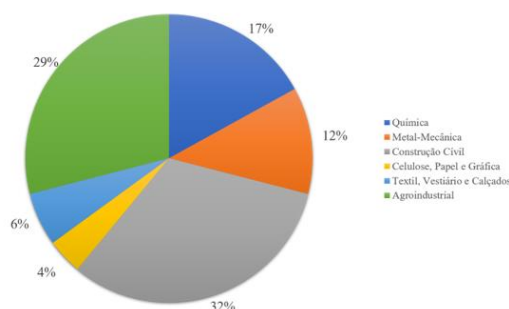
Para avaliar a distribuição espacial da atividade industrial na ZC, adotou-se a classificação a partir dos grandes complexos industriais, que permite uma aproximação dinâmica com a estrutura produtiva (UNEP, 1995). Os principais complexos industriais da economia brasileira, em ordem de importância, são: químico, metal-mecânico, agroindustrial, têxtil e de calçados, de papel e gráfico, e de construção civil.

⁷ De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada em 2009. A situação vem apresentando melhora: em 2004, a percentagem era de apenas 40%.

⁸ Os lixões estão sendo substituídos por aterros sanitários.

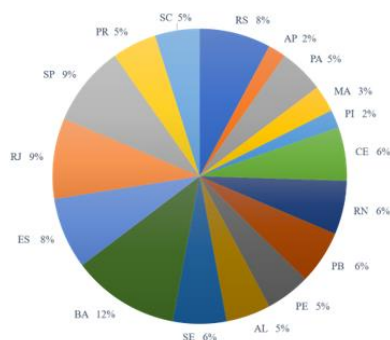
As distribuições relativas desses complexos industriais, por tipologia de empreendimento e pelos 17 estados litorâneos, estão resumidas nas figuras 2 e 3 a seguir.

FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA AO LONGO DA ZONA COSTEIRA (ZC) BRASILEIRA.



Fonte:

FIGURA 3: CONCENTRAÇÃO DOS COMPLEXOS INDUSTRIAIS NA ZONA COSTEIRA (ZC) BRASILEIRA.



Fonte:

A expansão e a integração recentes da estrutura produtiva nacional acentuaram os rebatimentos territoriais desses complexos sobre a ZC. Os itens a seguir explicam brevemente a situação em cada complexo.

2.2.1 Complexo Químico

De consolidação mais recente, os complexos químicos estão presentes em vários segmentos no litoral, explorando matérias-primas desde o sal até o petróleo. Destacam-se:

- **Indústrias de álcalis e cloroquímica:**

A Companhia Nacional de Álcalis (CNA) pretende investir US\$ 110 milhões na Alcanorte em Macau (RN), onde a exploração do sal, tradicional na região, aliada à presença de calcário, favorece a implantação da unidade fabril.

Há indústria cloroquímica no município de Lauro de Freitas (Dow Química da Bahia) e também em Maceió, onde foi instalado o Complexo Químico das Alagoas (CQA), nucleado pela Salgema (atual Trikken), que explora as ricas jazidas de sal-gema nas proximidades do Complexo Lagunar-Estuarino Mundaú-Manguaba (Alagoas). A associação da cloroquímica com a

alcoólquímica nessa região eleva o potencial poluidor do complexo industrial em uma das áreas mais frágeis do litoral nordestino. A localização desse polo industrial entre as lagoas de Mundaú e Manguaba pode trazer sérios problemas ao ecossistema aquático caso não haja tratamento eficiente dos dejetos lançados. Portanto, esse tipo de atividade deveria ser monitorado por agências de meio ambiente (estadual e federal) para reduzir as chances de risco de acidentes. O complexo Salgema, embora pertença ao polo, está situado dentro do perímetro urbano de Maceió. Considerando o seu potencial poluidor, pode haver prejuízos para a saúde da população à medida que aumenta a densidade de ocupação humana em suas proximidades (GUSMÃO, 1990; NETO et al., 2017). Em vista disso, seria importante manter a densidade demográfica baixa na área próxima a essa planta de prospecção de sal-gema.

- **Indústrias de adubos e fertilizantes:**

Suas instalações cresceram durante a década de 1970 no Brasil, viabilizando a expansão da agroindústria. Esse segmento está relativamente disperso no litoral, estendendo-se das vizinhanças de Recife (Paulista, PE), com importantes concentrações em Sergipe, até Cubatão (SP), Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS).

Os impactos mais contundentes dessas indústrias estão nas emissões aéreas e nos aportes hídricos não suficientemente tratados e, assim, ricos em compostos nitrogenados e fosfatados. Teoricamente, a maioria delas não apresenta efluentes hídricos e recircula a água utilizada nos processos industriais (reúso). Entretanto, os escoamentos pluviais lavam a planta industrial, empoeirada com emissões aéreas, e deságuam no ambiente aquático, carreando os compostos químicos que encontram pelo caminho. Dessa forma, a contaminação causada pelas emissões desse tipo de indústria favorece intensamente os processos de eutrofização nos ambientes aquáticos receptores. É o caso típico de uma enseada marginal do estuário da Lagoa dos Patos (Saco da Mangueira), na cidade de Rio Grande (RS), onde estão instaladas duas dessas indústrias.

Em termos de funcionamento de uma unidade de produção de cloreto de potássio (fonte de potássio para a produção de fertilizantes), o litoral da região de Aracaju (SE) está vulnerável a sofrer os impactos devido ao rejeito dessa indústria, que é de cerca de 1,3 milhão de t/mês de cloreto de sódio. A execução dessa unidade tem participação da Companhia Vale do Rio Doce (Vale) e da Petrobras, bem como do Terminal Marítimo de Sergipe, que viabilizará o transporte de cloreto de potássio para a Região Sul do País.

A cidade de Paranaguá (PR), onde esse gênero de indústria é responsável por cerca de 90% de seu Valor da Transformação Industrial (VTI)⁹, está fortemente orientada para o segmento do complexo químico. O elevado grau de especialização deu-se em função da atividade portuária intensamente desenvolvida na região e responsável pela localização de três grandes empresas que operam no setor, bem como pelas ligações do porto com a agroindústria regional.

- **Petróleo, gás natural e petroquímica:**

Constituem o segmento do complexo químico mais impactante sobre a ZC, considerando as dimensões do investimento, a extensão das redes e o porte das plantas. Os campos de extração de

⁹ Valor da Transformação Industrial (VTI) – diferença entre o valor bruto da produção industrial e os custos das operações industriais.

petróleo e gás natural, que se estendem do litoral do Rio Grande do Norte até o do Paraná, são conectados a terminais e refinarias por uma vasta rede de dutos.

A Região Sudeste concentra as principais atividades de produção, transporte e estocagem de petróleo. A Bacia de Campos, localizada na plataforma continental do Rio de Janeiro, responde por cerca de 70% da produção nacional de petróleo, que é escoada por oleodutos e navios-tanques. O terminal marítimo de petróleo da Petrobras localizado em São Sebastião (SP) responde por mais de 60% da movimentação de petróleo e derivados do País.

Com o pré-sal, essas atividades ainda assumirão desenvolvimento muito maior. Segundo o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis de 2013, da Agência Nacional de Petróleo (ANP), o País conta com 63 dutos de transferência de gás, na extensão total de 2.274 km, e 47 dutos de transporte, com 9.422 km (ANP, 2013).

Os principais gasodutos existentes no Brasil são o de Campos (RJ-ES), o de Salvador-Maceió (Bahia) e o do Nordeste (Nordestão), que tem 420 km de extensão e transporta o gás produzido no campo de Ubarana (RN). Parte da produção de Ubarana é processada na Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN) do Polo Industrial de Guamaré (RN) e transformada em produtos como o gás natural liquefeito (GNL), o gás liquefeito de petróleo (GLP) e a gasolina natural, abastecendo totalmente a Paraíba e o Rio Grande do Norte de GLP. O duto chega até Cabo (PE), alcançando 120 km de linhas-tronco e mais 100 km de ramais em João Pessoa e 160 km em Recife.

Cabe destacar a construção do gasoduto Bolívia-Brasil, com 3.150 km de extensão, sendo 557 km do lado boliviano e 2.593 km em solo brasileiro. Com a implantação desse gasoduto, o País passou a dispor de um sistema de dutos interligados de aproximadamente 4.000 km, além do sistema já existente no Nordeste (PASSOS, 1998). Atualmente, a Transpetro soma ao todo 7.179 km de oleodutos e 7.327 km de gasodutos em operação no País.

A rede mais densa de oleodutos situa-se no Centro-Sul para prover o parque industrial, como o oleoduto de Cubatão-Utinga (SP) e o que liga o Tefran (SC) à Repar (Araucária/PR) a partir de um terminal flutuante gigante que percorre 117 km e tem a capacidade de 126.000 barris por dia (bpd). Além dessa rede de dutos, existe toda uma infraestrutura de armazenamento e distribuição de combustíveis espalhada ao longo da costa nos principais portos do País. A essa estrutura somam-se os três polos petroquímicos implantados em Cubatão/Capuava (SP), Camaçari (BA) e Triunfo (RS).

A história da petroquímica no Brasil pode ser dividida, grosso modo, em duas fases. A primeira, que antecede a criação da Petroquisa, em 1967, caracteriza-se pela implantação de unidades fabris nas principais refinarias do Sudeste, em sua maioria subsidiárias de grandes empresas multinacionais, como a Union Carbide, a Rhodia (Rhone-Paulenc) e a Dow Chemical, algumas de capital privado nacional e uma empresa estatal ligada à Petrobras, como a Fabor (atual Petroflex), localizada na Refinaria Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.

Os efeitos da petroquímica sobre o ambiente costeiro são intensos. Tomando, por exemplo, o Complexo Cubatão/Capuava (SP), os impactos ambientais foram aos poucos se fazendo sentir pela derrubada e contaminação de cerca de 11.800 km² de manguezais; pela degradação da Baía e do Estuário de Santos e de toda a Baixada Santista; e pelo desaparecimento da Mata Atlântica na área da Reserva Biológica da Serra de Paranapiacaba (SP), a 10 km do Complexo e a 800 m de altitude,

ocasionando deslizamentos de terra e a movimentação do regolito¹⁰ decomposto. O regolito termina por depositar-se no pé da vertente, na planície ocupada por indústrias e no estuário, onde, por sua vez, é responsável pelo assoreamento do Porto de Santos.

O Polo de Camaçari (Bahia), embora tenha tido um processo de planejamento que antecedeu sua implantação, está situado sobre os principais mananciais que abastecem a região metropolitana de Salvador. Sua implementação foi fator de atração da modernaindústria têxtil nacional processadora de fios sintéticos.

2.2.2 Complexo Metal-Mecânico

Presente no litoral brasileiro em suas diversas fases, desde a extração mineral, passa pelas grandes plantas metalúrgicas de ferrosos e não ferrosos e chega à indústria naval. Entre essas atividades, destacam-se:

- **Extração e beneficiamento de carvão mineral:**

São atividades realizadas ao longo do Paraná e de Santa Catarina, no cinturão carbonífero do Sul do Brasil, começa em São Paulo e termina no Rio Grande do Sul (área de Bagé, na fronteira com o Uruguai). As principais jazidas localizam-se nos vales dos rios Tubarão (SC), Jacuí (RS) e do Peixe (SP). Pesquisas recentes indicam a possibilidade de novos depósitos no subsolo da bacia sedimentar do Rio Paraná (MG) –área considerada não carbonífera – e a 25 km de Porto Alegre (RS), com o carvão subterrâneo de Gravataí-Morongava.

A presença de carvão mineral, caulim, feldspato, argila e barro branco possibilitou o desenvolvimento das indústrias extrativas e de transformação de produtos minerais não metálicos, que se dedicam à confecção de pisos e azulejos. Criciúma constitui o centro da região carbonífera de Santa Catarina e, portanto, o que mais sofre com a poluição provocada por essa atividade. Assim, também é recomendável o monitoramento dessas áreas para que se possa avaliar o impacto dessa atividade industrial.

A extração do carvão provoca degradação ambiental não só por suas características intrínsecas, mas também devido ao alto teor de impurezas do carvão, que produz uma proporção de rejeitos na ordem de 60%, originando problemas devido à sua inadequada disposição (Egler, 1995; IBGE, 2011). As usinas termoeletricas contribuem significativamente para a degradação ambiental porque, na queima, o carvão libera grande quantidade de enxofre, elemento que reage com o oxigênio e a água presentes na atmosfera, formando a chuva ácida, que pode provocar o desfolhamento de plantas, a acidez do solo e até a morte de peixes em sistemas aquáticos de pequeno porte.

- **Beneficiamento e exportação de minério de ferro e produtos siderúrgicos:**

Atualmente, estão entre os principais produtos das exportações brasileiras. Há duas grandes áreas produtoras situadas no interior do território nacional: o Quadrilátero Ferrífero (MG) e a Serra de Carajás (PA), de onde partem ramais ferroviários que desembocam em terminais especializados com unidades de pelotização. São os terminais da Ponta da Madeira, em Itaqui (MA); de Tubarão e

¹⁰ Camada superficial desagregada, proveniente da ação de intempéries, que recobre a rocha fresca e cuja espessura varia entre alguns centímetros e dezenas de metros.

Vitória (ES), onde a Vale opera o Terminal de Paul, especializado em operações com ferro-gusa; o de Praia Mole (SC), onde se destacam operações de apoio às usinas siderúrgicas de Tubarão, Usiminas e Açominas; e o de Mangaratiba (RJ), explorado pela Minerações Brasileiras Reunidas (MBR).

Associadas ao beneficiamento de minério de ferro ou à proximidade de terminais de desembarque de carvão siderúrgico, grandes plantas industriais foram estabelecidas no litoral, como a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), em Cubatão; a Companhia Siderúrgica da Guanabara (Cosigua), em Santa Cruz, município do Rio de Janeiro; a Companhia Ferro e Aço de Vitória e a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), no Espírito Santo; a Usina Siderúrgica da Bahia (Usiba), em Simões Filho; e a Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA), no Rio de Janeiro; entre outras.

No Quadrilátero Ferrífero (MG), o rompimento da barragem do Fundão, local de despejo dos resíduos da mineração de ferro da Samarco Mineração S.A., de propriedade das empresas Vale do Rio Doce e BHP Billiton (anglo-australiana), causou um vazamento de aproximadamente 35 milhões de metros cúbicos de lama, que percorreu em seis dias mais de 600 km, da barragem em MG até a foz do Rio Doce em Regência, no litoral do Espírito Santo. Além dos graves impactos socioambientais ao longo do Rio Doce, incluindo a morte de 19 pessoas, o desastre causou um aumento extraordinário na carga de sedimentos em suspensão (até 33,000 mg/L) e metais associados, como ferro, alumínio e manganês, além de outros elementos metálicos tóxicos, como arsênio e mercúrio (Neto et al., 2017). O aumento do mercúrio é atribuído à remobilização de sedimentos enriquecidos por esse metal como coproduto da mineração artesanal de ouro na bacia hidrográfica do Rio Doce (Hatje, 2017).

A Nota Técnica nº 3/2017/Vitoria-ES/Tamar/Dibio/ICMBio informa que:

Desde 21/11/2015 até o presente momento, a foz do Rio Doce segue aportando continuamente no mar os rejeitos de barragem, em concentrações e vazões variadas. A calha do rio ainda continua preenchida com a lama do rejeito, que, dependendo da vazão, mais ou menos rejeitos são carregados até a foz, e daí para o ambiente marinho, onde, segundo as condições ambientais, poderá deslocar-se para o norte ou para o sul. Além do que vem sendo aportado continuamente pelo Rio Doce, a pluma sedimentar que já está presente no mar e que se depositou no fundo oceânico, em processos de ressacas e fortes correntes geradas pelas frentes frias, pode ser remobilizada de uma região para outra de acordo com as condições ambientais, sendo necessário o acompanhamento contínuo da mesma (...). (BRASIL, 2017, p. 3).

Ou seja, o monitoramento deve ser continuado.

- **Beneficiamento e exportação de não ferrosos:**

Entre os metais não ferrosos produzidos, destacam-se o alumínio, o manganês, o cromo, o zinco e o titânio. A produção de alumínio sofreu expansão acelerada a partir da década de 1970. A crise do petróleo reorientou a localização global das atividades intensivas em energia e grandes investimentos no setor foram direcionados para o Brasil. A implantação da Albras/Alunorte em Barcarena (PA) e da Alumar em São Luís (MA), utilizando a energia gerada em Tucuruí (PA), transferiu parte da produção brasileira de alumínio para a ZC.

A extração e o beneficiamento do manganês vêm sendo realizados, há décadas, na Serra do Navio, no Amapá, pela Icomi, que o exporta pelo porto de Santana. Com o esgotamento dessa jazida, a Vale está explorando as reservas de manganês em Carajás (PA) e as jazidas do Azul e do Sereno, que totalizam 61 milhões de toneladas. A Icomi utiliza a infraestrutura de beneficiamento e

transporte implantada pela Vale para exportar minério de ferro por Itaqui.

A extração e o beneficiamento de cromo, cobre (pela Caraíba Metais) e titânio (pela Tibras) são expressivos no litoral da Bahia, ao norte de Salvador, com impactos significativos sobre o ambiente costeiro.

- **Construção naval:**

Segmento do complexo metal-mecânico há décadas no litoral, tem forte concentração no Rio de Janeiro com os estaleiros Verolme (Angra dos Reis), Ishibras e Mauá (na orla da Baía de Guanabara/RJ). No início da década dos anos 1980, teve início uma grave crise no setor, não ultrapassada até os dias de hoje¹¹.

2.2.3 Complexo Agroindustrial

O setor agroindustrial assumiu proporções crescentes depois de sua modernização na década de 1970. Do ponto de vista da ZC, seus impactos aparecem em diferentes segmentos, entre os quais se destacam os descritos a seguir.

- **Produção e refino de açúcar e de álcool:**

Com os incentivos do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar) e do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), expandiu-se a área plantada e implementaram-se destilarias autônomas nos tabuleiros costeiros do Nordeste Oriental de Sergipe até o Rio Grande do Norte. A conquista de tabuleiros pela cana impactou os estuários nordestinos. O emprego de fertilizantes e agrotóxicos na lavoura, a lavagem da cana e os derrames de vinhoto afetaram a rede fluvial local, principalmente em Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, onde vários ecossistemas estuarinos e os efluentes industriais e urbanos de um vasto sistema de drenagem foram comprometidos pela produção sucroalcooleira.

- **Exportação, importação e beneficiamento de grãos:**

Atividades tradicionalmente implantadas na ZC, foram intensificadas com a urbanização acelerada devido ao grande volume de trigo importado para o consumo humano e ao crescimento da exportação de grãos, principalmente soja e derivados. A implantação de silos e moinhos e o forte movimento de cargas a granel constituem verdadeiros corredores de exportação, com pique durante a safra em portos como Santos (SP), Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS), e boa parte do transporte sendo feito por viarodoviária.

Particularmente em Rio Grande, no Distrito Industrial da cidade, essa atividade é intensa. Foram construídos terminais graneleiros e existem indústrias que processam soja e produzem óleos vegetais com instalações junto às margens da Enseada Estuarina Saco da Mangueira. Vários tipos de atividades agrícolas utilizam agrotóxicos que, devido à lixiviação, comprometem a qualidade dos sistemas hídricos, por vezes localizados nas imediações de conglomerados urbanos. Como exemplo, pode-se destacar a rizicultura extensiva no Rio Grande do Sul e em algumas regiões de Santa Catarina, onde são empregados defensivos em grande escala. Em períodos de chuvas, a água que escoada dessas

¹¹ Mais detalhes no Capítulo X – Construção Naval.

agriculturas contamina os ambientes aquáticos receptores, podendo chegar até a zona costeira através dos estuários.

- **Fruticultura e fabricação de sucos e concentrados:**

Tem se expandido nas áreas costeiras do Nordeste por meio dos cultivos de coco, caju e frutas cítricas. Embora o coco e o caju sejam produtos tradicionais da ZC nordestina, a intensificação dos cultivos, com tratamentos culturais e técnicos caracterizados pela forte utilização de recursos hídricos nos perímetros irrigados, e a implantação de unidades de processamento próximas ao litoral exigem monitoramento quali-quantitativo para evitar impactos sociais e ambientais.

- **Beneficiamento do pescado e pesca¹²:**

Tradicionalmente disperso ao longo do litoral, tem sofrido gradual especialização e tratamento técnico devido às exportações de pescados nobres, como lagosta e camarão.

A pesca industrial no Brasil pode ser dividida em duas grandes zonas:

- a Norte/Nordeste, que está voltada basicamente para a produção de congelados para o mercado externo, com centros de processamento como Fortaleza (CE), onde a lagosta constitui um dos mais importantes produtos de exportação da economia cearense; e
- a Sul/Sudeste, onde as indústrias produzem conservas e congelados/resfriados, em sua maioria para o mercado interno. Niterói/São Gonçalo (RJ), Itajaí (SC) e Rio Grande (RS) são centros industriais importantes, e cabe às autoridades locais zelar para que essas empresas tratem adequadamente seus efluentes e continuem operando e gerando empregos, produtos alimentícios e impostos.

Conforme avaliação preliminar do potencial da ZEE, o parque pesqueiro possui uma estrutura de beneficiamento relativamente nova, com cerca de 20 anos de implantação; porém, é mal dimensionada, em função do restrito potencial das espécies para as quais foi projetada, razão pela qual atualmente opera com elevado grau de ociosidade (Schroeder et al., 2004).

2.2.4 Complexo Têxtil de Vestuário e Calçados

Apesar de se tratar de uma indústria orientada para o consumo, relativamente dispersa no território nacional, grandes plantas industriais estão estabelecidas nas principais regiões metropolitanas costeiras e também em núcleos industriais de porte médio, como Joinville (SC), Natal (RN) e João Pessoa (PB). Portanto, é uma atividade industrial que deve ser considerada quanto a seus impactos sobre a ZC.

Especial atenção deve ser dada à localização de curtumes e grandes unidades têxteis, tendo em vista o potencial poluidor dos processos de tratamento do couro e de alvejamento e tintura de tecidos, para os quais são utilizados sais de cromo. O cromo (Cr-VI), também empregado nas indústrias metalúrgica, automobilística e eletrônica (Colombo, 2017), possui um potencial danoso elevadíssimo para os ecossistemas aquáticos em geral e para a espécie humana (pois é cancerígeno), figurando entre os seis contaminantes mais tóxicos do *ranking* mundial estabelecido em 2015 pela

¹² Mais detalhes no Capítulo VI – Pesca.

organização suíça *Pure Earth* (PURE EARTH, 2016). Os curtumes estão entre as dez indústrias de maior potencial poluidor (PURE EARTH; GREEN CROSS, 2015).

2.2.5 Complexo de Celulose, Papel e Gráfico

Estudos recentes mostram a competitividade da produção brasileira de papel e celulose no cenário mundial. Análises do BNDES preveem a expansão da capacidade de produção de celulose visando ao suprimento da demanda interna e à participação do Brasil no mercado mundial.

Atualmente, a produção de celulose na ZC, incluindo as áreas reflorestadas, está concentrada no norte do Espírito Santo e no sul da Bahia, onde operam a Aracruz (atual Fibria) e a Suzano Bahia Sul, subsidiária da Vale. Grandes investimentos estão previstos para o corredor Carajás-Itaqui, com reflorestamento destinado à produção de celulose. A Vale está associada a capitais nacionais e japoneses na Celmar S.A. Indústria de Celulose e Papel, empresa localizada no Maranhão e constituída em 1992. Esse empreendimento produz celulose de fibra curta branqueada a partir do reflorestamento de áreas degradadas ao longo da Estrada de Ferro Carajás, região inserida no Programa Polos Florestais da Amazônia Oriental.

Projetos de ampliação de indústrias já existentes (como a Celulose Riograndense, do grupo chileno CMPC, antiga Aracruz, na cidade de Guaíba) e de outras novas (como a Votorantim Celulose e Papel – VCP) estão em fase final para implantação na área da Lagoa dos Patos (RS) como resultado da fusão de potentes grupos atuantes no setor.

2.2.6 Complexo da Construção Civil

Atividades na ZC estendem-se desde a extração de areia, brita e rochas ornamentais até a produção de cimento (e seus artefatos) e tijolos (nas olarias).

A produção de cimento, orientada pelas jazidas de calcário, ocorre na ZC em diferentes estados do Sudeste e do Nordeste. Seus efeitos poluidores estão na emissão de particulados, críticos nas vizinhanças das áreas urbanas, como em João Pessoa (PB) ou Cubatão (SP). Fortemente oligopolizado, esse setor é controlado por grandes grupos de capital nacional, cuja política de investimento é definida em função de estratégias de manutenção de controle do mercado.

A extração de areia e brita está condicionada à proximidade dos núcleos urbanos consumidores ou de grandes obras de engenharia na ZC. É praticada em diversos pontos do litoral, com sérias limitações no que diz respeito ao controle da atividade e, não raro, também está presente em áreas de preservação permanente.

A extração de rochas ornamentais, como o mármore e o granito, é uma atividade tradicional no sul do Espírito Santo, mas também se dissemina no Nordeste, principalmente na Bahia e no Ceará. Embora a extração não seja intensa na ZC, a estrutura de transporte, armazenagem e beneficiamento está localizada em centros urbanos litorâneos, como Fortaleza (CE), que recentemente criou um Polo Graniteiro voltado, em grande parte, para a exportação de rochas ornamentais.

2.3 Caracterização da Dinâmica Portuária¹³

Os transportes terrestres e o movimento portuário brasileiro têm mantido um ritmo forte, principalmente devido ao desempenho da agricultura na exportação, mas também em função da produção e da exportação de minérios, entre outros produtos.

O crescimento econômico dos últimos anos no Brasil vem pressionando os governos para a resolução de grandes gargalos, como o escoamento da produção. Nesse contexto, vários portos brasileiros estão sendo modernizados e ampliados para atender às crescentes demandas do comércio internacional, dependente da estrutura e da logística de transporte marítimo.

Entretanto, muitas atividades portuárias, como as operações de dragagem e derrocamento, são fontes de problemas ambientais (Barletta et al., 2016). É recomendável que os ecossistemas estuarinos sejam estudados antes de essas indispensáveis atividades serem executadas, assim como é aconselhável que sejam monitorados posteriormente a fim de gerenciar e minimizar os impactos decorrentes das operações. O ideal é que as dragagens sejam acompanhadas de programas prévios e também simultâneos de monitoramento ambiental da água, dos sedimentos e das comunidades bentônica, demersal e pelágica. Aliando tecnologia, conhecimento acadêmico e sua aplicação, é possível estabelecer procedimentos que resultem no menor impacto ambiental possível (Barletta et al., 2016).

No Porto de Rio Grande (RS), por exemplo, esse tipo de monitoramento permitiu a definição de condicionantes que diminuíram os impactos na área dragada e no local de descarte. Infelizmente, o mesmo procedimento não foi adotado na construção do Porto da Ponta do Felix, na Baía de Paranaguá (PR), onde o sedimento retirado foi colocado ao lado do canal dragado (Barletta et al., 2016). Como consequência da atividade de dragagem nesse ecossistema estuarino, foi desencadeada uma mudança na composição da comunidade de peixes demersais do estuário que afetou a pesca artesanal e a produção pesqueira.

Atualmente, as diretrizes gerais para avaliação do material a ser dragado em áreas jurisdicionais brasileiras são definidas pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 344/2004. A Portaria nº 93/2013, da Diretoria de Portos e Costas (DPC) da Marinha do Brasil, dispõe sobre a regulação de obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais em águas brasileiras com base em normas prévias da Autoridade Marítima Brasileira (BRASIL, 2013).

Já o gerenciamento da água de lastro deve ser realizado de acordo com a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (IMO¹⁴, 2004), que entrou em vigor internacionalmente em 2017¹⁵ e determina, entre outras providências, a instalação de estruturas de recepção da água de lastro e sedimentos e a elaboração de um plano de gestão da água de lastro na região portuária. As Normas da Autoridade Marítima (Normam) nº 20 da DPC versam sobre o assunto.

É evidente o empenho do governo brasileiro em modernizar os portos, procurando concentrar políticas e recursos na adaptação das instalações à tendência internacional que privilegia a

¹³ Mais informações no Capítulo IX – Portos.

¹⁴ *International Maritime Organization*, em português: Organização Marítima Internacional.

¹⁵ Disponível em <https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/bwm> Acesso em 30 de maio de 2022 (Nota do revisor).

especialização portuária, aí destacada a construção ou a ampliação de terminais específicos para contêineres e para embarque automatizado de grãos (BRASIL, 1996). As metas de médio prazo para o setor enfatizam o objetivo geral de modernização e adaptação das instalações às novas tecnologias.

Nesse aspecto, com exceção de terminais marítimos como o de São Sebastião (SP), instalações até recentemente utilizadas em caráter ultra especializado, como os terminais de embarque de minérios, são aproveitadas em sua infraestrutura geral para a anexação, por exemplo, de terminais para grãos (BRASIL, 1996).

A atividade portuária, dada sua natureza intrínseca, exige as vantagens comparativas do meio urbano, fenômeno identificado nas teorias da localização como economia de aglomeração. No Brasil, conta-se com exemplos que demonstram a imbricação, em várias modalidades, das dinâmicas urbana e portuária. Há casos, como o do Porto de Santos (SP), em que o crescimento e a diversificação têm óbvia conexão com o planalto industrializado, mas repercutiram localmente na contínua ampliação da própria cidade e também das vizinhas São Vicente, Guarujá e Praia Grande. Nessa região, o conflito de usos dos espaços litorâneos entre as atividades portuária/industrial e turística é muito conhecido. Devido às limitações geográficas com a Serra do Mar, infelizmente, a expansão urbana tende a ocupar áreas de proteção ambiental, como mangues, contrafortes, mananciais, entre outras, resultando em conflitos político-institucionais entre as administrações municipal, estadual e federal quanto à partilha das atribuições na gestão do imenso e complexo espaço urbano-portuário-industrial (BRASIL, 1996).

Nesse caso, a canalização de investimentos federais e estaduais em ampliação e modernização do complexo portuário não tem sido acompanhada da necessária contrapartida em termos de adequação da infraestrutura urbana para evitar a possibilidade de futuros problemas ambientais de poluição do ar e/ou do mar, relacionada tanto à disposição de resíduos quanto a acidentes.

Também há necessidade de ser considerada a descaracterização física dos ecossistemas como decorrência de alterações de profundidade e da construção de portos, marinas e plataformas, além do consequente impacto sobre o meio ambiente, causando a perda de habitats. É importante ressaltar a necessidade de realizar a recuperação da mata ciliar dos rios, principalmente dos que possuem atividade portuária em seus estuários. Essa medida diminuiria a necessidade de realizar dragagens para a manutenção de seus canais.

2.4 Áreas de Risco na ZC do Brasil

Uma das três categorias básicas de composição do conceito de risco ambiental é o risco tecnológico, definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida em curto, médio e longo prazos em consequência das decisões de investimentos na estrutura produtiva. Tal risco envolve uma avaliação, tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências – como explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos –, quanto da contaminação, em longo prazo, dos ecossistemas aquáticos por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo.

Tendo em vista os níveis de risco ambiental de origem tecnológica e os indicadores de expansão da base produtiva e energética, são necessárias medidas de prevenção e controle da poluição por monitoramento e intervenção corretiva das seguintes áreas ao longo da ZC (EGLER, 1995):

- **Sistema Lagunar Patos-Mirim-Mangueira (RS):** com destaque para o Porto de Rio Grande, onde há uma relativa concentração industrial (fertilizantes, refinaria de petróleo, processamento de grãos e pescados), pesqueira e de construção naval; e para a área metropolitana de Porto Alegre (RS), onde se situam um importante porto lacustre, o Polo Petroquímico (Triunfo) e a Refinaria Alberto Pasqualini.
- **Estuário do Rio Itajaí e Baía da Babitonga, norte e sul da Ilha de Santa Catarina e Complexo Lagunar Sul (SC):** concentram os sistemas produtivos de extração de carvão e areia; fabricação de cerâmica; indústrias têxtil, de vestuário e metal-mecânica; de pesca e aquicultura; de turismo; e agrícola.
- **Complexo Estuarino de Paranaguá e Baía de Guaratuba (PR):** o Porto de Paranaguá é o principal corredor de exportação de grãos da Região Sul. Concentra, ainda, o sistema produtivo no setor químico, principalmente de fertilizantes, além de turismo e aquicultura.
- **Litoral entre Santos e São Sebastião e Enseada de Bertioga (SP):** trata-se de uma das mais importantes concentrações dos complexos químico e metal-mecânico do Brasil. Santos, Cubatão, Guarujá e o terminal de São Sebastião (Terminal Almirante Barroso – Tebar) se situam nessa região, em que as condições da ZC, com baixas altitudes no litoral e forte declividade na hinterlândia imediata, favorecem sobremaneira a instabilidade dos sistemas naturais.
- **Baías da Ilha Grande, de Sepetiba e da Guanabara (RJ):** formam o principal conjunto de baías do Brasil e abrigam os maiores aglomerados urbanos costeiros. Suas condições naturais associam superfícies planas no litoral intensamente urbanizadas (como as baixadas Fluminense, de Jacarepaguá e de Sepetiba), com um entorno marcado por escarpas de forte declividade em razão da proximidade da Serra do Mar e do Maciço da Guanabara, o que torna tais áreas vulneráveis a inundações e desabamentos. A região possui extenso e diversificado complexo industrial químico e metal-mecânico, instalações térmicas e nucleares, assim como importantes zonas portuárias e estaleiros. As grandes carências de serviços para a população urbana no que diz respeito ao esgotamento de resíduos e à coleta de lixo, além do lançamento de efluentes industriais e da contaminação atmosférica, acentuam bastante a situação de risco ambiental dessas baías.
- **Região dos Lagos e Litoral Norte do Estado do RJ:** é onde se encontra o estuário do Rio Paraíba do Sul, que é a porção final de uma bacia hidrográfica bastante impactada por atividades industriais, de mineração e de agroindústria, como as monoculturas de arroz e cana-de-açúcar. Nos últimos anos, essa região teve uma acelerada expansão econômica devido à instalação de estruturas de suporte às atividades de exploração e produção de petróleo *offshore* e à implantação de novos terminais e indústrias. Como consequência, destaca-se o crescimento urbano desordenado observado em Macaé e Rio das Ostras, bem como um aumento dos riscos ambientais em áreas de elevada sensibilidade ambiental, como Arraial do Cabo.
- **Estuário do Rio Doce (ES):** abriga os equipamentos produtivos dos complexos metal-mecânico e de papel e celulose, além de concentrações urbanas, como Colatina e Linhares.
- **Estuário do Rio Mucuri e Baía de Todos os Santos (BA):** o primeiro, abriga o equipamento produtivo do complexo de papel e celulose, enquanto o recôncavo da Baía de Todos os Santos concentra um dos mais importantes complexos territoriais químicos do

Brasil, com o Terminal de Aratu e o Polo Petroquímico de Camaçari, além de fábricas do complexo metal-mecânico e de equipamento energético do setor petrolífero. A área metropolitana de Salvador reforça o risco ambiental pela forte carência de serviços básicos.

- **Estuário do Rio Sergipe (SE):** apresenta uma expressiva concentração de equipamento energético do setor petrolífero e um terminal de produtos químicos operado em conjunto pela Vale e pela Petrobras, além da aglomeração populacional urbana da cidade de Aracaju.
- **Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (AL):** é onde se situa o Polo Cloroquímico de Alagoas e se concentram plantações, usinas e destilarias do setor sucroalcooleiro. O quadro de poluição é agravado pelos dejetos da aglomeração urbana de Maceió.
- **Estuário do Rio Ipojuca, onde se situa o Complexo Portuário Industrial de Suape (CPIS), e dos Rios Beberibe e Capibaribe, em Recife (PE):** estão presentes na região complexos industriais químico, metal-mecânico e de têxteis e vestuário. Os dejetos da aglomeração metropolitana e a elevada vulnerabilidade natural das áreas alagadiças densamente ocupadas por moradias subnormais (mocambos) reforçam o quadro de poluição ambiental.
- **Estuário do Rio Paraíba do Norte (PB):** recebe efluentes do setor sucroalcooleiro e da aglomeração urbana de João Pessoa.
- **Estuário do Rio Açu (RN):** tem expressiva concentração da produção salina próxima ao porto de Macau e às vizinhanças do sistema terrestre de apoio à exploração marinha de petróleo e gás natural em Guamaré, de onde parte importante rede de dutos.
- **Estuário do Rio Jaguaribe (CE):** é onde fica o porto de Aracati, de elevada vulnerabilidade natural.
- **Estuário do Rio Parnaíba (PI):** abriga o porto de Luiz Correa, também de elevada vulnerabilidade natural.
- **Golfão Maranhense (MA):** área de grande vulnerabilidade natural onde ocorre uma forte concentração de equipamento produtivo do complexo metal-mecânico com a Alumar, uma das maiores unidades de processamento de alumina do hemisfério sul. É onde se situa o terminal de Itaqui, operado pela Vale para a exportação dos minérios de ferro e manganês da Serra de Carajás.
- **Baía de Marajó:** localizada entre o Pará e o Amapá, na foz do Rio Amazonas, tem todos os problemas de uma imensa superfície plana com elevada instabilidade natural, agravados pela presença de equipamento produtivo do complexo metal-mecânico, principalmente no município de Barcarena (PA), e pelo rápido incremento da população urbana sem serviços básicos na área de influência de Belém.

Essas áreas selecionadas fazem parte de trechos do litoral brasileiro nos quais os indicadores de risco ambiental, associados à grande vulnerabilidade dos sistemas naturais, são bastante expressivos. Embora o potencial de risco tenha sido considerado elevado apenas em escala local, é importante destacar que a vulnerabilidade natural dos sistemas potencializa, sem dúvida, as demais

componentes do risco ambiental.

Deve-se destacar, ainda, que o cerne da maioria dos problemas ambientais da ZC está na ocupação desordenada e não planejada dos solos e no acelerado processo de urbanização e industrialização.

3. CENÁRIO INTERNACIONAL

A questão da poluição ambiental, em particular a marinha, ultrapassa os limites nacionais, já que seus impactos atravessam fronteiras, implicando a necessidade de acordos regionais e internacionais que englobam intrincados arranjos econômicos e a harmonização de legislações.

O Brasil, além das características de um continente, tem sua inserção cada vez mais dinâmica no cenário do comércio internacional e nos acordos regionais referentes ao Mercosul, demandando uma evolução no aparato legal interno para fazer cumprir os compromissos internacionais ratificados, o que revela a ocupação de uma posição de vanguarda que vai se refletir em avanços na gestão ambiental em nível regional.

3.1 Fóruns e Programas Internacionais

As especificidades no tratamento da questão dependem do fórum de discussão. Nesse contexto, a questão da poluição marinha vem sendo tratada, principalmente, nos seguintes fóruns:

- **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar** – concluída em Montego Bay, na Jamaica, em 30 de abril de 1982. É o resultado da análise do estágio em que se encontrava a exploração dos recursos marinhos e da necessidade, percebida pela comunidade internacional, de rever costumes antigos, não mais compatíveis com a realidade daquela época;
- **Agenda 21** – elaborada em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em seu Capítulo 17, versa sobre a proteção dos oceanos e de todos os tipos de mares, inclusive os fechados e semifechados e as zonas costeiras, e também sobre a proteção, o uso racional e o desenvolvimento de seus recursos vivos;
- **Agenda 21 Brasileira** – lançada em junho de 2002, teve como objetivo definir uma estratégia de desenvolvimento sustentável a partir de um processo de articulação e parceria entre o governo, o setor produtivo e a sociedade civil. O processo de elaboração foi conduzido pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 (CPDS) a partir de critérios e premissas específicas que privilegiaram uma abordagem multissetorial da realidade brasileira e um planejamento em longo prazo do desenvolvimento do País;
- **Convenção da Diversidade Biológica** – assinada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro, foi oficializada pelo Decreto Legislativo nº 2 de 1994;
- **Convenção de Londres** sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras Matérias (*London Convention – LC 72*) – compromisso internacional para a proteção dos oceanos de todas as formas de poluição, foi adotado em 1972 com o apoio da Organização Marítima Internacional (OMI). No Brasil, o Decreto nº 87.566, de 1982, promulgou o texto

da Convenção;

- **Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios** (Marpol 1973/1978) – norteia ações de prevenção e combate à poluição intencional ou acidental do meio ambiente por óleo e outras substâncias danosas oriundas de navios;
- **Convenção de Basiléia** sobre o Controle do Transporte Transfronteiriço de Substâncias Perigosas e seu Depósito – adotada em 1989, é reconhecida como documento de referência mundial e constitui-se em instrumento que representa o esforço internacional para eliminar o trânsito de resíduos com periculosidade ambiental. O Brasil ratificou a Convenção em 1993. A Normam nº 29 da DPC estabelece os requisitos para o transporte e o armazenamento, em mar aberto, de cargas perigosas em embalagens, cargas sólidas perigosas a granel, substâncias líquidas nocivas a granel e gases liquefeitos a granel visando à segurança das pessoas, à integridade das embarcações e à minimização de riscos ao meio ambiente;
- **Plano Global de Ação para Proteção do Ambiente Marinho da Poluição Causada por Atividades Baseadas em Terra** (Convenção de Washington) – tratado internacional, firmado em 1965, que assegurou a cooperação entre as partes de forma que o comércio internacional de animais e plantas selvagens não ponha em risco sua sobrevivência;
- **Convenção de Estocolmo para Poluentes Orgânicos Persistentes** (POPs) – tratado internacional assinado em 2001, na Suécia, concebido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Foi elaborado para eliminar globalmente a produção e o uso de substâncias tóxicas produzidas pelo homem, como pesticidas, bifenilos policlorados (*PCBs*)¹⁶ e dioxinas;
- **Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios** – adotada em 2004 pela Organização Marítima Internacional e ratificada pelo Brasil em 2010, entrou em vigor internacionalmente em 2017. A Normam nº 20 da DPC, em vigor desde 2005, além de implementar partes da convenção, determina regras específicas para as particularidades brasileiras;
- **Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Anti-incrustantes Danosos em Navios** – em vigor desde 2012, tem o propósito de reduzir ou eliminar os efeitos nocivos ao meio ambiente marinho e à saúde humana causados por sistemas anti-incrustantes. A Normam nº 23/DPC estabelece os procedimentos de controle obrigatório desses sistemas anti-incrustantes danosos em embarcações brasileiras e estrangeiras; e
- **Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável** (Rio+20) – o documento intitulado *The future we want* (O futuro que queremos) é uma das resoluções que foram debatidas e criadas a partir da Rio+20. Entre uma diversidade de ações para a resolução de problemas de magnitude social, econômica e ambiental, a ONU compromete-se, com este documento, a proteger e restabelecer a saúde, a produtividade e a resiliência dos oceanos e ecossistemas marinhos, adotando medidas para reduzir a poluição marinha e seus impactos em ecossistemas marinhos, inclusive mediante a implementação efetiva de convenções relevantes ao tema, como as adotadas no contexto da Organização Marítima Internacional

¹⁶ Classe de compostos químicos que se acumulam ao longo da cadeia trófica, isto é, presentes em pequena quantidade nos organismos microscópicos, multiplicam-se em peixes que se alimentam de tais organismos e atingem valor muito alto nos mamíferos que comem aqueles peixes.

(UNEP, 1995).

- **Década das Nações Unidas para a Restauração dos Ecossistemas (2021-2030)** – declarada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em março de 2019 como um apelo à ação com o objetivo de reconhecer a necessidade de acelerar massivamente a restauração global de ecossistemas degradados para combater o aquecimento global, aumentar a segurança alimentar, fornecer água potável e proteger a biodiversidade no planeta. A Década de Restauração dos Ecossistemas também coincide com a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, que visa reverter a deterioração na saúde dos oceanos. Se executado de maneira holística e coordenada, as nações signatárias podem cumprir ambos os objetivos da ONU (WALTHAM et al., 2020). A Década de Restauração dos Ecossistemas começa com um ponto crítico: o déficit de conhecimento inibindo a apreciação da complexidade dos ecossistemas costeiros, o que dificulta o desenvolvimento de respostas para mitigar os impactos contínuos. Quanto mais rápido estabelecermos parcerias, mais rápido serão iniciados projetos de grande escala.

Levando em conta essa necessidade e com o objetivo de contribuir para uma compreensão dos ecossistemas oceânicos voltada para a solução social visando criar condições para promover o desenvolvimento sustentável e garantir um oceano limpo e saudável, Hatje et al. (2021) apresentaram as principais questões relacionadas ao resultado “Oceano Limpo” que surgiu da Oficina de Planejamento Regional do Atlântico Sul¹⁷ para a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (IOC/UNESCO, 2020) e de cinco Oficinas de Planejamento Regional Brasileiro (as principais sugestões elaboradas nessas oficinas foram incluídas nesta edição).

Durante esses eventos, um grupo interdisciplinar e transetorial constituído pela academia e por agências não governamentais, setor privado, tomadores de decisão, Marinha e comunidades locais discutiram os principais fatores antropogênicos que comprometem o atual estado ambiental do Atlântico Sul e seus serviços ecológicos, debatendo as principais lacunas, prioridades e necessidades de pesquisa para melhorar as capacidades técnicas e estruturais a fim de traçar o roteiro do Brasil para a Década da Ciência Oceânica¹⁸. Está sendo proposta uma lista de ações a serem implementadas na Década da Ciência Oceânica que terá o papel fundamental de promover o desenvolvimento da capacidade técnica e científica, aumentar a infraestrutura de pesquisa e as estruturas institucionais, desenvolver políticas públicas voltadas para a redução da entrada de poluentes e para a gestão de impactos, garantindo a segurança alimentar e a saúde do ecossistema. Quanto mais cedo forem implementadas as ações de controle de poluentes, juntamente com a identificação das principais fontes e a preocupação de não se ultrapassarem os limites, mais possível será evitar a ocorrência de piores cenários, reduzindo as disparidades socioeconômicas dos impactos entre as nações e grupos sociais e apoiando o desenvolvimento sustentável de um oceano livre de poluentes.

De forma geral, as principais diretrizes e tendências tratadas nestes fóruns recaem nas seguintes questões:

- tratamento diferenciado das prioridades em função das peculiaridades e demandas

¹⁷ - COI/UNESCO. *Summary Report of the Regional Planning Workshop for the South Atlantic* – UNESCO, April 2020. (Nota do revisor).

¹⁸ Essas oficinas subnacionais foram realizadas com a coordenação do MCTI a fim de colher subsídios para a elaboração do Plano Nacional da Década da Ciência Oceânica, lançado em 7 de dezembro de 2021. (Nota do revisor).

regionais e de cada país;

- necessidade do estabelecimento de mecanismos de maior integração das agências internacionais de cooperação e financiamento com vistas à viabilização de programas e projetos nacionais e regionais de comprovada prioridade e consistência técnica que incidem nas áreas de controle de atividades terrestres poluentes do ambiente marinho;

- necessidade de mecanismos de cooperação internacional entre países desenvolvidos e em fase de transição para formação de pessoal, transferência de tecnologia e aporte de recursos financeiros como fator essencial para dinamizar a implantação de programas e projetos regionais e nacionais;

- disponibilização da melhor informação científica, inclusive pela formulação de arranjos internacionais, regionais e nacionais para a realização de pesquisas e investigações com vistas a estabelecer uma base de informação que subsidie as políticas de intervenção, do planejamento à ação; e

- maior consciência entre os países da necessidade de estabelecer acordos e arranjos que possibilitem a formação de blocos regionais e a implementação de ações conjuntas e integradas referentes à manutenção da qualidade do ambiente costeiro e marinho.

Com base nesse cenário, os programas e projetos de caráter regional e nacional voltados à gestão integrada dos ambientes costeiros e marinhos têm sido direcionados, principalmente, para as seguintes ações:

- investimento maciço na reconversão dos efeitos danosos da poluição devido ao aumento dos níveis de exigência da sociedade quanto à qualidade ambiental e do mercado quanto aos bens e produtos destinados ao comércio internacional;

- revitalização urbanística das cidades visando à recuperação de ambientes degradados e à valorização do ambiente urbano para lazer e serviços;

- valorização da paisagem natural como componente do meio rural/urbano no que se refere à matéria-prima para o desenvolvimento de novas atividades – turismo/ecoturismo, educação – e para a manutenção da qualidade ambiental;

- estabelecimento de mecanismos de interação da ciência com a formulação de políticas com vistas a melhorias: na capacidade de previsão e controle da qualidade de dados; no conhecimento das variáveis naturais e da dinâmica socioeconômica; no acesso e no uso de novas tecnologias ambientalmente adequadas; no uso de indicadores de qualidade ambiental; no conhecimento e na consideração dos fatores de interação dos ambientes terrestres e marinhos; e na troca de informações entre países e regiões; e

- controle da poluição marinha pelo exercício do monitoramento ambiental continuado e da gestão sob a perspectiva do Programa de Gerenciamento Costeiro Integrado associado ao gerenciamento de recursos hídricos em consonância com a legislação brasileira.

3.2 Xenobióticos

Vale mencionar, ainda, alguns agentes de poluição marinha que passam relativamente despercebidos, mas que merecem cada vez mais atenção e empenho no desenvolvimento de medidas de remediação – os xenobióticos, compostos químicos estranhos a um organismo ou a um sistema biológico.

Apesar de poderem ser encontrados em um determinado organismo, os xenobióticos normalmente não são produzidos por ele e nem se espera que nele existam. Como exemplos, podem ser citados: os antibióticos, que não são produzidos pelo corpo humano e nem fazem parte da dieta humana; e poluentes, como dioxinas e PCBs. Determinados compostos naturais podem ser considerados xenobióticos se forem absorvidos por outro organismo: por exemplo, a assimilação de hormônios humanos por peixes, a jusante de uma estação de tratamento de águas residuais. No Brasil, porém, muito pouco se conhece sobre os efeitos desses agentes na biota marinha.

A Sociedade Americana de Química demonstrou que há mais de 72 milhões de substâncias químicas mencionadas na literatura científica, das quais apenas cerca de 300.000 já foram reguladas. Estima-se a existência de cerca de 70.000 de uso cotidiano, às quais se adicionam, anualmente, de mil a duas mil novas substâncias.

Grande parte desses elementos acaba atingindo o meio ambiente. Nos oceanos, podem existir milhares de diferentes substâncias químicas introduzidas pelo homem e estima-se que, a cada ano, um número significativo delas chegue ao mercado, sendo que em torno de 4.500 se enquadram na categoria mais perigosa: os Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), que são resistentes à decomposição, têm o potencial de se acumularem nos tecidos dos organismos vivos e podem ser transportados a longas distâncias na atmosfera e depositados em regiões frias. Os POPs incluem substâncias altamente tóxicas, como as dioxinas, os PCBs e vários pesticidas, como o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) e o dieldrin. A produção dessas substâncias em larga escala, se efetuada sem controle adequado, pode resultar em efeitos ambientais negativos.

3.3 Fármacos¹⁹

De modo geral, os produtos naturais são a maior fonte de inspiração para diversas áreas da química e da ciência. Usando, copiando ou modificando as moléculas sintetizadas pelos seres vivos, o homem tem obtido inovações para seu benefício em diversas áreas e, entre elas, a de produção de fármacos.

Estudos químicos e farmacológicos realizados com organismos marinhos resultaram na descoberta de novos produtos naturais com ação em alvos moleculares peculiares, o que impulsiona a utilização desse conhecimento pela indústria farmacêutica no processo de pesquisa e desenvolvimento de novos fármacos (Costa-Lotufo et al., 2009). A produção em larga escala, porém, se efetuada sem controle adequado, também poderá resultar em efeitos ambientais negativos.

3.4 Construção de Portos *Offshore*

¹⁹ O Capítulo XVI – Biotecnologia Marinha aborda a matéria.

A falta de espaço para a expansão portuária, que visa atender o potencial representado pela globalização e pelo crescente comércio mundial, tem levado portos de todo o mundo a redirecionarem suas operações.

Uma das possibilidades é a construção de portos afastados da linha de costa, os quais apresentam a grande vantagem de não precisarem de dragagens frequentes. Por outro lado, essa modalidade deve gerar novas situações de ameaças ambientais, que exigirão técnicas de remediação cada vez mais aprimoradas.

3.5 Radionuclídeos

A contaminação radioativa no mar tem muitas causas, entre as quais estão, historicamente, os testes com armas nucleares. Entretanto, não deve ser feita uma generalização negativa, pois a presença de muitos isótopos naturais no ambiente marinho pode constituir ferramenta essencial para reconstruir as condições ambientais do passado, como, por exemplo, a produtividade dos oceanos, os padrões e taxas de circulação oceânica e as estruturas de ecossistemas, fortalecendo o debate sobre as mudanças globais do passado e do futuro.

Além disso, as distribuições de radionuclídeos naturais e artificiais podem ser modeladas para a obtenção de taxas de uma diversificada gama de processos, incluindo o fluxo de material particulado expelido das águas superficiais, o consumo e a remoção de espécies químicas reativas, bem como fluxos e transportes de elementos nos oceanos em escalas de tempo não atingíveis por medição direta.

3.6 Lixo Marinho

Em relação a esse grave problema, é importante mencionar que o Brasil aderiu à campanha global Mares Limpos (*Clean Seas*), lançada em 2017 na Cúpula Mundial dos Oceanos sob liderança das Nações Unidas para combater o lixo nos oceanos (UNOC, 2017; ONU News, 2017). A campanha foi lançada no Brasil em junho de 2017 com o objetivo de promover, durante cinco anos, ações para conter a maré de plásticos que invade os oceanos (UNIC Rio, 2017). Algumas das principais diretrizes desse programa estão em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14) da Agenda 2030 (Nações Unidas no Brasil, [S.D.]) e são apresentadas a seguir, no Quadro 1.

QUADRO 1: CAMPANHA GLOBAL MARES LIMPOS – ONU MEIO AMBIENTE.

Os objetivos globais incluem o engajamento de governos e multinacionais com o banimento de diversos tipos de plásticos descartáveis e das microesferas de plástico de cosméticos e produtos de higiene.

No Brasil, a Mares Limpos tem os objetivos de apoiar o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, a criação de Áreas Protegidas Marinhas, a implementação do Acordo de Logística Reversa de Embalagens em buscar compromisso de empresas com a redução dos descartáveis em suas atividades ou o banimento de microesferas de seus produtos, e levar formação sobre redução do lixo que chega ao mar aos gestores de cidades costeiras.

A meta 14.1 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 da Agenda 2030 enfatiza que “a exploração de petróleo e gás em alto-mar, o transporte e a navegação marítima, a maricultura intensiva e a crescente urbanização da zona costeira são considerados os principais fatores geradores de poluição química e orgânica, bem como de resíduos sólidos, em particular o lixo plástico”.

Na zona costeira e marinha sob jurisdição nacional do Brasil, de acordo com dados do Comando da Marinha, o País prospecta aproximadamente 91% da sua produção total de petróleo e 73% da sua produção

de gás natural. Além disso, estima-se que, na camada do pré-sal, o Brasil possua 35 bilhões de barris de reservas recuperáveis.

Nessa imensa área, que concentra 85% do parque industrial e cerca de 80 portos (públicos e privados), é produzido mais de 50% do PIB nacional, e consome-se 85% de toda energia gerada.

Outra lacuna estatisticamente relevante, principalmente no que diz respeito às metas 14.1 e 14.2, é a falta de informações e estudos no País sobre o problema do acúmulo de lixo no oceano, principalmente com relação aos detritos plásticos que prejudicam a sobrevivência de peixes, crustáceos e mamíferos que, além de ter grande importância para o equilíbrio do ecossistema marinho, também constituem fonte de alimento para muitas pessoas. Nesse sentido, é importante destacar que, segundo alguns autores, embora a legislação ambiental brasileira também contemple os impactos das atividades urbanas sobre o meio ambiente marinho, em muitos casos o poder público, sobretudo em âmbito subnacional, não dispõe de instrumentos e recursos adequados para garantir eficiência de monitoramento e fiscalização – por exemplo, no que diz respeito à gestão das águas residuais, que na maior parte do território são despejadas no mar sem tratamento.

No que diz respeito à acidificação das águas marinhas (meta 14.3), o Brasil aderiu em 2006 à Iniciativa Internacional dos Recifes de Coral (ICRI), parceria entre governos, organizações internacionais e organizações não governamentais que visa promover a conservação dos recifes de corais e dos ecossistemas relacionados em todo o mundo. Além disso, desde dezembro de 2012, a Rede de Pesquisa Brasileira em Acidificação dos Oceanos (BrOA – www.broa.furg.br) vem estudando, em caráter interdisciplinar, interinstitucional e internacional, a acidificação oceânica.

Fonte: Nações Unidas no Brasil.

3.7 Aquicultura²⁰

A aquicultura é apresentada como o futuro da indústria de alimentos marinhos, mas pode ser causadora de impacto quando altera o ecossistema e introduz substâncias e espécies exóticas. O cultivo de camarão é considerado uma atividade potencialmente destrutiva e insustentável quando leva ao desmatamento de mangues e à destruição de fauna e flora. O cultivo de peixes também pode acarretar problemas devido à baixa capacidade de aproveitamento da ração (a maior parte é produzida à base de pescado) e a todos os problemas ambientais associados ao cultivo feito no continente ou em mar aberto (COSTA, 1994).

Outro ponto importante no contexto dos países em desenvolvimento e de economia em transição é a necessidade da gestão de poluentes de fontes difusas, principalmente os resíduos da agroquímica e os dejetos urbanos. O atendimento de tal necessidade exige mecanismos de participação contínua da sociedade, investimentos maciços em infraestrutura de saneamento básico e pesquisa básica de longa duração.

4. CENÁRIO NACIONAL

A ausência de planejamento e investimento no setor ambiental tem acarretado prejuízos. Quanto ao desenvolvimento econômico, vêm sendo privilegiados, historicamente, os modelos baseados no incentivo à industrialização e na forte concentração populacional das áreas urbanas. Contudo, esse desenvolvimento não se faz acompanhar pela aplicação de políticas racionais de ordenamento e controle da expansão industrial e da ocupação do espaço físico, o que provoca sérios impactos ambientais, como o desmatamento de encostas e manguezais, o aterro e o assoreamento de áreas marinhas, o lançamento de efluentes e resíduos sólidos de origem doméstica e industrial em áreas estuarinas, entre outros. Dentro desse quadro, ressalta-se, ainda, a pouca importância que é dada

²⁰ Ver o Capítulo VII – Maricultura.

às vocações e potencialidades naturais das regiões costeiras no direcionamento do acréscimo das atividades humanas.

Em 2002, a DPC foi encarregada da gestão ambiental no âmbito da Marinha, atividade que vem sendo realizada com foco nas organizações militares potencialmente poluidoras no sentido de promover a conscientização quanto ao emprego das melhores práticas preventivas. Também foi criada, em 2002, a Superintendência do Meio Ambiente, que desenvolve ações de interesse da Marinha em matéria ambiental, como o estabelecimento de Normas da Autoridade Marítima (Normam) para internalização de assuntos da Organização Marítima Internacional ligados à poluição por navios no meio marinho. Entre as principais Normam estabelecidas, estão a de nº 20 e a de nº 23, já mencionadas anteriormente²¹.

A normatização de instruções e procedimentos para proteger o meio ambiente marinho teve forte impacto em todos os navios, bases e estabelecimentos navais. Assim, as Normas Técnicas Ambientais (Nortam) são endereçadas a todas as unidades da Marinha do Brasil.

Alguns representantes da comunidade científica têm expressado a opinião de que, no contexto político, há uma forte tendência à centralização, na instância da União, das ações estratégicas para o setor ambiental, contrariamente às tendências internacionais, em que as questões ambientais são tratadas, cada vez mais, nos níveis local e regional, com a municipalização de decisões e ações. As consequências da centralização, tendo em vista a dimensão do País e as distintas realidades socioeconômicas e ambientais regionais, seriam os resultados pouco efetivos, as dificuldades de implementação de planos, programas e projetos em nível nacional, a descontinuidade frequente das ações, a fragmentação da informação e o desperdício e a superposição de esforços.

Faz-se necessário o engajamento das populações locais e sua conscientização, porque, de modo geral, o problema ambiental é tratado sob uma ótica muito ampla, dissociada das realidades da comunidade. A mobilização comunitária é a força propulsora de grande parte dos projetos de prevenção e controle da poluição ambiental que obtêm sucesso e continuidade.

Considerando o que foi exposto anteriormente, os setores ligados à gestão dos ecossistemas afirmam existir uma contradição, uma vez que todo o esforço desenvolvido até o momento atribui prioridade justamente a uma estratégia de trabalho descentralizada e participativa, com ênfase na coordenação/revisão do II Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), ao qual foram incorporados os avanços da gestão ambiental integrada, que envolve os diferentes níveis de governo, a iniciativa privada e a comunidade costeira.

Outro aspecto fundamental é a problemática da baixa escolaridade média da população brasileira, que dificultaria sua interação com o entorno ambiental da região que ocupa. Exemplos comuns são a falta de noções básicas sobre a manipulação e a disposição do lixo e do esgoto domésticos e a pouca importância dada à conservação de áreas de mananciais, florestas nativas e manguezais, o que repercute diretamente na redução da qualidade de vida dessa população, além de dificultar a implementação de ações estratégicas para prevenir e reduzir a poluição e a degradação da ZC.

Por outro lado, os órgãos de gestão registram a impropriedade de reduzir o fato da baixa qualidade de vida das populações litorâneas à baixa escolaridade, quando, na verdade, deveria ser

²¹ Ver subitem 3.1. (Nota do revisor).

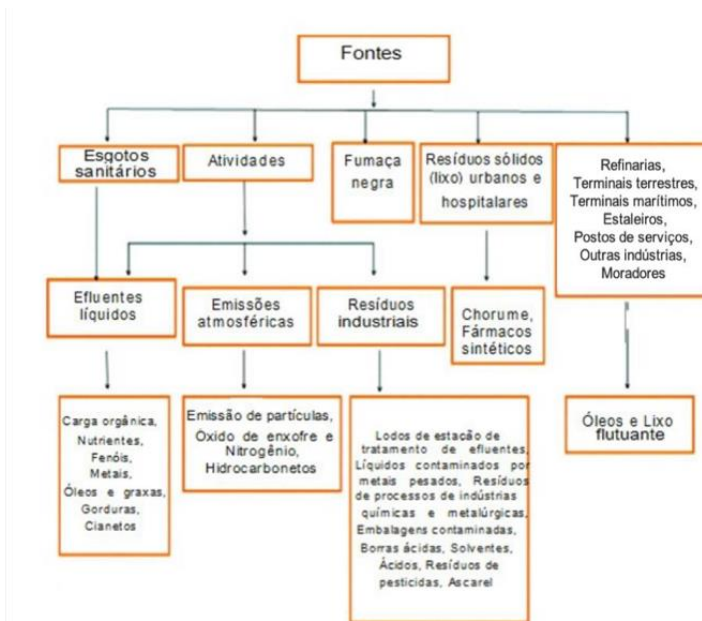
considerado o impacto de diferentes vetores (turismo, indústria, urbanização, transporte, atividade pesqueira, etc.) em uma região com diferentes vulnerabilidades e potencialidades. Caberia reforçar a necessidade de resgate do papel estratégico da União e dos estados no planejamento e no estabelecimento de diretrizes para a questão ambiental de modo que as decisões políticas sejam centralizadas nos níveis federal e estadual, mas com a execução descentralizada.

A maioria dos países da América Latina e de outros continentes do Hemisfério Sul carece de instalações laboratoriais e de pessoal técnico e científico qualificado nesse setor. No Brasil, no entanto, o cenário que se apresenta é de um contingente científico altamente qualificado, embora reduzido, localizado nas universidades, nos centros de pesquisa e em vários laboratórios modernos. Esse contingente deveria ser estimulado a constituir um multiplicador para disseminação dos conhecimentos e/ou formação de recursos humanos na área ambiental. Os entraves ao avanço do conhecimento técnico-científico referente aos problemas da poluição marinha derivam mais dos reduzidos investimentos públicos e privados do que de uma deficiência de capacitação científica. Quando esses recursos se apresentam, os entraves burocráticos dificultam sua utilização.

As defasagens regionais, em termos de capacitação instalada, podem ser amenizadas por programas de colaboração, consistentes e de longo prazo, entre as instituições mais desenvolvidas do setor e aquelas definidas como estratégicas nas regiões menos favorecidas. Com o propósito de satisfazer a essa necessidade, foi desenvolvido o Programa Instituto do Milênio – Projeto Uso e Apropriação de Recursos Costeiros (Recos), que se dedicou a uma ampla análise latitudinal de uma série de sistemas estuarinos da costa brasileira do Pará até o Rio Grande do Sul. O desenvolvimento do estudo, em parceria com equipes de diferentes conhecimentos de base, proporcionou um grande retorno em termos de transferência de métodos e técnicas de coleta, processamento de amostras, análise e interpretação de resultados. A consequência foi um nivelamento, com redução das defasagens, e a criação de redes de pesquisa para trabalhos futuros. Atualmente, essas redes de integração estão organizadas como Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) que congregam grupos de pesquisa de diferentes regiões do Brasil e atuam em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável e a produção científica competitiva internacionalmente.

A partir de situações-problema que levam à poluição das águas nacionais, como a degradação da Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, pode-se estabelecer um esquema sintético das principais fontes de poluição no Brasil, conforme apresentado na Figura 4, a seguir.

FIGURA 4: PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO NO BRASIL.



Fonte:

A atenção dada às reservas de petróleo não deve desconsiderar outros recursos minerais, como os depósitos de fosforita, que tem aplicação na indústria nacional de fertilizantes como matéria-prima e fonte de fósforo, constituinte básico para essa indústria. Entretanto, essa ação extrativista necessária à produção de alimentos em terra é agente de poluição, uma vez que produz, por exemplo, metais residuais provenientes da extração mineira e das indústrias de produção e processamento de metais, podendo danificar a saúde de plantas e animais marinhos e tornar alguns alimentos do mar impróprios para o consumo humano.

Sob a ótica desse quadro-resumo e sob o ponto de vista nacional ou regional, sugere-se, a partir da harmonização e da adaptação de medidas ambientais e socioeconômicas específicas, o estabelecimento de normas gerais com o intuito de prevenir, reduzir e controlar a poluição, principalmente em áreas estuarinas, caracterizadas como de risco ambiental. Para tanto, é necessária a ratificação ou a aprovação, e posterior promulgação, conforme pertinente, de acordos, tratados e projetos de lei para controle da poluição marinha, como os relacionados no item a seguir.

4.1 Acordos, Tratados e Projetos de Lei para Controle da Poluição Marinha

- Convenção de Preparação, Resposta e Compensação Financeira para Acidentes por Óleo (OPRC/90) – por meio do Decreto-Lei nº 9.966/2000 (Lei do Óleo), foram criadas normas e procedimentos para o enfrentamento de acidentes com óleo. A Resolução Conama nº 293/2001, que indicou como fazer um plano de emergência, foi atualizada pela Resolução Conama nº 398/2008, que a complementa quanto ao combate à poluição por óleo e substâncias nocivas;

- Protocolo/96 à Convenção de Londres sobre Alijamento no Mar (LC/1972) – foi promulgado no Brasil pelo Decreto nº 87.566, de 16 de setembro de 1980;

- Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (2004), ratificada pelo Decreto Legislativo nº 1.053/08 – foram estabelecidas, no País, as diretrizes para o controle e o gerenciamento da água de lastro dos navios para minimizar a

transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos;

- Anexo VI (Regras para a Prevenção da Poluição do Ar por Navios) da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (Marpol 73/78) – o governo brasileiro ratificou essa Convenção, que entrou em vigor no Brasil em 1988 e foi promulgada pelo Decreto nº 2.508, de 1998. O Anexo VI foi ratificado em fevereiro de 2010, com entrada em vigor posteriormente no mesmo ano;²²

- Convenção sobre Responsabilidade e Compensação por Dano em Conexão com o Transporte de Substâncias Nocivas e Perigosas pelo Mar (HNS/1996) – após sua implementação em 1996, foi realizada em Londres, em 2010, a conferência para revisão da Convenção HNS (*International Conference on the Revision of the HNS Convention*), que reuniu delegados de 79 países-membros da Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization*, em inglês – IMO). A Resolução 4 trata da Implementação do Protocolo HNS 2010;

- Protocolo de Kyoto – implementado em 1997 pela Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Foi aprovado pelo Decreto Legislativo nº 144, de 20 de junho de 2002, do Senado Federal, e ratificado em 23 de agosto do mesmo ano; e

- Normatização Complementar do Uso de Dispersantes Químicos para Óleo (1979) – a Resolução Conama nº 269, de 14 de setembro de 2000, apresenta orientações sobre procedimentos e critérios para a utilização de produtos químicos dispersantes no combate aos derramamentos de óleo no mar.

4.2 Tratados Internacionais, Programas Regionais e Legislação Ambiental

Documentos em vigor ou a serem implementados:

- Marpol 1973/78, promulgada em março de 1998;
- Lei de Crimes Ambientais (Lei da Natureza ou Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998);
- Programa de Mares Regionais – o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) gerou acordos ou convenções internacionais em âmbito regional para o combate às diferentes formas de poluição e para a gestão do meio ambiente marinho nessas regiões. O Brasil participa, com a Argentina e o Uruguai, do programa do Atlântico Sudoeste, acrescentado ao Programa dos Mares Regionais em 1980;

- Programa de Ação Global de Controle da Poluição Marinha das Atividades Baseadas em Terra (Convenção de Washington) – revisado pela Segunda Reunião Intergovernamental do Programa PGA, realizada na China em 2006; e

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) – sua segunda versão, de 1997, e o Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (PAF-ZC), de 2005, foram aprovados pela Comissão

²² - https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/legislacao/circulares/circ02_10.pdf Acesso em 30 de maio de 2022 (Nota do revisor).

Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm). Segundo o *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*, do MMA (BRASIL, 2008), os projetos dos referidos planos respondem a vetores de pressão ao longo da costa brasileira. Entre eles, ressaltam-se o turismo, a aquicultura e as grandes estruturas industriais, portuárias e logísticas ligadas à exploração petrolífera *offshore*, além da própria pressão da urbanização no litoral.

Por fim, considerando a tradicional postura internacional do Brasil em termos de proteção ao meio ambiente e de prevenção e controle das formas de poluição do ambiente marinho, é cristalino o interesse do País em cooperar com as demais nações do mundo nessa área, sobretudo quando essa cooperação se expressa no contexto de atuação de um respeitado organismo internacional, dotado de tradição e experiência, caso da IMO.

4.3 Gestão de Ordenamento das Atividades Socioeconômicas

A gestão de ordenamento das atividades socioeconômicas ocorre a partir das seguintes medidas:

- estabelecimento de projetos de proteção ambiental dos ecossistemas costeiros e marinhos relevantes ou frágeis para manutenção da qualidade do solo, da água e do ar;
- implantação de programas de monitoramento com indicadores ambientais baseados em critérios de uso do solo e da água provenientes dos estudos de diagnóstico socioambiental e cartas-síntese de fragilidade e potencialidade;
- projetos de gestão de resíduos sólidos no âmbito de programas de gerenciamento integrado;
- sistema de gestão ambiental da região portuária baseado na ISO 14.000 e nas diretrizes da Marpol 1973/78 e seus anexos para implantação de instalações de recepção e tratamento de resíduos originários da atividade portuária;
- controle sobre as descargas operacionais das atividades de navegação e exploração petrolífera;
- capacitação para a resposta a emergências relacionadas com a poluição marinha (Plano Nacional de Contingência para Derramamento de Óleo);
- identificação, avaliação e operacionalização das fontes de informação e conhecimento sobre o problema da poluição marinha (Goos, Pirata, Sigerco, Gloss²³, etc.);
- utilização dos diagnósticos socioambientais, propostas de uso e planos de gestão desenvolvidos para a ZC como subsídio aos Planos Diretores Municipais;
- programas de proteção dos estuários em áreas de risco ambiental; e
- programa de gestão e controle de água de lastro nos portos nacionais.

²³ Goos – *Global Ocean Observing System*;
Pirata – *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic*;
Gloss – *Global Sea Level Observing System*;
Sigerco – Sistema de Gerenciamento Costeiro.

4.4 Fontes de Financiamento

As maiores fontes de financiamento são:

- Banco Mundial;
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD);
- Fundação Carl Duisberg Gesellschaft (CDG), da Alemanha;
- países doadores, como Canadá, Alemanha e Suécia;
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e suas agências e programas de financiamento;
- Programa Nacional da Biodiversidade;
- Fundo Global para o Meio Ambiente (*Global Environment Facility* – GEF);
- Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA); e
- fundações de apoio à pesquisa estaduais.

4.5 Fontes de Capacitação/Treinamento

Existem diversas fontes de capacitação/treinamento técnico relacionadas com a questão do controle da poluição marinha, tais como:

- universidades e centros de pesquisa nacionais;
- Programa *Train-Sea-Coast* do Brasil, como parte da rede das Nações Unidas;
- programas de treinamento da IMO;
- programas de treinamento da *Japan International Cooperation Agency* (Jica);
- programas de treinamento da Petrobras;
- planos de gestão desenvolvidos pelo Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (Gerco);
- participação em fóruns internacionais de troca de experiência e aperfeiçoamento (IMO, UNEP, *Coastal Zone*);
- programas do *Training Education and Mutual Assistance* (Tema), da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI); e
- *Geotraces* Brasil, inserido no Programa *Geotraces*.

4.6 Planejamento Integrado

O planejamento integrado, com vistas a evitar a duplicidade de ações e otimizar a aplicação dos recursos financeiros, ocorre com medidas como:

- implantação de um Plano de Ação Federal para a ZC; e

- fortalecimento do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro, no âmbito da Cirm.

4.7 Legislação Ambiental Brasileira e Qualidade das Águas

A obrigatoriedade legal de preservação da qualidade da água de ecossistemas aquáticos em todo o território nacional está fixada na Constituição Federal de 1988, no Artigo 225, que estabelece o preceito da proteção ao meio ambiente, sendo este um direito difuso. O artigo ainda reforça que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Ministério Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as gerações presentes e futuras".

Ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) cabe o desenvolvimento e a adoção de princípios e estratégias, além da formulação e da implementação de políticas públicas para conhecimento, proteção e recuperação do ecossistema aquático e terrestre em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade. Entre seus vários órgãos colegiados, destaca-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

O Conama, em 1986, publicou a Resolução nº 20, que estabelece a classificação dos corpos de água naturais doces, salinas e salobras do território nacional e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes. Essa ferramenta legal é considerada básica para a defesa dos níveis de qualidade dessas águas, avaliados por parâmetros analíticos químicos e microbiológicos. Assim, foram definidos limites aceitáveis de concentração desses parâmetros, diferenciados para cada uma de três ou quatro classes de águas, como águas doces, salobras ou salinas, em função da característica natural do ambiente aquático, de seus usos preponderantes e vocações.

Dessa forma, o enquadramento de um ambiente aquático em uma dessas classes não deve necessariamente estar baseado em seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que a água deveria ter para atender às necessidades da comunidade local e suas vocações. Portanto, essa legislação pode representar um instrumento de medida da melhoria da qualidade das águas e contribuir para o gerenciamento do ambiente.

Em 2005, esses limites foram atualizados por meio da Resolução Conama nº 357/2005, que foi complementada e alterada pela Resolução Conama nº 430/2011 no que diz respeito ao lançamento de efluentes em corpos hídricos (CONAMA, 2011). Após a publicação dessas resoluções, os ambientes aquáticos do território nacional devem ser submetidos a monitoramentos ou avaliações de suas qualidades em termos de composição da água (BAUMGARTEN et al., 1995). A partir desse conhecimento e da comparação do que foi detectado com os limites máximos recomendados na legislação para cada classe de água em particular, o não cumprimento do preceito legal (não conformidade) implicará a necessidade de serem identificadas as fontes da contaminação (não conformidade) e a identificação dos infratores, que poderão sofrer sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente previstas na Lei nº 9.605, de fevereiro de 1998, e de acordo com as próprias Resoluções Conama nº 357 e 430, em seus Artigos 48 e 30, respectivamente.

Vale mencionar que vários órgãos governamentais atuam no sentido de regulamentar as obras e instalações costeiras para ordenar a concessão do uso de águas públicas conforme a definição de áreas propícias, destacando-se:

- a Agência Nacional de Águas (ANA), autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, outorga, por autorização, em cumprimento à Lei nº 9.984/2000, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, bem como emite outorga preventiva. A ANA também emite a reserva de disponibilidade hídrica para fins de aproveitamentos hidrelétricos e sua consequente conversão em outorga de direito de uso de recursos hídricos;

- o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), vinculado ao MMA, executa a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), definindo e cobrando as exigências ambientais legais para que o empreendedor obtenha várias licenças, como de instalação, de operação, etc.;

- o Conama, presidido pelo Ministro de Estado do Meio Ambiente, mantém atualizada a legislação para preservar a qualidade ambiental;

- a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), autarquia especial vinculada ao Ministério dos Transportes criada em 2002, desempenha, como autoridade administrativa independente, a função de entidade reguladora e fiscalizadora das atividades portuárias e de transporte aquaviários; e

- o Ministério Público da União (MPU), que tem contribuído para que os bens ambientais, antes considerados “coisa de ninguém” (pois o acesso a eles era indiscriminado – águas dos rios e mares, ar atmosférico, animais silvestres), fossem aceitos como bens de todos, a todos cabendo o dever de sua proteção e sua preservação. Nesse sentido, o MPU promove o inquérito civil e a ação civil pública para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

Finalmente, destaque-se a importância do Projeto Orla (Gestão Integrada da Orla Marítima), que visa à definição de normas gerais de uso e ocupação desse espaço estratégico, à redefinição do conceito de praia, ao estabelecimento de uma linha de proteção costeira e à garantia do pleno acesso público às praias (Operação Praia Limpa). É uma estratégia para a descentralização das políticas públicas que visem repassar as atribuições de gestão da orla, atualmente do governo federal, para a esfera municipal, ampliando, assim, a capacidade de gestão ambiental no município. Esse projeto está atuante em 14 estados litorâneos, com metodologias de planejamento de uso e ocupação do território, técnicos capacitados e respaldo para interesses difusos e coletivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na concepção do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), estabelecido pela Lei nº 6.938/1981, os estados têm papel destacado, cabendo-lhes a competência do licenciamento de atividades com risco de poluição como alicerce da estrutura de controle e gestão ambiental. Esse importante papel exige que os órgãos estaduais de meio ambiente sejam bem estruturados. A falta de pessoal qualificado e a pouca agilidade provocada pela desintegração das ações públicas constituem um forte entrave ao desenvolvimento sustentável e ao controle da poluição marinha.

É necessário restabelecer uma cultura de planejamento integrado e participativo que possibilite o provimento de informações qualificadas e a tomada de decisões com legitimidade política.

O controle da poluição estuarina e marinha está intimamente ligado à gestão ambiental e ao processo de tomada de decisão para o gerenciamento da ZC, fazendo-se necessário o envolvimento da sociedade em suas diferentes formas de organização. A adoção de instrumentos regulatórios – normas de procedimento, produção, consumo, controle de resíduos e qualidade de produtos –, além de instrumentos econômicos (taxas e incentivos), não deve ser vista de forma isolada, mas, sim, integrada às políticas de estímulo no contexto de uma adesão voluntária a normas e padrões de qualidade.

A legislação ambiental do Conama, em suas Resoluções nº 357 e 430, precisa ser respeitada para a garantia da qualidade dos recursos hídricos do território nacional. Para tanto, tornam-se imprescindíveis a execução e a viabilização de programas de monitoramento ambiental e de capacitação e qualificação técnicas, que se configuram como elementos essenciais para a consecução desses objetivos e a correção de fontes poluidoras e de desequilíbrios ambientais. Nesse contexto, muito bem-vindo é o envolvimento eficaz da comunidade científica atuante nas áreas costeira e ambiental gerando e disponibilizando seus dados.

Devido à diversidade de fontes de entrada e transferência de poluentes, destaca-se a complexidade dos estudos ambientais que exigem apoio, esforço continuado e habilidades ímpares dos pesquisadores, assim como profundo conhecimento do ambiente estudado. Da mesma forma, é importante o desenvolvimento de delineamentos amostrais que possam ser aplicados em diferentes regiões para que comparações e medidas mitigatórias mais precisas sejam executadas nos diversos ecossistemas aquáticos (Barletta et al., 2019; 2020). É imprescindível identificar as principais fontes de poluentes, saber sob que forma eles são lançados e entender de que processos participam – biológicos, químicos, geoquímicos e físicos. Os processos atmosféricos de transporte de poluentes ainda são mal compreendidos e estimados, mas não podem ser negligenciados. Avanços nas pesquisas sobre fluxos de água subterrânea para a região oceânica têm demonstrado a existência dessa importante fonte de elementos químicos naturais para a região costeira.

Outro problema reside no fato de os compostos potencialmente poluentes serem usados em escala industrial cada vez maior. Como consequência, seu emprego crescente na vida cotidiana termina por afetar a saúde e o equilíbrio ambiental. Isso, associado ao crescimento demográfico desenfreado em zonas urbanas e à rápida industrialização, principalmente das zonas costeiras brasileiras, provoca sérios problemas de contaminação e deterioração do meio ambiente. Sendo assim, o desenvolvimento de tecnologias limpas, de reúso da água indispensável aos processos industriais, de técnicas de recuperação ambiental e de ações mitigatórias deve progredir na mesma velocidade com que avançam os processos de manipulação e utilização industrial de elementos químicos pelo homem.

Esses problemas evidenciam o importante papel da pesquisa científico-tecnológica como fornecedora de informações para identificar a qualidade ambiental, principalmente de ecossistemas costeiros e marinhos, de interesse socioeconômico. Assim, cabe à comunidade científica exteriorizar esse conhecimento como referência para programas de gerenciamento ambiental nos níveis municipal, estadual e federal, além de também fornecer subsídios para que os órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental – Ibama e órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs) – possam atuar com mais embasamento científico nos locais e nas situações necessárias.

Consequentemente, os órgãos públicos ambientais também precisam da atuação das forças operacionais do País mediante o exercício do poder de polícia, por meio do qual tentarão coibir

condutas lesivas ao meio ambiente, contando com o suporte legal dado pela legislação ambiental e pelo apoio político dos tomadores de decisão para que seja alcançado o objetivo final em prol da conservação e da preservação do meio ambiente marinho. Nesse ponto de vista, essas ações não podem ser compartimentadas, como acontece hoje. Ressalte-se, também, que as decisões devem ser centradas nos níveis federal e estadual, mas a colocação em prática deve ser descentralizada.

Quanto a desenvolvimento, cadastramento e difusão de alternativas tecnológicas que subsidiem a inserção da dimensão ambiental nas atividades socioeconômicas, com o envolvimento do setor produtivo e da comunidade científica, ainda há muito caminho a percorrer. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e outros órgãos similares de fomento à pesquisa incentivam ações nesse sentido. No entanto, esse esforço deve ser mais estimulado e financiado pelo governo, de forma isolada ou buscando parcerias com o setor privado.

6. SUGESTÕES

Considerando o conteúdo abordado neste capítulo, neste item são elencadas algumas sugestões relevantes com o intuito de contribuir para o avanço na abordagem do problema da poluição marinha no Brasil:

- **VIABILIZAR** o apoio à formação técnico-científica de recursos humanos na área de ciências do mar, especialmente na pesquisa das fontes de poluição, do transporte de poluentes e da forma como são lançados, bem como dos processos biológicos, químicos, geoquímicos e físicos envolvidos e seus efeitos;

- **INCENTIVAR** o apoio dos órgãos governamentais, em todos os níveis, à pesquisa científico-tecnológica como fornecedora de informações sobre a qualidade ambiental, principalmente de ecossistemas de interesse socioeconômico nas zonas costeira e marinha;

- **MANTER e ESTIMULAR** – por meio de suporte legal e respaldo político dos tomadores de decisão – a atuação das forças operacionais brasileiras, mediante o exercício do poder de polícia, para coibir condutas lesivas ao meio ambiente marinho;

- **DEFINIR** a atuação de prevenção e combate à poluição marinha de modo que as decisões políticas sejam centralizadas nos níveis federal e estadual, mas que a execução prática seja descentralizada;

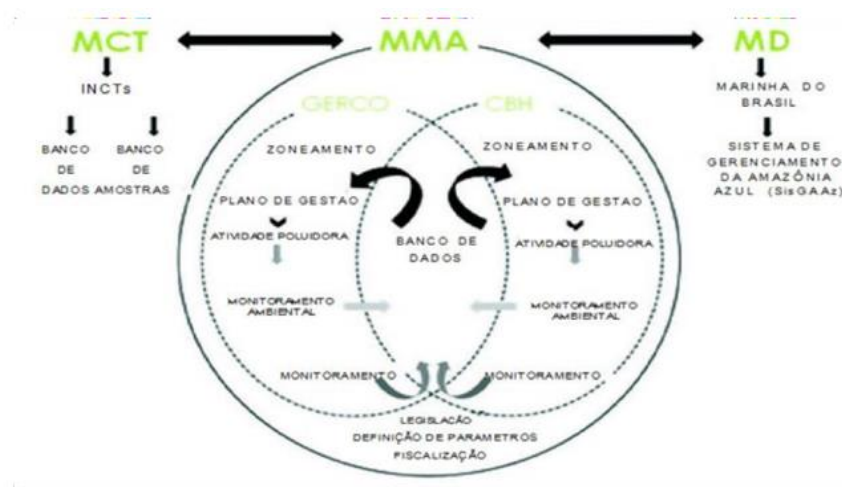
- **PROMOVER** a continuidade do Projeto Orla nos 15 estados litorâneos onde já está em funcionamento e buscar sua implantação nos dois que ainda não aderiram;

- **ESTIMULAR** a efetivação do Projeto Mares Limpos (ONU Brasil) em consonância com a educação ambiental no ensino nacional, com especial atenção ao grave problema do lixo marinho;

- **VALORIZAR** os esforços permanentes para o desenvolvimento, o cadastramento e a difusão de alternativas tecnológicas para inserir a dimensão ambiental nas atividades socioeconômicas, com envolvimento do setor produtivo e da comunidade científica;

- **PROPORCIONAR** especial apoio à atuação dos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) nas condicionantes vinculadas às Licenças Ambientais e em sua atuação conjugada a outros órgãos, como a Marinha do Brasil e as Secretarias Estaduais do setor;
- **ESTIMULAR** a atuação do MCTIC no fomento a novas pesquisas e na aplicação de tecnologias recentes (como, por exemplo, sistemas automatizados *in situ*) nas áreas costeiras e oceânicas;
- **VALORIZAR** o esforço da sociedade e dos governos no sentido de buscar a integração dos instrumentos do Gerco (zoneamento, planos de gestão e monitoramento) aos planos de manejo de bacias hidrográficas;
- **PROMOVER** a produção dos inventários de fontes de poluição da ZC em cada estado;
- **FACILITAR** o acesso aos dados ambientais gerados em estudos de licenciamento de empreendimentos para que sejam analisados, ordenados, reunidos e divulgados por um centro de excelência;
- **INCREMENTAR** o relacionamento dos órgãos estaduais de meio ambiente com os municípios para atender ao propósito de estabelecimento de critérios de sustentabilidade quando ocorrer financiamento federal de atividades na ZC;
- **ESTABELEECER** um termo de cooperação entre o MMA e a Marinha do Brasil para a implantação de uma rede de controle ambiental das águas jurisdicionais (bacias hidrográficas e áreas marítimas) no âmbito do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), condição *sine qua non* para o efetivo gerenciamento na ZC. Tal ação resultará, ainda, em benefícios, como a sustentação do Banco Nacional de Dados Oceanográficos e a criação de bancos de referências bibliográficas, amostras ambientais, imagens, etc., possibilitando uma integração entre os atores envolvidos na gestão, conforme apresentado na Figura 5, a seguir;

FIGURA 5: SUGESTÃO PARA O ESTABELEECIMENTO DE UMA REDE DE CONTROLE AMBIENTAL DAS ÁGUAS JURISDICIONAIS (BACIAS HIDROGRÁFICAS E ÁREAS MARÍTIMAS).



Fonte:

- **AMPLIAR** a formação de recursos humanos especializados em avaliação, prevenção e controle da poluição marinha, elaborando e fornecendo os necessários estímulos nos campos técnico e político;
- **ESTIMULAR** a parceria entre instituições de ensino e pesquisa com órgãos ambientais federais, estaduais e municipais para a adequação e a atualização constantes da legislação brasileira;
- **CRIAR** um Banco Nacional de Amostras Ambientais para armazenamento sistemático de amostras de sedimento e organismos, entre outros itens, dos diferentes ambientes a fim de viabilizar estudos espaço-temporais confirmatórios e retroativos da poluição marinha;
- **INTEGRAR**, em um único órgão, a responsabilidade pela gestão dos diferentes compartimentos aquáticos (águas subterrâneas e superficiais), visto que a ciclagem das águas é única e não obedece a fronteiras administrativas;
- **ADEQUAR** a legislação ambiental à exigência de uma avaliação de risco para cada novo produto, aplicando o princípio do "poluidor-pagador" em caso de dano ambiental; e
- **PROMOVER** uma rede de monitoramento ambiental permanente nas zonas costeiras, oceânicas e portuárias (cf. Figura 5, apresentada anteriormente).

Como sugestões para o planejamento estratégico futuro, podem ser citadas as seguintes ações:

- **REALIZAR** o inventário das fontes dos principais fatores de impacto (por exemplo: mineração, pesca, turismo, aquicultura, indústrias, transporte marítimo, etc.) considerando suas interações sinérgicas;
- **DETERMINAR** o valor de referência de macro e microcontaminantes alvo (por exemplo: plásticos, nutrientes, metais traços, contaminantes orgânicos, radionuclídeos, nanomateriais, CO₂, espécies invasoras, entre outros) com o objetivo de identificar áreas de *hotspots*²⁴ que precisam de atenção imediata e/ou remediação;
- **AVALIAR** ou prever a avaliação do ciclo de vida como ferramenta de análise ambiental de impactos de poluentes (por exemplo: plásticos) com base em múltiplas categorias de impacto (por exemplo: mudança climática, acidificação, eutrofização, geração de resíduos sólidos humanos e toxicidade ecológica, uso de energia e água, etc.) que ocorrem ao longo da cadeia de abastecimento de produtos;
- **ELABORAR** um delineamento amostral para realizar avaliação ambiental em um local estratégico e/ou um monitoramento de longo prazo, que é fundamental para rastrear tendências, identificar a origem do problema e avaliar a eficácia de intervenções. É importante aplicar o conceito de abordagem ecossistêmica, considerando a conexão entre os ecossistemas, suas funções e serviços, a posição dos seres humanos dentro desses sistemas e a participação de todas as outras partes interessadas;

²⁴ Os *hotspots*, também chamados de *hotspots* de biodiversidade, podem ser definidos como áreas com grande biodiversidade, ricas principalmente em espécies endêmicas, e que apresentam alto grau de ameaça. Essas áreas são, portanto, locais que necessitam de atenção urgente, sendo consideradas prioritárias nos programas de conservação. (Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-hotspot.htm>>. Acesso em: 7 fev. 2022.)

- **DESENVOLVER** indicadores de qualidade ambiental para os ecossistemas que compõem a Amazônia Azul. Não há um único indicador que mostre quando os pontos de inflexão do ecossistema são atingidos e a resiliência dos ecossistemas marinhos não pode mais ser mantida. Por isso, um conjunto de indicadores deve ser desenvolvido ou adaptado para informar políticas e avaliar o progresso não só da qualidade da água ou da poluição, mas também para rastrear a degradação dos serviços ecológicos e suas funções, considerando sua variabilidade temporal e adaptação às particularidades locais e regionais;
- **FORMULAR** modelos de previsão para avaliar tendências de longo prazo e riscos de poluentes e propor soluções preventivas;
- **AVALIAR** os *trade-offs*²⁵ de intervenções, restauração e substituição de práticas e substâncias. Análise de *trade-off* é um aspecto importante nos estudos de avaliação da poluição e seus efeitos sobre os serviços ecossistêmicos, constituindo uma questão-chave na tomada de decisão e na análise de caminhos alternativos que levam ao futuro uso sustentável da Terra. Os pontos a serem considerados são: população e riscos individuais e o custo da redução de risco usando o custo e relação custo-benefício como justificativa para remediação;
- **DETERMINAR** a capacidade de carga ecológica de cada área biológica (por exemplo: sistema de recifes de Abrolhos, cinturão de manguezais da Amazônia e sistema de recifes amazônicos) com importância significativa para mitigar os impactos causados pelo desenvolvimento econômico;
- **FORTALECER** os regimes de governança para encorajar mais produção sustentável e práticas de consumo sob marcos jurídicos regionais, nacionais e internacionais;
- **VIABILIZAR** a gestão integrada da zona costeira, do espaço marinho e das áreas além da jurisdição nacional por meio de princípios, regras, obrigações e instrumentos;
- **CONSIDERAR** o conhecimento das comunidades tradicionais e dos povos indígenas ao construir bancos de dados e discutir decisões de gestão;
- **PROMOVER** a conservação do ecossistema e a restauração dos habitats que compõem a costa com vegetação (pântanos, manguezais e marismas) para ajudar a melhorar a qualidade da água e favorecer suas funções ecológicas.

²⁵ O *trade off* é o nome que se dá a uma decisão que consiste na escolha de uma opção em detrimento de outra. Para se tratar de um *trade off*, o indivíduo deve, necessariamente, deixar de lado alguma opção em sua escolha. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/artigos/trade-off>>. Acesso em: 8 fev. 2022. (Nota do revisor.)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2013/versao-impressao.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2022.

BARLETTA, M.; COSTA, M.F.; DANTAS, D.V. Ecology of microplastics contamination within food webs of estuarine and coastal ecosystems. **MethodsX**, v. 7, p. 100861, 2020.

BARLETTA, M.; CYSNEIROS, F.J.A.; LIMA, A.R.A. Effects of dredging operations on the demersal fish fauna of a South American tropical-subtropical transition estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 89, p.1-31, 2016.

BARLETTA et al., 2019.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F.H.; KUROSHIMA, K.N. Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município do Rio Grande (RS-Brasil): Nutrientes e Detergente Dissolvidos. **Atlântica**, v. 17, n. 1, p. 17-34. Rio Grande: Editora da Furg, 1995.

BAUMGARTEN, M.G.Z.; NIENCHESKI, L.F.H.; WALLNER-KERSANACH, M.; CORRADI, C.E. Importância do monitoramento de parâmetros físico-químicos, nutrientes e metais pesados na coluna d'água de ambientes submetidos a atividades de dragagem. In: BOLDRINI, E.B.; SOARES, C.R.; PAULA, E.V. (Org.). Dragagens Portuárias no Brasil. **Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, p. 162-165. Antonina-PR, 2008.

BERGMAN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (eds). **Marine Anthropogenic Litter**. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer Cham, 2015. 447 p.

BITTENCOURT, L.; CARVALHO R.R.A.; LAILSON-BRITO J.; AZEVEDO, A.F. Underwater noise pollution in a coastal tropical environment. **Marine Pollution Bulletin**, n. 83, p. 331-336, 2014.

BRASIL. Decreto nº 1.530, de 22 de junho de 1995. Declara a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1995/decreto-1530-22-junho-1995-435606-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

_____. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. **Normas da Autoridade Marítima sobre Poluição Hídrica causada por Embarcações, Plataformas e suas Instalações de Apoio (Normam-20/DPC)** – 3ª rev., 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dpc/node/3777>>. Acesso em: 26 maio 2022.

_____. _____. _____. **Portaria nº 93**, de 29 de abril de 2013. Altera as Normas da Autoridade Marítima para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob, sobre e às margens das Águas Jurisdicionais Brasileiras (Normam-11/DPC). Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/port093_13.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Nota Técnica nº 03/2017 – Vitória-ES / TAMAR / DIBIO / ICMBio.** Identificação da área atingida pela pluma de rejeitos da Samarco e das principais comunidades pesqueiras existentes na mesma. Vitória-ES, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/Rio_Doce/NT_CTAMAR_03_2017.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

_____. _____. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União (1:1.000.000).** Brasília, Programa Nacional do Meio Ambiente, 1996. 487 p.

_____. _____. **Plano de Ação Federal para a Zona Costeira,** 1998.

_____. _____. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil.** Brasília: MMA, 2008. 242 p.

CENTRO DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (UNIC RIO). **Governo brasileiro adere à campanha Mares Limpos da ONU Meio Ambiente** (22 set. 2017). Disponível em: <<https://unicrio.org.br/governo-brasileiro-adere-a-campanha-mares-limpos-da-onu-meio-ambiente/>>. Acesso em: 29 maio 2022.

COLOMBO, S. Cientistas buscam alternativa ao cromo VI, metal altamente tóxico. **Jornal da USP.** São Paulo, 18 abr. 2017. Ciências Ambientais. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=78123>>. Acesso em: 25 maio 2022.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL DA UNESCO. *Summary Report of the Regional Planning Workshop for the South Atlantic* – UNESCO, April 2020.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (CIRM). **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II.** Resolução n. 005 de 3 de dezembro de 1997. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80033/PNGC_I.pdf>. Consultado Acesso em: 28 out. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 344,** de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e dá outras providências. Publicada no DOU nº 87, de 7 de maio de 2004, Seção 1, páginas 56-57. Disponível em: <http://freitag.com.br/files/uploads/2018/02/portaria_norma_25.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

_____. **Resolução nº 357,** de 17 de março de 2005. Revoga a Resolução Conama nº 20 de 1986. DOU n. 53, 30 jul. 2005.

_____. **Resolução nº 430,** de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>>. Acesso em: 29 maio 2022.

COSTA, M.F.; BARLETTA, M. Microplastics in Coastal and Marine Environments of the Western Tropical and Sub-Tropical Atlantic Ocean. **Environmental Science: Processes & Impacts,** v.17, p. 1868-1879, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26457869/>>. Acesso em: 22 maio 2022.

COSTA-LOTUFO, L.V.; WILKE, D.V.; JIMENEZ, P.C.; EPIFANIO, R.A. Organismos marinhos como fonte de novos fármacos: histórico e perspectivas. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 703-716, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300014>>. Acesso em: 29 maio 2022.

COSTA, W.M. **Levantamento e avaliação das políticas federais de transporte e seus impactos no uso do solo na região costeira**. Brasília: BIRD/PNUD, 1994.

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR. Versão oficial para todos os povos de língua portuguesa. Ministério dos Negócios Estrangeiros de Portugal. Série C, Biblioteca Diplomática. [Reprodução] Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil, 1985, 313 p.

DAVIS, J.D. et al. **Environmental considerations for port and harbor developments**. Washington/D.C.: World Bank, 1990.

EGLER, C.G. **Os Impactos da Política Industrial sobre a Zona Costeira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1995.

FERREIRA, G.V.B.; BARLETTA, M.; LIMA, A.R.A. Use of estuarine resources by top predator fishes. How do ecological patterns affect rates of contamination by microplastics? **Science of the Total Environment**, v. 655, p. 292-304, 2019.

GREGORY, M.R. Environmental implications of plastic debris in marine settings: entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2013-2025, 2009. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2008.0265>>. Acesso em: 23 maio 2022.

GUSMÃO, R.P. (Coord.). **Diagnóstico Brasil: a ocupação do território e o meio ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE – Diretoria de Geociências, 1990.

HATJE, V.; ANDRADE, R.L.B.; OLIVEIRA, C.C.; POLEJACK, A.; GXABA, T. Pollutants in the South Atlantic Ocean: sources, knowledge gaps and perspectives for the Decade of Ocean Science. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, p. 644569, 2021.

HATJE, V.; PEDREIRA R.M.A.; REZENDE, C.E.; SCHETTINI, C.A.F.; SOUZA, G.C.; MARIN, D.C.; HACKSPACHER P.C. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. **Scientific Reports**, v. 7, article n. 10706, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-11143-x>>. Acesso em: 22 maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Geociências. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=253096&view=detalhes>>. Acesso em: 23 maio 2022.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION OF UNESCO (IOC / UNESCO). **Summary Report of the Regional Planning Workshop for the South Atlantic**. IOC/UNESCO, 2020.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Comprehensive manual on port reception facilities**. London: IMO, 1995.

_____. **International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments**. London: IMO, 2004.

_____. **Marpol – how to do it**. Manual on the practical implications of ratifying, implementing and enforcing MARPOL 73/78. London: IMO, 2003.

IVAR DO SUL, J.A.; COSTA, M.F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. **Environmental Pollution**, p. 1-13, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.036>>. Acesso em: 29 maio 2022.

LIMA, A.R.A.; BARLETTA, M.; COSTA, M.F. Seasonal-Dial shifts of ichthyoplankton assemblages and plastic debris around an Equatorial Atlantic Archipelago. **Frontiers in Environmental Science**, v. 4, art. n. 56, p. 1-18, 2016.

LIMA, A.R.A.; COSTA, M.F.; BARLETTA, M. Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. **Environmental Research**, v. 132, p. 146-155, 2014.

MESTRES, M.; SANCHES-ARCILLA, A.; SIERRA, J.P.; MÖSSO, C.; TAGLIANE, P. R.; MÖLLER, O.; NIENCHESKI, L. F. Coastal bays as a sink for pollutants and sediment. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium (ICS 2004). **Journal of Coastal Research**, Special Issue n. 39, v. III, p. 1546-1550. Winter, 2006. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/25743015>>. Acesso em: 22 maio 2022.

MIRANDA, D.A.; CARVALHO-SOUZA, G.F. Are we eating plastic-ingesting fish? **Marine Pollution**, v.103, p.109-114, 2016.

MORAES, A.C.R. **Os impactos da política urbana sobre a zona costeira**. Brasília: MMA, 1996.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 – Vida na água**. Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável [s.d.]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/14>>. Acesso em: 20 set. 2017.

NASCIMENTO E SILVA, G.E. **Direito ambiental internacional**. [S.l.]: Thex Editora, 1995.

NETO, R.; SÁ, F.; SCHETTINI, E.; DALCOL B. **Oceanografia Química – Geoquímica de Metais e Nutrientes**. [2017]. Relatório parcial do monitoramento realizado na foz do Rio Doce. Laboratório de Geoquímica Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo (LabGAm/UFES) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_geoquimica_soloncy_ufes.pdf>. Acesso em: 23 maio 2022.

ONU NEWS. **ONU lança campanha para tirar plásticos dos oceanos** (23 fev. 2017). Disponível em: <<https://news.un.org/pt/audio/2017/02/1198651>>. Acesso em: 29 maio 2022.

PASSOS, M.F.A. Gasoduto Bolívia – Brasil. **Economia & Energia**. Ano II, n. 10, set./out. 1998. p. 3-10. Disponível em: <<http://ecen.com.br/wp-content/uploads/2017/02/eee10P.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2022.

PAUWELS, P.G.J. **Atlas Geográfico**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1996.

PURE EARTH. World's Worst Pollution Problem 2016 – The Toxics beneath our Feet. **Top Ten**

Polluting Industries. Disponível em: <www.worstpolluted.org>. Acesso em: 20 set. 2017.

_____; GREEN CROSS SWITZERLAND. World's Worst Pollution Problems 2015. **The New Top Six Toxic Threats: a Priority List for Remediation.** Disponível em: <<https://www.worstpolluted.org/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

SCHROEDER, I.; SCHROEDER, J.T.; COSTA, R.P. Gestão de custos e capacidade de produção na indústria pesqueira. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Florianópolis, de 3 a 5 de novembro de 2004 (ENESEP 2004), p. 2132-2133. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enepeg2004_enepeg0302_1192.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

SERAFIM, C.F.S; CHAVES, P.T. **O mar no espaço geográfico brasileiro.** Brasília:Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica, v. 8, 304, 2005.

SHAHIDUL ISLAM, M.; TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin** v. 48, p. 624-649, 2004.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Enhancing the success of integrated coastal management.** Philippines, Sida: UNDP, 1996.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Programa de Ação Global para a Proteção do Meio Ambiente Marinho frente às Atividades Baseadas em Terra (GPA).** Documento final da Conferência Intergovernamental para adoção do Programa. Washington, 1995.

UNITED NATIONS OCEAN CONFERENCE (UNOC). **Our Oceans, Our Future: Partnering for the Implementation of Sustainable Development – Goal 14.** New York, 5-9 June 2017. Disponível em: <<https://oceanconference.un.org>>. Acesso em: 20 set. 2017.

UNITED NATIONS RIO DECLARATION. 1992. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>>. Acesso em: 20 abr.2010.

UNITED NATIONS. **The future we want.** Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20). Rio de Janeiro, Brazil, 20-22 June 2012. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf> >. Acesso em: 20 jul. 2013.

WALTHAM, N.; ELLIOTT, M.; LEE, S.; LOVELOCK, C.; et al. UN Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030 – What Chance for Success in Restoring Coastal Ecosystems? **Frontiers in Marine Science**, v. 7, Feb. 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00071/full>>. Acesso em: 28 maio 2022.