

A “DÉCADA DA CIÊNCIA OCEÂNICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”: A OCENOGRAFIA QUÍMICA EM TESES E DISSERTAÇÕES NACIONAIS

THE “DECADE OF OCEANIC SCIENCES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT”: CHEMICAL OCENOGRAPHY IN NATIONAL THESES AND DISSERTATIONS

LA “DÉCADA DE LAS CIENCIAS OCEÁNICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”: LA OCENOGRAFÍA QUÍMICA EN LAS TESIS Y DISERTACIONES NACIONALES

Higor Felipi Suter Lopes¹
Jeane Cristina Gomes Rotta²

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo compreender como que as teses e dissertações que abordam o tema Oceanografia Química, dialogam com a temática sustentabilidade. Foi realizado um levantamento bibliográfico na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e 14 pesquisas foram selecionadas e analisadas com base nos procedimentos da “Análise de Conteúdo”. Foram elencadas quatro categorias: “Poluentes Orgânicos”, “Poluentes Inorgânicos”, “Impactos ambientais” e “Educação para a sustentabilidade”. Os resultados apontaram para a necessidade de ações mais sustentáveis para a manutenção dos oceanos. Entretanto, as dificuldades se estabelecem desde do entendimento sobre sustentabilidade e da sua inserção no contexto educacional.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Sustentabilidade. Oceanografia.

Abstract: This work was the result of a research that aimed to understand how the theses and dissertations that address the topic Chemical Oceanography dialogue with the sustainability theme. A bibliographic survey was carried out in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations and 14 research were selected and analyzed based on the procedures of "Content Analysis". Four categories were listed: “Organic Pollutants”, “Inorganic Pollutants”, “Environmental Impacts” and “Educating for Sustainability”. The results pointed to the need for more sustainable actions to maintain the oceans. However, the difficulties are established from the understanding of sustainability and its insertion in the educational context.

Keywords: Teaching Science. Sustainability. Oceanography.

¹Licenciando. Universidade de Brasília. ORCID: <http://0000-0002-2313-2829>. E-mail: higor.felipi.lopes@gmail.com

²Doutora. Universidade de Brasília. ORCID: <https://0000-0002-1776-5398>. E-mail: jeanerotta@gmail.com.

Resumen: Este trabajo tuvo como objetivo comprender cómo las tesis y disertaciones que abordan el tema Oceanografía Química, dialogan con el tema de la sustentabilidad. Se realizó un levantamiento bibliográfico en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones y se seleccionaron y analizaron 14 investigaciones con base en los procedimientos de “Análisis de Contenido”. Se enumeraron cuatro categorías: “Contaminantes Orgánicos”, “Contaminantes Inorgánicos”, “Impactos Ambientales” y “Educando para la Sostenibilidad”. Los resultados señalaron la necesidad de acciones más sostenibles para el mantenimiento de los océanos. Sin embargo, surgen dificultades a partir de la comprensión de la sostenibilidad y su inserción en el contexto educativo.

Palabras-clave: Enseñanza de las ciencias. Sustentabilidad. Oceanografía.

Submetido 08/02/2022

Aceito 03/06/2022

Publicado 06/06/2022

Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2017, declarou em assembléia, que a “Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável” teria início em 2021. Essa proposta visa aumentar a conscientização quanto à poluição dos oceanos e a preservação dos recursos marinhos (TURRA, 2019). A Organização das Nações Unidas (ONU) é uma organização internacional fundada em 1945, após o fim da Segunda Guerra Mundial. Entre os seus objetivos estão a manutenção da paz e a segurança internacional, além da promoção de ações de cooperação entre os vários países para resolverem problemas internacionais e estimularem o respeito aos direitos humanos.

A preocupação com ações que possam promover a conscientização para a preservação do oceano já estava presente também na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio +20, sediada na cidade do Rio de Janeiro em 2012. A declaração final produzida ao final dessa conferência, intitulada "O Futuro que Queremos", teve como objetivo o desenvolvimento de ações conjuntas entre vários países para a realização e divulgação de pesquisas científicas para a sustentabilidade oceânica (TURRA, 2019).

Os oceanos ainda não têm sido compreendidos e gerenciados de forma sustentável, apesar de desempenharem várias funções fundamentais para a manutenção da vida em nosso planeta, principalmente em relação ao controle climático (CAMPOS, 2014). As águas oceânicas tem sido afetadas pelos impactos ambientais resultantes de ações antrópicas, que são cada vez são mais frequentes e têm causado aumento do nível do mar, poluição marinha e afetado a circulação termohalina (AMBAR, 1999).

Perante esse cenário, a educação é reconhecida como fundamental para alcançarmos um desenvolvimento sustentável e garantir um consumo e produções sustentáveis, de acordo com a Agenda 2030 que estabeleceu, em 2015, os “17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável” com a liderança da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Diretamente relacionado com preservação do oceano está o objetivo 14 dessa agenda, que visa “Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”. Frente a essas questões, os objetivos 6 “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”, 11 “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” e 13

“tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos”, também se articulam com o desenvolvimento de ações que favoreçam a sustentabilidade dos mares.

Com base nessas considerações, houve o questionamento sobre como as pesquisas desenvolvidas no âmbito da pós-graduação nacional, que ofertam cursos de mestrado e doutorado, têm contribuído com proposta que conscientizem para a preservação das áreas oceânicas e se essas têm promovido ações e reflexões para uma educação que vise a sustentabilidade. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi realizar um levantamento bibliográfico de teses e dissertações disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações que abordem o tema Oceanografia Química visando conhecer se dialogam com a sustentabilidade.

Oceanografia, sustentabilidade e educação

Atualmente, cerca de 10 milhões de pessoas habitam as megacidades, localizadas em estuários ou zona costeiras e as ações antrópicas tem causado contaminação com matérias orgânicos e inorgânicos dessas regiões, muitas vezes resultados de um tratamento inadequado dos efluentes domésticos (HATJE et al., 2013). Essas cidades carecem de um planejamento de expansão urbana planejado, o que resulta em uma ocupação inadequadas de áreas de riscos geológicos e hidrológicos e aumenta os riscos de “erosão costeira, inundações costeiras, alagamentos e enchentes, e movimentos de massa nas encostas (ex. escorregamentos, corridas de detritos e lama etc.)” (MARENGO et al., 2016, p.11).

A oceanografia química busca propostas para resolver de maneira sustentável o desenvolvimento desordenado das megacidades litorâneas que têm descarregado contaminantes orgânicos e inorgânicos nas águas costeiras (HATJE et al., 2013; MOURA et al. 2011). Muitos tipos de contaminantes estão presentes nos oceanos, entre eles, o plástico é o principal e a diminuição desse poluente é uma das propostas presentes no objetivo sustentável 14 da Agenda 2030 que estabeleceu os “17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável”. Nesse sentido, estudos das propriedades químicas do oceano têm sido realizados buscando compreender também como os processos de degradação nos ambientes costeiros tem impactado nas mudanças climáticas.

Portanto, a busca por soluções sustentáveis que resolvam ou minimizem os impactos ambientais em uma vertente para a sustentabilidade ambiental, tem mobilizado organizações ambientalistas, pesquisadores e cúpulas mundiais. Frente a essas situações, a Química

Ambiental surgiu com a perspectiva de buscar solução de problemas ambientais, como por exemplo, a partir do desenvolvimento de técnicas para a remediação dos contaminantes do solo ou os tratamentos de efluentes industriais (PINO, 2020). Entretanto, foi necessário evoluir o pensamento a respeito da problemática ambiental para uma postura preventiva, que propusesse modificações nos processos produtivos das indústrias, eliminando ou reduzindo o uso de substâncias tóxicas e de resíduos contaminantes (PINO, 2020).

Com base nessa abordagem reflexiva que busca novas tecnologias para um desenvolvimento sustentável, emerge a Química Verde em 1990, que foi definida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) como a responsável pela “criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias tóxicas.” (SOUSA et al., 2020, p. 595).

O engenheiro químico Paul Anastas é considerado o fundador da Química Verde e sua filosofia estava em prevenir que ocorressem problemas ambientais, estimulando governos, industriais e pesquisadores a buscarem tecnologias que promovessem uma produção sustentável (PINO, 2020). Os doze princípios que embasaram essa temática tiveram como objetivos diminuir e eliminar dos processos de produção indústrias substâncias que pudessem prejudicar a saúde e o meio ambiente, bem como, utilizar recursos renováveis em vez de recursos fósseis.

Portanto, para alcançarmos um futuro sustentável é necessário que os vários profissionais estejam preparados para atuarem na perspectiva proposta pela Química verde. Portanto, esse é um grande desafio para o ensino de Química, desde a educação básica, quando é iniciado, até os cursos de graduação e pós-graduação (AYRES; AMARAL, 2016). Posto que são necessárias inserções curriculares sobre essa temática, assim como, materiais e recursos didáticos que contribuíssem para a incorporação de uma Ciência para a sustentabilidade (SOUSA et al., 2020).

Quanto ao desenvolvimento sustentável e à Educação, Sandrin e Santin Filho (2019) consideram que a Química Verde tem duas perspectivas. Uma é mais técnica e visa que os estudantes desenvolvam posturas ambientalmente consideradas adequadas. Enquanto, a outra pretende envolver os sujeitos de maneira crítica e emancipatória na elaboração de processos produtivos comprometidos com a sustentabilidade socioambiental e suas consequências éticas.

Nesse aspecto, o ensino da Química Verde na concepção crítica, está além da inserção de seus princípios de maneira pontual ou apenas nas atividades experimentais. Nesse âmbito, ele está engajado “com as discussões que envolvem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, oportunizando assim uma educação ambiental crítica e uma formação mais voltada à cidadania” (SANDRIN; SANTIN FILHO, 2019, p. 37).

Metodologia

A metodologia usada foi a qualitativa com cunho bibliográfica e do tipo “estado da arte” que visa compreender e ter um panorama de determinada temática em determinado período de tempo (CARVALHO; SHIGUNOV NETO, 2018). Foi utilizado o banco de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e foram selecionadas as dissertações e teses defendidas entre 2002, ano de criação do referido banco de dados, até 2021. Nesse site, as buscas pelas pesquisas foram realizadas utilizando como descritores “oceano e química” com 396 pesquisas encontradas. A escolha das dissertações e teses se baseou na leitura, dos títulos e das palavras-chaves reduzindo o número de trabalhos para 41. Em seguida, foi realizado a seleção final foi com leitura dos resumos e das produções na íntegra, resultando em 6 dissertações e 8 teses (Quadro 1).

Para a análise dos resultados foi utilizada a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) organizado nas seguintes fases: pré-análise, com a realização de uma leitura “flutuante” das 14 produções. Como esse tipo de análise tem caráter subjetivo é preciso, inicialmente decidir a unidade de análise que será utilizada, podendo ser de registro ou de contexto. Nessa pesquisa foram utilizadas as unidades de contexto, que são excertos selecionado pelo pesquisador.

Posteriormente, esses excertos foram selecionados e agrupados, identificando-se uma frase que pudesse representar a ideia presente em cada agrupamento de excertos. Dentro dessa conjuntura foram elaboradas 4 categorias:

1. “Poluentes Orgânicos”: Dissertações e teses que abordam especificamente a poluição química do oceano a partir de compostos orgânicos.
2. “Poluentes Inorgânicos”: Dissertações e teses que focam sobre a poluição química do oceano decorrente de compostos inorgânicos.

3. “Impactos ambientais”: Dissertações e teses que discutem em um contexto mais amplo os impactos ambientais provocados por diferentes contaminantes, resultantes de ações antrópicas, que atingem águas oceânicas e zonas costeiras.

4. “Educando para a sustentabilidade”: Dissertações e teses que apresentam uma temática sobre a importância da conscientização e propostas para a preservação das águas marítimas.

Resultados e discussões

Com base na análise dos dados foram selecionadas seis dissertações de mestrado e dez teses de doutorado (Quadro 1).

Quadro 1: Dissertações de mestrados e teses de doutorado selecionadas na BDTD

Dissertações de Mestrado				
Código	Autor(a)	Título	Instituição	Ano
D1	Ana Luiza Privado Martins	Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica Bacanga (São Luís - MA) com base em variáveis físico-químicas, biológicas e populacionais: subsídios para um manejo sustentável	Universidade Federal do Maranhão	2008
D2	Nadine Castro Paixão	A oceanografia como ferramenta para o ensino interdisciplinar de ciências	Universidade de São Paulo	2011
D3	Laura Lemons Moreira	Caracterização da contaminação metálica e adequação da <i>Spartina alterniflora</i> como espécie bioindicadora de contaminação no estuário da Lagoa dos Patos: base para a gestão ambiental do estuário	Universidade Federal do Rio Grande	2012
D4	Ana Lúcia Lindroth Dauner	Hidrocarbonetos no material particulado da Baía de Guaratuba, PR, e Sistemas Aquáticos Adjacentes	Universidade Federal do Paraná	2015
D5	Marina Bettim	Influência de eventos meteorológicos e oceanográficos em pequena escala temporal da deposição de resíduos sólidos em praias de gradiente estuarino	Universidade Federal do Paraná	2017
D6	Tathiana Cristine Paredes	Aula de campo no litoral catarinense: ferramenta para ensino investigativo	Universidade Federal do Paraná	2020
Teses de Doutorado				

Código	Autor(a)	Título	Instituição	Ano
T1	Maria Auxiliadora Costa Matos	Resíduos de pesticidas organoclorados bifenilos policlorados em sedimentos e algas de Santos e Cananéia, SP, Brasil	Universidade de São Paulo	2002
T2	Silvana Carvalho de Souza Calado	Níveis de concentração de metais pesados em macroalgas e em sedimentos marinhos do Estado de Pernambuco - Brasil	Universidade Federal do Pernambuco	2004
T3	Alessandro Farinaccio	Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos em área densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas	Universidade de São Paulo	2008
T4	Silvio Tarou Sasaki	Marcadores orgânicos moleculares como ferramentas no monitoramento ambiental: Avaliação da distribuição de Alquilbenzeno Lineares (LABs) em organismos e sedimentos, como indicativo de exposição ao esgoto em áreas costeiras	Universidade de São Paulo	2012
T5	Washington Luiz dos Santos Ferreira	A poluição industrial no “mar de dentro” na perspectiva da educação ambiental crítica e transformadora	Universidade Federal do Rio Grande	2014
T6	Gisele Cavalcante Morais	Variabilidade em distintas escalas espaço-temporais da Macrofauna Bêntica de um estuário subtropical	Universidade Federal do Paraná	2015
T7	Leticia Gomes da Luz	Mudanças oceanográficas e climáticas nos últimos 50 mil anos no sudoeste do Atlântico com base em registros de paleo-indicadores orgânicos e inorgânicos na Margem Continental do Rio de Janeiro, Brasil.	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	2019
T8	Rafael dos Santos Dantas	Avaliação da saúde ambiental em áreas com diferentes graus de utilização na região costeira do Litoral Sul de Pernambuco	Universidade Federal do Pernambuco	2019

Fonte: Autores (2021)

Associada a primeira categoria “Poluentes Orgânicos”, foram identificadas três produções, uma dissertação de mestrado e duas teses de doutorado (D4, T1 e T4). A dissertação D4 teve como objetivo avaliar a distribuição espaço-temporal de hidrocarbonetos dentro da Baía de Guaratuba e os prejuízos decorrentes da deposição de óleos e esgotos nos oceanos. A pesquisa avaliou as características físico-químicas de massas de água e partículas desses ambientes, mostrando a responsividade desses materiais para o acúmulo de matéria orgânica como fonte de contaminação. Enquanto a tese T1 avaliou a resistência à degradação que os pesticidas bioclorados e bifenilos policlorados (PCBs) e sua distribuição em vários lugares nos ambientes oceânicos, bem como, a contaminação por pesticidas organoclorados e PCBs em algumas espécies de algas e sedimentos de regiões costeiras no Estuário e Baía de Santos - São Vicente e no Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananeia (SP). Os praguicidas organoclorados mais representativos são DDT, ciclodienos (Aldrin e Dieldrin) e hexaclorociclohexanos (HCH). A pesquisa apontou que os níveis de PCBs e pesticidas organoclorados em Santos e Cananéia-Iguape não foram altas. No entanto, Santos evidenciou maior ocorrência de PCBs, provavelmente devido à industrialização, enquanto que em Cananéia-Iguape predominaram maiores níveis de pesticidas organoclorados.

Por fim, a tese T4 analisou a concentração de esgoto no ambiente marinho a partir de um conjunto de marcadores orgânicos moleculares: alquilbenzeno lineares (LABs). Após o descarte de detergente via esgoto, os LABs são moléculas estáveis que ficam agregados a materiais orgânicos e disponíveis no ambiente. Foram analisadas amostras de sedimento como por exemplo: ostras, peixes, mexilhões e houve diferença entre as amostras analisadas nos tecidos de peixes de Cananéia e Santos evidenciando diferenças de acúmulo de LABs e refletindo a exposição desses ambientes ao esgoto e podendo, assim, serem utilizados no monitoramento ambiental.

A poluição do oceano tem sido um indicador da interferência humana no ambiente marinho e a classe de poluentes mais estudada tem sido os plásticos, denominação genérica para os derivados sintéticos do petróleo (HATJE et al., 2013). Apesar de um número expressivo de pesquisas serem dedicadas ao entendimento da química de substâncias orgânicas no oceano, a compreensão sobre a dinâmica de compostos pesticidas, largamente utilizados no Brasil, parece que não teve avanços significativos (LACERDA; MARINS, 2010).

Os agrotóxicos organoclorados ainda são permitidos no Brasil e são contaminantes orgânicos persistentes que causam risco saúde humana e ambiental. Devido a sua baixa degradação química e biológica, esses poluentes entram na cadeia alimentar, contaminando todos os seus níveis, sendo o consumo de pescado é uma das principais maneiras que os indivíduos tem sido expostos a esses poluentes (MOURA et al., 2011, LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Além dos praguicidas (também conhecidos como, agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas, agroquímicos ou biocidas), os alquilbenzeno lineares (LABs), usados como indicador da contaminação de esgotos no ambiente oceânico, também são contaminantes orgânicos que ficam depositados no fundo oceânico (MORAES; BEZERRA, 2018). Esses são tensoativos orgânicos com comportamento anfifílico muito usados na produção de xampus e detergentes. Esses produtos dificultam a aeração dos tanques de tratamento de efluentes nas estações de tratamento de esgoto, por serem resistente à biodegradação no meio ambiente, podendo ser utilizado como um marcador orgânico que indica contaminação por esgoto (Penteado et al., 2006). Posto que esse tem sido um problema grave a ser enfrentado, devido a realidade de mais da metade das residências brasileiras não possuir acesso adequado as redes de captação e tratamento de esgoto. Essa contaminação por dejetos humanos nas cidades costeiras, acabam impossibilitando a utilização dessas águas para a recreação e a pesca, entre outros problemas (MOURA et al., 2011).

A segunda categoria elencada foi “Poluentes inorgânicos” e constou com uma dissertação de mestrado (D3) e uma tese de doutorado (T2). A dissertação D3 destacou como que a atividade antrópica tem tornado mais proeminente o processo de degradação da zona costeira brasileira da região estuarina da Lagoa dos Patos, bem como, o uso da *Spartina alterniflora* como espécie bioindicadora de contaminação metálica. A maior quantidade de metais como cádmio, chumbo, mercúrio e astato, foi detectada nos sedimentos da região próxima ao Distrito Industrial e a cidade de Rio Grande, chamada de Saco da Mangueira. Estudos de caracterização de ambientes, de acordo com a autora, é importante para identificar regiões que estão menos contaminadas e que precisam ser preservadas, além de nortear tomadas ações de gestão, posto que essa área atividades de indústrias, navais e ocupação humana estão em acentuada expansão.

A Tese T4 abordou sobre o aumento da deposição de metais pesados nas águas de zonas costeiras, advindas de ações antropogênicas e pesquisou os teores desses metais em macroalgas e nos sedimentos marinhos no Estado do Pernambuco, visando o monitoramento desse ambiente costeiro. A pesquisa foi realizada na região norte, praia de Itamaracá, e região sul, praia de Piedade, regiões escolhidas devido a localização de macroalgas afetadas por poluentes industriais e domésticos. As macroalgas estudadas foram *Gracilariopsis lemaneiformis* e *Hypnea musciformis* e foi identificada a presença dos metais cobre, chumbo, zinco e ferro. Na região sul os teores de metal foram elevados, sendo que a *Hypnea musciformis* demonstrou um maior nível de retenção.

Moares e Bezerra (2018) abordaram a contaminação por material inorgânicos e biometais no sedimento oceânico e o impacto negativos que causam os ambientes oceânicos. Os metais se acumulam no fundo oceânico e são resistentes à biodegradação, portanto podem ser transportados pelas correntes oceânicas e cadeias tróficas, de um organismo para outro. Moura et al. (2011) apontam que o mercúrio costuma ser extensamente utilizados em processos industriais e em práticas de minerações. “Quando liberado no ambiente, bactérias podem rapidamente transformar sua forma inorgânica em orgânica (metil-mercúrio)” (p. 3475) que podem causar efeitos citotóxicos. Entre os metais que têm o comportamento químicos mais pesquisados, de acordo com Lacerda e Marins (2010) estão o mercúrio, seguidos pelo chumbo, cromo, estanho, cádmio e cobre.

A terceira categoria foi “Impactos Ambientais” e constou com duas dissertações de mestrado e quatro teses de doutorado (D1, D5, T3, T6, T7 e T8). A dissertação D1 avaliou a qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Bacanga, localizada das ilhas de São Luís no Maranhão, com a realização de uma pesquisa baseada nos indicadores físico-químicos, biológicos e antropogênicos envolvidos nessa região. Foram avaliados parâmetros como profundidade, temperatura, salinidade, pH, deposição de oxigênio e nutrientes como amônia, nitrato e fosfato. Também foi realizada uma caracterização sócio-econômico-ambiental da população residente nessa localidade e dos pescadores. Com base na pesquisa a região foi classificada em sem perturbação (igarapé do Coelho), moderadamente perturbado (Barragem e Garapa) e perturbado (igarapés do Jambeiro e Mamão). A população dessas áreas relatou que a pesca piorou devido a poluição e os problemas emergenciais da barragem, dificultando o acesso a uma renda melhor para os moradores. Essa dissertação ainda sugeriu questões como: melhoras

para a atividade de pesca, fiscalização da poluição e um investimento melhor para a sustentabilidade da região.

Já a dissertação D5 estabeleceu relações entre deposição de detritos marinhos e variações meteorológicas e mudanças oceanográficas através de escalas como precipitação (chuvas), ventos, maré e fluxos aquáticos. A região de Assenodí é exposta à ação de ventos e ondas oceânicas e teve 29% do detrito coletado, enquanto a região de Canto das Pedras, sem a ação direta de ondas e situada em uma desembocadura estuarina, foram recolhidos 71% de detritos. A distribuição de detritos para ambas regiões foi proveniente de municípios internos da região estuarina. A taxa de deposição de detritos foi menor na ocorrência de precipitações. A variação também ocorreu de acordo com os níveis de ventos e marés.

A tese T3 procurou entender e avaliar os impactos decorrentes da ocupação desenfreada na zona costeira de São Paulo e produzir análises de acordo com o nível de ocupação ou não nos litorais. Com base nos resultados foi desenvolvido um roteiro para auxiliar futuros projetos de ocupação.

A distribuição das espécies bênticas é influenciada por interações entre fatores físicos, químicos e biológicos, de origem natural e/ou antrópica, que podem variar em distintas escalas espaciais e temporais. A pesquisa analisou, ao longo do gradiente estuarino na Baía de Guaratuba, a variabilidade da estrutura taxonômica e funcional das assembleias macrobênticas. O trabalho realizado por T6 esclareceu que abordagens nas visões de escalas espaço-temporais são importantes para os estudos de organismos bênticos e proteção ambiental e monitoramentos para sistemas estuarinos.

As mudanças no oceano e no clima no sudoeste do Atlântico, nos últimos 50 mil anos, foi o tema da pesquisa realizada por T7, que utilizou indicadores orgânicos e inorgânicos para refazer as condições paleoambientais no sudoeste do Atlântico Sul. Os resultados indicaram evidências sobre o clima no passado e pode fornecer informações sobre as modelos climáticos futuros a fim de minimizar impactos futuros que se relacionem com às alterações ambientais.

A última pesquisa elencada nessa da categoria foi a tese T8 que objetivou fornecer uma avaliação dos impactos ambientais ocorridos em duas regiões do litoral sul de Pernambuco, região de Tamandaré. A análise foi realizada utilizando zooplâncton como bioindicador. Os resultados apontaram que desenvolvimento da economia local ocasionou a destruição dos patrimônios socioambientais da região de Suape, influenciando nas comunidades de

organismos oceânicos através da presença de contaminantes químicos e orgânicos. Enquanto em Tamandaré, o principal impacto ao zooplâncton recifal foi da pluma estuarina.

Para Hatje et al. (2013) apontam sobre os danos das ações antropogênicas nos mares e discutem a contribuição do estudo da oceanografia química para reflexão desses impactos ambientais. Nesse sentido, a química marinha tem contribuído com estudos de métodos analíticos para determinação das concentrações e especiação química de metais em águas e sedimentos marinhos, bem como, monitorando o ambiente marinho visando identificar contaminantes químicos. Além de pesquisar a utilização de “traçadores na identificação de massas d’água, no estudo de misturas de massas d’água de diferentes origens e dos aportes continentais e subterrâneos para os oceanos e de datação e caracterização de paleoambientes costeiros” (LACERDA; MARINS, 2010, p. 1011).

A zona costeira é um ambiente complexo e diversificado, podendo ser considerada como a área de maior produtividade biológica do planeta, entretanto, atividades setoriais da zona costeira, como pesca, portos, urbanização, entre outras, tem provocado impactos ambientais nessa área (POLETTE; ASMUS, 2017). Esse ambiente, tem importância econômica para a população das cidades costeiras que vão desde a pesca, turismo até a produção de petróleo e gás natural (MARENCO et al., 2016).

Portanto, é preciso a implementação de planos de ações para um gerenciamento ambiental costeiro sustentável, amparados em conhecimentos científicos e tecnológicos. Posto que apesar de ter a sua importância ambiental reconhecida, há impactos ambientais que são normalmente produzidos pelas variadas atividades econômicas. Nesse sentido é necessário um gerenciando de ações integradas e que partam de pesquisas para o conhecimento dos ecossistemas e sobre seus usos pela sociedade. Esses estudos possibilitarão a adoção de ações e políticas que possam propor e também monitorar projetos sustentáveis (POLETTE; ASMUS, 2017).

Finalizando as categorias, a quarta foi “Educando para a sustentabilidade” com três pesquisas, duas dissertações de mestrado que trouxeram abordagens voltadas para a Educação Básica e Ensino Médio (D2 e D6) e uma tese de doutorado (T5). A dissertação D2 descreveu que apesar dos seres humanos fazerem uso dos oceanos há muitos anos, seu estudo é ainda recente. O tema Oceanografia foi utilizado para o desenvolvimento de uma proposta interdisciplinar com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental II, utilizando experimentos.

A autora discute que ensinar sobre o oceano não é uma difícil devido à ausência desse conteúdo em livros didáticos e que exige uma percepção interdisciplinar das Ciências. Proporcionou a reflexão sobre a importância do ambiente marinho e os impactos causado pela tecnologia.

As contribuições que a dissertação D6 referem-se às questões sobre aulas de campo, ressaltando que elas são pouco realizadas apesar de contextualizarem os conteúdos, fortalecer a relação com o ambiente o pensamento crítico através da interação com o ambiente. Além disso, também favorecem o desenvolvimento de conceitos e habilidades sobre Educação Ambiental, bem como, identificar e interpretar problemas ambientais. Portanto, foram elaborados roteiros de aulas de campo para estudantes de Biologia do Ensino Médio conhecerem o bioma Mata Atlântica e alguns organismos presentes na região. A atividades também constou de uma trilha, visitação em um museu de história natural e aula flutuantes em barcos para o entendimento da ação antrópica provocada pela pesca de arrasto.

A tese T5 focou na Educação Ambiental crítica e transformadora e realizou uma revisão bibliográfica acerca da Poluição Industrial no Estuário da Lagoa dos Patos – Rio Grande do Sul. Os resultados apontaram que há conjunto de conflitos e impactos graves e crônicos recorrentes da poluição industrial na região. A pesquisa também visou compreender por que há um distanciamento das pesquisas desenvolvidas Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande em relação à Poluição Industrial, a qual os ecossistemas e as populações da região, evidenciado que esse programa tem potencial para “resgatar e revitalizar este seu papel institucional de Centro de Referência em Educação Ambiental” (T 8, p. 207). Além de propor uma discussão sobre a Educação ambiental, salientando que ela precisa ser discutida em diferentes vertentes, como a História Ambiental, Justiça Ambiental e Gestão Ambiental.

A questão ambiental não pode ser trabalhada somente em uma disciplina que aborde conceitos ecológicos, sendo necessário a convergência das Ciências Exatas com as Sociais, permitindo uma visão mais complexas. Portanto, as práticas educativas precisam ter como foco as “mudança de hábitos, atitudes e práticas sociais, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação dos educandos.” (JACOBIN, 2005, p. 241).

Nesse sentido, existem vários desafios para a Educação ambiental crítica, pois os professores precisam conhecer e reelaborar as informações que recebem para os estudantes, no

entanto, muitas delas não complexas, como exemplo o próprio conceito de sustentabilidade, devido as suas múltiplas determinações e intersecções.

Considerações finais

Foi possível observar que as dissertações e teses analisada nesse trabalho trouxeram resultados de pesquisas relacionadas a oceanografia química que visaram analisar e propor soluções para os impactos ambientais decorrentes das ações antrópica no oceano. Destacamos que as duas primeiras categorias elencadas demonstraram que as dissertações e teses realizaram estudos de avaliação ambiental visando analisar os impactos de poluentes orgânicos e inorgânicos mostrando a importância da Química. Esses estudos podem ser futuramente ampliados em pesquisas e contribuir para que os fenômenos e processos que correm no ambiente oceânico podem ser melhor compreendidos. Hatje et al. (2013) destacam que essa compreensão é desafiadora não apenas pela natureza das águas, como também pelas “interações dos processos físicos, químicos e biológicos que controlam os ciclos biogeoquímicos dos elementos” (p. 1504).

As pesquisas elencadas nessas duas primeiras categorias também nos fazem refletir sobre a necessidade de regulamentações sobre o uso indiscriminado de agrotóxicos em nosso país, posto que esses podem contaminar os recursos hídricos e bacias fluviais, interferindo nos organismos vivos aquáticos. Assim, como para que o tratamento de efluentes domésticos sejam mais efetivos e ampliados.

Na terceira categoria as pesquisas indicaram as relações, muitas vezes conflituosas, geradas pelo desenvolvimento desordenado das cidades e atividades econômicas com o ambiente costeiro, que é impactado negativamente por essas atividades antrópicas. Demonstrando que esses impactos ambientais acabam causam prejuízos a saúde da população e provocam mudanças climáticas devido a degradação dos ecossistemas.

Finalizando, as três pesquisas que foram elencadas na quarta categoria, propuseram atividades para as questões ambientais e sustentabilidade na educação básica. Entretanto, essas dissertações desenvolveram propostas com um foco muito mais metodológico, com uma abordagem investigativa que visava desenvolver apenas os procedimentos do método científico

e a produção de relatórios. Nesse sentido, não suscitaram com os estudantes discussões sobre a necessidade da conservação do oceano ou de ações para um desenvolvimento sustentável.

Com base nessas pesquisas foi possível perceber a necessidade de ações mais sustentáveis para a manutenção dos oceanos. Entretanto, as dificuldades se estabelecem desde do entendimento sobre sustentabilidade, um termo contemporâneo, polissêmico e articulado com diversas esferas além da ambiental, bem como, as socioambientais e socioeconômico. Nesse sentido, acreditamos que questões que se relacionam ao bem estar e preservação da nossa sociedade precisam estar presentes nos diversos âmbitos escolares, visando problematizar e conscientizar sobre ações de pesquisas e propostas que tragam soluções para os dilemas ambientais que vivenciamos.

Portanto, essa década dedicada a sustentabilidade do oceano, nos apresenta a possibilidade de reflexões e problematização de ações que poderão contribuir, não apenas com esse ambiente, mas com todo o nosso planeta, posto que o oceano é somente um.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, LDA, 2009.
- AMBAR, I. Os Oceanos e as Alterações Climáticas. **Gazeta de Física**, v. 22, fasc. 1, p. 2-9, 1999.
- CAMPOS, E. J. D. O Papel do Oceano nas Mudanças Climáticas Globais. **Revista. USP**, v. 103, p. 55-66, 2014.
- CARVALHO, R. A.; SHIGUNOV NETO, A. Uma visão da pesquisa sobre formação de professores no Brasil presente em periódicos da área de educação: análise da produção acadêmica entre os anos de 2000 e 2016. **Revista Brasileira de Iniciação científica**. v. 5, n. 3, p. 106-118, 2018.
- HATJE, V; CUNHA, L. C.; COSTA, M. F. Oceanografia e Química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1497-1508, 2013.
- LACERDA, L. D. D.; MARINS, R. V. Produção científica da área da Química no desenvolvimento da oceanografia no Brasil. **Química Nova**, v. 33, p.1005-1013, 2010.
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. D. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.
- MARENGO, J. A; SCARANO, F. R; KLEIN, A. F; SOUZA, C. R. G.; CHOU, S. C. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

MORAIS, P. C. V.; BEZERRA, M. F. Oceanografia química. **Princípios de Oceanografia**. Teresina: EDUFPI, 2018, p. 63-77.

MOURA, J. F. D., CARDOZO, M., BELO, M. S. D. S. P., HACON, S.; SICILIANO, S. A interface da saúde pública com a saúde dos oceanos: produção de doenças, impactos socioeconômicos e relações benéficas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 3469-3480, 2011.

PENTEADO, J. C. P.; EL SEOUD, O. A.; CARVALHO, L. R. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. **Química nova**, 29, 1038-1046, 2006.

PINO, A. L. **Química verde**: enfoque sistêmico. - 1ª ed, Santa Fe: Ediciones UNL, 2020.

POLETTE, M.; ASMUS, M. L. Meio ambiente marinho e impactos antrópicos. *In*: CASTELLO, J. P; KRUG, L. C. (Orgs). **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas: Editora Textos, 2017, p. 500-522.

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación Química**. v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019.

SOUSA, A. C.; SILVA, C. E.; COSTA, T. T. A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 593-616, 2020.

TURRA, A. **Conhecimento científico e a sustentabilidade dos oceanos**. *Jornal do Brasil*, 2019. Disponível em <https://www.jb.com.br/pais/artigo/2019/08/1014340-conhecimento-cientifico-e-a-sustentabilidade-dos-oceanos.html>. Acesso em 20 de set. 2021.