

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENSINO – DAENS  
LICENCIATURA INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS NATURAIS

PIETRO MARTINS BARBOSA NOGA

**ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS MARINHOS E A CONSERVAÇÃO DE CORAIS E  
FITOPLÂNCTON: POSSIBILIDADES DE PRÁTICAS DIDÁTICAS SOB A  
PERSPECTIVA CTS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

PIETRO MARTINS BARBOSA NOGA

**ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS MARINHOS E A CONSERVAÇÃO DE CORAIS E  
FITOPLÂNCTON: POSSIBILIDADES DE PRÁTICAS DIDÁTICAS SOB A  
PERSPECTIVA CTS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como pré-requisito para obtenção do título de  
licenciado em Ciências Naturais pela  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Lia Maris Orth Ritter  
Antiqueira

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Jacinski

PONTA GROSSA  
2018

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

## **ECOLOGIA DE ECOSSISTEMAS MARINHOS E A CONSERVAÇÃO DE CORAIS E FITOPLÂNCTON: POSSIBILIDADES DE PRÁTICAS DIDÁTICAS SOB A PERSPECTIVA CTS**

**PIETRO MARTINS BARBOSA NOGA**

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO** como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado(a) em Ciências Naturais pelo Departamento Acadêmico de Ensino (DAENS), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Dra. Lia Maris Ritter Orth Antiqueira  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
PROFESSORA ORIENTADORA DO TCC

Dr. Edson Jacinski  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
PROFESSOR COORIENTADOR DO TCC

Msc. Helena Pistune  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
PROFESSORA DO CURSO DE LICENCIATURA

Prof. Rafaela Gonçalves de Oliveira  
Secretaria de Estado da Educação do Paraná  
PROFESSORA EXTERNA AO CURSO

Ponta Grossa, 07 de dezembro de 2018.

## RESUMO

O presente trabalho refere-se à conservação de corais e fitoplâncton sob a perspectiva da Educação Ambiental com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O objetivo é identificar como o assunto vem sendo entendido pelos professores da rede estadual de educação do Paraná e sugerir um material didático de apoio que contemple tal assunto a partir dos vieses teóricos da Educação CTS. A partir da aplicação de um formulário on-line obtiveram-se respostas dos profissionais da educação da disciplina de Ciências, cujos resultados foram discutidos tendo como base a educação científica e ambiental. As análises bibliográficas e estatísticas revelaram que muitos professores ainda não trabalharam conteúdos sob a perspectiva adotada nessa monografia e que a principal fonte didática deles é o livro didático, sendo o material de apoio de potencial relevância para contemplar discussões que ainda caminham a passos lentos. Espera-se que os apontamentos didático-metodológicos dessa monografia sejam enriquecedores às práticas do ensino de ciências na rede pública paranaense.

Palavras-chave: Recifes de corais. Fitoplâncton. Ensino de ciências. Ciência, Tecnologia e Sociedade.

## **ABSTRACT**

The present work concerns about the conservation of corals and phytoplankton from the perspective of Environmental Education with a focus on Science, Technology and Society (STS). The main aim is to identify how the subject has been understood by the teachers from the state education network of Paraná and to suggest a didactic material of support that contemplates such subject from the theoretical biases of the STS Education. From the formulation of an online form we obtained answers from the Science discipline education's professionals, whose results were discussed based on scientific and environmental education. The bibliographical and statistical analyzes revealed that many teachers have not yet worked on content from the perspective adopted in this monograph and that the main didactic source of them is the textbook, being the material of support of potential relevance to contemplate discussions that still remains lacking. It is hoped that the didactic-methodological notes of this monograph will be enriching to the practices of science teaching in the public network of Paraná.

Key-words: Coral reefs. Phytoplankton. Science education. Science, Technology and Society.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
2.1 ECOLOGIA DE CORAIS E FITOPLÂNCTON: ABORDAGENS CTS POSSÍVEIS.....	11
2.1.1 FITOPLÂNCTON E ACIDIFICAÇÃO DE ÁGUAS COSTEIRAS .....	12
2.1.2 RECIFES DE CORAIS E AQUECIMENTO DOS OCEANOS.....	14
2.1.3 ESCOAMENTO TERRESTRE E ECOLOGIA DE CORAIS.....	15
2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA.....	17
2.2.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE COMO FERRAMENTA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	18
2.2.2 RELAÇÕES CTS NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CRÍTICA.....	20
2.2.3 POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA COMO ESTRATÉGIA DE INCLUSÃO SOCIAL.....	22
2.3 EDUCAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E CURRÍCULO: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	24
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	27
3.1 COLETA DE DADOS.....	27
3.2 ANÁLISE DE DADOS.....	27
3.3 CONFECÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO.....	28
3.4 ATIVIDADE PILOTO – CIÊNCIA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS .....	29
<b>4 RESULTADOS</b> .....	31
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44
<b>ANEXO 1 – PERGUNTAS REALIZADAS NO FORMULÁRIO ONLINE</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

Cerca de 70 % da superfície do planeta é coberta por águas salobras que constituem o maior ecossistema existente: o marinho. Sua importância está relacionada à reserva de alimento, óleo, gás natural, minerais e inúmeras outras substâncias bioativas (MILTRA, 2016).

Os oceanos abrigam, dentre outras coisas, recifes de corais e microalgas fitoplanctônicas, os quais desempenham papel crucial para biosfera. No primeiro caso, os recifes de corais representam um sexto da zona costeira mundial (BIRKLAND, 1997), abrigando centenas de milhares de espécies de animais e plantas (REAKA-KUDLA, 1997).

Nesse contexto, as atividades humanas são responsáveis pela ameaça de 58 % dos recifes mundialmente (BRYANT, 1998). Dentre as principais fontes de perturbação desses ecossistemas encontram-se a agricultura, desmatamento e desenvolvimento urbano que introduzem altas quantidades de sedimentos, nutrientes e outros poluentes em águas costeiras o que pode causar eutrofização e destruição de habitats (GINSBURG, 1993). Outro impacto direto sofrido por comunidades recifais é o crescente aumento da temperatura do planeta. Dada sua suscetibilidade às mudanças climáticas, um quarto dos recifes já foram afetados, destruídos ou severamente degradados devido a problemas originados por aumento da temperatura global (GOREAU et al. 2000). Por esse motivo, recifes de corais tropicais demandam prioridade alta em ações de conservação (ROBERTS et al. 2002).

Assim como os corais, os organismos fitoplanctônicos também desempenham papel crucial em ecossistemas marinhos e também vêm sofrendo com impactos antrópicos e negligência em esforços de conservação. Essa comunidade é composta por microalgas que, embora representem apenas 1 % da biomassa fotossintetizante da Terra, correspondem a 45 % da produtividade primária anual (FALKOWSKY et al 2004). Assim, são consideradas fonte de energia que sustenta cadeias tróficas em zonas pelágicas, reflexo da sua importância na ciclagem de nutrientes (CLOERN, 2005). No caso desses organismos, as atividades antropogênicas atuam na sua degradação por meio de exploração excessiva, destruição de habitat e poluição (LOTZE et al, 2006), fenômenos relacionados com a ocupação das zonas costeiras, onde mais de 60 % da

concentração populacional está entre a linha de costa e 100 km continente a dentro (VITOUSEK et al 1997).

Como consequência do desenvolvimento humano sobre os ecossistemas, há um padrão de inflexão no esgotamento de espécies, destruição de habitats costeiros, degradação da qualidade da água e bioinvasão em sistemas costeiros da América do Norte, Europa e Oceania entre 150-300 anos (LOTZE et al, 2006). Os atores relacionados à problemática são as comunidades costeiras, e a sociedade de consumo no geral. No entanto, a agricultura tem um peso considerável na degradação de sistemas estuarinos devido à conversão de terras nativas em agriculturáveis.

No entanto, existem poucos estudos sobre aspectos metodológicos (como abordagens em livros didáticos, por exemplo) da conservação de biodiversidade em espaços formais de educação (LOUZADA-SILVA; CARNEIRO, 2013, p. 3). Além disso, os esforços de conservação dos recifes de corais é uma preocupação global visto que são ecossistemas afetados diretamente pelos efeitos das mudanças climáticas (BRANDINI, 2001, p. 9).

Diversos estudos sobre conservação e biodiversidade no âmbito escolar mostram que existe uma defasagem conceitual além de uma variedade alta de propostas, metodologias e práticas. Grace e Ratcliffe (2002) observaram que, mesmo propondo conceitos biológicos para tomada de decisões em cenários de conservação e manejo, os alunos se pautaram mais em suas concepções próprias; Grace (2009) apresenta a conservação biológica sob a ótica da esfera sociocientífica como premissa para o desenvolvimento sustentável e trabalho pedagógico; Cachelin et al. (2010) afirmam que a linguagem é um dos principais obstáculos para a percepção da atuação humana sobre os ecossistemas em um trabalho desenvolvido com livros-texto de ecologia e conservação.

Dada a importância tanto das comunidades coralinas como fitoplanctônicas, este trabalho objetiva, principalmente, investigar aspectos do Ensino de Ciências na rede pública embasando as discussões nos pilares da educação científica em caráter CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e Educação Ambiental. Propõe-se um capítulo paradidático para ser usado como exemplo de abordagem que contribua com a formação cidadã dos alunos e a exposição de uma atividade de ensino de ciências em

espaço não formal realizada nos moldes do capítulo proposto, a qual poderá servir de modelo para ilustrar os aspectos de enfoque CTSA abordados nessa monografia.

O trabalho a seguir está estruturado em três capítulos, configurados por referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados, discussão e considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ECOLOGIA DE CORAIS E FITOPLÂNCTON: ABORDAGENS CTS POSSÍVEIS

A perspectiva histórico-crítica é uma teoria pedagógica proposta por Dermeval Saviani em 1979 como proposição à compreensão da “questão educacional a partir do desenvolvimento histórico objetivo” tendo como base o materialismo histórico dialético e a teoria histórico-cultural como oposição à visão crítico-mecanicista (SAVIANI, 1989, p. 23). Nesse sentido, a relação homem-natureza pode ter diversas interpretações conforme os fins de atuação humana. A perspectiva histórico cultural – que fundamenta a pedagogia histórico crítica – compreende o ser humano como ser histórico que se constrói nas suas relações com o mundo natural e social. Ele se singulariza em relação às outras espécies pela sua capacidade de transformar a natureza, por meio do trabalho e de instrumentos socioculturais desenvolvidos ao longo de sua história.

Dessa maneira, a problematização dessas relações no ensino de ciências pode ter impacto direto nos esforços de conservação. Problemas de pesquisa que exploram essas relações dialéticas e dialógicas são úteis justamente por oferecer campo fértil para um ensino, além de interdisciplinar, voltado para os eixos CTS e formação científica crítica.

No caso do movimento e estudos de Ciência Tecnologia e Sociedade, sua origem está datada por volta da década de 1970 (SANTOS; SCHNETZLER, 1997) fruto de esforços de reflexão sobre o impacto da ciência e tecnologia na sociedade. Nesse modelo de pensamento a guerra serviu como mote para repensar a euforia do desenvolvimento científico e tecnológico vinculado aos problemas ambientais e do avanço da Ciência e Tecnologia como resposta contrária à ideia vigente de modelo linear ou tradicional de progresso científico (AULER; BAZZO, 2001). Na interpretação dessa visão por Luján e colaboradores, o modelo linear entendido pelas pessoas segue uma lógica horizontal, na qual o desenvolvimento científico gera o desenvolvimento tecnológico, que gera desenvolvimento econômico que por sua vez leva ao desenvolvimento social (LUJÁN et al., 1996).

A Pedagogia Histórico-Crítica, o Movimento e Estudos CTS são, portanto, correntes teóricas que podem promover mudanças no foco do ensino de Ciências, permitindo o abandono progressivo dos métodos tradicionais praticados nas escolas, o que permitiria a construção de um projeto “comprometido efetivamente com a instrumentalização para a cidadania” (TEIXEIRA, 2003, p. 179).

### 2.1.1 FITOPLÂNCTON E ACIDIFICAÇÃO DE ÁGUAS COSTEIRAS

A acidificação de águas costeiras ocorre, basicamente, devido ao aumento dos níveis de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera (HOEGH-GULDBERG et al., 2007). Esse aumento não vem ocorrendo naturalmente, já que aproximadamente 25 % do  $\text{CO}_2$  produzido por todas as fontes humanas entram nos sistemas oceânicos (CANADELL et al., 2007) onde reagem com a água produzindo ácido carbônico (HOEGH-GULDBERG et al., 2007). A acidificação, portanto, é o aumento do ácido carbônico na água. Esse fenômeno causa diminuição nas concentrações de íons de carbonato e tem impacto direto nos organismos e ecossistemas marinhos, principalmente, espécies (como algumas microalgas fitoplanctônicas e corais) que morfológicamente dependem do carbonato para construir suas células, paredes, esqueletos, conchas, etc (LOHBECK et al., 2012). A sociedade como um todo atua na problemática citada, mas é possível problematizar alguns atores sociotécnicos tais como a crescente frota de veículos movidos à combustíveis fósseis, produção agropecuária com animais ruminantes, dentre outros processos que aumentam significativamente o problema.

Esse é um ótimo exemplo para explorar como as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade são indissociáveis e, portanto, as ações de conservação devem partir dessa premissa. Na sala de aula, o professor de Ciências – enquanto mediador de conhecimento, deve planejar suas aulas de modo que os alunos percebam essas relações e reflitam criticamente sobre como o modo de vida atual reflete e/ou impacta nos ecossistemas de modo geral.

A relação entre fitoplâncton e acidificação de águas costeiras – campo de bastante destaque na literatura específica, por exemplo, permite um trabalho que envolve conceitos empíricos da Ciência, mas também reflete como a sociedade se

relaciona com os ecossistemas marinhos historicamente, desde a ocupação da costa brasileira pelos colonizadores até os dias atuais em que se discute tanto o Antropoceno<sup>1</sup>.

A tecnologia também se arranja nesse aspecto, uma vez que está estritamente correlacionada com o desenvolvimento humano e com a transformação da energia. Em suma, o papel do professor nesse exemplo é conduzir os alunos a perceber a conexão existente entre os elementos ecológicos (nesse caso fitoplâncton, corais e acidificação) e as relações CTS possíveis de serem feitas, como a descarga de fósforo via esgoto, uso do solo, efeito do protetor solar nas águas costeiras e outros compostos tóxicos despejados no ambiente marinho, agrotóxicos, conversão de terra virgem em agricultura nos sistemas estuarinos, proteção de manguezais, dentre inúmeras outras possibilidades que envolvem diferentes atores e processos tecnocientíficos, como a indústria, pecuaristas, fazendeiros, pescadores e a população em geral que lota as praias no verão e introduzem no mar altas concentrações de compostos oriundos dos protetores solares, por exemplo.

Em escala mais ampla, a acidificação dos oceanos é um dos parâmetros colocados pela comunidade científica em termos de limites planetários seguros para sustentabilidade global.

Segundo Artaxo (2014) “esse conceito discute os limites operacionais seguros para a humanidade em relação a questões críticas decorrentes da ocupação humana na Terra”. Essa discussão reforça a importância do tema para a sociedade e, portanto, deve ser levada para a sala de aula e tratada de maneira interdisciplinar – via conceitos da química, física, história, biologia, geografia, bem como pelo aspecto CTS – via conceitos do Antropoceno e de como a humanidade se relaciona e transforma o meio em que vive. O mesmo autor, ainda, chama atenção particularmente para os corais e o plâncton na questão da acidificação dos oceanos, dada sua sensibilidade às alterações de acidez, bem como a importância do carbonato para suas estruturas (ARTAXO, 2014).

---

<sup>1</sup> Termo que se refere a uma nova Era Geológica caracterizada pelo impacto humano sobre a Terra. Embora ainda discutível, essa ideia é defendida por autores como Crutzen & Stoermer (2000), os quais acreditam que as mudanças causadas pelo homem sobre a fisionomia da Terra são tão grandes que é possível designar o período que se inicia a partir da metade do século XVIII como Antropoceno.

## 2.1.2 RECIFES DE CORAIS E O AQUECIMENTO DOS OCEANOS

Outra relação ecológica que envolve diretamente aspectos CTS é o aquecimento dos oceanos que impacta fortemente os recifes coralinos e promove alterações na dinâmica de comunidades fitoplanctônicas. Nielsen (1960) defendia que a temperatura não afeta significativamente a produção orgânica, uma vez que “Investigações recentes mostram, entretanto, que a influência direta da temperatura na produção orgânica marinha é razoavelmente insignificante”.

Porém, estudos recentes mostram que as mudanças climáticas impactam comunidades fitoplanctônicas aumentando o número de células e, possivelmente, causando florações algais conhecidas como “florações algais nocivas” (HALLEGRAEFF, 2010). No caso dos corais, as mudanças climáticas causam o que se convencionou chamar “*coral bleaching*” ou branqueamento em português, relacionado à perda de uma microalga fotossintetizante chamada zooxantela localizada no tecido gastrodérmico do coral e que interage simbioticamente com ele. Essa perda ocorre pela deficiência de carbonato, resultante da acidificação e/ou outros distúrbios ambientais (KIKUCHI et al., 2003). É importante notar a possibilidade interdisciplinar que esse assunto oferece. Além disso, as relações mercadológicas entre tecnologia e produção de bens e serviços podem ser consideradas a partir da perspectiva dos efeitos da indústria na poluição da atmosfera, o aumento do número de carros e o aquecimento do planeta, dentre outras tantas possibilidades.

A grande questão colocada aqui é que os alunos precisam ser orientados a refletir sobre como ações sociotécnicas impactam os seres vivos marinhos. É comum não pensar sobre isso quando não se mora perto do mar ou em regiões litorâneas, assim, cabe ao professor de Ciências mostrar aos alunos que a biosfera é um sistema só e todas as ações humanas impactam os sistemas em escalas amplas, principalmente aquelas oriundas de atividades econômicas para produção de bens e consumo.

A participação cidadã na construção dos ideais sustentáveis possui uma barreira: a visão ingênua de que os processos de mudança do ambiente são lineares e, assim, lentos a ponto de permitir a adaptação humana. Contudo, alterações que parecem

pouco significativas (como elevação da temperatura global em dois graus), na verdade, podem ter um efeito drástico e irreversível no planeta (PEARCE, 2007), descongelando o permafrost Ártico e, conseqüentemente, liberando metano fazendo com que a temperatura suba em muitos graus (VILCHES; PERES; PRAIA, 2011, p. 168).

### 2.1.3 ESCOAMENTO TERRESTRE E ECOLOGIA DE CORAIS

O uso da terra sem dúvida é uma das grandes preocupações relacionadas à Ecologia e conservação. As regiões costeiras ao redor do mundo todo estão sendo afetadas crescentemente devido ao uso de fertilizantes e desmatamento (VITOUSEK et al., 1997). Sobre esse assunto é relevante citar que:

Recifes de corais costeiros, assim como em outros ecossistemas costeiros, estão crescentemente expostos ao aumento dos níveis de nutrientes, sedimentos e poluentes descarregados a partir da terra. O escoamento terrestre é, portanto, uma preocupação crescente para a maioria dos 104 países dotados de recifes de corais. (BRYANT et al., 1998, p. 5)

O professor de Ciências, nesse caso, é incumbido de articular a aula de modo que os alunos percebam as relações ecológicas em escala ampla. É possível que os alunos que não moram perto de regiões litorâneas, ou que não tenham contato com ambiente marinho se perguntem o que eles têm a ver com isso. A mediação do conhecimento pode ser feita através da pedagogia histórico-crítica e com enfoque CTS, levando o aluno (a) a refletir que as ações antrópicas continentais afetam diretamente o ambiente marinho devido ao escoamento terrestre. Sugere-se que os processos e meios a serem problematizados sejam a agricultura tóxica, a conversão de florestas em agricultura, uso irracional da água, descarte incorreto de lixo e compostos químicos de modo geral, dentre outras práticas comuns. Mais uma vez a ideia de biosfera como um sistema único se aplica e as relações humanas com os ambientes devem ser enfatizadas.

Na perspectiva CTS, esse assunto ganha destaque já que permite a construção de um conhecimento voltado para a prática cidadã e consciente.

Para se ser cientificamente culto, não basta a aquisição de conhecimentos e competências tradicionalmente apresentadas de jure nos currículos de Ciências (...). Ser cientificamente culto implica também atitudes, valores e novas competências (em particular, abertura à mudança, ética de responsabilidade, aprender a aprender...) capazes de ajudar a formular e debater, responsabilmente, um ponto de vista pessoal sobre problemáticas de índole científico-tecnológica, juízos mais informados sobre o mérito de determinadas matérias e situações com implicações pessoais e/ou sociais, participação no processo democrático de tomada de decisões, uma melhor compreensão de como ideias da Ciência/Tecnologia são usadas em situações sociais, económicas, ambientais e tecnológicas específicas. (CACHAPUZ et al., 2002, p. 45)

Desse modo, é fundamental instigar os alunos a pensarem os conteúdos de ciências como problemas sociocientíficos, desconstruindo o raciocínio de que a tecnociência pode resolver tudo e que cabe aos cientistas proporem soluções milagrosas aos problemas discutidos (AULER; DELIZOICOV, 2006. p. 338). A esse respeito, Vilches, Peres e Praia (2011, p. 169) discorrem que:

Essa confiança acrítica serve para ignorar os interesses em jogo, em que os debates muitas vezes apresentam desenvolvimentos técnico-científicos – em torno, por exemplo, da energia nuclear, dos biocombustíveis, dos transgênicos – e, acima de tudo, supõe estimular que a cidadania delegue nos outros (“os especialistas”) a responsabilidade das soluções, justificando a sua inibição. Assim se distorcem as relações CTSA, dificultando - para não dizer impedindo – a resolução dos problemas.

Dessa maneira, como podemos conceber a conservação (nesse caso de corais) e a sustentabilidade a partir da esfera política, social, ética, económica, ambiental, humana, histórica? Que soluções práticas e efetivas essas esferas do conhecimento podem gerar? Que outras áreas do conhecimento ou que outros valores podem subsidiar uma Ciência e uma Tecnologia mais consciente dos problemas reais da Sociedade?

Todos os problemas ecológicos mencionados possuem um potencial antrópico significativo, que partem da premissa do “desenvolvimento socioeconômicos impulsionado por interesses de curto prazo”. No entanto, o que também deve ser um interesse de curto prazo é a possibilidade de reverter a degradação ambiental “com medidas tecnocientíficas, educacionais e políticas, que deveriam ser adotadas com urgência” (SACHS, 2008 *apud* VILCHES; PERES; PRAIA, 2011, p. 166).

## 2.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

A história da Biologia da Conservação mostra que é impossível monitorar a biodiversidade em sua totalidade, muito menos quando se considera seu caráter dinâmico. Por esse motivo, os ecólogos trabalham com indicadores ou proxies (WILLIAMS, 1994). O termo carismático, portanto, aparece na literatura de Conservação como uma marca específica na identificação de espécies emblemáticas, na sua definição original “espécies populares, carismáticas que servem como símbolos e pontos de união de forças para simular as ações e consciências de conservação” (HEYWOOD, 1995).

Em outras definições posteriores, espécies que atraem apoio de financiamento mais facilmente (MEFFE, 1997). O fato é que diferentes definições e afeições podem ser dadas para a palavra “carismática”. Neste trabalho, refere-se ao sentido de atenção recebida em esforços de conservação devido à sua não popularização.

Nesse contexto de não popularização dos corais e dos organismos fitoplanctônicos é que se insere a alfabetização científica e integração Ciência, Tecnologia e Sociedade. Se a educação científica contempla esses assuntos em seu bojo haverá, portanto, uma consciência coletiva sobre a importância ecológica e a necessidade de conservação.

É nesse aspecto que a Educação Ambiental se aplica, uma vez que a necessidade de problematização da conservação ambiental se faz presente em todos os níveis de ensino como sugere Carvalho (2017) ao afirmar que “[...] a Educação

Ambiental vem sendo valorizada como uma ação educativa que deveria estar presente, de forma transversal e interdisciplinar, articulando o conjunto de saberes, formação de atitudes e sensibilidades ambientais”.

A autora se utiliza do fato de a consciência ambiental ter se tornado campo da política – por meio de organizações, bem como da sociedade civil como um todo, para apontar que este “conjunto de práticas sociais voltadas para os diferentes aspectos das relações entre sociedade e ambiente” pode ser nomeado como “campo ambiental” (CARVALHO, 2017). A importância da incorporação do aspecto social no que se entende por natureza ou ambiente é importante para destituir o caráter reducionista a que algumas práticas pedagógicas estão sujeitas. Ou seja, práticas de ensino que enunciam uma concepção exclusivamente naturalista e que se restringem ao aspecto da conservação da fauna, flora e recursos naturais são criticadas por não contemplarem os aspectos sociais em sua concepção. Por outro lado,

Foram os educadores ambientais que reclamaram a proteção do meio ambiente – no sentido mais amplo do meio ambiente humano, que não limita a sua atenção ao ambiente físico, mas que se estende a outras dimensões sociais, éticas, culturais, políticas, econômicas – como requisito básico para tornar possível a continuidade da espécie humana. (VILCHE; PERES; PRAIA, 2011, p. 171)

### 2.2.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE COMO FERRAMENTA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

É possível estabelecer, a partir desse viés de popularização, uma relação com a CTS que apresenta potencial na promoção de um ensino voltado para os problemas reais da sociedade moderna e das questões ambientais mais urgentes, já que estas demandam atitudes que transcendem os muros da escola. Essa relação entre esses pilares é defendida por Campos (2010, p. 25), o qual afirma que:

Na sociedade atual, a ciência e, principalmente, a tecnologia possuem grande importância na organização das práticas sociais, mas as relações sociais

também possuem grande importância na produção, aplicações e implicações das tecnologias e conhecimentos científicos. (CAMPOS, 2010, p. 25).

Nesse aspecto, a integração CTS pode ser uma grande aliada nas ações de conservação, mais especificamente dos corais e fitoplâncton, uma vez que a abordagem problematizadora desafia os alunos a pensar sobre problemas e soluções reais da sua vida cotidiana. Sob outra escala, portanto, a abordagem CTS aliada à Educação Ambiental ganha força sem precedentes permitindo, além da formação científica, uma atitude crítica e cidadã sobre as ações de conservação. Nesse sentido, aplica-se o modelo de CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), o qual incorpora nos moldes da educação CTS, a preocupação socioambiental a partir do surgimento das críticas ao modelo desenvolvimentista que “estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social” (SANTOS, 2012, p. 53).

Porém, é preciso ressaltar que, para contemplar o aspecto CTS, a educação científica precisa ser realizada com domínio epistemológico sobre as dimensões variadas que CTS pode ter. Nesse aspecto, a primeira dimensão refere-se aos Parâmetros da educação CTS, que “sintetizam diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade, e podem servir de aporte para a inserção de discussões pertencentes ao campo CTS na educação científica”. A outra dimensão está relacionada com os propósitos da educação CTS, que “sintetizam diferentes perspectivas educacionais e seus significados na educação CTS” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 32).

Na prática, a emergência da realidade ambiental a partir do século XX exige esforços de várias áreas e, no caso da educação científica, os esforços precisam se pautar nos educadores para quem os apelos são direcionados no sentido de formar “uma cidadania capaz de participar na tomada de decisões”. O apelo gerou impactos positivos no modelo educativo CTS, bem como na educação ambiental “o que teve como resultado uma aproximação entre as duas correntes, mas que levou a alguns equívocos que precisam ser desfeitos”.

A partir destas confluências surge um movimento de integração da CTS com a educação ambiental, que pode ser tratado, genericamente, como “[...] esforços educativos para deixar claro a todos os cidadãos a gravidade dos problemas que a

humanidade enfrenta hoje e as medidas necessárias e possíveis para contribuir para sua solução” (VILCHES; PERES; PRAIA, 2011, p. 4-5).

### 2.2.2 RELAÇÕES CTS NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CRÍTICA

O ensino de ciências está pautado em conteúdos e conceitos com “excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo” (TEIXEIRA, 2003, p. 178). O que se está ensinando nas escolas reforça uma idealização da ciência que não dialoga com a realidade do trabalho dos cientistas, assim, descaracterizando as lutas, contradições, conflitos e problemas. Como resultado disso surge a visão de uma “ciência altruísta, desinteressada e produzida por indivíduos igualmente portadores destas qualidades” (LEAL; SELLES, 1997 *apud* TEIXEIRA, 2003, p. 178).

As implicações sociais deste tipo de concepção podem ser discutidas à luz da perspectiva histórico-crítica.

Quando tudo era meio natural, o homem escolhia da natureza aquelas suas partes ou aspectos considerados fundamentais ao exercício da vida, valorizando, diferentemente, segundo os lugares e as culturas, essas condições naturais que constituíam a base material do grupo. Esse meio natural generalizado era utilizado pelo homem sem grandes transformações. As técnicas e o trabalho se casavam com as dádivas da natureza, com a qual se relacionavam sem outra mediação. [...] As transformações impostas às coisas naturais já eram técnicas, entre as quais a domesticação de plantas e animais aparece como um momento marcante: o homem mudando a Natureza, impondo-lhe leis. A isso também se chama técnica. (SANTOS, 2006, p. 157).

A importância dessa reflexão atrelada à educação ambiental problematiza o aspecto econômico da conservação em um modelo de sustentabilidade, bem como a produção de bens e serviços que afeta diretamente o ambiente. Essas relações homem-natureza não parecem estar sendo discutidas nas aulas de ciências de maneira adequada haja vista o modelo ingênuo e conteudista dos currículos. Uma alternativa para um ensino emancipador e democrático se origina na Pedagogia Histórico-Crítica

que estabelece conexões com CTS. Essas vertentes teóricas “são excelentes instrumentos de reflexão para apoiar a mudança de foco da educação científica, abandonando progressivamente o ensino canônico de ciências [...] para construir um projeto de educação científica comprometido efetivamente com a instrumentalização para a cidadania” (TEIXEIRA, 2003, p. 179).

A principal crítica que versa sobre o caráter reducionista do naturalismo sobre a educação ambiental para sustentabilidade parte do princípio dos valores sócio-históricos nos quais essa concepção está pautada. Essa concepção naturalista:

[...] baseia-se principalmente na percepção da natureza como fenômeno estritamente biológico, autônomo, alimentando a ideia de que há um mundo natural constituído em oposição ao mundo humano. Tal visão tem expressão, por exemplo, nas orientações conservacionistas, que se dedicam a proteger a natureza das interferências humanas, entendidas sempre como ameaçadoras à integridade daquela. (CARVALHO, 2017, p. 34).

Assim, exemplos sociocientíficos e sociotécnicos podem ser levantados como a comercialização de corais para ornamentação de aquários, bioinvasão causada por água de lastro dos navios que podem introduzir espécies exóticas e causar impactos ambientais graves, conversão de áreas florestais em agricultura, dentre outros tantos.

Com isso, surge - a partir do movimento ecológico, da temática política, econômica e socioambiental a questão do desenvolvimento econômico sustentável, no qual homem e natureza, teoricamente, estabelecem relações harmônicas. Girault; Sauvé (2008, p. 17) criticam a Educação para sustentabilidade afirmando que esta tenha caráter desenvolvimentista, favorecendo o “crescimento econômico predador”. O conceito original de “desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades” foi introduzido pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988). A grande questão conceitual a que se critica é que a necessidade de uma educação sustentável remonta à emergência dos problemas ambientais, pois “o mundo não é tão amplo e ilimitado como pensávamos” (VILCHES; PERES; PRAIA, 2011, p. 176). Em outras palavras, os problemas ambientais estão

presentes agora, em escalas assustadoras e usar as gerações futuras como pretexto para conservar é uma ideia que não condiz com a realidade do planeta. A palavra “desenvolvimento”, segundo essa ideia, não pode ser sinônima de aumento quantitativo de matéria e energia para aumentar a produção humana.

No espaço escolar, portanto, a Pedagogia Histórico Crítica “coloca a prática social como ponto de partida e chegada do processo de ensino [...] o processo de ensino-aprendizagem deveria começar pela problematização, extraída da prática social” (SAVIANI, 1995, p. 86). Nesse caso, os Estudos CTS ajudam a compreender e problematizar as relações entre ciência tecnologia e sociedade da prática social, bem como propor formas de participação cidadã informada sobre os problemas tecnocientíficos.

### 2.2.3 POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA COMO ESTRATÉGIA DE INCLUSÃO SOCIAL

O contexto atual dos avanços da ciência e tecnologia tem vinculado a ideia de analfabetismo tecnocientífico da sociedade e gerado reflexões sobre a importância da democratização dos conhecimentos produzidos.

O rótulo Alfabetização Científica e Tecnológica abarca um espectro bastante amplo de significados traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Os objetivos balizadores são diversos e difusos. Vão desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à CT, até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico. (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 123).

No entanto, o termo alfabetização científica possui definições bastante variadas, sendo chamada, também, de letramento científico ou aculturação científica. Na literatura da área o termo é definido como “ensino de ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida”. O que justifica esse tipo de

ensino é a “construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

Dessa maneira, a alfabetização científica e a popularização da Ciência não só permite uma educação ambiental mais crítica como permite o ingresso a outros campos da cidadania que são imprescindíveis à vida moderna e inclusiva. A compreensão efetiva e ativa do indivíduo sobre o mundo no qual está inserido pode ser conquistada por meio de políticas e atitudes de popularização da Ciência.

Uma política de popularização da ciência, direcionada a ampliar o entendimento do indivíduo sobre o mundo no qual está inserido, poderia estimular a participação pública em escolhas e direcionamentos da ciência e tecnologia e, conseqüentemente, contribuir para uma inclusão dos interesses de grupos sociais tradicionalmente deixados à margem dos benefícios que o desenvolvimento científico e tecnológico pode proporcionar. Nesse sentido, as ações para promover a popularização da ciência podem ser entendidas também como estratégias para impulsionar a inclusão social. (LIMA, 2008, p. 1).

Tanto a popularização da ciência, quanto o desenvolvimento de uma educação que alfabetiza cientificamente são pressupostos fundamentais na luta contra as desigualdades sociais e privatização do conhecimento científico. Dessa maneira, o conceito de sustentabilidade como preservação dos recursos naturais para as gerações futuras não contempla as discrepantes realidades socioeconômicas atuais. O CMMAD (1988) menciona a preocupação de uma sustentabilidade que considera a equidade social afirmando que “o desenvolvimento sustentável requer a satisfação das necessidades básicas de todos e estende a todos a oportunidade de satisfazer as suas aspirações a uma vida melhor”.

Assim, a educação ambiental, o movimento CTS e a educação para sustentabilidade possuem objetivos em comum que apelam pela melhoria da qualidade de vida para todos bem como a conservação do ambiente em emergência atual e futura (VILCHES, PERES; PRAIA, 2011, p. 179). Para tanto, é necessário o domínio epistemológico e clareza sobre os pressupostos e articulações de cada uma dessas vertentes.

Considerando esse fator sociopolítico, portanto, o professor de Ciências tem a responsabilidade de conduzir seus alunos sob a égide de transformação da realidade em que vive, desconstruindo o caráter cientificista que “neutraliza/elimina o sujeito do processo científico-tecnológico” e que veicula a ideia de que “o expert (especialista/técnico) poderia solucionar os problemas sociais de um modo eficiente e ideologicamente neutro” (LUJÁN et al. 1996 *apud* AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 124). A participação crítica do aluno na ciência tem o potencial de fazê-lo ascender como cidadão e propiciar o protagonismo social necessário para a diminuição da exclusão social. Sobre isso, Thuillier (1989, p. 22) destaca que “a tendência da tecnocracia é transferir a especialistas, técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. [...] Escolhas políticas são transformadas em questões a serem decididas por comitês de especialistas”.

### 2.3 EDUCAÇÃO PARA CONSERVAÇÃO E CURRÍCULO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As discussões em torno do currículo de ciências voltado para a alfabetização científica se iniciaram nos Estados Unidos da América no século XX após as mudanças no cenário sociocultural. Tendo isso em vista, manifestava-se o interesse por um currículo que considerasse o impacto do progresso na vida, cultura e sociedade. Os programas e currículos repensados ao longo do mundo todo previam a formação de cientistas (HURD, 1998, p. 408). Muito tempo depois, o currículo passou a ser pensado de acordo com a necessidade de formação pessoal que acompanha as mudanças sócio-históricas (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 65). Essa mudança de concepção fez com que se pensasse a estruturação curricular para todos os estudantes, e não mais somente para aqueles que querem seguir carreira científica (HURD, 1998, p. 376).

A seleção dos conteúdos que integram o currículo no ensino básico parece ter bases arbitrárias quando não se discute os fundamentos epistemológicos que sustentam essa seleção. As Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná (DCE's) para o ensino de ciências propõem uma discussão relacionada ao estruturalismo curricular prescritivo que não dialoga com a seleção do conhecimento historicamente. Assim,

essa perspectiva não dá destaque para “a maneira como esse conhecimento se organiza e se relaciona na estrutura curricular e, consequência disso, o modo como as pessoas poderão compreender o mundo e atuar nele” (PARANÁ, 2008, p.17).

A partir dessa crítica, o documento apresenta três caracterizações de currículo, a saber: i) currículo academicista/cientificista no qual o conhecimento socializado é “decorrente da ciência e da aplicabilidade do método científico como método de ensino”. No entanto, este tipo de currículo torna a disciplina escolar refém da fragmentação do conhecimento, portanto, não dialoga e perde a dimensão da totalidade; ii) currículo vinculado à subjetividade, cuja principal premissa é o interesse ou experiência dos alunos. Essa perspectiva se origina nos ideais da Escola Nova e do projeto neoliberal de educação implementado nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

A crítica a esse tipo de currículo se alicerça nas bases empíricas, por meio da qual a escola se reduz a um papel socializador e destitui o caráter histórico da construção do conhecimento humano; iii) currículo vinculado às teorias críticas, a partir do qual as DCE's são formuladas no documento atual e que defende o “currículo como configurador da prática, produto de ampla discussão entre os sujeitos da educação, fundamentado nas teorias críticas e com organização disciplinar”. Esta perspectiva considera as diversas dimensões do conhecimento e considera os fatores internos e externos intrínsecos ao ensino. Além disso, esse formato disciplinar permite uma perspectiva interdisciplinar para o conhecimento humano justamente pelo caráter dialógico que oferece.

A partir dessas concepções, a educação para conservação ecológica e sustentável, bem como a educação ambiental se alinham melhor à concepção vinculada às teorias críticas de currículo. Porém, se a escola básica está fundamentada nessa vertente por que, então, algumas práticas não têm se consolidado na escola? Talvez a resposta esteja no professor e na sua formação pedagógica que – quando insuficiente, não corresponde aos fundamentos teóricos curriculares nos quais o currículo escolar está fundado.

Outra resposta possível é o livro didático que pode não estar dialogando com o modelo curricular vigente nos documentos oficiais e, desse modo, negligenciar o caráter crítico do currículo. Logo, se a conservação depende de uma visão educacional voltada

para a realidade prática do aluno e a prática pedagógica do professor de ciências e o material didático estão dissonantes a esta proposta haverá problemas como os que são discutidos nesse trabalho. Sobre isso:

[...] qualquer projeto educativo acaba se concretizando na aspiração de conseguir alguns efeitos nos sujeitos que se educam. Referindo-se estas afirmações ao tratamento científico do ensino, pode-se dizer que sem formalizar os problemas relativos aos conteúdos não existe discurso rigoroso nem científico sobre o ensino, porque estaríamos falando de uma atividade vazia ou com significado à margem do para que serve. (SACRISTÁN, 2000, p.120).

Segundo a ideia proposta acima, as ações de conservação devem partir do conhecimento científico escolar, mas precisam transcender os limites da escola e se materializar na vida cotidiana dos alunos, tornando-se efeito na sociedade na qual o sujeito está inserido para que problemas reais relativos aos conteúdos possam ser tratados de maneira efetiva.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 COLETA DE DADOS

Com intuito de acessar aspectos da realidade prática do ensino de ciências sobre o problema de pesquisa e os objetivos propostos nesse trabalho, utilizou-se um formulário online com 20 questões afirmativas (anexo 1) direcionadas a professores (as) de Ciências da rede pública de ensino do Paraná, os quais deveriam selecionar uma única opção numérica de um a cinco, onde um significa “discordo totalmente”, dois significa “discordo parcialmente”, três “indiferente”, quatro “concordo parcialmente” e cinco “concordo totalmente”. Nesse caso, a pesquisa do trabalho caracteriza-se como quantitativo-qualitativa, uma vez que utiliza dos dados estatísticos recuperados via formulário como ponto de partida de discussão teórica.

Esse formulário foi encaminhado para algumas escolas via e-mail institucional disponível no site dos respectivos núcleos e encaminhado para os núcleos via carta oficial solicitando que encaminhassem para os professores individualmente.

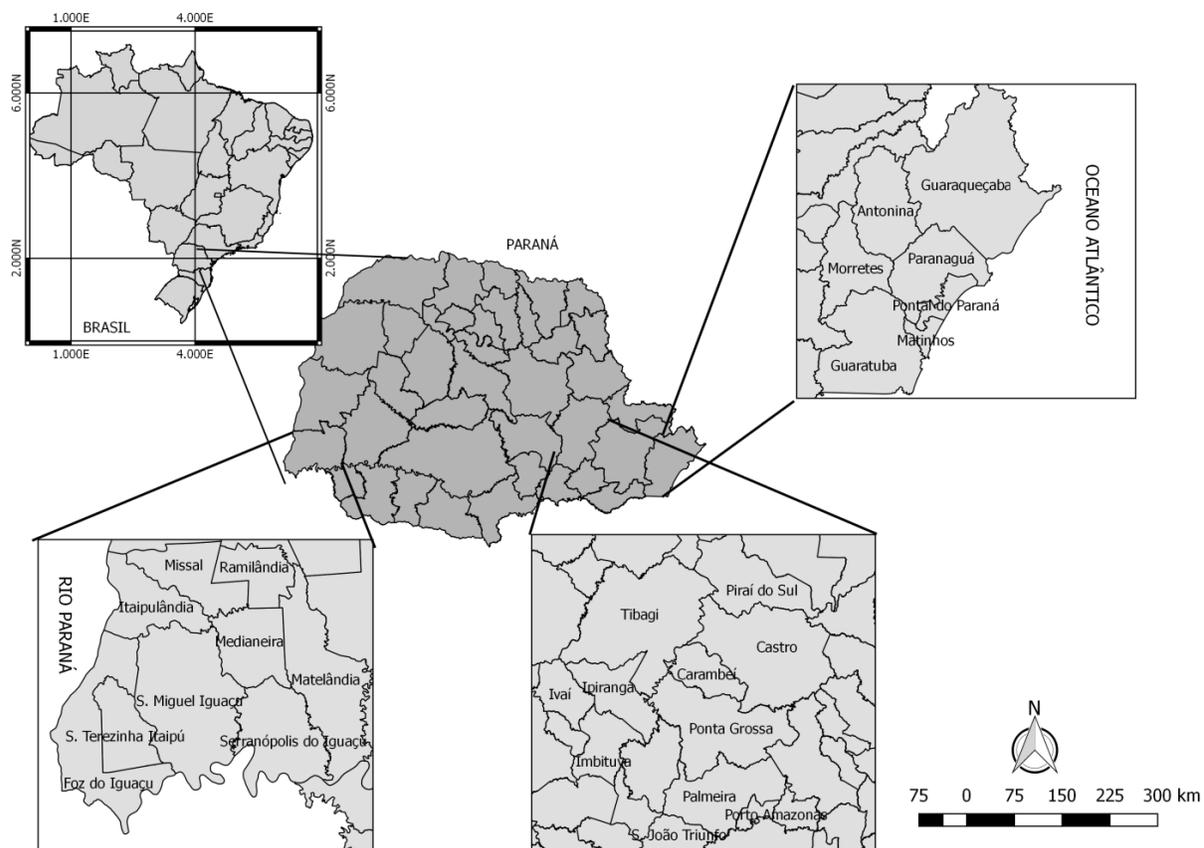
A escolha dos núcleos se baseou em critério espacial (Figura 1) para tentar obter diferenças geográficas sobre o trabalho com corais e fitoplâncton. Portanto, os núcleos escolhidos foram Paranaguá (próximo do mar), Ponta Grossa (região intermediária onde se localiza a UTFPR – Campus Ponta Grossa) e Foz do Iguaçu (extremo oposto de Paranaguá, longe do mar).

#### 3.2 ANÁLISE DE DADOS

Cada pergunta foi analisada individualmente. Para cada uma delas foi realizada a contagem de frequência para visualizar a tendência geral de respostas em porcentagem. Como variáveis categóricas, as respostas foram submetidas a uma análise de variância de mais de um fator (ANOVA) com o fito de identificar diferenças estatísticas entre as regiões geográficas onde a pesquisa foi realizada. Em seguida, um teste de correlação de Pearson foi utilizado para identificar possíveis correlações entre

as respostas e a distância ao oceano. Ou seja, se a proximidade com o mar caracteriza maior discussão em relação à conservação de corais e fitoplâncton.

Figura 1: Distribuição geográfica das cidades que compõem os três núcleos regionais de educação contemplados na pesquisa. Fonte: elaboração própria.



### 3.3 CONFECÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO

O material de apoio pedagógico ao professor foi elaborado de acordo com os resultados da pesquisa realizada via formulário, bem como a partir das discussões realizadas na fundamentação teórica deste trabalho. A principal preocupação foi verificar, de fato, as defasagens didáticas relacionadas à conservação de corais e fitoplâncton, além dos aspectos teóricos acerca da ecologia dos organismos que compõem esses grupos taxonômicos como ciclagem de nutrientes, interações

ecológicas, cadeias tróficas e estruturação de comunidades, por exemplo. A partir dessa metodologia esperava-se produzir um material que condissesse com a realidade atual do ensino de ciências numa perspectiva CTS e consciente quanto às práticas humanas e seus efeitos sobre os ecossistemas.

O conteúdo utilizado para a confecção do material foi extraído de livros e artigos científicos e transpostos de maneira condizente com a série para a qual foi desenvolvido. Além disso, utilizaram-se ilustrações, exercícios, exemplos e principalmente aplicações práticas dos assuntos na realidade observada por meio do formulário, com caráter interdisciplinar tentando fazer aproximações com CTS.

### 3.4 ATIVIDADE PILOTO – CIÊNCIA EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS

A partir da utilização de parte dos recursos obtidos através do pleito de bolsa auxílio para execução de Trabalho de Conclusão de Curso, oferecida pela Universidade Tecnológica Federal, realizou-se uma atividade extraclasse com alunos do Ensino Médio de uma escola pública do Município de Castro – Pr. Por motivos operacionais relacionados à idade dos alunos, só foi autorizada pela escola a realização da atividade com os alunos de maior faixa etária. A proposta se baseou na utilização de ensino de ciências em espaços não formais para realizar uma atividade extraclasse como piloto das discussões e propostas deste trabalho.

No dia 28 de novembro de 2018 os alunos do 2º e 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Antonio e Marcos Cavanis realizaram uma viagem ao município de Paranaguá, acompanhados pelo acadêmico autor dessa monografia para visitar o Aquário Municipal de Paranaguá e fazer um passeio de barco pela Baía Portuária para observar as atividades realizadas lá e os possíveis impactos causados ao ecossistema marinho. No Aquário Municipal o objetivo principal foi conhecer as espécies marinhas e se apropriar de conceitos científicos como nomes, jargões técnicos, classificações e a importância sociopolítica de espaços como aquele. No passeio de barco, os alunos foram instigados a observar as movimentações de navios no porto e pensar sobre aspectos econômicos, sociais, políticos e ecológicos (ambientais) presentes naquele

cenário. Mais detalhes dessa atividade na sessão de atividade prática do material de apoio paradigmático.

## 4 RESULTADOS

O formulário contou com a participação de 12 professores (as) da rede estadual de ensino do Paraná. Destes, contabilizou-se seis participantes da região dos Campos Gerais (Núcleo Regional de Ponta Grossa), quatro da região oeste (Núcleo Regional de Foz do Iguaçu) e um da região litorânea (Núcleo Regional de Paranaguá). Todos (as) participantes declararam formação em Ciências Biológicas ou áreas correlatas como Ciências Naturais e Ciências e Matemática. A respeito das séries nas quais esses profissionais atuam, 63.6 % declarou lecionar para o 6º ano, 36.4 % para o 7º ano, 45.5 % para o 8º ano e 45.5 % para o 9º ano.

A grande maioria das professoras<sup>2</sup> (72.7 %) afirmou que concorda parcialmente que os livros didáticos de Ciências abordam suficientemente as questões de conservação ecológica. No entanto, ninguém concordou totalmente com essa afirmativa e algumas participações revelaram discordar totalmente ou discordar parcialmente disso (9.1 % para ambas) indicando, portanto, uma defasagem no aspecto de conservação ecológica nos livros que utilizam na sua prática docente.

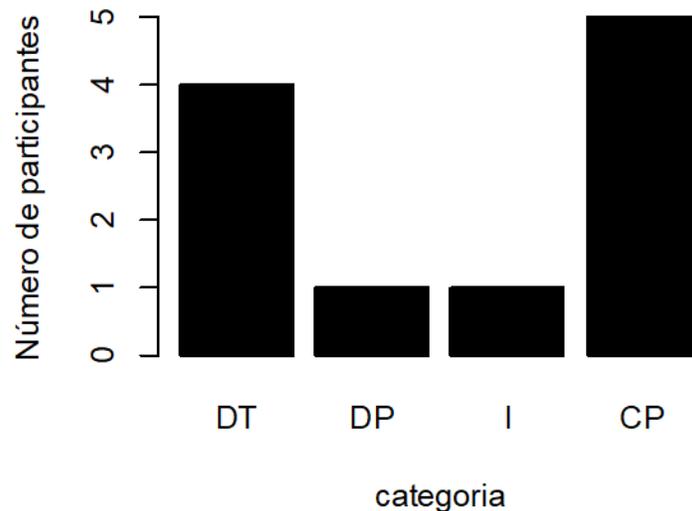
Em relação à prática educacional voltada para a formação ecológica, os resultados mostraram que 81.8 % das professoras ressaltam valores de conservação ecológica e 18.2 % concordou parcialmente com essa afirmativa. Não houve ocorrência para as demais opções.

A questão que trata da formação acadêmica destas professoras revelou resultados inversamente proporcionais. Ou seja, 36.4 % discordam totalmente que sua formação acadêmica foi insuficiente para tratar de aspectos relacionados à Ecologia, porém 45.5 % concordou parcialmente que não considera ter formação suficiente para abordar assuntos ecológicos (Figura 2).

---

<sup>2</sup> Considerando o caráter machista das normas ortográficas da língua portuguesa (a qual enuncia que apenas um homem já é o suficiente para utilização do pronome masculino), utilizamos o gênero feminino tendo em vista que a grande maioria das participações foram de mulheres.

Figura 2: Respostas como variáveis categóricas dos participantes do formulário a respeito da suficiência da sua formação acadêmica para tratar de assuntos ecológicos. Legenda: DT: discordo totalmente, DP: discordo parcialmente, I: indiferente, CP: concordo parcialmente. Não houve ocorrência para a categoria “concordo totalmente”. Fonte: elaboração própria.



A maioria (36.4 %) das professoras participantes da pesquisa também respondeu que concorda parcialmente com a afirmação de que não existem representações ecológicas sobre recifes de corais nos livros didáticos que utilizam na sua prática docente. 18.2 % concordaram totalmente e 27.3 % discordou parcialmente. Essa mesma pergunta realizada para fitoplâncton revelou que a maioria dos participantes (36.4 %) discorda parcialmente, indicando uma representação mais frequente do que os corais nos livros que utilizam. No entanto, 18.2 % responderam que concordam parcialmente e totalmente, em ambos os casos. Ainda sobre esse tema, os professores, na sua maioria (54.5 %), responderam que os livros didáticos precisam contemplar recifes coralinos e microalgas marinhas, dada suas importâncias ecológicas e serviços ecossistêmicos.

É necessário chamar mais atenção para os impactos causados aos recifes coralinos e sua redução. Essa afirmação acumulou 81.9 % de concordância (45 % concordo totalmente; 36 % concordo parcialmente). Contudo, houve a ocorrência de um participante que considera indiferente e outro que discorda parcialmente. Nesse mesmo

tipo de pergunta, mais da metade dos participantes considerou que é necessário chamar mais atenção para os impactos causados às comunidades fitoplanctônicas e a poluição marinha. Para essa questão também houve ocorrência de “indiferente” e “discordo parcialmente”. Em ambas as afirmações, as participantes que discordaram da necessidade de dar mais atenção aos impactos marinhos são de regiões mais distantes do mar (Missal no Oeste e Carambeí nos Campos Gerais). Na discussão falar que participantes da mesma região responderam o oposto e que talvez as chances de pessoas mais distantes do mar não terem consciência do impacto terrestre no oceano seja maior.

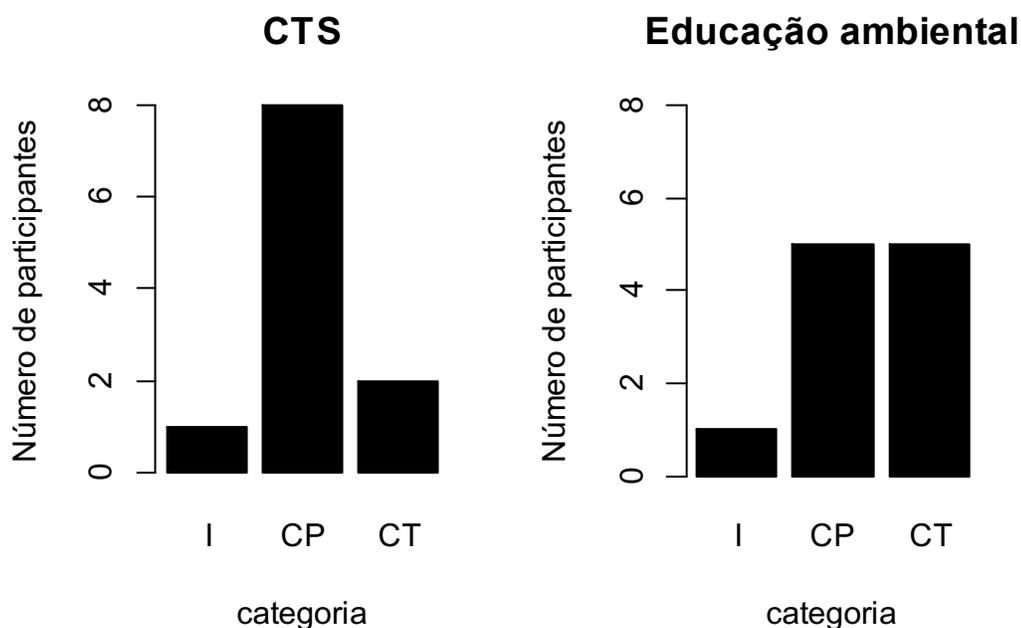
Somente 45.5 % dos participantes sinalizaram conhecimento total sobre a redução de mais de 80% dos recifes coralinos brasileiros nos últimos 50 anos, revelando uma porcentagem alta de professores que não sabem ou sabem pouco sobre uma das questões mais preocupantes para a conservação de corais e proteção dos oceanos. Por outro lado, mais da metade (57.6 %) respondeu ter conhecimento parcial e total sobre espécies de coral invasoras no litoral brasileiro. Sobre isso, 18.2 % foram indiferentes à essa questão e a mesma porcentagem discorda parcialmente.

O formulário revelou, também, que o conhecimento sobre as florações algais nocivas, bem como os fatores que as causam/estruturam ainda não são de total conhecimento dos professores de Ciências. Apenas 27.3 % indicou conhecimento total sobre o assunto, ao passo que a maioria de 45.5 % tem conhecimento parcial, 18.2 % acredita que isso é indiferente e 9.1 % discordou parcialmente sobre ter conhecimento sobre esses eventos.

Mesmo concordando que sua formação acadêmica não é suficiente para discutir questões ecológicas, mais de 90 % dos participantes respondeu que se considera apto ou parcialmente apto a discutir questões ecológicas sob a perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Essa tendência se repetiu na questão sobre aptidão para discutir questões ecológicas sob a perspectiva da Educação Ambiental, variando apenas entre “concordo totalmente” e “concordo parcialmente” (Figura 3). Positivamente, todos os professores responderam que sempre relacionam os conteúdos das aulas com a realidade cotidiana dos alunos de acordo com o contexto

onde a escola está inserida. Fato este, que se correlaciona positivamente com as respostas sobre a aptidão para tratar de assuntos sob a égide da CTS.

Figura 3: Respostas como variáveis categóricas dos participantes do formulário acerca de sua aptidão para tratar de assuntos ecológicos nas categorias mencionadas. Legenda: I: indiferente, CP: concordo parcialmente, CT: concordo totalmente. Não houve ocorrência para as categorias “discordo totalmente” e “discordo parcialmente”. Fonte: elaboração própria.



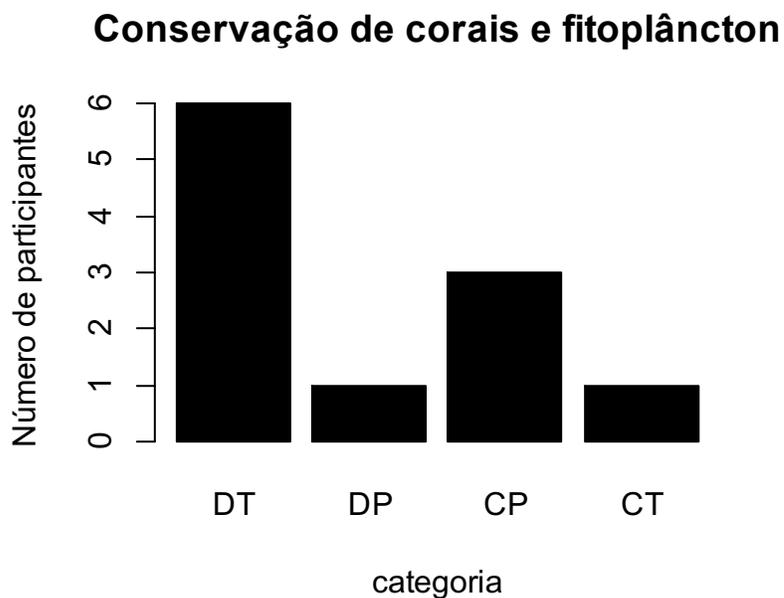
Em relação ao uso de notícias sobre conservação ecológica e impactos humanos sobre os ecossistemas todos os professores concordaram (45.5 % parcialmente e 54.5 % totalmente) que levam estas notícias para a sala de aula sempre que relevante. No entanto, controversamente, 36.4 % concordaram parcialmente que não há tempo suficiente para trabalhar questões que não estão relacionadas ao conteúdo formal apresentado pelos livros didáticos. 18.2 % discordaram totalmente e parcialmente dessa afirmação.

Os resultados do formulário também mostraram que todos os professores declaram ter conhecimento sobre o que é alfabetização científica e procuram

desenvolver os conteúdos tendo esta como um dos objetivos (63.6 % concordam parcialmente e 36.4 % concordam totalmente).

Sobre a conservação de corais e fitoplâncton ser irrelevante visto que existem outras preocupações maiores, as respostas divergiram, porém demonstraram tendência inclinada para discordo totalmente (54.4 %) em ambos os casos como mostra a Figura 4:

Figura 4: Respostas como variáveis categóricas dos participantes do formulário sobre a relevância da conservação de corais e fitoplâncton. Legenda: DT: discordo totalmente, DP: discordo parcialmente, CP: concordo parcialmente, CT: concordo totalmente. Não houve ocorrência para a categoria “indiferente”. Os valores percentuais foram idênticos para corais e fitoplâncton. Fonte: elaboração própria.



Sobre a prática docente, 90.9 % dos professores respondeu que trabalham ou já trabalharam assuntos que discutam a importância de recifes de corais e sua destruição.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

O formulário revelou aspectos importantes sobre o Ensino de Ciências na rede pública de ensino onde se localizam os NRE's escolhidos. Um desses aspectos se refere ao livro didático enquanto principal instrumento metodológico. Como existe uma grande diversidade de volumes distribuídos nas escolas é difícil tecer padrões e análises sobre a utilização desse material, uma vez que as escolas têm autonomia para selecionar seus materiais. Uma maneira de contornar esse problema e conseguir acessar informações sobre sua utilização foi por meio do formulário. Nesse sentido, um quarto dos professores participantes concordou parcialmente que os livros didáticos abordam suficientemente assuntos de conservação ecológica.

A palavra “parcialmente” possibilita a interpretação de que talvez haja tentativas de se discutir conservação nos livros, porém de uma maneira superficial ou inadequada à realidade dos alunos. Embora o formulário tenha propiciado provocações mais qualitativas sobre o assunto, uma análise mais detalhada dos títulos utilizados no Estado do Paraná é encorajada para um melhor entendimento sobre como a conservação ecológica tem sido tratada na realidade das escolas paranaenses. Louza-Silva; Carneiro (2013) apontam que existem poucos estudos que avaliam como a biodiversidade e conservação são abordadas nos livros didáticos da educação formal. Segundo eles “a maior parte dos trabalhos até aqui desenvolvidos sobre educação e meio ambiente, aí incluídos biodiversidade, conservação e sustentabilidade, estão relacionados à educação em ambientes informais”.

Segundo o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) um dos critérios para a seleção do material didático que é distribuído nas escolas brasileiras é se o livro “auxilia na compreensão da biodiversidade do planeta, especificamente do Brasil, reconhecendo a sua influência na qualidade de vida humana e, conseqüentemente, no uso de seus produtos, apontando contradições, problemas e soluções respaldadas eticamente” (BRASIL, 2011). Pelo que se pode interpretar da justificativa dada para a distribuição do material, fica clara a intenção de abordar o aspecto da conservação da biodiversidade sob a ótica da Ciência, Tecnologia e Sociedade, bem como da Ética e sustentabilidade no seu sentido mais geral. No entanto, se essa é uma preocupação

por que, então, os professores não estão considerando essa abordagem como totalmente satisfatória?

Martins (2006) chama atenção para a maneira como se utiliza o livro didático afirmando que como instrumento cultural o livro didático não deve ser alvo apenas de detecção de erros conceituais, mas sim objeto de reflexão que relaciona linguagem e ensino de ciências. Em outras palavras, o livro didático tem a importante tarefa de auxiliar o professor no processo de alfabetização científica, possibilitando um espaço de crítica e reflexão sobre o objeto estudado.

Possivelmente, a satisfação parcial dos professores de ciências acerca da representação da conservação nos livros que utilizam está relacionada a uma abordagem superficial do tema. Em análise de livros do PNLD-2012, Louza-Silva; Carneiro observaram que as obras analisadas “não fazem distinção em suas abordagens sobre conservação ecológica e conservação de recursos naturais, sendo os temas apresentados com diferentes graus de articulação entre si [...] e diferem muito quando [sic] a ênfase dada a questões de conservação”.

Por outro lado, de nada adianta um material didático que cumpre com seu papel dialógico sobre a questão de conservação de biodiversidade se a prática docente se baseia puramente em metodologias tradicionais de ensino. Para Carneiro et al. (2005) o livro didático pode ser instrumento de mudança de prática pedagógica ou de manutenção de metodologias tradicionais. Isso se relaciona diretamente com outro resultado da pesquisa, na qual o percentual de respostas para encorajamento de valores de conservação na prática pedagógica foi de mais de 80 % de concordância total. Antes de tudo, o professor precisa ter conhecimento e ser adepto dos valores que deseja inspirar nos seus alunos.

No entanto, para dominar esses valores e conhecimentos a respeito da conservação biológica é fundamental uma formação acadêmica adequada. É preocupante que quase a metade dos participantes tenha concordado que sua formação acadêmica foi insuficiente para que estes estejam preparados para tratar de aspectos ecológicos. A formação do educador em relação à temática ambiental deve perpassar três importantes dimensões: i) “a dimensão relacionada à natureza dos conhecimentos presentes nos diferentes programas de formação”; ii) “a dimensão

relacionada aos valores éticos e estéticos” e iii) “o tratamento dado às possibilidades de participação política do indivíduo, tendo como meta a formação de cidadãos e a construção de uma sociedade democrática” (CARVALHO, 2001 p. 57).

É importante observar que as dimensões mencionadas para a formação docente envolvem engajamento de assuntos sócio-científicos bem como um caráter interdisciplinar. As confusões metodológicas acontecem quando um desses eixos está em desalinho com a realidade educacional vigente. É desafiador para os cursos de graduação em Ciências repensar que a formação de sujeitos conscientes que tanto se almeja na perspectiva crítica depende de profissionais com plena formação.

Mais especificamente, se a problemática ambiental precisa de mudanças de comportamento social é indispensável que a formação docente esteja em consonância a essa meta e que, quando perguntados, os professores possam responder que discordam totalmente que sua formação tenha sido insuficiente.

Nesse sentido, duas ações são encorajadas para melhoria da educação ambiental (leia-se também conservação): formação acadêmica voltada para educação ambiental como prática social e de cidadania; e formação continuada para os profissionais que já concluíram seus cursos e que estão desenvolvendo suas atividades profissionais.

Nas questões relacionadas às representações de corais e fitoplâncton no livro didático a grande maioria dos professores concordou parcialmente sobre a não existência de representações ecológicas destes organismos nos livros didáticos. Em meio a tanta biodiversidade pode parecer arbitrário selecionar o que se deve conservar. No entanto, existem grupos taxonômicos que desempenham serviços-chave para os ecossistemas onde estão inseridos. Nesse caso, os recifes de corais servem de habitat para inúmeras espécies (KIKUCHI, 2013, p.1) e o fitoplâncton é a base da cadeia trófica marinha e responsável por boa parte da produção de oxigênio disponível na biosfera (CLOERN, 2005).

Ou seja, falar desses organismos e alfabetizar cientificamente sobre sua destruição, impactos, fragmentação, importância, aplicação, etc., significa levar para a sala de aula uma gama interdisciplinar de possibilidades que permitem desenvolver habilidades e valores ímpares para a formação ambiental cidadã. Por exemplo, na

região litorânea do Paraná os professores responderam que não há representações suficientes sobre corais nos livros didáticos. Isso tem um impacto importantíssimo para a formação de alunos que vivem em uma cidade litorânea e que, eventualmente, vão se deparar com dilemas éticos ou ambientais relacionados aos corais. Grosso modo, ao se trabalhar com a conservação que parte da realidade cotidiana do aluno, automaticamente se está a desenvolver valores que servem para toda a biodiversidade. Seja com uma espécie de coral, seja com uma árvore nativa, seja qual for o táxon. Ademais, mais de 80 % dos professores concordou que é necessário chamar mais atenção para os impactos causados aos recifes coralinos e sua redução, o que pode indicar ausência desse aspecto nos livros.

Os professores que discordaram da necessidade de chamar mais atenção para o impacto causado às comunidades coralinas e fitoplanctônicas, bem como a poluição marinha são de regiões mais distantes do mar. Justamente por esse motivo é que a alfabetização científica de caráter CTS se faz tão pertinente. É estimado que mais de 500 milhões de pessoas residentes em países em desenvolvimento dependam dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas comunidades recifais (WILKINSON, 2004). A compreensão de que o comportamento continental afeta o ambiente marinho independente da sua distância só acontecerá quando o conteúdo científico fizer sentido à realidade e aos problemas reais da temática ambiental em relação ao comportamento humano.

Ainda sobre a pertinência da alfabetização científica, somente pouco mais de 45 % dos participantes concordou totalmente que tem conhecimento sobre a redução de mais de 80 % dos recifes coralinos brasileiros. Essa perda representa redução de habitat de diversas espécies marinhas e conseqüente diminuição ou risco à biodiversidade brasileira, uma vez que, globalmente, esses ecossistemas concentram a maior densidade de biodiversidade dentre todos os ecossistemas (ADEY, 2000).

Os recifes de corais no Brasil estão distribuídos ao longo de 3.000 km da costa nordeste do país e representam o único sistema recifal do Atlântico Sul (FERREIRA et al., 2006). Por esse motivo, somado às conseqüências das mudanças climáticas que afetam diretamente esses organismos é preocupante observar que somente um

percentual de quase metade dos professores esteja atento aos impactos e reflexos das diminuições de diversidade coralina no Brasil.

No caso das florações algais nocivas, os números também foram preocupantes. Apenas 27 % dos participantes concordaram totalmente ter conhecimento sobre esses eventos. No Paraná, o aumento de nutrientes em regiões neríticas e estuarinas devido ao cultivo de moluscos filtradores caracteriza aumento na biomassa de microalgas fotossintetizantes. Segundo Brandini et al. (2001), as diatomáceas representam o principal grupo fitoplanctônico em regiões estuarinas e neríticas paranaenses e sua biomassa evidencia fundamental papel ecológico tanto nos fluxos de carbono quanto pelo seu papel na teia trófica desses ecossistemas.

A preocupação em relação às florações está pautada, principalmente, em dois eventos: i) contaminação de animais utilizados na alimentação humana como peixes e invertebrados que eventualmente tenham se alimentado de microalgas tóxicas (CLOERN et al. 2005); e ii) invasão biológica caracterizada por água de lastro dos navios que circulam na região em decorrências das atividades portuárias de Paranaguá (BRANDINI et al. 2001).

Aparentemente, os professores têm mais aptidão para tratar de aspectos ecológicos sob a perspectiva da Educação Ambiental do que CTS. Os resultados da pesquisa permitem inferir que as abordagens CTS ainda são um desafio para os professores, ao passo que a Educação Ambiental parece ser algo mais comum já que está há mais tempo nas práticas pedagógicas e nos documentos oficiais que os regula. É curioso, porém, fazer correlações entre as respostas, pois todos os professores responderam que sempre procuram relacionar os temas das aulas com a realidade cotidiana dos alunos de acordo com o contexto onde a escola está inserida. No entanto, esses mesmos professores responderam que concordam parcialmente ter aptidão para trabalhar aspectos ecológicos sob a perspectiva CTS. Se as relações socioambientais e/ou sociocientíficas promovidas por CTS não são de total entendimento dos professores, então que realidades afirmam estar levando para sala de aula? Verificar esse parágrafo. Além do mais, um número expressivo (34 %) concordou parcialmente que não há tempo para trabalhar assuntos que não estejam nos livros didáticos,

revelando uma dependência do instrumento pedagógico, quando este deveria ser apenas um instrumento.

A perspectiva CTS, sem dúvida, deve ser objeto de investigação no Brasil. A partir das respostas e suas correlações parece que os professores não sabem ao certo o que é alfabetização científica e como esta é inerentes às relações CTS. Desse modo, todos os professores responderam que sabem o que é alfabetização científica e que desenvolvem seus conteúdos tendo-a como um dos objetivos. No entanto, anteriormente, um percentual significativo respondeu que concorda parcialmente em ter aptidão para tratar de assuntos relacionados a CTS. Ora, se a alfabetização científica é justamente o produto das discussões realizadas tendo em vista as relações entre os diálogos que a Ciência faz com a realidade social de um determinado sujeito não faz sentido haver dissonâncias entre essas respostas que são estreitamente correlacionadas.

Mais de 54 % dos professores sinalizaram a relevância da conservação dos corais e fitoplâncton, assim como sua consequente discussão na escola. Além disso, mais de 58 % concorda totalmente que os livros didáticos precisam contemplar recifes coralinos e microalgas marinhas, dada suas importâncias ecológicas e serviços ecossistêmicos. Esses dados são importantíssimos para promover a melhoria do material didático, pois sabendo as defasagens conceituais reportadas pelos próprios professores fica mais fácil mitigar os problemas e propor alternativas que forneçam conteúdos que, de fato, façam sentido para a realidade escolar vigente.

Com esses dados foi possível elaborar um material de apoio pedagógico que procura dialogar com conteúdos formais da ciência como conceitos, nomenclaturas e ideias, mas, sobretudo, estabelecer aplicações reais desse conhecimento para solucionar problemas ou, no mínimo, pensá-los de forma concreta e significativa. Para saber se esse objetivo foi alcançado uma avaliação do material seria necessária, porém isso não caberia no escopo dessa pesquisa.

Por fim, mais de 90 % dos professores já trabalhou assuntos que discutem a importância dos recifes de corais e sua destruição. Esse dado é bastante positivo visto que os recifes de corais são os primeiros ecossistemas a receberem impactos diretos

devido às mudanças climáticas (BRANDINI et al., 2001) além de serem alvo de preocupação global quanto a sua conservação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados do formulário, bem como das análises bibliográficas realizadas nesse trabalho, a educação científica baseada nas discussões CTS tem papel fundamental na concepção de um ensino crítico, de participação cidadã e ambientalmente consciente. No entanto, os professores que participaram da pesquisa sinalizaram algumas deficiências metodológicas nesse quesito. Seja em decorrência de sua formação acadêmica obsoleta no tratamento desse assunto, seja pela prática docente enraizada nos livros didáticos. Logo, as necessidades que emergem desses fatores são, principalmente, investimentos teóricos de discussões pautadas em CTS nos cursos de formação de professores (tanto na academia, quanto na fase continuada da rede pública) e melhorias nos livros didáticos, os quais devem ser altamente encorajados a incluírem um olhar mais coerente sobre os aspectos tecnocientíficos da educação ambiental ou de CTSA.

Os direcionamentos futuros acerca dessa pesquisa estão relacionados ao aumento no número amostral de participantes do formulário, o que poderá acontecer quando do aumento do tempo hábil de pesquisa. Além disso, é necessário estimular trabalhos de pesquisa e investigações sobre o caráter político e social da Ciência e Tecnologia, principalmente nos dias atuais em que o acesso à informação é tão crescente. Sugere-se, ademais, que os cursos de formação de professores, em especial de Ciências Naturais, que ampliem as discussões sobre CTSA para além dos muros das universidades como em cursos de extensão universitária permitindo à comunidade em geral a participação, engajamento ou tomada de decisões sobre aspectos relacionados às demandas locais.

Espera-se que o material paradidático possa ser utilizado como exemplo de possibilidades práticas que visam um ensino de ciências mais crítico e principalmente mais consciente da realidade social, econômica, histórica, política, ambiental, dentre outras que são inerentes aos processos sociocientíficos. Além disso, seria de considerável orgulho que esta monografia servisse de alicerce para professores da rede estadual de educação que nunca tiveram contato ou a oportunidade de refletir sobre CTS, bem como práticas mais efetivas de ensino.

## REFERÊNCIAS

- ADEY, Walter H. Coral reef ecosystems and human health: biodiversity counts!. **Ecosystem health**, v. 6, n. 4, p. 227-236, 2000.
- ARTAXO, Paulo. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. **Revista USP**, n. 103, p. 13-24, 2014.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BIRKLAND, Thomas A. **After disaster: Agenda setting, public policy, and focusing events**. Georgetown University Press, 1997.
- BRANDINI, Frederico P. et al. Production and biomass accumulation of periphytic diatoms growing on glass slides during a 1-year cycle in a subtropical estuarine environment (Bay of Paranaguá, southern Brazil). **Marine Biology**, v. 138, n. 1, p. 163-171, 2001.
- BRASIL, SEMTEC. Guia de livros Didáticos: PNLD 2012. **Biologia. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica**, 2011.
- BRYANT, Dirk et al. Reefs at risk: a map-based indicator of threats to the worlds coral reefs. 1998.
- CACHAPUZ, António; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Ciência, educação em ciência e ensino das ciências. **Temas de investigação**, 2002.
- CANADELL, Josep G. et al. Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 104, n. 47, p. 18866-18870, 2007.
- CAMPOS, Fernando Rosseto Gallego. Ciência, tecnologia e sociedade. **Florianópolis: IFSC**, 2010.
- DA SILVA CARNEIRO, Maria Helena; DOS SANTOS, Widson Luiz Pereira; DE SOUZA MÓL, Gerson. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 119-130, 2005.
- DE MOURA CARVALHO, Isabel Cristina. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. Cortez Editora, 2017.

DE CARVALHO, Luiz Marcelo. A Educação Ambiental e a formação de professores. **da Educação Ambiental no Ensino Fundamental**, p. 55, 2000.

CACHELIN, Adrienne; NORVELL, Russell; DARLING, Ann. Language fouts in teaching ecology: Why traditional metaphors undermine conservation literacy. **Conservation Biology**, v. 24, n. 3, p. 669-674, 2010.

CLOERN, James E.; DUFFORD, Richard. Phytoplankton community ecology: principles applied in San Francisco Bay. **Marine Ecology Progress Series**, v. 285, p. 11-28, 2005.

CMMAD-Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente. Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**, v. 2, p. 278, 1988.

FALKOWSKI, Paul G. et al. The evolution of modern eukaryotic phytoplankton. **science**, v. 305, n. 5682, p. 354-360, 2004.

FERREIRA, Beatrice Padovani; MAIDA, Mauro. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006.

GINSBURG, R. N.; SMITH, F. G. W. Proceedings of the colloquium on global aspects of coral reefs: health, hazards and history, June 1993. **Oceanographic Literature Review**, v. 8, n. 42, p. 673, 1995.

GIRAULT, Yves; SAUVÉ, Lucie. **L'éducation à l'environnement ou au développement durable**. Institut national de recherche pédagogique,, 2008.

GONZÁLEZ GARCÍA, Marta Isabel; LUJÁN LÓPEZ, José Luis; LÓPEZ CERESO, José Antonio. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Tecnos, 1996.

GOREAU, Tom et al. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 5-15, 2000.

GRACE, Marcus. Developing high quality decision-Making discussions about biological conservation in a normal classroom setting. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 4, p. 551-570, 2009.

GRACE, Marcus M.; RATCLIFFE, Mary. The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1157-1169, 2002.

HALLEGRAEFF, Gustaaf M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. **Phycologia**, v. 32, n. 2, p. 79-99, 1993.

HEYWOOD, Vernon Hilton et al. **Global biodiversity assessment**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

HOEGH-GULDBERG, Ove et al. Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. **science**, v. 318, n. 5857, p. 1737-1742, 2007.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

KIKUCHI, Ruy Kenji P. et al. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia associado aos efeitos do El Niño 2003. **Cong. Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**, v. 2, p. 213, 2004.

LOHBECK, Kai T.; RIEBESELL, Ulf; REUSCH, Thorsten BH. Adaptive evolution of a key phytoplankton species to ocean acidification. **Nature Geoscience**, v. 5, n. 5, p. 346, 2012.

LOUZADA-SILVA, Daniel; DA SILVA CARNEIRO, Maria Helena. A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-IX ENPEC**, p. 1-8, 2013.

LOTZE, Heike K. et al. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science**, v. 312, n. 5781, p. 1806-1809, 2006.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Proposições**, v. 17, n. 1, p. 117-136, 2006.

MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of conservation biology**. 1994.

MITRA, Abhijit; ZAMAN, Sufia. **Basics of marine and estuarine ecology**. Springer, 2016.

NIELSEN, E. Steemann. Dark fixation of CO<sub>2</sub> and measurements of organic productivity. With remarks on chemo-synthesis. **Physiologia Plantarum**, v. 13, n. 2, p. 348-357, 1960.

PARANÁ, Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná. **Secretaria De Estado Da Educação–SEED. Curitiba. Pr**, 2008.

PEARCE, F. La última generación. **Benasque (Huesca): Barrabes Editorial**, 2007.

REAKA-KUDLA, Marjorie L. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. **Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources**, v. 2, p. 551, 1997.

SACRISTÁN, J. Gimeno. O currículo: uma reflexão sobre a prática. trad. **Ernani F. da F. Rosa**, v. 3, 2000.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

ROBERTS, Callum M. et al. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. **Science**, v. 295, n. 5558, p. 1280-1284, 2002.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. 2006.

SAVIANI, Dermeval. A pedagogia histórico-crítica e a educação escolar. **Pensando a educação**. São Paulo: EDUNESP, 1989.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ed. UNIJUI, 1997.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

THUILLIER, P. O Contexto Cultural da Ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.9, n.50, p.18-23, 1989..

VILCHES, Amparo; GIL PÉREZ, Daniel; PRAIA, Joao. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. 2011.

VITOUSEK, Peter M. et al. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

WILKINSON, Clive CR et al. **Status of coral reefs of the world: 2004**. Australian Institute of Marine Science (AIMS), 2004.

WILLIAMS, Paul H.; GASTON, Kevin J. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness?. **Biological conservation**, v. 67, n. 3, p. 211-217, 1994.

## ANEXO 1 – PERGUNTAS REALIZADAS NO FORMULÁRIO ONLINE

### Anexo 1: Perguntas realizadas no formulário online

Nome:

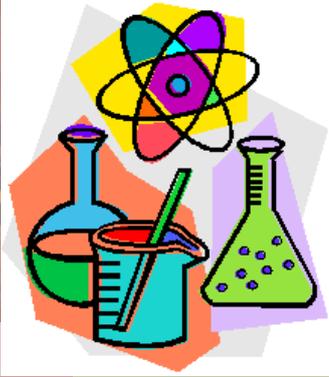
Formação:

Séries nas quais leciona:

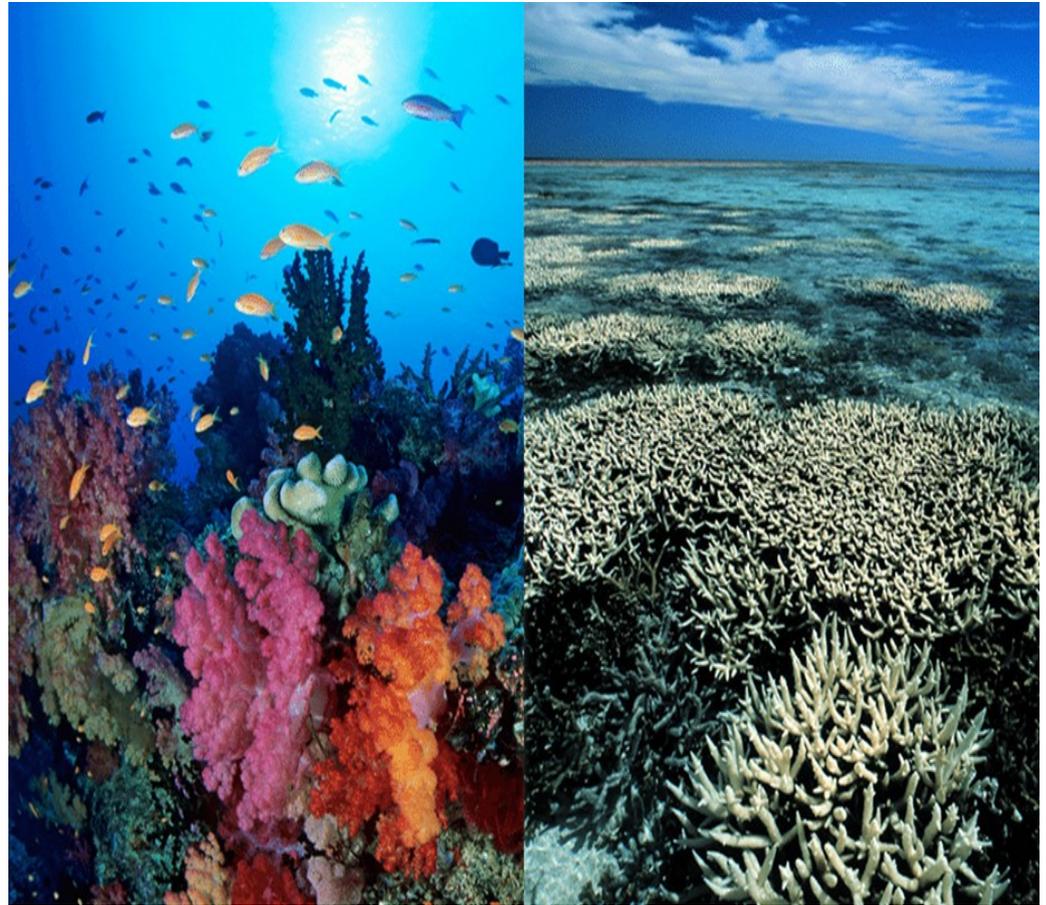
Município em que leciona:

- 1) Considero que os livros didáticos de Ciências abordam suficientemente as questões de conservação ecológica.
- 2) Na minha prática educacional procuro ressaltar valores de conservação ecológica e formação ecológica.
- 3) Considero minha formação acadêmica insuficiente para tratar de aspectos relacionados à Ecologia.
- 4) Não existem representações ecológicas sobre recifes de corais em livros didáticos que utilizo na prática docente.
- 5) Não existem representações ecológicas sobre fitoplâncton em livros didáticos que utilizo na prática docente.
- 6) É necessário chamar mais atenção para os impactos causados aos recifes coralinos e sua redução.
- 7) É necessário chamar mais atenção para os impactos causados às comunidades fitoplanctônicas e a poluição marinha.
- 8) Tenho conhecimento sobre a redução de 80% dos recifes de corais brasileiros nos últimos 50 anos.
- 9) Tenho conhecimento sobre espécies de coral invasoras no litoral brasileiro.
- 10) Tenho conhecimento sobre florações algais nocivas e os fatores que causam esses eventos.
- 11) Considero-me apto (a) a discutir questões ecológicas sob a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- 12) Considero-me apto (a) a discutir questões ecológicas sob a perspectiva da Educação Ambiental.

- 13) Sempre que relevante, levo notícias sobre conservação ecológica e impactos humanos sobre os ecossistemas para sala de aula.
- 14) Não há tempo suficiente para trabalhar questões que não estão relacionadas ao conteúdo “formal” apresentado pelos livros didáticos.
- 15) Procuo sempre relacionar os temas das aulas com a realidade cotidiana dos alunos de acordo com o contexto onde a escola está inserida.
- 16) Tenho conhecimento sobre o que é alfabetização científica e procuro desenvolver os conteúdos tendo esta como um dos objetivos.
- 17) A conservação dos corais é irrelevante visto que existem preocupações maiores.
- 18) A conservação de comunidades fitoplanctônicas é irrelevante visto que existem preocupações maiores.
- 19) Os livros didáticos precisam contemplar recifes coralinos e microalgas marinhas, dada suas importâncias ecológicas e serviços ecossistêmicos
- 20) Você trabalha ou já trabalhou assuntos que discutam a importância de recifes de corais e sua destruição?



## O que está matando os recifes de corais?



Fonte: Greenpeace USA

Neste capítulo vamos aprender um pouco mais sobre:

- ♦ Cnidários e sua diversidade;
- ♦ A importância ecológica dos corais;
- ♦ Como os corais funcionam;
- ♦ A grande barreira de corais da Austrália pede socorro;
- ♦ Ecologia de comunidades: interações simbióticas;
- ♦ Bioinvasão e antropoceno.

23/09/2012 07h30 - Atualizado em 23/09/2012 07h30

## Litoral do país perdeu 80% de recifes de corais em 50 anos, diz estudo

Estudo inédito mapeou ecossistema existente no Nordeste do Brasil. Poluição urbana e extração ilegal de corais ameaçam organismos.

Estudo inédito realizado que monitorou a saúde dos recifes de corais aponta que nos últimos 50 anos o país perdeu cerca de 80% desse ecossistema devido à extração e à poluição doméstica e industrial. O restante existente está ameaçado pelos efeitos da mudança climática.

O primeiro “Monitoramento de recifes de corais no Brasil”, executado de 2002 a 2010 pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), aponta os recifes que existem próximo a grandes metrópoles do Nordeste, região onde se concentra esse ecossistema, são os mais prejudicados.

Coordenado pela professora Beatrice Padovani, do Departamento de oceanografia da UFPE, o monitoramento constatou a presença de recifes de corais desde a costa nordeste do Rio Grande do Norte até o Sul da Bahia, se espalhando por cerca de 2 mil km do litoral brasileiro.

Os recifes de corais no país são ecossistemas costeiros compostos por ao menos 18 espécies diferentes de corais, além de algas e peixes como garoupas, peixes-papagaio e peixes-cirurgião. Podem ser encontrados até cem metros de profundidade ou na costa de grandes cidades, como Recife (PE), Maceió (AL) e Salvador (BA).



À esquerda, mergulhador durante monitoramento de recifes de corais. À direita, corais saudáveis e branqueados em Maracajau (RN). (Foto: Divulgação/Zaira Matheus)

Porém, constatar a presença de corais próximos às grandes capitais pode representar, em alguns casos, sua sentença de morte. Isso porque nessas regiões os recifes sofrem com o lançamento de esgoto não tratado direto no mar ou com a remoção ilegal de organismos.

“Os danos são causados por impactos de origem terrestre como a poluição doméstica, industrial e da agricultura, o aumento da sedimentação (envio de terra para o fundo do mar) causado pelo desmatamento da Mata Atlântica e dos mangues, além do fácil acesso que leva à retirada de organismos para construção, ornamentação e pesca”, disse.

Outro problema grave que afeta esse ecossistema é a sobrepesca, que ameaça espécies de peixe que dependem desses organismos. Segundo a pesquisa, mesmo com a criação de unidades de conservação de proteção integral ao longo do litoral, peixes maiores e com ciclo de vida longo continuam a ser afetados, como a garoupa e o budião.

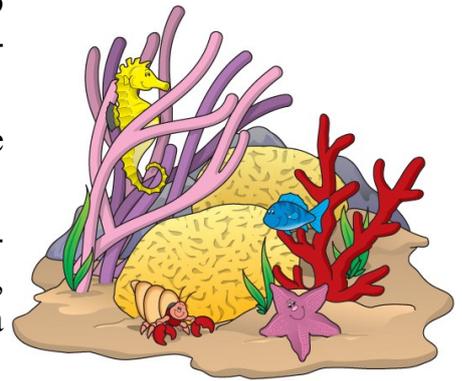
“Como essas espécies têm papel fundamental nos recifes, controlando outras populações, (...) as consequências da redução de exemplares são a perda da resiliência do ecossistema, ou seja, a diminuição da capacidade de retornar ao estado anterior quando perturbado”, explica a pesquisadora.

Fonte: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/09/litoral-do-pais-perdeu-80-de-recifes-de-corais-em-50-anos-diz-estudo.html>

## Estudo do texto para ir além...

Reúna-se com os colegas em duplas, trios ou grupos e discuta:

- 1) Qual é o problema retratado na notícia?
- 2) “Recifes que existem próximo a grandes metrópoles do Nordeste são os mais prejudicados”. Na opinião do grupo, qual a relação existente entre a proximidade das grandes cidades com os impactos sofridos pelos corais?
- 3) Quem são os responsáveis (pessoas, empresas, produtos, serviços, etc.) que atuam ou contribuem com o problema citado?
- 4) As atividades econômicas afetam ou impactam o ecossistema marinho. Que medida política foi criada para diminuir o problema?
- 5) De que maneira o impacto sobre os corais pode afetar outras espécies?
- 6) Na sua região ocorre degradação/redução de corais? Quais são as ações (econômicas, ambientais, sociais, políticas, etc.) que você já observou na sua região ou no ambiente mais próximo de você?



Professor, nesse momento é importante articular os grupos na tentativa de permitir que os alunos(as) levantem sozinhos as problemáticas propostas. Incentive-os a pensar e interpretar as questões da realidade concreta, mas sem interferir no processo. Ao final da discussão, se não houver problematizações suficientes sobre os atores sociotécnicos da questão ambiental proposta faça uma breve exposição.

## Mas, coral é bicho?

Hidras, medusas (ou água viva), corais e anêmonas do mar são organismos que pertencem ao filo Cnidária, Reino Animalia. Portanto, são animais na sua maioria marinhos. Cerca de 20 espécies são de água doce enquanto 11 mil habitam águas marinhas. Os corais são mais abundantes em águas rasas tropicais e as medusas frequentemente preferem águas mais distantes da costa.



Hydra vulgaris Fonte: biodiversidadvirtual.org

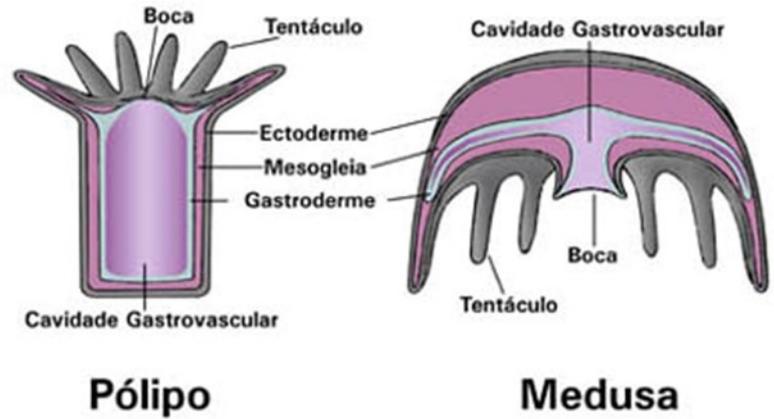


Água viva caravela-portuguesa *Physalis physalia*.  
Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/616289530227756395/>

Os cnidários são os primeiros animais a apresentarem uma cavidade digestiva no corpo, fato que gerou o nome celenterado, destacando a importância evolutiva dessa estrutura, que foi mantida nos demais animais. A presença de uma cavidade digestiva permitiu aos animais ingerirem porções maiores de alimento, pois nela o alimento pode ser digerido e reduzido a pedaços menores, antes de ser absorvido pelas células.

Com base no aspecto externo do corpo, os cnidários apresentam simetria radial. Eles são os primeiros animais na escala evolutiva a apresentarem tecidos verdadeiros, embora ainda não cheguem a formar órgãos.

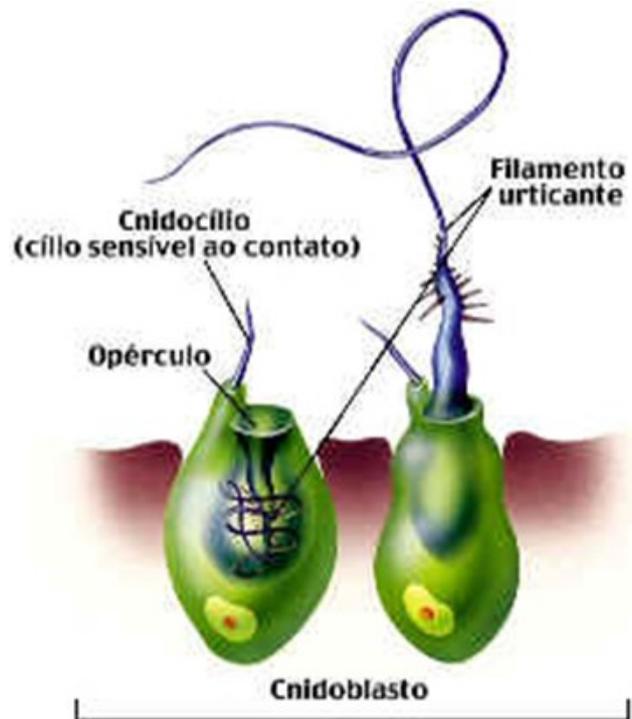
Existem basicamente dois tipos morfológicos de indivíduos: as medusas, que são natantes e os pólipos, que são sésseis. Eles podem formar colônias, como é o caso dos corais (colônias sésseis) e das caravelas (colônias flutuantes).



## Por que águas vivas e anêmonas podem causar queimaduras?

Nos cnidários existe um tipo especial de célula denominada cnidócito, que apesar de ocorrer ao longo de toda a superfície do animal, aparece em maior quantidade nos tentáculos. Ao ser tocado o cnidócito lança o nematocisto, estrutura penetrante que possui um longo filamento através do qual o líquido urticante contido em seu interior é eliminado. Esse líquido pode provocar sérias queimaduras no homem.

Essas células participam da defesa dos cnidários contra predadores e também da captura de presas. Valendo-se das substâncias produzidas pelos cnidócitos, eles conseguem paralisar imediatamente os pequenos animais capturados por seus tentáculos. Foi a presença do cnidócito que deu o nome ao filo Cnidaria (que têm cnida = urtiga).



Professor, o ideal é que esses conteúdos sejam abordados de maneira concreta e significativa. Sugere-se que seja introduzido a partir do que o aluno já sabe, como por exemplo se ele assistiu o filme "Procurando Nemo". A partir disso a aula pode ficar ainda mais interessante!

## O caso do peixe-palhaço



O peixe palhaço (*Amphiprion ocellaris*) produz um muco que reveste sua pele tornando-o imune às toxinas produzidas pelos cnidócitos da anêmona do mar. Esse fato garante uma relação vantajosa entre essas duas espécies. Essa relação ecológica interespecífica (espécies diferentes) chama-se **comensalismo**, através da qual os tentáculos da anêmona garantem proteção para o peixe que, eventualmente, aproveita-se dos restos de alimentos deixados por ela.

**ALERTA INTERDISCIPLINAR!** Além da ecologia das interações, você pode chamar atenção para o aspecto químico das toxinas e como isso se torna vantajoso para as anêmonas!



Os peixes-palhaço possuem a capacidade de alternar seu sexo. Em geral, em cada anêmona existe um "harém" que consiste em uma fêmea grande, um macho reprodutor menor e outros machos não reprodutivos, ainda menores. No caso da fêmea ser removida, o macho reprodutor muda de sexo, geralmente o maior deles, num processo chamado **protandria**, dando continuidade à espécie. Na reprodução, a fêmea desova no ambiente marinho e o macho fecunda os ovos com seu esperma (fecundação externa). É uma transformação hormonal e ocorre de acordo com a necessidade da colônia ou do local em que eles se encontram.

## HORA DE PRATICAR!

Leia a notícia abaixo:

30/01/2017 15h33 - Atualizado em 30/01/2017 19h31

### Mais de 25 mil banhistas são queimados por água-viva no Paraná

Número foi divulgado pelo governo estadual nesta segunda-feira (30). Pontal do Paraná foi o município com o maior número de casos: 11.100.

Mais de 25 mil banhistas já foram queimados por água-viva nas praias do litoral do Paraná durante 40 dias. O número foi divulgado pelo governo estadual nesta segunda-feira (30). Ao todo, foram 25.787 incidentes, o que significa um aumento de 172% na comparação com o mesmo período da temporada anterior, quando aconteceram 9.455 queimaduras.

**Pontal do Paraná** foi o município com o maior número de casos: 11.100. **Matinhos** registrou 9.824, e **Guaratuba** 4.827.

#### Como cuidar da queimadura

A orientação do Corpo de Bombeiros em caso de queimaduras é lavar o local com água do mar ou vinagre, sem esfregar. Não se deve utilizar água doce ou outros líquidos, como bebidas alcoólicas, urina ou azeite, por exemplo.

- 1) A partir do que você estudou nesse capítulo, responda por que acontecem queimaduras ao tocar em águas vivas.
- 2) Pesquisa na internet casos de praias paranaenses invadidas por “caravelas-portuguesas”. Que fatores podem causar o aumento no número de indivíduos dessa espécie?
- 3) Você já viu uma água viva? Que cuidados devemos tomar em caso de acidentes?
- 4) Discuta com professor(a) e colegas: o que pode ter causado o aumento no número de incidentes em um período tão curto?
- 5) Crie um folheto explicativo alertando a população em geral sobre acidentes com águas vivas, o que fazer em caso de acidente e o que fazer para evitar desequilíbrios na sua população.

Professor, utilize os exercícios do material didático fazendo a intercalação da maneira como achar mais pertinente. Lembre-se de estimular os alunos a pensar nos efeitos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos dos problemas mencionados nesse capítulo! Para isso, ressalte quem são os atores envolvidos na problemática e os processos sociotécnicos dela.

**ALERTA INTERDISCIPLINAR!** Para relizar essa atividade sugere-se que você converse com os professores de Língua Portuguesa e Arte para uma possível colaboração! Além de dinamizar o assunto, muitas habilidades diferentes podem ser estimuladas!

## **Sugestões para os professores:**

### **Alerta, cuidados e informações sobre a água viva caravela-portuguesa:**

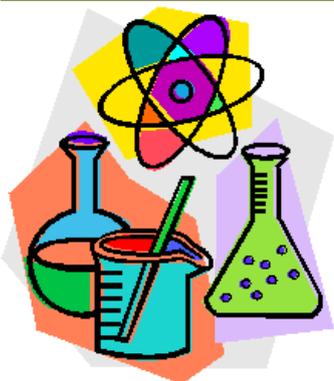
[www.pediatraorienta.org.br/aguas-vivas-ou-caravelas/](http://www.pediatraorienta.org.br/aguas-vivas-ou-caravelas/)

**Pescadores do litoral do Estado lutam para receber indenização de danos ambientais. A partir desse vídeo recomenda-se a discussão do aspecto político, econômico e social dos grandes desastres ambientais. Promova uma discussão ressaltando quem são os envolvidos em cada lado e qual o papel da Ciência nisso.**

<http://g1.globo.com/pr/parana/videos/v/pescadores-do-litoral-do-estado-lutam-para-receber-indenizacao-de-danos-ambientais/3272404/>

### **Campanha “Salve a Ilha do Mel” do SOS Mata Atlântica:**

<https://www.sosma.org.br/106923/salve-ilha-mel-parana/>



# Coral sol: uma ameaça que vem de longe



(FOTO: LEO FRANCINI)

Anêmonas e corais são os representantes mais conhecidos da classe Anthozoa. As anêmonas são facilmente vistas no nosso litoral, principalmente na maré baixa, sobre rochas emersas ou enterradas na areia por ente as rochas. A forma de muitos corais é variada. Alguns possuem formato de pequenas árvores, outros lembram grandes penas coloridas e outros, ainda, possuem formato escultural, como é o caso do famoso coral "cérebro", cujo aspecto lembra os sulcos e circunvoluções existentes no cérebro humano.

Os antozoários frequentemente se reproduzem por brotamento ou fragmentação.

A reprodução sexuada envolve a formação e a fusão dos gametas e habitualmente existe uma larva plânula antecedendo a fase adulta.

Ao contrário das anêmonas, geralmente solitárias, os corais são coloniais na imensa maioria das espécies. São pólipos muito pequenos,

bem menores que as anêmonas. Como se reproduzem assexuadamente por brotamento e os brotos não se separam, eles vão constituindo grandes agrupamentos coloniais. E, como cada pólipos constrói ao redor de si um esqueleto geralmente constituído de calcário (carbonato de cálcio), todos os esqueletos acabam se juntando, o que origina uma grande formação calcária comum à colônia.



Fonte: Editora Globo

# IMPORTÂNCIA DOS CORAIS E SUAS AMEAÇAS MUNDO A FORA

---

Por sua biodiversidade, a importância dos corais é fundamental para a vida marinha. Eles são como as florestas tropicais para a fauna e flora mundiais. Não há nada que se compare aos corais no mar. Cerca de 1/4 de todas as espécies de peixes dependem deles para sobreviver. Eles existem há cerca de 250 milhões de anos. Para que haja a formação de corais, acontece uma simbiose ou seja, uma associação entre espécies de corais e microalgas. Um depende do outro. As algas vivem no interior dos corais. Como plantas, elas passam pela fotossíntese que libera compostos orgânicos para os corais. Estes, liberam produtos que fazem com as as algas so-

brevivam e cresçam ao seu redor.

Como o habitat marinho é o



Fonte: peixes.animais.info

mais rico de todos, uma em cada quatro espécies marinhas vive nos recifes, incluindo 65% dos peixes. Mais de 5.000 espécies de peixes, 10.000 de moluscos e uma quantidade incontável de algas e crustáceos vivem e se reproduzem em torno

das estruturas coralíneas. Além disso, os corais protegem a costa da ação inesperada das ondas e são fontes de matéria-prima para pesquisas farmacológicas. Alguns tipos foram transformados em medicamentos para abaixar a pressão arterial, antibióticos, antitumorais, entre outros. Estima-se que 500 milhões de pessoas residentes em países em desenvolvimento tenham algum tipo de dependência dos serviços oferecidos por este ecossistema.

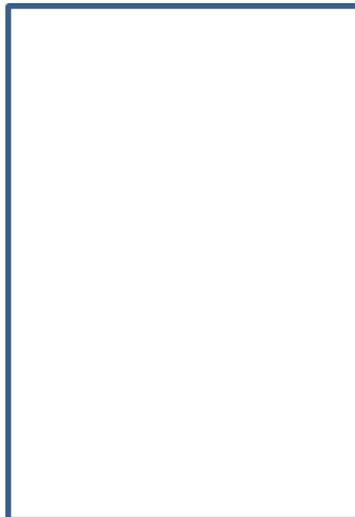


Fonte: aqua3.com.br

## HORA DE PRATICAR!

---

Pesquise na internet 3 espécies de corais usados na ornamentação de aquários e desenhe-os nos espaços abaixo com o maior número de detalhes possível.



Agora responda: Você é a favor ou contra a exploração de corais para ornamentação de aquários? Discuta com o professor(a) e colegas.

## A grande barreira de corais da Austrália

É a maior formação recifal do planeta, com uma área contínua de 350.000 Km<sup>2</sup>. Ela tem 2.600 quilômetros de extensão, com a largura variando entre 30, até 740 quilômetros. Pode ser vista do espaço. Esta formação tem mais de 400 espécies diferentes.



<https://www.netflix.com/title/80168188>

Professor, que tal um cineminha? O documentário acima explora diversos aspectos (econômicos, sociais, tecnológicos, políticos e principalmente ambientais) da grande barreira australiana.. Além de um show de imagens, você pode usar esse momento de descontração para chamar a atenção dos alunos para um assunto tão importante e tão pouco falado.

## PROFESSOR(A), HORA DE IR ALÉM!

Anais eletrônicos do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia  
Florianópolis, Santa Catarina, 16 a 18 de novembro de 2016

### RECIFES DE CORAL: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO PANO DE FUNDO DE FEIRAS DE CIÊNCIAS

Fernanda Cavalcanti Vitor<sup>1</sup>

Ana Paula Bispo da Silva<sup>2</sup>

Fernanda Maria Duarte do Amaral<sup>3</sup>

Artigo disponível no site:

[https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1470937847\\_ARQUIVO\\_RecifesdeCoraleaHistoriadaCiencia.pdf](https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1470937847_ARQUIVO_RecifesdeCoraleaHistoriadaCiencia.pdf)

## Vamos praticar?

Leia a notícia abaixo e responda em seu caderno:

# Ameaças aos corais no mundo: acidificação da água do mar

Uma das maiores é acidificação das águas marinhas em razão do aquecimento global. Os gases de Co2 são absorvidos pelas **algas do fitoplâncton, a forma mais abundante de vida vegetal do planeta**. Durante o processo de fotossíntese as algas 'sequestram' o dióxido de carbono, ao mesmo tempo em que o depositam no fundo do mar. No processo, produzem mais de 50% do oxigênio que respiramos. Mas, com o excesso que está provocando o aquecimento, a água dos oceanos, antes alcalina, está ficando mais ácida. E isso mata os corais. Esta é a grande charada da nossa geração. Turismo desordenado, poluição marinha, turbidez da água, **pesca predatória**, e até **aterramento de corais (China)** são outras ameaças.

- 1) A acidificação da água do mar é consequência de qual fenômeno observado nos dias atuais?
- 2) De quem é a responsabilidade pela proteção do oceanos?
- 3) Que práticas humanas estão contribuindo para a deterioração do ambiente marinho e consequente morte dos corais?
- 4) Pesquise na internet sobre os efeitos tóxicos dos protetores solares para os ecossistemas marinhos. Sugestão: notícia publicada na BBC NEWS
- 5) Que medidas podem ser tomadas para contribuir com a conservação dos recifes de corais como a grande barreira de corais australiana? Enumere os responsáveis pelas medidas levantadas:

MEDIDAS:  
RESPONSABILIDADE SOCIAL:  
RESPONSABILIDADE POLÍTICA:  
RESPONSABILIDADE AMBIENTAL:  
RESPONSABILIDADE TECNOLÓGICA:



The image shows a screenshot of a news article from BBC News Brasil. The article title is "Contra degradação dos recifes de coral, Havaí quer regular protetores solares" (Against coral reef degradation, Hawaii wants to regulate sunscreens). The article is dated May 7, 2018. Below the title is a photograph of a vibrant coral reef with many colorful fish swimming around it. The photo is credited to GETTY IMAGES. A small caption at the bottom of the photo reads: "A indústria de turismo do Havaí recebe mais de oito milhões de visitantes a cada ano; cientistas alertam efeitos adversos de protetores" (The Hawaii tourism industry receives more than eight million visitors each year; scientists warn of adverse effects of sunscreens).

Professor(a), auxilie os alunos nesta atividade estimulando-os a pensar sobre os atores sócio-técnicos de cada eixo CTSA. É importante pensar nas ações para amenizar a problemática, mas mais ainda questionar o papel de cada ator correspondente a cada eixo.

# INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E CORAIS



Uma associação extremamente importante para os recifes-de-coral é a simbiose que ocorre entre as espécies de corais e microalgas conhecidas como zooxantelas. Essas algas vivem no interior dos tecidos dos corais construtores dos recifes, realizando fotossíntese e liberando para os corais compostos orgânicos nutritivos. Por sua vez, as zooxantelas sobrevivem e crescem utilizando os produtos gerados pelo metabolismo do coral, como gás carbônico, compostos nitrogenados e fósforo. As necessida-

des nutricionais dos corais são em grande parte supridas pelas zooxantelas. Elas estão também envolvidas na secreção de cálcio e formação do esqueleto do coral. Apesar de espécies de corais serem encontradas praticamente em todos os oceanos e latitudes, as espécies construtoras de recifes (corais hermatípicos) estão restritas às regiões tropicais e subtropicais. Os recifes necessitam, geralmente, de águas quentes (25 – 30oC) e claras, longe da influência de água doce. A poluição (esgoto doméstico, vazamento de petróleo etc.) e sedimentação (sedimentos terrígenos levados para o mar devido ao desmatamento e movimentações de terra) põem em risco muitos recifes de corais, incluindo os inúmeros outros organismos que deles dependem (inclusive comunidades humanas que vivem da pesca e coleta de animais marinhos recifais). Um fenômeno aparentemente recente – não ainda totalmente compreendido pelos pesquisadores – que tem ocorrido em todas as regiões recifais do globo de forma maciça é o branqueamento (do inglês 'bleaching'). Trata-se basicamente da 'perda' dos organismos fotossimbiontes (zooxantelas) presentes nos tecidos do coral (zooxantelas ocorrem também em outros cnidários, como anêmonas-do-mar, zooantídeos, medusas, e em outros invertebrados, como ascídias, esponjas, moluscos etc., que também podem branquear). Como a cor da maioria dos hospedeiros advém, em grande parte, da 'alga' simbiote, seus tecidos tornam-se pálidos ou brancos. Nos corais, os tecidos ficam praticamente transparentes, revelando o esqueleto branco subjacente.



## AUMENTANDO O VOCABULÁRIO

**Simbiose:** Interação entre dois organismos de espécies diferentes vivendo em associação, usualmente para vantagem de ambos organismos ou não. Nessa relação, organismos compartilham habitats e oferecem vantagens como quando as duas espécies se beneficiam – **mutualismo**, ou apenas um organismo é beneficiado sem afetar o outro – **comensalismo**.

Que tal criar um folheto explicativo sobre o branqueamento dos corais para que as pessoas tomem conhecimento desse problema? Você pode mostrá-lo para sua família, amigos e vizinhos! Peça ajuda ao seu professor de Arte e Língua Portuguesa.



# BIOINVASÃO E ANTROPOCENO

A distribuição dos seres vivos na biosfera é limitada por barreiras físicas e climáticas que impedem a sua dispersão para outras regiões do planeta. Rios e montanhas são difíceis de atravessar para alguns seres vivos e isso limita sua área de ocorrência. Além disso, o clima de cada região do planeta atua como fator limitante na distribuição das espécies pelo globo. Por estarem adaptadas às características de seu habitat original, indivíduos podem morrer caso sejam transportados para um habitat completamente diferente do seu; é o caso de levar um urso para a savana africana. No entanto, alguns organismos conseguem se adaptar a essas mudanças de habitat, passando a viver normalmente nesses locais. Casos assim recebem a atenção de conservacionistas e autoridades de saúde, pois, nesses novos habitats, tais organismos são exóticos, possuindo potencial para se tornarem invasores e causarem inúmeros impactos ambientais, econômicos e na saúde da população. Isso se denomina bioinvasão.

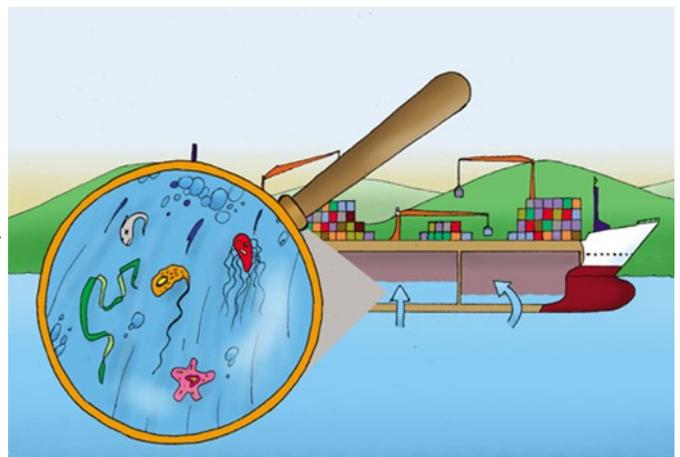
Nem toda espécie exótica é invasora, já que a grande maioria não se estabelece nos locais nos quais foram introduzidas. Conceitualmente, espécie exótica é aquela encontrada fora de

seu habitat natural, mas que não causa dano algum. Já a espécie exótica invasora é aquela que, ao chegar ao novo habitat, aumenta sua população e se dispersa pelo ambiente, estando plenamente estabelecida e interferindo na sobrevivência de outras espécies, causando impactos econômicos e de saúde.

O transporte desses organismos para o novo habitat ocorre por diversos meios, a maior parte por intermédio das ações humanas. Intencionalmente ou não, o ser humano transporta seres vivos desde que começou a migrar pelo mundo. Um dos principais transportes em massa de seres vivos ocorreu durante a época das grandes navegações, a partir do século XV. Europeus introduziram em suas colônias plantas cultivadas e animais domésticos a fim de terem alimento para quando retornassem e também para tornar o ambiente um pouco familiar. Bois e porcos na América e raposas na Austrália ilustram introduções de espécies feitas na Era dos Descobrimientos.

Acidentalmente, um organis-

mo pode ser transportado junto à água de lastro dos navios. Os tanques de lastro de um navio não são preenchidos com água para manter a estabilidade da embarcação, balanceando sua massa. Em cada porto, navios enchem e esvaziam esses tanques com água de mar, levando junto uma variedade imensa de organismos marinhos. Atualmente, os navios modernos transportam cerca de 6 a 10 bilhões de toneladas de água por ano, através do globo e estima-se que 3000 espécies de plantas e animais sejam transportadas por dia. Um único navio cargueiro pode exceder 150.000 toneladas de água de lastro, transportando dezenas de milhares de espécies de bactérias, protistas, fungos, animais e vegetais.



Fonte: TWSComex



# O Coral-sol e o risco para a biodiversidade

Uma espécie de coral trazido por plataformas de petróleo está matando as espécies nativas da costa fluminense, segundo o Ministério Público Federal no Rio de Janeiro (MPF/RJ). O coral-sol entrou nos mares brasileiros preso a plataformas de petróleo e gás encomendadas pela Petrobras.

No arquipélago de Alcatrazes – SP os cientistas conheciam apenas três ou quatro pontos do arquipélago que continham uma quantidade relevante do coral. Ao término do trabalho, a expedição retirou cerca de 1,5 mil colônias espalhadas ao longo de 19 pontos. Além da surpresa em relação à intensidade, outra novidade foi a descoberta da presença de mais um tipo de coral-sol. Até então, acreditava-se que a única espécie existente ali era a *Tubastraea tagusensis*, originária das ilhas Galápagos, mas a *Tubastraea coccinea*, oriunda do Indo-Pacífico, também foi encontrada em Alcatrazes.



As duas são igualmente danosas — entretanto, o fato de existir um segundo tipo demonstra a profundidade do problema e a dificuldade em mapeá-lo com precisão.

A velocidade da reprodução e a precocidade da maturidade reprodutiva do coral-sol são os grandes responsáveis pelo seu potencial destrutivo. As espécies se reproduzem por meio da liberação de larvas pelos corálitos. Elas vagam pelo oceano até encontrar um lugar apropriado para se assentar — em geral um costão rochoso, exatamente como o de Alcatrazes. “As espécies dependem de um espacinho e, se chega outra que se reproduz mais rapidamente, a espécie nativa, mais lenta, acaba diminuindo a longo prazo. Onde antes havia algas, esponjas e todas essas espécies que ocupam o costão, agora é só coral-sol”, dizem os cientistas. Além de não possuir um predador natural em águas brasileiras, suas estratégias de defesa são bastante requintadas: o coral-sol pode tanto liberar compostos alelopáticos, que inibem a presença de outras espécies ao seu redor, como fazer uso de expedientes mais agressivos. Re-

latos dão conta de que os filamentos mesentéricos do coral-sol podem causar necrose no tecido da outra espécie, em particular no coral-cérebro.

**ALERTA INTERDISCIPLINAR!** Aqui é possível abordar o aspecto químico das toxinas produzidas pelo coral como estratégia evolutiva e também levar um protetor solar para analisar a fórmula química, talvez pesquisar sobre os compostos, dentre outras coisas!

## PARA SABER MAIS

<https://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2016/09/o-invasor-como-o-coral-sol-esta-acabando-com-biodiversidade.html>

## PARA VER MAIS

<https://noticias.band.uol.com.br/noticias/100000620191/coral-do-oceano-pacifico-e-ameaca.html>

## Estudo do texto para ir além...

---

Reúna-se com os colegas em duplas, trios ou grupos e discuta:

- 1) Como ocorreu a chegada do coral-sol no litoral brasileiro?
- 2) Logo, discuta com os colegas como as atividades econômicas podem ser desvantajosas para os ecossistemas.
- 3) O que a ocorrência da segunda espécie do gênero *Tubastraea* representa?
- 4) Que características a espécie possui que a faz ser tão destrutiva e maléfica para o nosso litoral?
- 5) Que estratégia ecológica o coral-sol desempenha para sobreviver?
- 6) A partir da notícia lida, discuta com os colegas a seguinte afirmação:  
“A TECNOLOGIA NEM SEMPRE TRARÁ SOMENTE BENEFÍCIOS”

## Agora, responda em seu caderno

---

- 1) Que impactos sociais, econômicos e ecológicos a bioinvasão traz consigo?
- 2) De que maneira as atividades humanas (antrópicas) estão afetando a biodiversidade?
- 3) Como a sociedade pode contribuir para reduzir os efeitos danosos da bioinvasão?
- 4) Você concorda com o termo “antropoceno” usado para afirmar que as ações humanas estão constituindo um novo período geológico?
- 5) Utilizando os conhecimentos sobre a reprodução de corais, explique de que maneira o coral-sol chegou até o Brasil e como se instalou.
- 6) Faça uma pesquisa e investigue outros tipos de bioinvasão na região onde você mora.
- 7) Escreva uma carta endereçada à câmara dos deputados do seu Estado. Nela, explique o que está acontecendo e cobre alguma ação que você acredita que deva ser tomada. Peça ajuda a(o) professor(a) de Língua Portuguesa.

## Sugestões para os professores:

### G1: Entenda o que é bioinvasão

<https://www.youtube.com/watch?v=51ldj5ysXoI>

### Corais amazônicos recentemente descobertos:

[https://www.youtube.com/watch?v=KAduG\\_ArPKM](https://www.youtube.com/watch?v=KAduG_ArPKM)

### Ciência é maior esperança para salvar corais amazônicos—Revista Galileu

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/04/ciencia-e-maior-esperanca-de-para-salvar-os-corais-da-amazonia.html>

## OUTRAS REFERÊNCIAS

<http://antenabio.blogspot.com.br/2009/06/peixe-palhaco-e-relacao-ecologica.html>

<https://www.infoescola.com/ecologia/comensalismo/>

<https://lei.ecoevol.ufg.br/up/203/o/cnidaria.pdf>

<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos2/biocnidario.php>

<https://marsemfim.com.br/a-importancia-dos-corais/>

<http://www.conservacaorecifal.com/recifes.php>

<https://biologia.top/ecologia/o-que-e-simbiose-exemplos-e-tipos/>

<http://eurekabrasil.com/bioinvasao-o-problema-do-transporte-de-especies/>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Espécies Exóticas Invasoras: Situação brasileira. Brasília, MMA. 2006.

Chame M. Espécies Exóticas Invasoras que afetam a saúde humana. Revista Ciência & Cultura,. 2009.