



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE
JOAQUIM VENÂNCIO

Rílary Geíne da Silva Câmara

**AQUECIMENTO DOS OCEANOS: Um estudo sobre o embranquecimento dos corais e
seus impactos no ecossistema marinho**

Rio de Janeiro

2022

Rílary Geíne da Silva Câmara

AQUECIMENTO DOS OCEANOS: Um estudo sobre o embranquecimento dos corais e seus impactos no ecossistema marinho

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) como requisito parcial para aprovação no Curso Técnico em Análises Clínicas.

Orientador(a): Simone Goulart Ribeiro

Coorientador(a): Flávio Henrique Marcolino da Paixão

Rio de Janeiro

2022

SUMÁRIO

1. RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	6
1.1. JUSTIFICATIVA	7
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
3. METODOLOGIA	9
4. CAPÍTULO 1	10
4.1. O QUE SÃO OS CORAIS?	10
4.2. O QUE SÃO RECIFES DE CORAIS?	11
4.3. RELAÇÃO SIMBIÓTICA ENTRE AS ZOOXANTELAS E OS CORAIS	13
4.4 OS RECIFES BRASILEIROS	14
5. CAPÍTULO 2	14
5.1 AQUECIMENTO DOS OCEANOS	14
5.2. BRANQUEAMENTO DOS CORAIS	16
6. CONCLUSÃO	18

1. RESUMO

O aquecimento do oceano é um fenômeno relacionado às mudanças climáticas. Esse aumento na temperatura é intrínseco à atividade antrópica e influencia na ocorrência de tempestades, no aumento do nível do mar e impacta a biodiversidade marinha, especialmente os Recifes de Coral. O branqueamento dos corais, derivado do aquecimento oceânico, é um dos problemas ecológicos mais significativos da atualidade. Diante desse contexto, este trabalho visa compreender o processo de branqueamento dos corais e sua relação com as mudanças climáticas e oceânicas, ressaltando a importância do equilíbrio ecológico e debatendo as consequências da intervenção humana a longo prazo. A pesquisa é qualitativa e utilizou como estratégia, a revisão da literatura sobre o tema. Os termos “Aquecimento global, branqueamento de corais, mudanças climáticas, Oceano e Clima, Recifes de corais” foram utilizados para refinar a busca.

Palavras-chave: Aquecimento global; Embranqueamento dos corais; Biodiversidade marinha.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura do coral. fonte: BIODIDAC.	10
Figura 2: <i>P. caribbaeorum</i> . Fonte: K. J./Olhares, fotografia online.	10
Figura 3: Tipos de corais. fonte: Revista Ecológico.....	11
Figura 4: Atol das Rocas/RN. fonte: Brechando.	11
Figura 5: Atol das Rocas/RN. fonte: Marinha do Brasil.	11
Figura 6: Diferentes formações dos recifes. fonte: Marine Science.....	12
Figura 7: Porto de Galinhas, ponto turístico em Pernambuco. fonte: Passeio de jangada.	12
Figura 8: Zooxantela na endoderme do pólip. Fonte: Wixstatic.	13
Figura 9: Relação de simbiose entre o coral e a zooxantela. Fonte: Kind PNJ.....	13
Figura 10: Parrachos, Rio do Fogo/RN. Fonte: Blog de Viagens.	14
Figura 10: Mapa dos resultados do pico de branqueamento feito por pesquisas aéreas em 2016. Fonte: Australian Research Council Centre of Excellence for Coral Reef Studies.....	17
Figura 11: Esquema de acidificação do oceano. Fonte: adaptado de: Harley et al. (2006).....	16
Figura 11: Comparação do mesmo coral nos meses de março e maio de 2016. Fonte: The Ocean Agency/Ocean Image Bank.....	17

1. INTRODUÇÃO

O oceano representa cerca de 71% da superfície da terra, é um recurso natural cuja importância para a vida é imprescindível. Uma das principais funções dos oceanos é absorver parte dos gases de efeito estufa, fenômeno que regula a temperatura do planeta pois absorve grande parte dos raios solares que chegam à atmosfera terrestre garantindo as condições necessárias para sobrevivência das espécies (REID *et al.*, 2009). Entretanto, a humanidade pós-industrialização e os meios de produção do modelo econômico capitalista vêm gerando um aumento na emissão desses gases – como por exemplo o dióxido de carbono (CO₂) – que resulta no aquecimento global e oceânico, ambos problemáticos para saúde e equilíbrio ambiental (SIMÕES, 2019 apud VijayaVenkataRaman *et al.*, 2012). O aquecimento global consiste no aumento na temperatura do planeta, impactando diretamente na saúde do ecossistema marinho, uma vez que, o aumento na quantidade desses gases na atmosfera causa o aquecimento das águas oceânicas, pois os oceanos são os maiores receptores de calor do planeta. Essa mudança de temperatura afeta o equilíbrio do ambiente marinho e resulta em danos, na maioria das vezes, irreversíveis à biodiversidade, como o branqueamento dos corais.

Os recifes de corais são animais denominados de Cnidários e compreendem a maior biodiversidade dentre os ecossistemas marinhos, entretanto, os corais foram apontados pela Rede Global de Monitoramento de Recifes de Coral (GCRMN), criada pelas Nações Unidas em 1997, como os maiores afetados pelas mudanças climáticas derivadas do aquecimento global e pelas ações antrópicas. O embranqueamento dos corais decorrente do aumento da temperatura oceânica vem causando um declínio rápido e devastador a essas estruturas, esse fenômeno causa a perda das zooxantelas, que são algas fotossintetizantes presentes no tecido dos corais e que tem parte em uma relação mutualista, podendo gerar também a perda dos pigmentos dessas algas (Szmant & Gassman 1990, Fautin & Buddemeier 2004 *apud* Leão *et al.*, 2008), resultando na perda de coloração do coral, que passa a ser branco, e eventualmente em sua morte.

Diante disso, considera-se de fundamental importância falar cada vez mais sobre o aumento da temperatura dos oceanos que vem causando danos irreparáveis ao ecossistema, considerando que as ações causadoras de tais danos podem ser revistas e amenizadas. Para tanto, a pesquisa a ser desenvolvida buscará através da revisão de literatura em uma abordagem qualitativa, discutir os impactos da intervenção antrópica no bioma marinho, evidenciando o

perigo do aumento da temperatura oceânica para os recifes de corais e a importância da preservação desse bioma para assegurar sua sobrevivência.

1.1. JUSTIFICATIVA

Desde a infância, sempre fui fascinada pela biologia marinha e tudo que envolve o oceano. Esse bioma de imensa complexibilidade sempre me cativou por sua beleza e biodiversidade, que vai desde o maior animal do planeta, a baleia-azul, até microrganismos como o fitoplâncton. Porém, apesar de cobrir mais da metade da superfície terrestre, maior parte do território marinho permanece inexplorado, apenas 20% do nosso oceano foi mapeado (SEABED, 2020).

Esse ecossistema é crucial para que existam condições de vida no planeta, mas a exploração não-sustentável de seus recursos põe em risco não só sua habilidade de executar de forma eficiente o papel de produzir parte do oxigênio que respiramos, manter a temperatura do planeta estável e de funcionar como um grande depósito de dióxido de carbono (CO₂), principal causador do efeito estufa, como também destrói um ecossistema cuja riqueza com recurso natural e biodiversidade são de extrema importância para a humanidade.

O bioma marinho, assim como todos os outros, exige um certo equilíbrio para que a relação entre o ambiente aquático e suas espécies funcione de forma saudável, um exemplo dessa relação de equilíbrio é a que existe entre os recifes de corais e as diversas espécies de peixes que vivem nele, onde os corais servem como fonte de alimento e abrigo para os peixes, que por sua vez, mantêm o coral saudável de forma a também garantir a sobrevivência de espécies maiores, como os tubarões que, por serem superpredadores, mantêm a estabilidade da cadeia alimentar marinha. Devido à complexidade desse equilíbrio nas relações interespecíficas dos ecossistemas, um desequilíbrio no bioma marinho significa uma instabilidade no planeta como um todo.

A preservação desse ecossistema e a proteção de sua biodiversidade deve se tornar uma pauta de interesse mundial, a conscientização popular da proporção do problema é vital para que o debate ganhe poder e medidas em escala global sejam tomadas a respeito do que pode ser feito para desacelerar a devastação dos oceanos. Pretendo por meio desse estudo incentivar a conscientização popular sobre os danos causados ao ambiente marinho pela exploração desenfreada de seus recursos naturais e pela poluição do meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar os impactos do aumento da temperatura do oceano e a degradação dos corais oriunda desse aquecimento.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as alterações ambientais mais relevantes dos ecossistemas marinhos nas últimas décadas.
- Evidenciar as consequências da intervenção humana nesse bioma à longo prazo.
- Compreender os fatores econômicos envolvidos no processo de diminuição das populações de corais nos oceanos.

3. METODOLOGIA

O projeto foi baseado na abordagem qualitativa e utilizou como estratégia de pesquisa a revisão de literatura acerca do tema, através de bases de dados como Scielo, Lilacs e PubMed, bem como documentários e livros de relevância a temática. Os descritores “Aquecimento global, branqueamento de corais, mudanças climáticas, Oceano e Clima, Recifes de corais” foram utilizados para refinar a busca. O objetivo desse estudo é discutir os impactos da intervenção antrópica no bioma marinho, evidenciando o declínio das estruturas de corais e das espécies cuja sobrevivência depende dos recifes. O trabalho é constituído por dois capítulos, onde foi abordado o aquecimento dos oceanos e o papel das ações antrópicas nesse processo, o embranqueamento dos corais e seus impactos no ecossistema e a importância da preservação da saúde ambiental.

4. CAPÍTULO 1

4.1. O QUE SÃO OS CORAIS?

Os corais são animais chamados de cnidários – nome é dado devido aos cnidócitos (células características do filo cnidaria) – e são encontrados em águas rasas, principalmente em regiões tropicais e onde as temperaturas são mais quentes. Os corais pertencem a classe Anthozoa (a maior classe dentre os cnidários), são animais sésseis compostos por um esqueleto de carbonato de cálcio (CaCO_3) e milhares de estruturas pequenas chamada pólipos, que são bocas em formato circular cercadas de tentáculos, e que constantemente participam de uma relação mutualística com algas simbiotes (zooxantelas), uma vez que estas ficam dentro de seus tecidos e fazem fotossíntese, que serve de alimento para o animal e são responsáveis pela sua coloração, enquanto o coral as fornece abrigo e CO_2 (HICKMAN *et al.*, 2016).

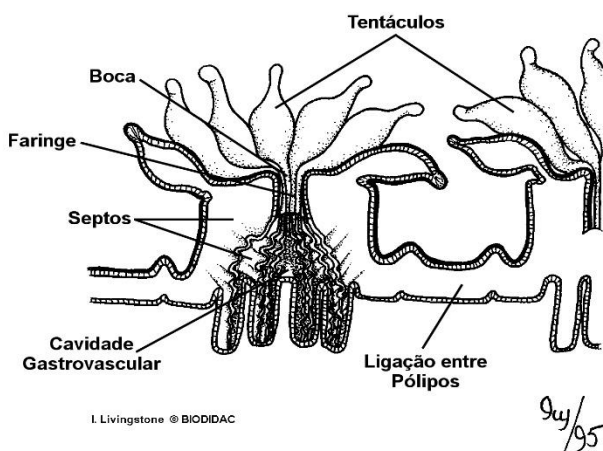


Figura 1: Estrutura do coral. fonte: BIODIDAC.



Figura 2: *P. caribbaeorum*. Fonte: K. J./Olhares, fotografia online.

Os corais que compõem os recifes são diferenciados em tipos, dentre eles temos os corais-pétreos ou verdadeiros pertencentes a ordem Scleractinia, que possuem um esqueleto calcário externo e são responsáveis por formar a maior parte da estrutura dos recifes, um de seus exemplares é o *Pseudodiploria strigosa* ou Coral-Cérebro (ZILBERBERG *et al.*, 2016). Na subclasse Octocorallia temos os octocorais, que diferente dos corais-pétreos, possuem apenas pequenas estruturas de carbonato de cálcio em seu esqueleto (ARAÚJO, 2016), como o *Briareum sp* ou Geen Star Polyps. Dentro da ordem Anthoathecata temos o gênero popularmente conhecido como Coral de Fogo (*Millepora*) – ganha esse nome pois suas células causam

queimaduras ao toque – apesar de não serem corais verdadeiros, compõem parte dos recifes, além de manterem uma relação simbiótica com as zooxantelas (AMARAL *et al.*, 2008).



Figura 3: Tipos de corais. fonte: Revista Ecológico.

4.2. O QUE SÃO RECIFES DE CORAIS?

Os recifes de corais são os ecossistemas marinhos mais biodiversos e suas estruturas rochosas são construídas a partir do amontoado de esqueletos calcários dos corais, portanto, são rígidas e protegem a costa por serem resistentes as correntes marinhas e as ações das ondas. De acordo com Zilberberg (2016, p. 17), os recifes coralíneos ocupam aproximadamente 30% das regiões costeiras tropicais, cobrindo em média 600.000km², o Atol Enewetak – localizado no Oceano Pacífico – possui 1.300m de profundidade, enquanto a Grande Barreira de Corais da Austrália tem 2.000km e cobre uma área de 41,802 km².



Figura 4: Atol das Rocas/RN. fonte: Brechando.



Figura 5: Atol das Rocas/RN. fonte: Marinha do Brasil.

Os recifes aparecem em três grandes tipos de formação (Figura 6), sendo eles as franjas, as barreiras e os atóis. As franjas encontram-se na beira-mar, como acontece em Porto de Galinhas/PE (Figura 7), as barreiras são produto da erosão das praias ou do movimento do nível do mar, que leva ao distanciamento entre o recife e a ilha, e os atóis são um anel que se forma quando a ilha deixa de existir devido aos fatores citados anteriormente. As comunidades coralíneas também contam com a presença de outros fatores para sua formação, como a presença de ouriços-do-mar, peixes herbívoros e algas coralíneas e até mesmo o movimento das ondas.

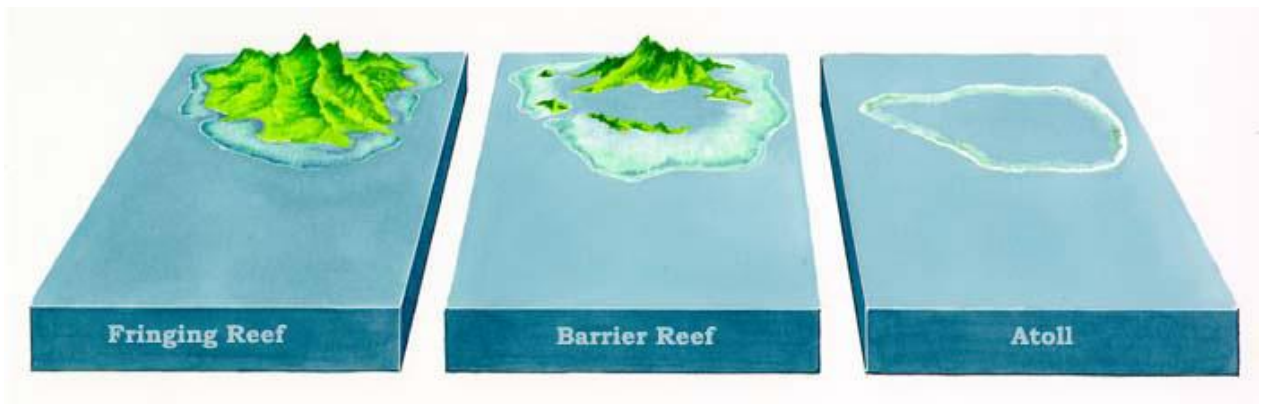


Figura 6: Diferentes formações dos recifes. fonte: Marine Science.



Figura 7: Porto de Galinhas, ponto turístico em Pernambuco. fonte: Passeio de jangada.

Os ambientes coralíneos apresentam grande importância econômica devido ao seu papel na cadeia alimentar de animais marinhos – como tubarões – e humana, além de serem atrações turísticas e de sua importância para a indústria farmacêutica quanto a suas substâncias químicas.

Entretanto, as mudanças climáticas causam danos avassaladores a esse bioma, como o branqueamento dos corais (ZILBERBERG *et al.*, 2016).

4.3. RELAÇÃO SIMBIÓTICA ENTRE AS ZOOXANTELAS E OS CORAIS

As zooxantelas são microalgas unicelulares e dinoflageladas fotossintetizantes do gênero *Symbiodinium*, que se estabelecem na endoderme dos corais zooxantelados de forma intracelular na interface coral-zooxantela, chamada simbiossoma (Figura 8), elas desempenham o papel de auxiliar os corais em suas funções básicas, como na nutrição, proteção e no processo de calcificação (ZILBERBERG *et al.*, 2016), além de serem responsáveis por limitar a presença dos corais zooxantelados a regiões de águas rasas devido o papel da luminosidade na fotossíntese (ICMBio).

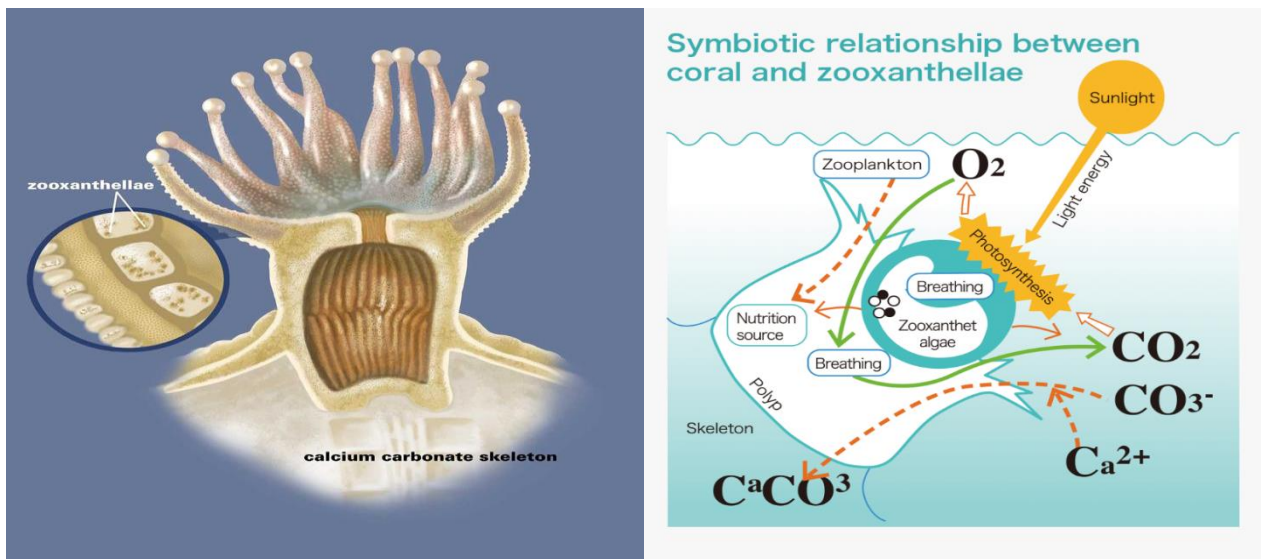


Figura 8: Zooxantela na endoderme do pólipo. Fonte: Wixstatic. Figura 9: Relação de simbiose entre o coral e a zooxantela. Fonte: Kind PNJ.

O habitat tropical onde se encontram o coral hospedeiro é tipicamente um ambiente oligotrófico, ou seja, escassos em nutrientes, o que torna os produtos gerados pela fotossíntese dessas algas a principal – entretanto não a única – fonte de energia¹ para as funções metabólicas dos corais, que em troca oferecem abrigo e compostos para que realizem a fotossíntese (ZILBERBERG *et al.*, 2016).

¹ Algumas espécies de corais podem usar a zooxantelas em menor quantidade por utilizarem de outras fontes de energia primária, como por exemplo, a heterotrofia (ZILBERBERG *et al.*, 2016).

4.4 OS RECIFES BRASILEIROS

O Brasil possui os únicos recifes de corais verdadeiros do Atlântico Sul distribuídos por cerca de 3,000km costeiro, desde o estado do Maranhão ao estado da Bahia. Apesar de ser pouco diverso, apenas 16 espécies de corais-pétreos zooxantelados, os corais brasileiros possuem uma grande biodiversidade de fauna e altos níveis de endemismo (i.e. Espécies surgem apenas em uma determinada região). As formações dos recifes brasileiros são variadas, podendo adquirir um desde o formato de cogumelo – como por exemplo os chapeirões baianos – a formações retilíneas como os arrecifes em Pernambuco, alojados sobre bancos de arenito de praia (ZILBERBERG *et al.*, 2016; GCRMN, 2020).



Figura 10: Parrachos, Rio do Fogo/RN. Fonte: Blog de Viagens.

Os estudos sobre os corais brasileiros são escassos – destacando-se os trabalhos de Charles Frederick Hartt (1870), John Casper Branner (1904) e Jacques Laborel (1970) – pouco se sabe ainda sobre sua biodiversidade (ZILBERBERG *et al.*, 2016; ICMBio).

5. CAPÍTULO 2

5.1 AQUECIMENTO DOS OCEANOS

O aumento na emissão de gases de efeito estufa – destacando-se o CO₂ – impacta de várias formas o ambiente marinho, dentre elas quatro das grandes ameaças aos recifes de corais: O aquecimento e a acidificação dos oceanos, o aumento do nível do mar e o branqueamento dos corais (ZILBERBERG *et al.*, 2016). O aquecimento oceânico impacta diretamente nos processos

fisiológicos e metabólicos das espécies marinhas, prejudicando a sua capacidade de executar suas funções básicas, como o crescimento, reprodução, tolerância térmica e a salinidade elevada, alimentação e outros, além de influenciar na intensidade de fenômenos naturais, tais como o El Niño, ciclones e secas severas (SIMÕES, 2019 apud FICKE *et al.*, 2007; NOONE *et al.*, 2013; SCHIEDEK *et al.* 2007).

“Além disso, a sobrevivência dos organismos marinhos pode ser comprometida, principalmente daqueles que realizam respiração aeróbia, uma vez que o aquecimento e a estratificação do oceano conduzem a uma reduzida recirculação de nutrientes e de oxigênio dissolvido, o que por sua vez aumenta o aparecimento de zonas anóxicas, levando a repercussões no funcionamento dos ecossistemas marinhos. Prevê-se que, até ao ano de 2100, 50% do oceano tenha concentrações muito reduzidas de oxigênio(sic).” (SIMÕES, 2019 apud ARRIGO, 2007; FAO, 2018a; NOONE *et al.*, 2013; RIEBESELL *et al.*, 2007).

De acordo com o relatório anual sobre as condições climáticas da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a temperatura da superfície do planeta e dos oceanos bateu o recorde de aquecimento em 2016, sendo a mais alta registrada desde 1880 – e a mais elevada temperatura oceânica registrada até o presente (2021). Os dados apontam uma anomalia de 0,94°C acima da temperatura média do Século XX (13,9°C), consta também no relatório que os anos mais quentes – combinando as temperaturas da terra e do oceano – registrados foram desde o início do Século XXI, com os seguintes sendo, respectivamente, os cinco mais quentes:

TABELA DE TEMPERATURA GLOBAL					
ANO	2016	2020	2019	2015	2017
AUMENTO NA TEMPERATURA MÉDIA	0,99	0,98	0,95	0,93	0,91

Tabela 1: Os cinco anos mais quentes desde 1880. Fonte: adaptada de: NOAA.

A acidificação das águas oceânicas, segundo Simões (2019, p. 4), é causado pela absorção em excesso do CO₂, causa a acidificação das águas marinhas, uma vez que o produto da reação desse gás com a água do mar é o ácido carbônico (H₂CO₃), que diminui o pH do oceano (Figura 10). Esse ácido se dissolve e forma os íons H⁺ (Hidrogênio) e HCO₃⁻ (Bicarbonato), o íon HCO₃⁻ inibe a produção de CaCO₃ impedindo a sua forma calcite e/ou aragonite de produzir, por exemplo o esqueleto calcário dos recifes de corais. Devido sua suscetibilidade a variações ambientais, os

corais são profundamente afetados pelo aumento da temperatura e acidificação oceânica, resultando no fenômeno do branqueamento dos corais, que será apresentado mais adiante.

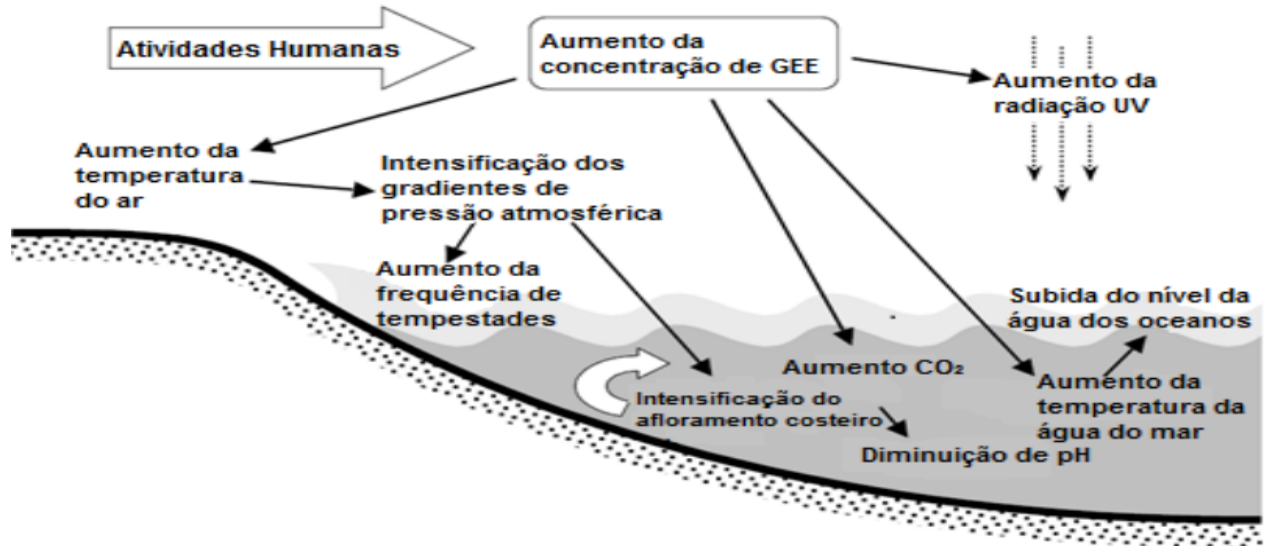


Figura 11: Esquema de acidificação do oceano. Fonte: adaptado de: Harley et al. (2006).

5.2. BRANQUEAMENTO DOS CORAIS

A coloração coralínea é resultante direta do pigmento das zooxantelas, uma vez que existem milhares por cm^2 . Nesse sentido, o fenômeno de branqueamento é definido pela perda desse pigmento em decorrência do desequilíbrio na relação simbiote-hospedeiro, que ocorre devido à uma série de fatores, como o aumento da temperatura oceânica combinado com a alta incidência de luz e a acidificação devido a poluição, que levam o coral a perder ou expulsar as zooxantelas perdendo sua principal fonte de nutrientes, tornando-se branco e podendo culminar na morte do coral, conforme sua intensidade, duração e caso não ocorra uma recolonização das microalgas. Entretanto, uma vez que recuperados do evento de branqueamento, os corais apresentam uma diminuição nas taxas de crescimento e fecundidade, além de se tornarem mais vulneráveis a adquirirem doenças (ZILBERBERG *et al.*, 2016).

De acordo com o relatório de 2020 divulgado pelo Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN), a alta temperatura do oceano em 2016, ocorreu uma onda de branqueamento coralíneo nos recifes australianos, ampla parte na Grande Barreira de Corais – principalmente na área norte do recife – culminando na morte de aproximadamente 30% dos corais de água rasa da região.

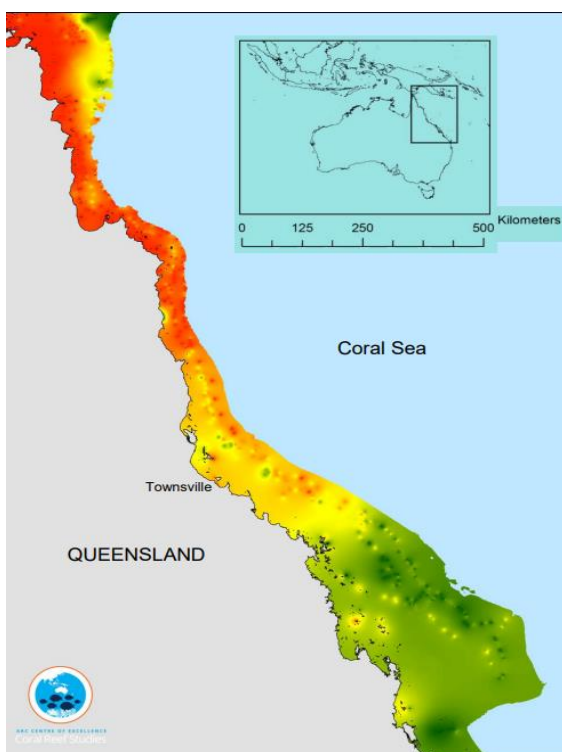


Figura 10: Mapa dos resultados do pico de branqueamento feito por pesquisas aéreas em 2016. Fonte: Australian Research Council Centre of Excellence for Coral Reef Studies.



Figura 11: Comparação do mesmo coral nos meses de março e maio de 2016. Fonte: The Ocean Agency/Ocean Image Bank.

LEGENDA DA FIGURA 10					
ÁREA	VERDE ESCURO	VERDE CLARO	AMARELO	LARANJA	VERMELHO
BRANQUEAMENTO	<1%	1-10%	10-30%	30-60%	>60%

No atual cenário das alterações climáticas, a ameaça aos corais chega a aproximadamente 75% dos recifes existentes. Estima-se que, até o ano de 2030, a taxa de branqueamento dos corais seja de 50% decorrente do aquecimento oceânico, e até 2050 cerca de 95% devido os produtos da

combinação entre o aquecimento e as súbitas emissões de gases de efeito estufa (SIMÕES, 2019 apud BURKE *et al.*, 2011).

6. CONCLUSÃO

Após a reflexão oferecida pelos conteúdos expostos nesse trabalho, foi possível concluir que, o cenário global das mudanças climáticas avança gradativamente todos os anos e, seus efeitos provam-se cada vez mais devastadores para o planeta como um todo. O aumento contínuo da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera impulsiona os oceanos a absorverem CO₂ além da sua capacidade natural, o que causa elevações cada vez mais significativas da temperatura da superfície das águas oceânicas, gerando progressivamente mais danos ao ecossistema marinho, com perdas irreversíveis nos recifes de corais. As estruturas coralíneas cumprem a importante tarefa de proteger as regiões costeiras e abrigar diversas espécies de animais e plantas, além de terem um papel fundamental no equilíbrio do ecossistema marinho.

Sendo assim, o mapeamento dos impactos sofridos pelos recifes é de extrema importância para a criação de projetos de prevenção de danos, unidades de conservação marinha e áreas de proteção ambiental voltadas para o ecossistema marinho, sobretudo para os recifes de corais. Diante do exposto, foi possível evidenciar a necessidade de que exista cada vez mais empenho dos governos para conter o avanço do aquecimento global. Para tanto, é necessário que esse comprometimento por parte dos órgãos governamentais, estejam em parceria com outras instituições não governamentais nacionais e internacionais para que juntos possam alcançar resultados muito mais significativos, além disso, um maior investimento em tecnologia e ciência é essencial. Posto isso, torna-se imprescindível a criação de políticas públicas ambientais que tenham como objetivo auxiliar na regeneração natural do bioma marinho – uma vez que essa é a única esperança de recuperação desse ecossistema – especialmente durante a década do oceano (2020-2030), onde as pautas sobre o oceano estão em destaque.

REFERÊNCIAS

RAMOS, M. G. O. et al. **Ecosistemas Aquáticos**. Campina Grande; Natal: EdUEPB; EDUFRN Editora da UFRN, 2010. Disponível em: <
http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20-%20Material/Ecosistemas_Brasileiros/Eco_Bra_A04_MD_GR_230610.pdf>. Acesso em: 26 Jul. 2021.

REID, P. C. *et al.* Impacts of the oceans on climate change. Separata de: REID, P. C. *et al.* **Advances in Marine Biology**. Burlington: Academic Press, 2009. v. 56, cap. chapter 1, p. 1-150. ISBN 978-0-12-374960-4.

The Nippon Foundation-GEBCO. **Seabed 2030 Project**, 2020-2021. Página inicial. Disponível em: <<https://seabed2030.org/>>. Acesso em: 27 Jul, 2021.

HICKMAN, C. P. *et al.* **Princípios integrados de zoologia**. arte-final original por William C. Ober e Claire W. Ober ;[revisão técnica Cecília Bueno]. - 16. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. il. Tradução de: **Integrated principles of zoology** ISBN 978-85-277-2960-4 1. Zoologia. I. Hickman, Cleveland P., 1928. Acesso em: 22 Out, 2021.

ZILBERBERG, C. *et al.* **Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 2016. 360 p.; (Série Livros; 58) ISBN 978-85-7427-057-CDD 551.42. Acesso em: 17 Set, 2021.

NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2021, publicado online em Janeiro de 2022. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202113>>. Acesso em: 23 Mar, 2022

SIMÕES, Verônica Sofia Oliveira. Efeito do aquecimento e acidificação da água do mar na qualidade nutricional do linguado (*Solea senegalensis*). Orientador: Patrícia Anacleto. 2019. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Tecnologia e Segurança Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf>.

ARAÚJO, Jorge Thé de. Octocorais (Cnidaria: Anthozoa) da coleção de cnidaria do Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE). 2016. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48082/3/2016_tcc_jtaraujo.pdf>. Acesso em: 20 Mar, 2022.

Invertebrados aquáticos: a situação de ameaça dos invertebrados aquáticos no Brasil. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.) **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília (DF): MMA; Belo Horizonte (MG): Fundação Biodiversitas, 2008. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumeI/Inv_aquaticos.pdf>. Acesso em: 10 Mar, 2022.

FERREIRA, B. P. *et al.* **Status and trends of coral reefs of the Brazil region**. Separata de: Status of Corals of the World: 2020 Report. chapter 11. Disponível em: < <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2021/11/Chapter-11.-Status-and-trends-of-coral-reefs-of-the-Brazil-region.pdf>>. Acesso em: 22 Mar, 2022

ABDO, D. *et al.* **Status and trends of coral reefs of the Brazil region**. Separata de: Status of Corals of the World: 2020 Report. chapter 8. Disponível em: < <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2021/10/Chapter-8.-Status-and-trends-of-coral-reefs-of-the-Australia-region.pdf>>. Acesso em: 22 Mar, 2022.

Great Barrier Reef Marine Park Authority 2017, **Final report**: 2016 coral bleaching event on the Great Barrier Reef, GBRMPA, Townsville. Disponível em: < <https://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/bitstream/11017/3206/1/Final-report-2016-coral-bleaching-GBR.pdf>>. Acesso em: 22 Mar, 2022.

Great Barrier Reef Marine Park Authority 2019, Great Barrier Reef Outlook Report 2019, GBRMPA, Townsville. Disponível em: < <https://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/handle/11017/3474>>. Acesso em: 22 Mar, 2022.

FERREIRA, B. P. *et al.* **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**: situação atual e perspectivas. Brasília. MMA, 2006. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-fazemos/Monitoramento_dos_Recifes_de_Coral_do_Brasil_Livro.pdf>.

BARREIRA E CASTRO, C. **RECIFES DE CORAL**: avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Departamento de Invertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/parnaabrolhos/images/stories/downloads/Clovis_2000.pdf>. Acesso em: 18 Mar, 2022.