



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Oceanografia

Julia Machado Guimarães

**Mudanças climáticas e comunidades entremarés de costões rochosos –
efeitos da temperatura e hidrodinamismo**

Rio de Janeiro

2023

Julia Machado Guimarães

Mudanças climáticas e comunidades entremarés de costões rochosos – efeitos da temperatura e hidrodinamismo

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Caracterização, Diagnóstico e Evolução de Ambientes Marinhos.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Skinner

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

G963 Guimarães, Julia Machado.
Mudanças climáticas e comunidades entremarés de costões rochosos
– efeitos da temperatura e hidrodinamismo / Julia Machado Guimarães.
– 2023.
52 f. : il.

Orientador: Luis Felipe Skinner.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Oceanografia.

1. Mudanças climáticas - Teses. 2. Correntes de maré - Teses. 3.
Climatologia – Teses. 4. Ecologia Marinha – Teses. I. Skinner, Luis
Felipe. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de
Oceanografia. III. Título.

CDU: 551.58(815.3)

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 7322

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Julia Machado Guimarães

Mudanças climáticas e comunidades entremarés de costões rochosos – efeitos da temperatura e hidrodinamismo

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Caracterização, Diagnóstico e Evolução de Ambientes Marinhos.

Aprovada em 30 de agosto de 2023.

Banca Examinadora: _____

Prof. Dr. Luis Felipe Skinner (Orientador)

Faculdade de Oceanografia - UERJ

Prof.^a Dr.^a. Helena Passeri Lavrado

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Prof.^a Dr.^a. Hana Rosental Zalmon

Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

Rio de Janeiro

2023

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Skinner por ter acreditado e me dado a chance de iniciar o mestrado durante a pandemia, com todas as dificuldades que poderiam surgir sendo resolvidas; por compreender minha limitação de tempo e criar soluções para fazer o melhor possível para executar o trabalho com recursos próprios.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Dinâmica Bêntica da UERJ/FFP, em especial Gessica, Melanie e Paulo por participarem da instalação das estruturas em campo.

Ao programa de pós-graduação da UERJ pela estrutura, organização, oportunidades, eventos e aos professores pelas disciplinas oferecidas, que foram de essencial importância na minha formação.

A minha mãe Tanir, meu pai Valtair e minha irmã Lívia por todo suporte aos meus estudos desde a infância, por incentivar e prestar todo tipo de assistência que me permitiram chegar a um curso de Mestrado.

Ao meu companheiro de vida, amigo e esposo Rafael Ribeiro que muito me incentivou a continuar estudando, iniciar e seguir dando meu melhor no curso, me ajudando diariamente a desenvolver a dissertação.

RESUMO

GUIMARÃES, Julia Machado. **Mudanças climáticas e comunidades entremarés de costões rochosos – efeitos da temperatura e hidrodinamismo**. 2023. 52 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

As comunidades bentônicas do entremarés que habitam costões rochosos estão sujeitas ao impacto de ondas e variações de maré, ficando expostas ao ar durante as baixa-mares, sendo bastante suscetíveis às mudanças climáticas, pois entre as consequências esperadas estão o aumento da frequência de tempestades que podem causar maior hidrodinamismo, além de ondas de calor terrestres. Investigou-se aumento experimental da temperatura do ar em placas de granito gerado pela presença de bordas pretas, brancas e sem bordas, instaladas na faixa de *Tetraclitastalactifera*. Simultaneamente, foi avaliado de que forma diferentes graus de hidrodinamismo podem impactar as comunidades macrobentônicas sésseis, a partir do monitoramento em dois costões menos e mais expostos à ação de ondas, em Itaipu e Piratininga respectivamente, em Niterói - Rio de Janeiro. Este experimento foi conduzido entre março de 2022 e fevereiro de 2023. Algas verdes cresceram mais no costão batido, onde também foram encontrados mexilhões; enquanto cracas se desenvolveram mais rapidamente em ambiente mais calmo. Poucos, ou nenhum organismo se manteve nas placas que apresentaram temperaturas mais altas (até 52,9°C) ao longo do monitoramento. O costão menos exposto possui também um habitat mais heterogêneo e as comunidades das placas foram mais diversas entre si do que no costão mais exposto. As placas pretas de forma geral deixam o substrato mais quente e ao fim do período amostral, estas possuíam o menor número de cracas, especialmente em Piratininga, corroborando as hipóteses testadas. Os efeitos sinérgicos do aumento de temperatura do ar e incidência de ondas parecem mais prejudiciais às comunidades do que quando analisados separadamente. Entretanto, os impactos sobre cada espécie são distintos, sendo necessário que se entenda como cada uma responde a esses efeitos.

Palavras-chave: mudança climática; costão rochoso; organismos entremarés; hidrodinamismo.

ABSTRACT

GUIMARÃES, Julia Machado. **Climate change and intertidal rocky communities – effects of temperature and hydrodynamics**. 2023. 52 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The intertidal benthic communities that inhabit rocky shores are subject to wave action and tidal variations, being exposed to the air during low tides and quite susceptible to climate change effects. Among the expected consequences are the increase in the frequency of storms that increase hydrodynamics and terrestrial heat waves. The experimental increase in air temperature in granite plates generated by the presence of black, white and borderless edges, installed in the *Tetraclita talactifera* fringe was investigated. Simultaneously, it was evaluated how different degrees of wave impact can affect sessile macrobenthic communities, based on monitoring on two shores less and more exposed to wave action, in Itaipu and Piratininga respectively, in Niterói- Rio de Janeiro. This experiment was conducted between March 2022 and February 2023. Green algae grew more on the wave-exposed shore, where mussels were also found; while barnacles developed faster in a calmer environment. Few or no organism remained on plates that showed higher temperatures (up to 52.9°C) throughout monitoring. The less exposed shore also has a more heterogeneous habitat and the plate communities were more different among themselves than on the more exposed shore. The black plates warmer the substrate plate and, at the end of the sampling period, they contained smallest number of barnacles, especially in Piratininga. The combined effects of increased air temperature and wave action seem more harmful to communities than when analyzed separately. However, the impacts on each species are different, and it's necessary to understand how each one responds to these effects.

Keywords: climate change; rocky shore; intertidal communities; hydrodynamics.

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização dos costões.....	15
Figura 2 –	Detalhes dos costões.....	16
Figura 3 –	Placas fixadas nos costões com detalhe da comunidade circundante.....	17
Figura 4 –	Detalhes da montagem das placas.....	18
Figura 5 –	Placas instaladas nos costões.....	19
Figura 6 –	Aferição das temperaturas em campo.....	20
Figura 7 –	Pontos marcados no CPC.....	21
Figura 8 –	Diferentes tipos de algas encontrados.....	31
Figura 9 –	Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) para cirripédios ao longo do experimento.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Temperaturas dos três tipos de placas <i>ex situ</i> ao longo de um dia.....	22
Gráfico 2 –	Média de temperatura nos diferentes conjuntos de placas ao longo do experimento.....	24
Gráfico 3 –	Nível de maré e temperatura máxima do ar em dias que as placas ficaram expostas no horário de maior insolação.....	25
Gráfico 4 –	Média da altura diária de ondas ao longo do experimento.....	26
Gráfico 5 –	Média de indivíduos por grupo de placas ao longo do tempo em Itaipu	27
Gráfico 6 –	Média da cobertura de algas por grupo de placas ao longo do tempo em Itaipu.....	28
Gráfico 7 –	Média de indivíduos por grupo de placas ao longo do tempo em Piratininga.....	29
Gráfico 8 –	Média de cobertura de algas por grupo de placas ao longo do tempo em Piratininga.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Temperatura das placas nas diferentes visitas.....	23
Tabela 2 –	Total de cirripédios encontrados em cada placa durante as visitas de Abril, Maio, Agosto/Setembro e Janeiro/Fevereiro.....	47
Tabela 3 –	Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura por placas em Abril de 2022.....	48
Tabela 4 –	Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura por placas em Maio de 2022.....	49
Tabela 5 –	Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura das placas em Julho de 2022.....	50
Tabela 6 –	Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura das placas em Agosto (Piratininga) e Setembro (Itaipu) de 2022.....	51
Tabela 7 –	Porcentagem de cobertura de algas e número de indivíduos em Janeiro (Piratininga) e Fevereiro (Itaipu) de 2023.....	52

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	08
1	OBJETIVOS E HIPÓTESES	13
2	METODOLOGIA	14
2.1	Teste de temperatura de placas	14
2.2	Área de estudo	14
2.3	Procedimento de campo	17
2.4	Obtenção de dados abióticos	20
2.5	Obtenção dos indicadores biológicos e análise de dados	21
3	RESULTADOS	22
3.1	Análise da temperatura das placas	22
3.2	Análise das condições climáticas e oceanográficas (intensidade de ondas)	24
3.3	Análise das comunidades (fotografias)	26
4	DISCUSSÃO	33
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE A – Dados utilizados para gerar nMDS.....	47
	APÊNDICE B – Contagem Abril.....	48
	APÊNDICE C - Contagem Maio.....	49
	APÊNDICE D – Contagem Julho.....	50
	APÊNDICE E - Contagem Agosto (Piratininga) / Setembro (Itaipu).....	51
	APÊNDICE F - Contagem Janeiro (Piratininga)/Fevereiro (Itaipu) de 2023.....	52

INTRODUÇÃO

A zona costeira é uma interface entre continente, atmosfera e oceano, estando vulnerável a mudanças nestes três grandes componentes do sistema terrestre. É a zona que inclui regiões a até 100 km da costa em cujo litoral vive cerca de 40% da população mundial (SKINNER, 2017). O ambiente marinho das zonas costeiras provém uma elevada e diversificada gama de serviços ambientais, como oferta de alimentos, rota de transporte, conforto térmico, lazer, produtos medicinais entre outros tantos.

Nessa região, os afloramentos rochosos conhecidos como costões rochosos e depósitos sedimentares consolidados conhecidos como recifes formam um importante ecossistema. Limitações ambientais, grande parte relacionadas à água do mar, como deposição de sedimentos, temperatura, salinidade, variação de marés e hidrodinamismo (BERCHEZ *et al.*, 2008; MORENO & ROCHA, 2012), formam nestas regiões, ambientes marinhos com características bastante particulares. Podem formar paredões verticais contínuos ou blocos de rochas fragmentadas (BERCHEZ *et al.*, 2008), que funcionam como recifes rochosos artificiais que provêm estabilidade à região litorânea (PRATES *et al.*, 2012).

São ambientes biologicamente ricos que representam mais de 50% da costa global e são dominados por organismos como mexilhões, lapas e cracas em co-ocorrência com algas marinhas, algumas delas coralinas, outros moluscos, briozoários, equinodermos, esponjas e líquens (WILLIAMSON & GUINDER 2021). Esses organismos ectotérmicos têm suas temperaturas corporais determinadas por uma combinação de condições ambientais tanto atmosféricas como temperatura do ar, quanto marinhas, provenientes da água do mar, além dos efeitos da radiação solar incidente, que pode estar sendo atenuada pela água e material em suspensão ou não (GILMAN *et al.* 2015).

Pela proximidade aos sistemas terrestres, recebem grande quantidade de nutrientes proveniente de sua drenagem, e assim, as comunidades que se instalam nesses ambientes de costões rochosos podem apresentar uma grande produção primária de microfitobentos e de macroalgas, e elevada biomassa (MELO, RAIMUNDO & SANDY, 2018), consistindo em locais de alimentação, reprodução e crescimento de várias espécies e possuindo grande importância econômica e ecológica (BERCHEZ *et al.*, 2008).

No Brasil, esse tipo de formação é constituída por granitos e gnaisses e ocorre em uma ampla faixa de latitude, desde o estado do Maranhão ao Rio Grande do Sul, com área de ~144.475 ha (PRATES *et al.*, 2012), tendo sua maior extensão na região Sudeste e parte da

região Sul, onde o Planalto Costeiro, como a Serra do Mar, atinge a linha de costa (COUTINHO *et al.*, 2016), formando um litoral bastante irregular sustentado por promontórios rochosos e segmentado em ilhas. Na costa sudeste brasileira, onde não há formações recifais verdadeiras, os recifes rochosos no infralitoral representam o principal habitat para peixes recifais, que podem utilizar, durante as marés altas, o entremarés dos costões para abrigo, alimentação e reprodução, e por isso, são importantíssimos na ecologia e dinâmica trófica destes ambientes (FERREIRA *et al.* 2007; FLOETER, KROHLING & GASPARINI, 2007).

Em virtude dos gradientes ambientais decorrentes da variação de marés, os costões são divididos em três regiões distintas: supralitoral, médiolitoral (entremarés ou intertidal) e infralitoral. A faixa entremarés é a mais dinâmica em um costão, caracterizada por flutuações persistentes impulsionadas pelas marés, tanto em fatores abióticos (temperatura do ar e da água, oxigênio e salinidade) quanto bióticos (disponibilidade de alimentos, competição e predação), fazendo deste um habitat fisiologicamente desafiador para organismos residentes (HORN *et al.*, 2021).

Como esse ambiente está sujeito a variações tanto marinhas quanto atmosféricas, as discussões sobre consequências dos efeitos de mudanças climáticas nesses ambientes vêm sendo intensificadas, como redução da salinidade, aumento de temperatura da água e do ar, elevação do nível do mar e aumento da intensidade de ondas (HOLAN *et al.* 2019; BUASAKAEW, CHAN & WANGKULANGKUL, 2021) e a soma dos efeitos climáticos e antrópicos tende a afetar mais intensamente as comunidades entremareais (SANZ-LAZARO *et al.*, 2022).

As mudanças climáticas ocasionadas pela atividade antropogênica tem influenciado a frequência, duração e intensidade de eventos extremos como aumento de ondas de calor e de ondas marinhas, que podem causar distúrbios nas comunidades bentônicas (COLLINS *et al.*, 2019). Modelos de projeções para cenários climáticos futuros indicam que há uma grande possibilidade de modificação na distribuição, via migração em direção aos pólos, de espécies bentônicas tropicais com o aumento da temperatura (RIUL, 2015), o que poderia modificar a estrutura da comunidade afetada e das teias alimentares adjacentes, causando perda de recursos costeiros e diminuição da produtividade pesqueira (IPCC, 2018).

As espécies bentônicas estão experimentando eventos de mortalidade em massa devido ao aquecimento, bem como o declínio no recrutamento de mexilhões e cracas e a redução na abundância de gastrópodes comuns nos costões, como relatado por Petraitis & Dudgeon (2020) no Atlântico Norte, o que tende a causar uma mudança para um ecossistema

menos diversificado em termos de riqueza e complexidade de espécies, cada vez mais dominado por macroalgas (IPCC, 2018).

As zonas entremarés das costas rochosas são especialmente propensas a perturbações associadas a eventos climáticos extremos (SORIA *et al.*, 2023), sendo afetados pelas mudanças climáticas, tanto por meio de mudanças no ar (temperatura, vento e pluviosidade) quanto no oceano (aquecimento e acidificação da água do mar) (LIVORE *et al.*, 2021), e por uma combinação da interação entre estes dois, no caso de ondas de tempestades. Estão em risco alto em relação aos impactos do aquecimento (IPCC, 2022), possuindo baixa capacidade adaptativa ecológica, em função da especificidade do habitat, limitado por condições ambientais extremas e por interações competitivas. Assim, diversas espécies tem respondido a estas mudanças, apresentando mudanças na distribuição regional (AMSTUTZ *et al.*, 2021).

Muitos organismos de comunidades do entremarés vivem próximos de seu limite térmico, podendo servir de sistema de alerta precoce para mudanças climáticas pois, sob os ciclos naturais das marés experimentam variações diárias nas temperaturas do ar e da água do mar (HELMUTH *et al.*, 2006; COUTINHO *et al.* 2016; WANG *et al.* 2020), sendo ambientes com grande potencial para avaliação de seus efeitos (HELMUTH, 2009). Para isso, é importante o monitoramento de alta frequência e longo prazo em locais contrastantes em ecossistemas entremarés rochosos para estudos de mudanças globais, a fim de cobrir a variabilidade espacial e temporal em suas propriedades físico-químicas e respostas biológicas em diferentes escalas (KROEKER *et al.*, 2020).

A incidência de ondas, além de ser responsável por permitir que a vida se instale a níveis mais elevados no costão (FREY, 2011), já que os respingos mantêm úmidas partes mais altas da rocha, também podem alterar a distribuição e abundância de espécies (MASI & ZALMON, 2008). Coutinho *et al.*(2015), sugerem que as mudanças no hidrodinamismo e variações do nível médio do mar irão induzir mudanças no padrão de zonação e alterações na frequência e intensidade de ressacas promoverão distúrbios físicos mais frequentes nos ecossistemas bentônicos, provocando a retirada e/ou fragmentação de organismos, principalmente na região entremarés, dando oportunidade ao desenvolvimento de espécies oportunistas (KRAUFVELIN *et al.*, 2010).

Os costões mais expostos à ação de ondas tendem a ter menor riqueza de espécies quando comparados aos mais protegidos (PINHEIRO-SILVA *et al.*2016; FALCAI & MARCHELLO, 2021), já que a intensidade das ondas dificulta a fixação de organismos mais frágeis nos costões. Melo, Raimundo & Sandy (2018) mencionam que em áreas de alto hidrodinamismo observa-se a predominância de algas com talos ramificados, enquanto

ambientes com baixo hidrodinamismo podem favorecer a fixação e estabelecimento de algas não ramificadas e outras espécies mais frágeis.

A temperatura do ar é um fator crítico na determinação das respostas fisiológicas e sobrevivência nas espécies de algas do entremarés, enquanto a alta temperatura da água do mar pode ter efeitos subletais (ROMÁN *et al.*, 2020). A tolerância à dessecação é um importante fator fisiológico que contribui para a resiliência às ondas de calor e pode não ser positivamente relacionada à tolerância térmica. O estudo realizado por Gruenewald & Denny (2020) em clima temperado na Califórnia – Estados Unidos analisou placas experimentais implantadas na zona entremarés que atingiram 2,7°C acima das comunidades de controle adjacentes. Foi verificada uma diminuição da riqueza de táxons e porcentagem de cobertura de algas filamentosas, mexilhões e herbívoros móveis em relação ao substrato rochoso.

Um dos habitantes mais comuns de costões rochosos ao redor do mundo são as cracas, Crustacea: Cirripedia, que se destacam atuando como espécies-chave e bioengenheiras na dinâmica e estrutura das comunidades (BARNES, 2000). São invertebrados sésseis marinhos que se alimentam principalmente de fitoplâncton em suspensão utilizando cirros. Possuem uma carapaça formada por placas com diferentes graus de fusão, com uma abertura superior denominada opérculo que se fecha durante a emersão. Durante este período, reservam internamente uma quantidade de água para manter sua temperatura e mínimos fisiológicos, além de diminuir a exposição à radiação solar (MELO, RAIMUNDO & SANDY, 2018). Os hábitos alimentares e o ciclo de vida da maioria das espécies de cracas conectam os compartimentos bentônico e pelágico, incrementando sua relevância em estudos de mudanças climáticas e seus efeitos.

Esses organismos formam faixas principalmente na zona entremarés, limitadas, primeiramente, por profundidade e temperatura e, em seguida, a uma série de outros fatores, incluindo exposição a ondas, assoreamento, pH, salinidade, competição e predação (BUCKERIDGE, 2012; PITOMBO & YOUNG, 2011). Como citado acima, as cracas funcionam, muitas vezes, como espécies engenheiras, criando microhabitats, acumulando água e fornecendo abrigo a outras espécies. Por terem ampla distribuição, costumam ser muito utilizadas em estudos de monitoramento ambiental e modelagem ecológica (SKINNER, 2007), sendo altamente sensíveis a eventos extremos de temperatura (IPCC, 2022), já que diferentemente de organismos vágues que podem se esquivar de ambientes com temperaturas mais altas, buscando refúgios, as cracas ficam expostas muito mais intensamente a essa variável (GILMAN *et al.* 2015).

Lathlean, Ayre & Minchinton (2013) demonstraram que o crescimento inicial e a sobrevivência pós assentamento de uma espécie de craca são reduzidos com o aumento da temperatura do substrato. Além disso, o estresse térmico diminui a liberação de larvas em cracas e eventos de calor extremos podem afetar o comportamento de acasalamento (FREUCHET, TREMBLAY & FLORES, 2015; FRASER & CHAN, 2019).

Estudos sobre interações físicas e biológicas nos costões rochosos são importantes para avaliações ambientais, além de amparar o manejo e conservação desses ambientes (VILANO & SOUZA, 2011). Mancuso *et al.* (2023) enfatizam a importância da relação biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas em comunidades entremarés, de forma que sistemas com comunidades mais diversas e homogêneas em termos de abundância de espécies podem ser capazes de mitigar os efeitos de temperaturas extremas, por exemplo.

É provável que o resultado mais frequente dos efeitos interativos de múltiplos impactos nos ecossistemas marinhos seja uma perda de biodiversidade, uma vez que as espécies incapazes de competir com sucesso sob condições ambientais de estresse deverão ser excluídas localmente (REDDIN *et al.*, 2020). As consequentes mudanças na composição da assembleia afetarão a funcionalidade do ecossistema, alterando a produtividade, a estrutura trófica e a ciclagem de nutrientes, podendo levar à simplificação da rede alimentar nas costas rochosas resultando em reduções nos seus serviços ecossistêmicos (KORDAS *et al.*, 2014; PETRAITIS & DUDGEON, 2020).

Experimentos em campo com esse embasamento, mesmo de curto prazo, podem auxiliar a compreensão das respostas ecológicas ao aquecimento antropogênico (PARMESAN, 2006; KORDAS *et al.*, 2014), podendo gerar modelos e previsões sobre seu comportamento a longo prazo. Considerando-se o aumento crescente da perda de espécies e a importância em conservá-la, torna-se necessária a continuidade de estudos descritivos, experimentais, de biologia e fisiologia de organismos em costões rochosos (MORENO & ROCHA, 2012) já que a maioria das ameaças à biodiversidade encontra-se justamente nas zonas costeiras (UCHIYAMA *et al.*, 2014). Apesar disso, poucos estudos têm focado nas respostas das espécies à mudança climática ao longo da costa brasileira (FORTUNATO *et al.*, 2022). Compreender como as comunidades de costões rochosos, no Brasil, devem responder às mudanças climáticas em curso, é essencial para que medidas mitigatórias possam ser discutidas.

1 OBJETIVOS E HIPÓTESES

1.1 Objetivo Geral

Quantificar e descrever a comunidade associada a faixa de *Tetraclitastalactifera* (Lamarck, 1818) e estimar sua resposta ao aumento experimental da temperatura do ar em condições de campo e também, de dois níveis de exposição a ondas.

1.2 Objetivos específicos

- a) Testar se os modos de exposição a ondas e aquecimento experimental do substrato a partir da instalação de placas de granito com bordas brancas, pretas e sem bordas influenciamno desenvolvimento da comunidade macrobentônica sésstil;
- b) •Testar se o aquecimento experimental do substrato e os modos de exposição a ondas produzem diferenças em relação a riqueza e abundância de espécies;
- c) •Verificar se a população de *Tetraclita stalactifera* difere mais quando expostas a mais de um estressor simultaneamente, neste caso, o aumento da intensidade de ondas e da temperatura do substrato.

1.3 Hipóteses

Duas hipóteses foram testadas, sendo elas:

H1: Placas com bordas pretas alcançam temperaturas mais elevadas e apresentam menor número de indivíduos de *Tetraclita stalactifera* em sua faixa característica

H2: O local com maior hidrodinamismo apresenta menor número de espécies e indivíduos

2 METODOLOGIA

2.1 Teste de temperatura das placas

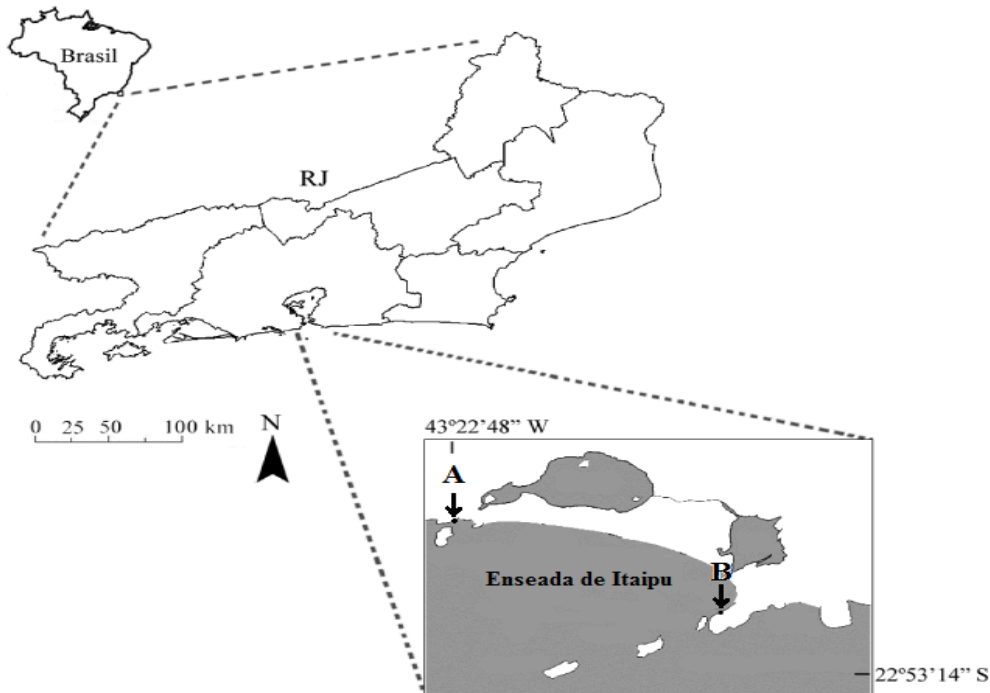
Foi realizado um teste *ex situ* para verificar as diferenças de temperatura registradas nos três diferentes tratamentos que foram utilizados no presente trabalho – placa de granito com borda preta, com borda branca e sem borda, sendo utilizada uma placa de cada tratamento. Em um dia de sol, em que a temperatura máxima do ar foi de 32°C, foram feitas aferições de temperatura na placa de granito de cada tratamento, simultaneamente, a cada meia hora a partir de 15 minutos de exposição ao sol (09:30h) até a estabilização da temperatura (18:30h).

Análises de variância (ANOVA) de um fator foram utilizadas para comparar se as diferenças de temperatura entre os tratamentos foi significativa ao longo de todo o teste e durante o horário de registro de temperaturas mais altas (entre 10:30h e 15h). Também foi realizado o teste Tukey afim de verificar entre quais tratamentos as diferenças foram maiores. Todas as aferições foram feitas com as placas secas, não sendo molhadas nesse experimento. Essas análises foram realizadas na plataforma www.socscistatistics.com.

2.2 Área de estudo

Dois costões (Figura 1) foram escolhidos na região da enseada de Itaipu (22°57'10,0"S 43°06'00,3"O e 22°58'26,1"S 43°02'51,0"O), na chamada parte “oceânica” do município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro. Esta enseada encontra-se limitada a leste pelo morro das Andorinhas, onde encontram-se três ilhas (Menina, Mãe e Pai) e a oeste pela ponta da Galheta, em Piratininga. É caracterizada pela presença de maciços costeiros que possuem relevantes fragmentos de floresta ombrófila densa e de onde se originam as bacias de drenagem do sistema lagunar Itaipu-Piratininga (HIDROSCIENCE, 2019) que deságua na enseada pelo canal de Itaipu, além da influência de massas d'água oceânicas.

Figura 1 - Localização dos costões



Fonte: Adaptado de Braga *et al.*, 2014.

Essa região é adjacente à entrada da Baía de Guanabara, segundo maior sistema estuarino brasileiro, e possui alta importância biológica, sendo prioritária à conservação da biodiversidade (MMA, 2002). A área de estudo faz parte da Reserva Extrativista Marinha (RESEX) de Itaipu, essa região tem a pesca artesanal como importante atividade para a comunidade (BEGOSSI, CAMARGO & CAPRI-JR, 2013; TARDELLI & STEVENSON, 2016). Entretanto, encontra-se em crescente nível de urbanização desde a década de 1970, quando diversos empreendimentos imobiliários começaram a ser construídos, após a inauguração da Ponte Rio-Niterói, que liga a Capital Estadual ao município.

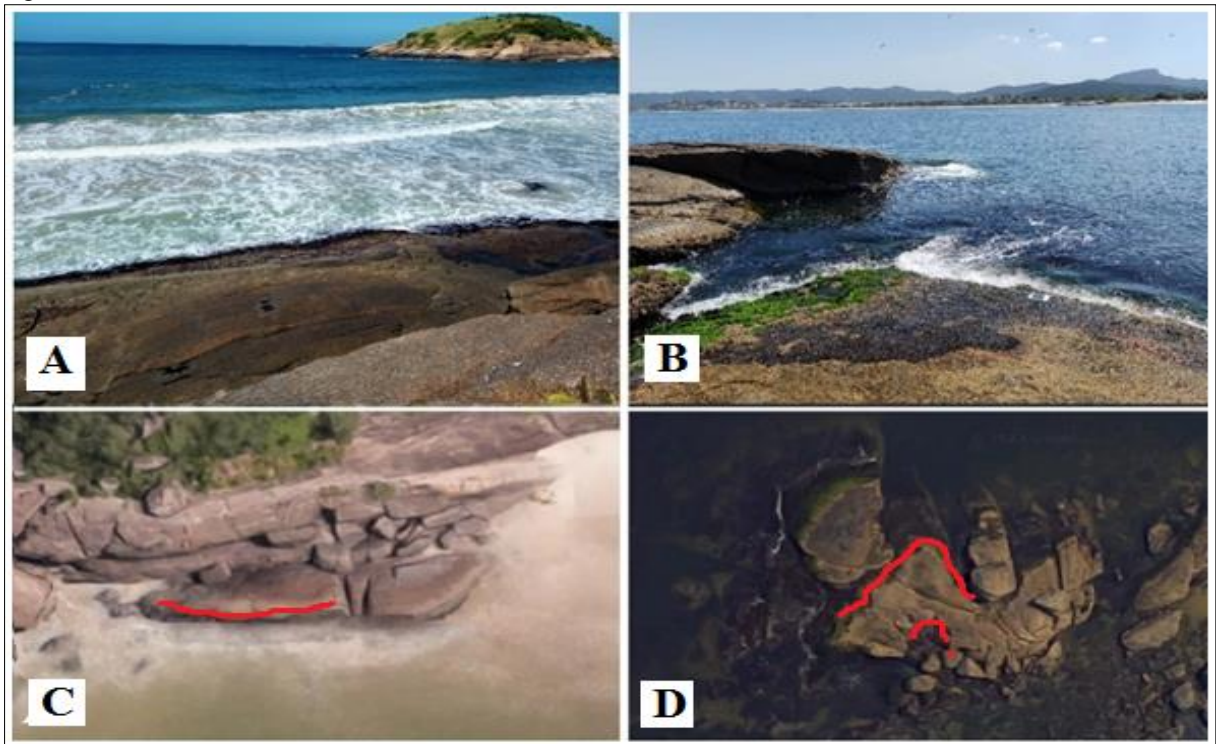
O regime de marés da área de estudo é classificado como semi-diurno com desigualdades diurnas e sob o regime de micromaré, com amplitude de maré de até 1,4 m durante as sizígias (MUEHE, 1989). Na costa Sudeste do Brasil, o empilhamento de águas que formam as chamadas ressacas, ocorre associado aos ventos de sistemas meteorológicos frontais com direção de Sul/Sudoeste. Eccard *et al.* (2017) mostraram variações de ondas em um mesmo período de tempo entre 0,17m e 0,81m em Itaipu e no extremo oeste da praia de Piratininga entre 0,63m e 3,51m, tendo este local ondas até 2,7m maiores do que em Itaipu em um mesmo dia. Em Itaipu, o embasamento cristalino submerso influencia na propagação das ondas, acarretando na arrebentação mais longe da praia (RODRIGUES *et al.*, 2014), além

disso, as ilhas da Menina, Mãe e Pai formam uma barreira natural, propiciando um local mais abrigado e menos dinâmico do que Piratininga, com menor incidência e altura de ondas.

Apesar de existirem na literatura levantamentos sobre a biodiversidade na região das praias do município de Niterói, os estudos em costões rochosos são escassos e pontuais, gerando uma grande lacuna sobre o conhecimento da estrutura e dinâmica destas comunidades (BRAGA et al. 2014).

As placas experimentais foram fixadas em dois costões (Figura 2): um em Piratininga e outro em Itaipu, distantes cerca de 6km. Um costão está a oeste da prainha de Piratininga (A e C), onde a profundidade na enseada diminui de forma gradual, incidindo então ondas intermediárias. Além disso, as placas estavam dispostas de forma linear em uma mesma rocha voltada ao sul. O segundo ficou posicionado a leste da praia de Itaipu (B e D), formado por blocos de rochas de diferentes tamanhos e inclinações, com as placas dispostas em diferentes direções, tendo um ambiente mais heterogêneo do que em Piratininga.

Figura 2 - Detalhes dos costões



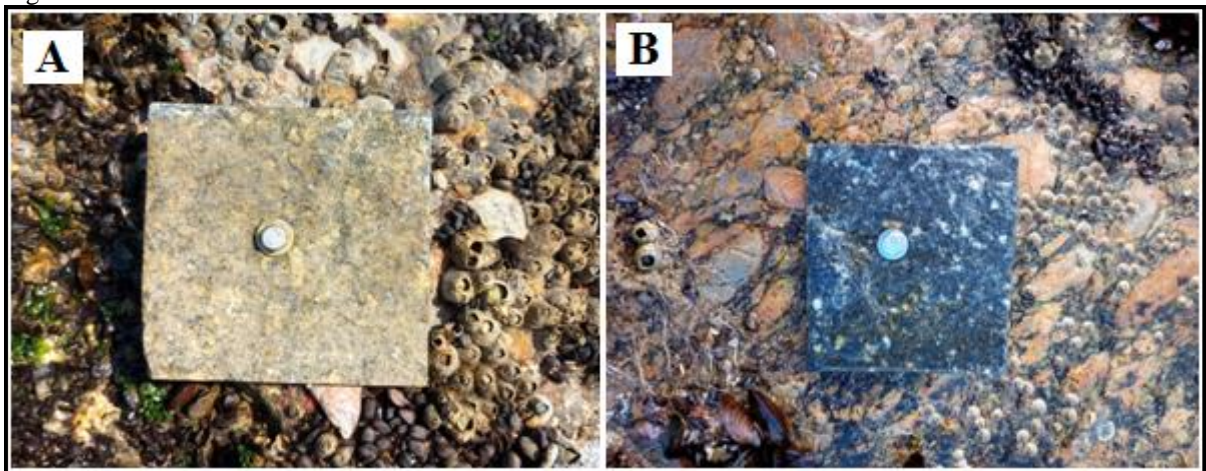
Legenda: A e C) em Piratininga, B e D) em Itaipu. As linhas em vermelho nas imagens de satélite indicam a distribuição das placas nos costões.

Fonte: Imagens de Satélite: Google Maps, 2023. Fotos: A autora, 2022.

2.3 Procedimento de Campo

Em 07 e 17 de março de 2022, durante a maré baixa (<0.5m), foram instaladas em Piratininga e Itaipu, placas de granito comercial para colonização da comunidade incrustante na zona entremarés, onde observa-se uma grande riqueza de macroalgas, cirripédios e moluscos que experimentam intensamente a variação de marés (SAUER-MACHADO, 2006). As cracas do gênero *Tetraclita* (Thoracica: Tetraclitidae) tem seu recrutamento intensificado entre o fim do verão e o outono (SKINNER & COUTINHO, 2002; SKINNER, SIVIEIRO & COUTINHO, 2007). Além disso, o gênero é amplamente distribuído e bem estudado nas regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo (NEWMAN & ROSS, 1976) podendo servir como modelo de estudos e comparações diversas. Portanto, para esse estudo foi escolhida a faixa de *Tetraclitastalactifera* (Lamarck, 1818) como padrão nos dois costões (Figura 3).

Figura 3 - Placas fixadas nos costões com detalhe da comunidade circundante

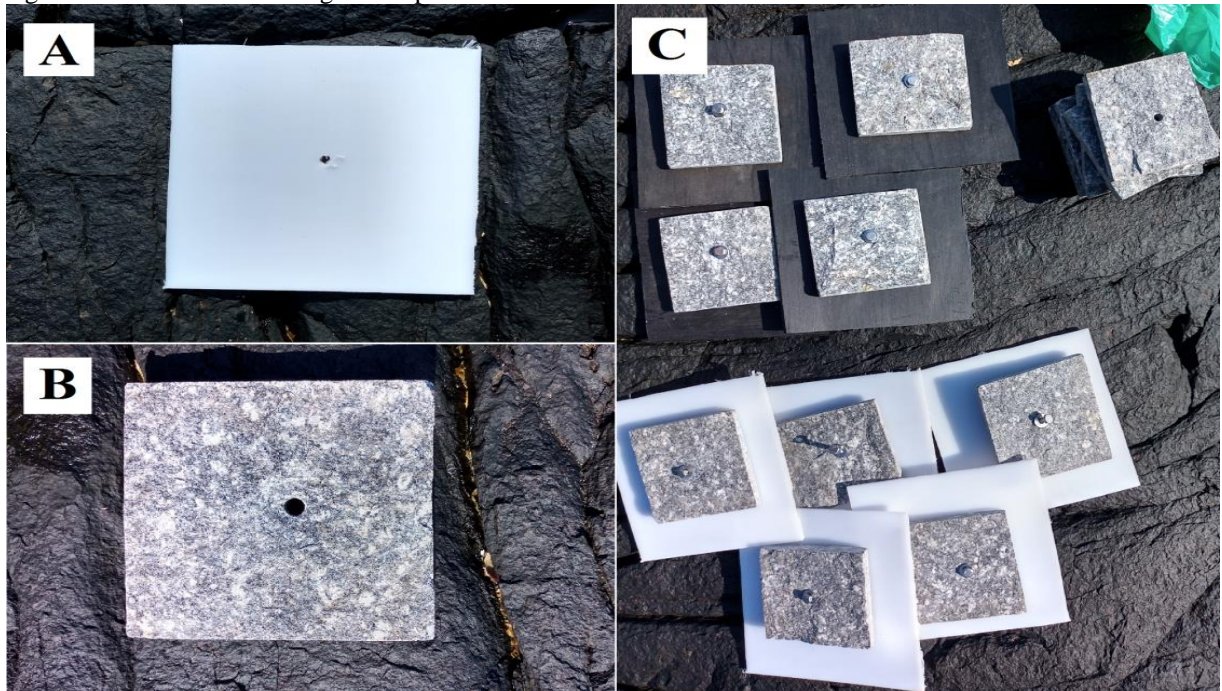


Legenda: (A) –em Itaipu, (B) – em Piratininga
Fonte: A autora, 2022.

Foram confeccionadas placas para colonização adaptadas do procedimento elaborado por Kordaset *al.* (2014), que demonstraram que, durante a submersão, a cor das placas não influencia na diferença de temperatura do substrato. Entretanto, durante a maré baixa, estas temperaturas diferem, com a temperatura das placas brancas aproximando-se muito da registrada para o leito rochoso circundante, enquanto que as placas pretas chegaram a apresentar valores de temperatura 2,9°C maiores. No presente trabalho, foram utilizadas placas de granito natural medindo 11,5 x 11,5 cm, sobrepostas a uma moldura de polietileno

de alta densidade (PEAD) pretas ou brancas, medindo 20 x 20 cm de lado, um terceiro grupo, controle, foi constituído apenas por placa de granito (Figura 4). O conjunto placa de granito e placa de PEAD foi afixado ao costão por meio de parafuso, inserido em um furo central nas placas e bucha fixada no costão.

Figura 4 - Detalhes da montagem das placas



Legenda: (A) placa de PEAD branca, (B) placa de granito, (C) placas montadas.

Em cada costão (Figura 5) foram instaladas aleatoriamente 15 placas, 5 de cada modelo, totalizando 30 placas. Este procedimento visou refletir, e permitir a comparação com os substratos naturais mais comumente encontrados no litoral do Estado do Rio de Janeiro, que de forma geral são do tipo gnaisses (FARIA, 2018). As placas foram identificadas por códigos, que serão citados ao longo do trabalho, e que indicam sua localização: P = Piratininga ; I = Itaipu e o tratamento P = preto; B = branco; V = sem borda.

Figura 5 - Placas instaladas nos costões

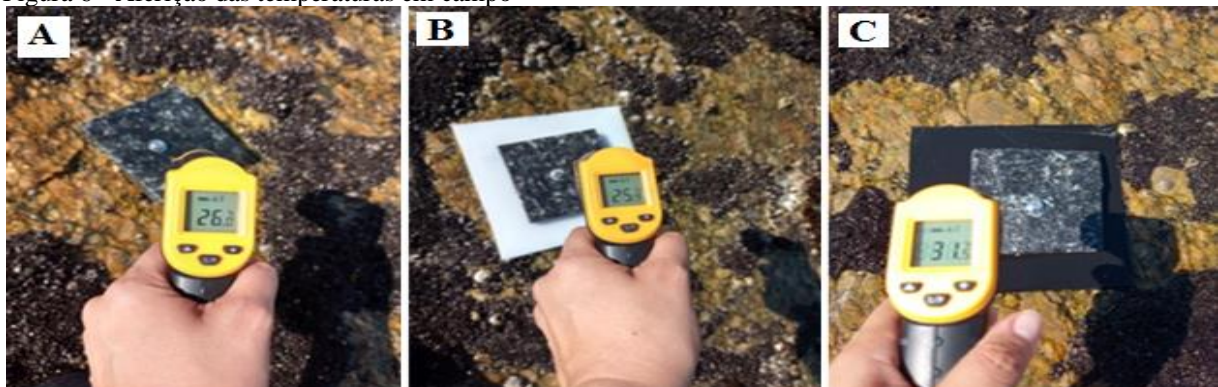


Legenda: (A) Piratininga, (B) Itaipu.

Fonte: A autora, 2022.

As placas foram inspecionadas mensalmente durante maré baixa (<0,5m), quando normalmente os organismos estão expostos às maiores temperaturas. Durante a inspeção, as bordas das placas de PEAD passavam por limpeza com uma espátula, a fim de eliminar espécies que as colonizaram e assim, manter o tratamento de temperatura. As temperaturas das placas foram aferidas com uso de termômetro infravermelho (Soonda A50) ao longo do experimento (Figura 6), sendo feitas três medições em cada placa, em pontos distintos, utilizando-se a média desses valores. Além disso, foram analisadas as médias de cada conjunto de placas a cada visita. Também foi feita amostragem fotográfica em cada placa para estimativa de porcentagem de cobertura de macroalgas e contagem de invertebrados. As fotografias foram tiradas, enquadrando além da placa de granito as bordas e parte do leito rochoso, cerca de 2 a 3 cm além dos limites das placas.

Figura 6 - Aferição das temperaturas em campo



Legenda: Registros feitos em Piratininga antes da colonização. (A) – Temperatura de uma placa sem borda (26°C), (B) – placa com borda branca (25,7°C), (C) – placa com borda preta (31,5°C).

Fonte: A autora, 2022.

2.4 Obtenção de dados abióticos

Pela página do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante o período experimental, foram obtidos dados climatológicos (temperatura do ar mínima e máxima, umidade relativa, e intensidade e direção dos ventos) para a estação Niterói A627, localizada a 11 km dos locais de estudo. A partir dos dados de bóias oceanográficas do SIMCOSTA (RJ3 e RJ4) (<https://simcosta.furg.br>) distantes a cerca de 6 km dos locais de experimento, obtivemos os dados relacionados à intensidade de ondas (altura e período). Os dados de marés foram obtidos através das tábuas de marés disponibilizadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha Brasileira (DHN), para o Porto do Rio de Janeiro, Ilha Fiscal.

Os dados de maré e temperatura máxima do ar diários foram compilados a fim de saber em quantos dias durante o experimento as placas estiveram sob maré baixa nos momentos mais quentes do dia (entre 10:30h e 15h) e para verificar se as diferentes bordas podem ter levado a diferenças relevantes na temperatura do substrato ao longo do processo. Os registros de altura ondas da região foram analisados para inferir se as comunidades nas placas podem ter sido afetadas por eventos de ressaca. De acordo com os dados obtidos pelo SIMCOSTA, ao longo dos 321 dias do experimento, na região, a média da altura de ondas foi de 1,93 m (dp = 0,68), portanto consideraremos como ressaca eventos com ondas acima de 2,5 m.

2.5 Obtenção dos indicadores biológicos e análise de dados

As fotografias obtidas durante cada visita foram analisadas em software para análise de imagens (CPCe 4.0), onde foram estimadas as porcentagens de cobertura de algas com 50 pontos (Figura 7). Foi realizada também a contagem individual de invertebrados e sendo também analisado o número de cirripédios para comparação da similaridade entre as diferentes placas ao longo do tempo a partir de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) no software Past 3.26.

Figura 7 - Pontos marcados no CPCe



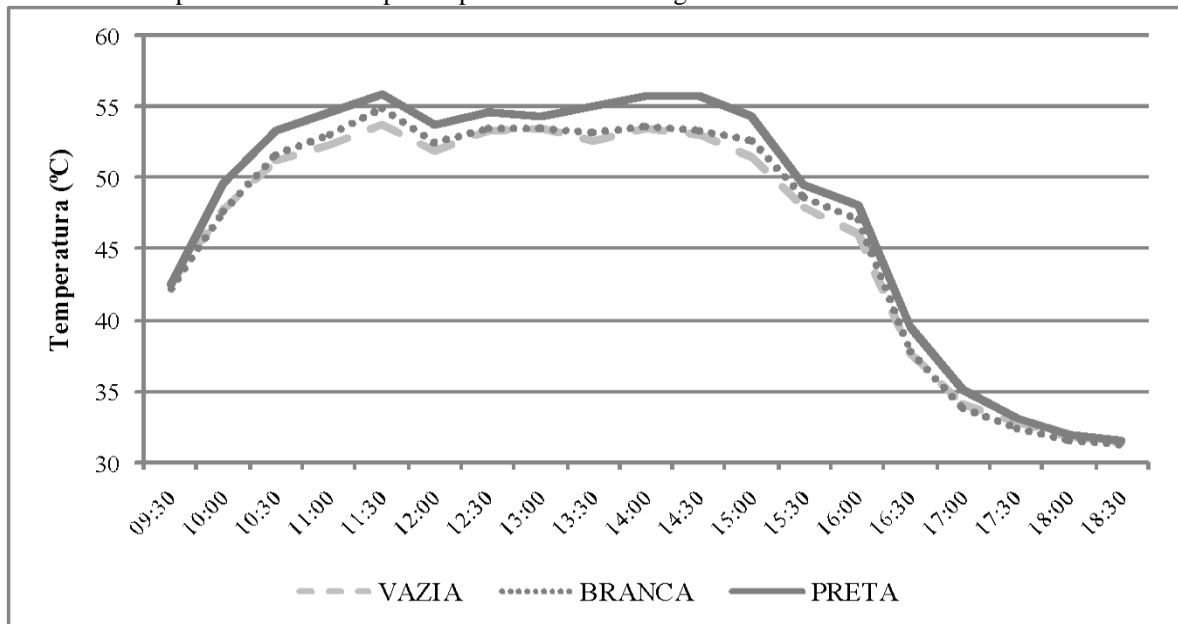
Fonte: A autora, 2022.

3 RESULTADOS

3.1 Análise das temperaturas das placas

O Gráfico 1 mostra as temperaturas registradas no teste *ex situ*, entre 10:30h e 15h as temperaturas estiveram acima de 50°C em todas as placas, com valores excedendo 55°C nas placas pretas chegando a ser até 2,4°C mais quente que na placa branca, quando começaram a reduzir as temperaturas constantemente. Às 16:30h as placas pararam de receber luz solar direta, apresentando valores mais próximos entre si.

Gráfico 1 - Temperaturas dos três tipos de placas *ex situ* ao longo de um dia



Fonte: A autora, 2023.

A ANOVA para as temperaturas do dia inteiro não indicaram diferenças significativas entre os tratamentos ($F = 0,22$; $p = 0,80056$). Entretanto, ao comparar as temperaturas na faixa horária entre 10:30h e 15h, onde todas as placas estiveram acima de 50°C, foram encontradas diferenças significativas ($F = 15,68$; $p = 0,00003$), o teste de Tukey indicou que as diferenças foram mais significativas entre a placa sem borda e preta ($Q = 7,61$; $p = 0,00003$), seguido por branca e preta ($Q = 5,72$; $p = 0,00112$) e não significativa entre branca e sem borda ($Q = 1,89$; $p = 0,38676$).

A seguir, a Tabela 1 apresenta os dados de temperatura e horário referentes às visitas aos costões e as temperaturas médias de cada placa. A maior temperatura registrada nas placas ao longo do experimento foi 52,9°C e a menor foi 18,1°C, ambas em Itaipu.

Tabela 1 - Temperatura das placas nas diferentes visitas

	ITAIPU					PIRATININGA			
	ABRIL	MAIO	JULHO	AGOSTO		ABRIL	MAIO	JULHO	SETEMBRO
T ar (°C)	25,8	19,7	26,6	19,6		24,1	22,1	23,8	20,5
Hora	12:50	09:00	12:50	08:30		11:40	09:30	11:20	09:50
Maré (m)	0,3	0,1	0,3	-0,2		0,4	0,6	0,1	-0,1
Ondas (m)	1,3	1,1	0,7	1,2		2,4	1,3	1,2	1,7
IB1	33,1	25,9	48,8	29	PB1	24,9	NM	31,5	29,8
IB2	24,6	27,3	27,8	31,2	PB2	24,9	NM	30,1	31,3
IB3	24,3	25,1	31,7	24,4	PB3	25,6	NM	25,9	32,4
IP1	33,4	26,6	52,9	27,8	PP1	25,8	NM	39,3	40,7
IP2	24,9	24,2	30,1	25,2	PP2	25,2	NM	31,4	29,8
IP3	24,1	22,8	42	23,3	PP3	25,1	NM	31,0	33,6
IP4	26,3	24,6	45,5	26,7	PV1	26,8	NM	31,4	29,8
IV1	27,5	30	50,7	32,8	PV2	26,3	NM	26,1	30,8
IV2	34,2	26,1	44,5	26,2	PV3	24,1	NM	x	x
IV3	26,1	18,6*	30,8	20,5	PV4	23,3	NM	x	26,8
IV4	24,6	25,6	30,3	29,6	PV5	25,6	NM	26,6	27,2
IV5	24,9	23,6	46,7	24,6	* SOMBREADA				

Legenda: O código das placas a primeira letra indica o local (P – Piratininga; I – Itaipu) e a segunda letra indica o tipo de placa (B – borda branca; P – borda preta; V – sem borda). NM – Não Medida. No campo de valores, onde se tem um X, indica que a placa não foi encontrada. Valores em vermelho: maior temperatura do dia; valores em azul: menor temperatura do dia.

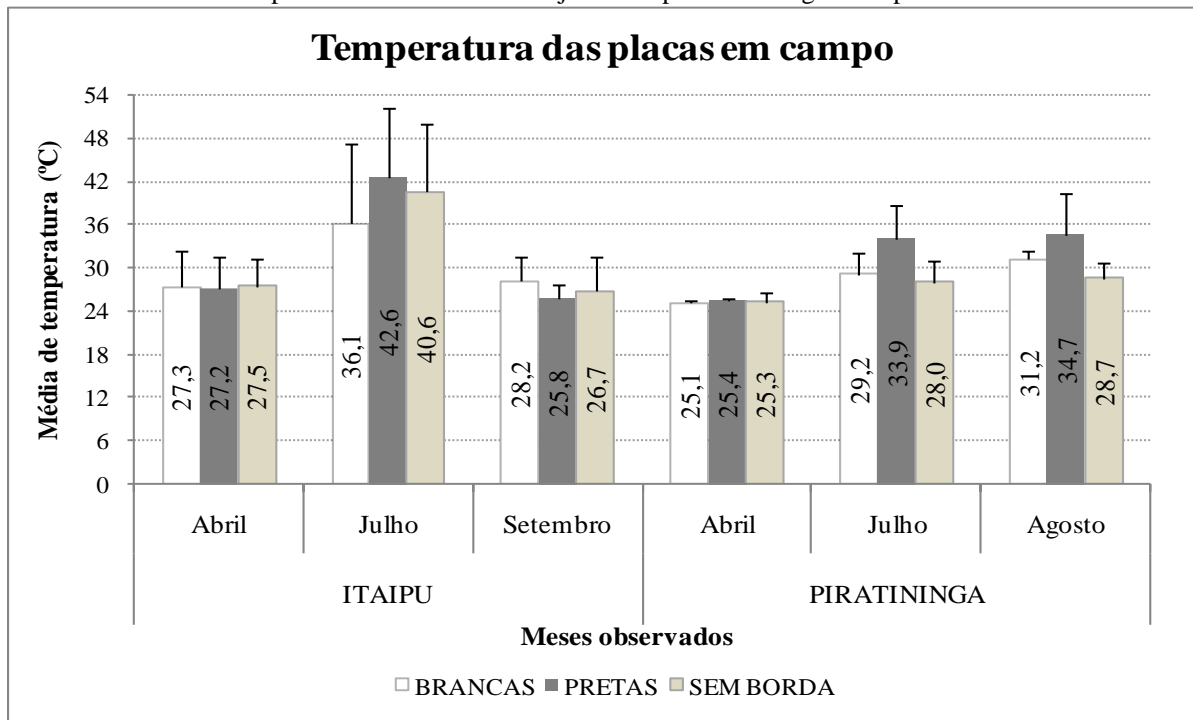
Fonte: A autora, 2023.

Pode-se perceber que a maior temperatura (52,9°C) encontrada durante as amostragens foi em placa preta, sendo 25,1°C mais quente do que a temperatura mínima (27,8°C) para o mesmo dia. Essa temperatura mais elevada foi registrada próximo das 13:00h (GMT -3) em dia de sol, com vento nível 1 na escala Beaufort e temperatura do ar próxima aos 30°C. Já a menor temperatura registrada ao longo do experimento (18,6°C) foi em uma placa sem borda (IV3) antes das 09:00h, com temperatura do ar abaixo dos 20°C, enquanto nessa mesma amostragem a maior temperatura registrada foi de 30,8°C em placa também sem borda (IV1). Em maio e setembro, em condições muito semelhantes de horário e clima, as temperaturas mínima e máxima em Itaipu foram novamente registradas em IV3 e IV1, respectivamente, com cerca de 12°C de diferença entre elas.

Analisando os conjuntos de placas de cada tipo (Gráfico 2), verificou-se que as maiores temperaturas foram de forma geral nas placas pretas, exceto nas visitas de abril e setembro em Itaipu. Em abril foram encontradas temperaturas mais homogêneas entre as

placas, em dia ensolarado próximo ao meio dia, quando as placas estavam recebendo luz solar igualmente, principalmente em Piratininga, onde todas as placas encontravam-se regularmente úmidas por influência de ondas, tendo em média 25,3°C (dp = 0,9), quando a temperatura do ar estava em torno de 24°C. As placas de Itaipu, em julho, registraram as maiores temperaturas do monitoramento, até 13,1°C acima da média geral (29,5°C) e mostraram maior variação entre as placas.

Gráfico 2 - Média de temperatura nos diferentes conjuntos de placas ao longo do experimento



Legenda: As barras pretas indicam o desvio padrão.

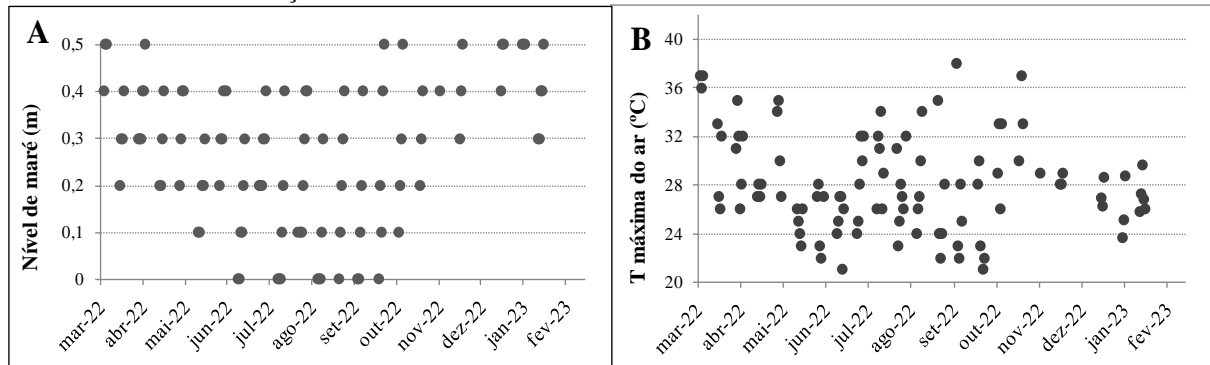
Fonte: A autora, 2023.

3.2 Análises das condições climáticas e oceanográficas (intensidade de ondas)

As temperaturas do ar foram bastante variáveis ao longo do experimento. Como visto no experimento *ex-situ*, as diferenças significativas de temperatura entre as placas se deu no horário de 10:30h às 15h, por isso, foram compilados apenas os dias em que as placas estiveram expostas (maré abaixo de 0,5m) nesse momento do dia, o que se deu em 98 dos 332 dias de experimento. O gráfico abaixo mostram os dados de temperatura máxima do ar e maré mínima nesses dias, durante esse período horário na região.

A temperatura do ar excedeu os 32°C de março a outubro de 2022, exceto em maio e junho, quando as temperaturas mantiveram-se mais amenas, não excedendo 28°C. Em junho as temperaturas passaram a exibir variações maiores, com mais dias de temperaturas baixas. Entre novembro e dezembro de 2022 e janeiro de 2023 as marés estiveram de forma geral mais altas e com temperaturas do ar mais baixas.

Gráfico 3 - Nível de maré e temperatura máxima do ar em dias que as placas ficaram expostas no horário de maior insolação

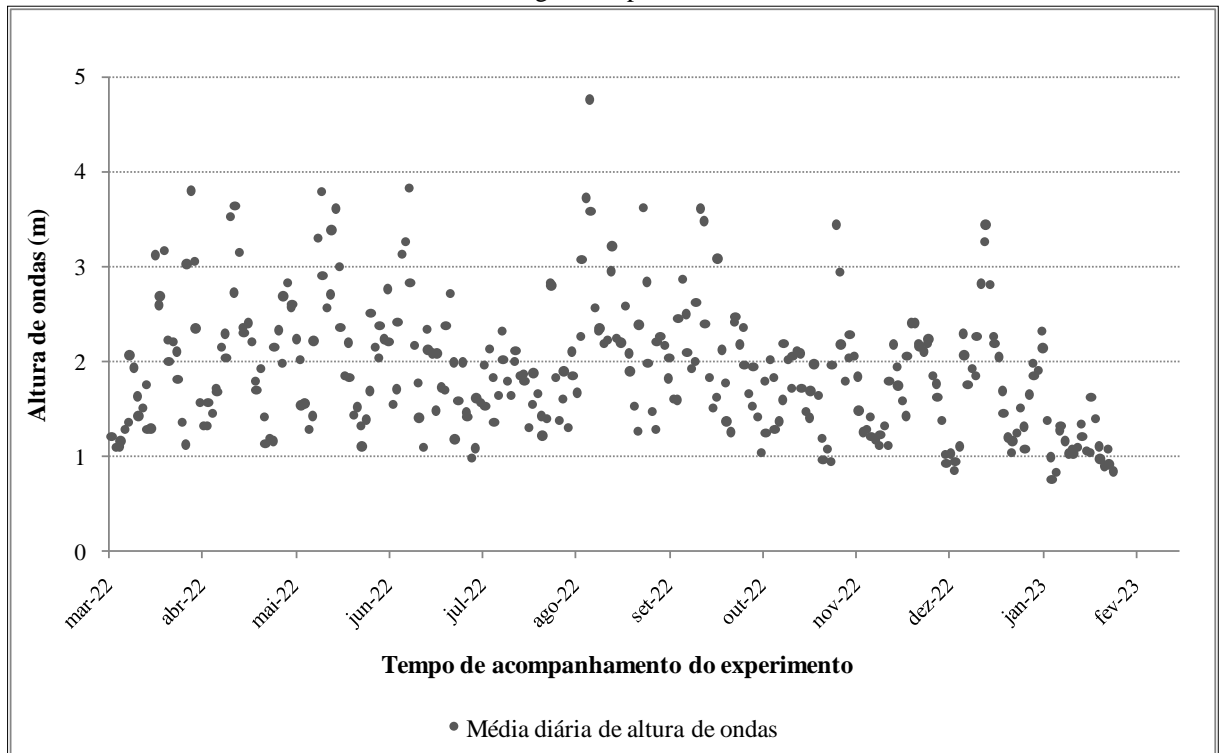


Legenda: (A) Nível de maré mais baixa, (B) Temperatura máxima do ar durante o horário de 10:30h às 15h.

Fonte: A autora, 2023.

Em relação a incidência de ondas (Gráfico 4), a partir dos dados do SIMCOSTA foi visto que entre abril e maio de 2022 foram registradas consecutivos eventos de ressaca na região com ondas de até 4m, com redução da frequência e intensidade entre junho e julho, com ondas não chegando a 3m. Em agosto, voltou a ocorrer dias de ressaca, que foram gradativamente reduzidos a partir de setembro e, a partir do verão, a média de ondas esteve abaixo de 2,5m até a última visita.

Gráfico 4 - Média da altura diária de ondas ao longo do experimento



Fonte: A autora, 2023.

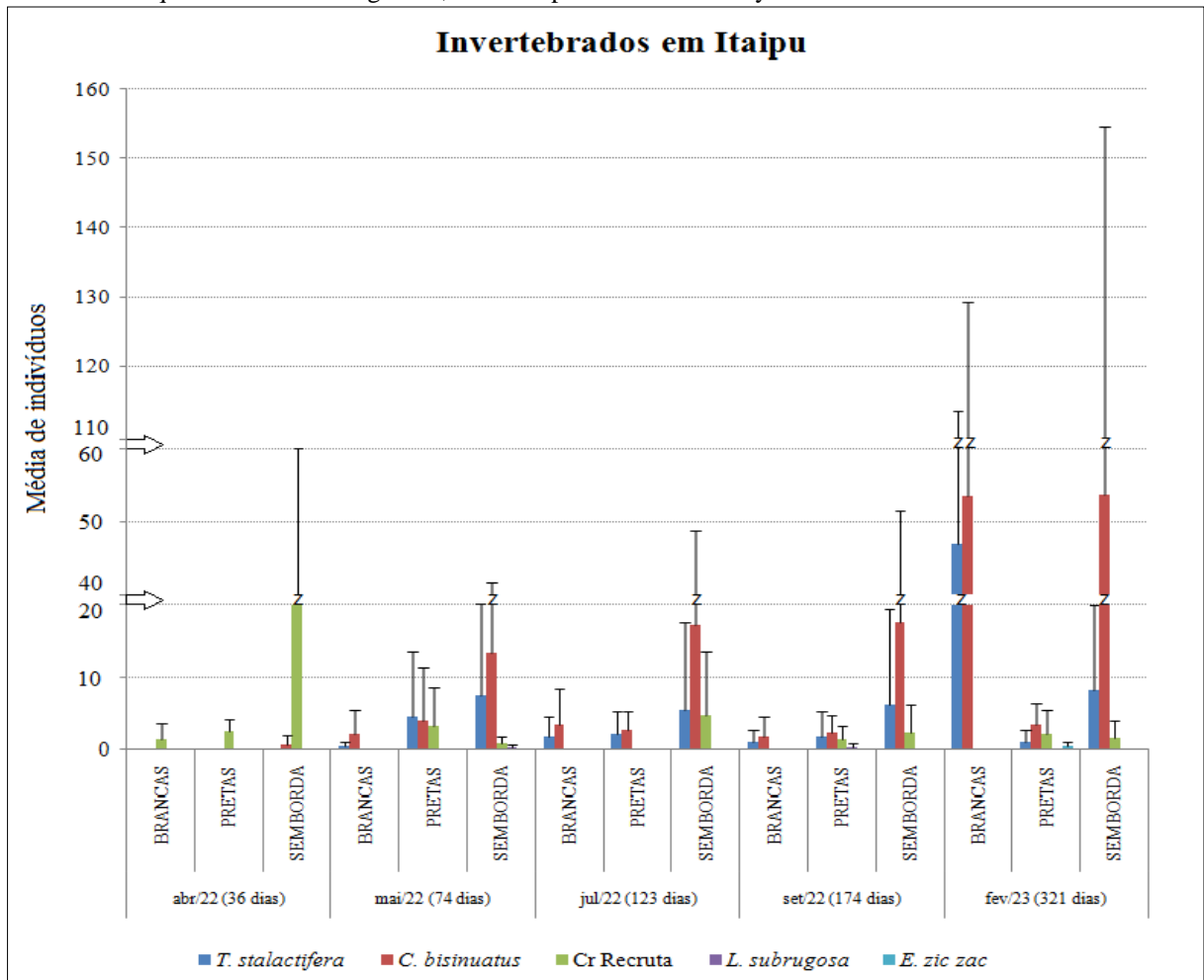
3.3 Análise das comunidades (fotografias)

Das 30 placas instaladas, 18 foram encontradas até a última visita, sendo 10 em Itaipu (três pretas, duas brancas, cinco vazias) e 8 no costão Piratininga (três pretas, uma branca e quatro vazias). A partir da análise das fotografias constatamos diferenças na abundância de espécies encontrada nos costões. Em Piratininga somente foi registrada a presença de *Tetraclita stalactifera* nas placas em janeiro de 2023 e não foram encontradas algas vermelhas, enquanto em Itaipu não foi registrado em nenhuma placa a presença dos bivalves filtradores *Perna perna* (Linnaeus, 1758), apesar de estarem presentes no costão.

Os gráficos 5 e 6 apresentam as médias do número de invertebrados e porcentagem de cobertura de algas, respectivamente, para cada tratamento ao longo do experimento em Itaipu. Pode-se perceber que o recrutamento de cirripédios ocorreu ao longo do ano inteiro, sendo observado com maior intensidade logo após um mês de instalação das placas. A partir de maio, as densidades de invertebrados mantiveram-se em equilíbrio, com aumento do número de cracas entre a primavera e o verão. Em fevereiro de 2023, a média de *Chthamalus*

bisinuatus estava acima de 50 indivíduos nas placas brancas e sem borda, e abaixo de 10 indivíduos nas placas pretas. *Tetraclita stalactifera* também teve destaque nessa visita, com quase 50 indivíduos em placa branca, chegando a quase 10 em placas sem borda e próximo de zero em placas pretas. Antes disso, as placas sem borda apresentavam os maiores números de cirripédios. Apesar de estarem presentes nas placas nos meses de maio e setembro, *Lottia subrugosa* (d'ORBIGNY, 1841) foi pouco abundante, enquanto *Echinolittorina ziczac* (GMELIN, 1791) foi registrada em apenas uma placa, preta, em fevereiro de 2023.

Gráfico 5 – Número médio e desvio padrão (barra vertical) de indivíduos de *Tetraclita stalactifera*, *Chthamalus bisinuatus*, cracas recrutas, *Lotia subrugosa* e *Echinolittorina ziczac* por grupo de placas ao longo do tempo em Itaipu com a quantidade de dias desde a instalação entre parênteses. Atentar para a quebra da escala no gráfico, indicada pelas setas no eixo y.

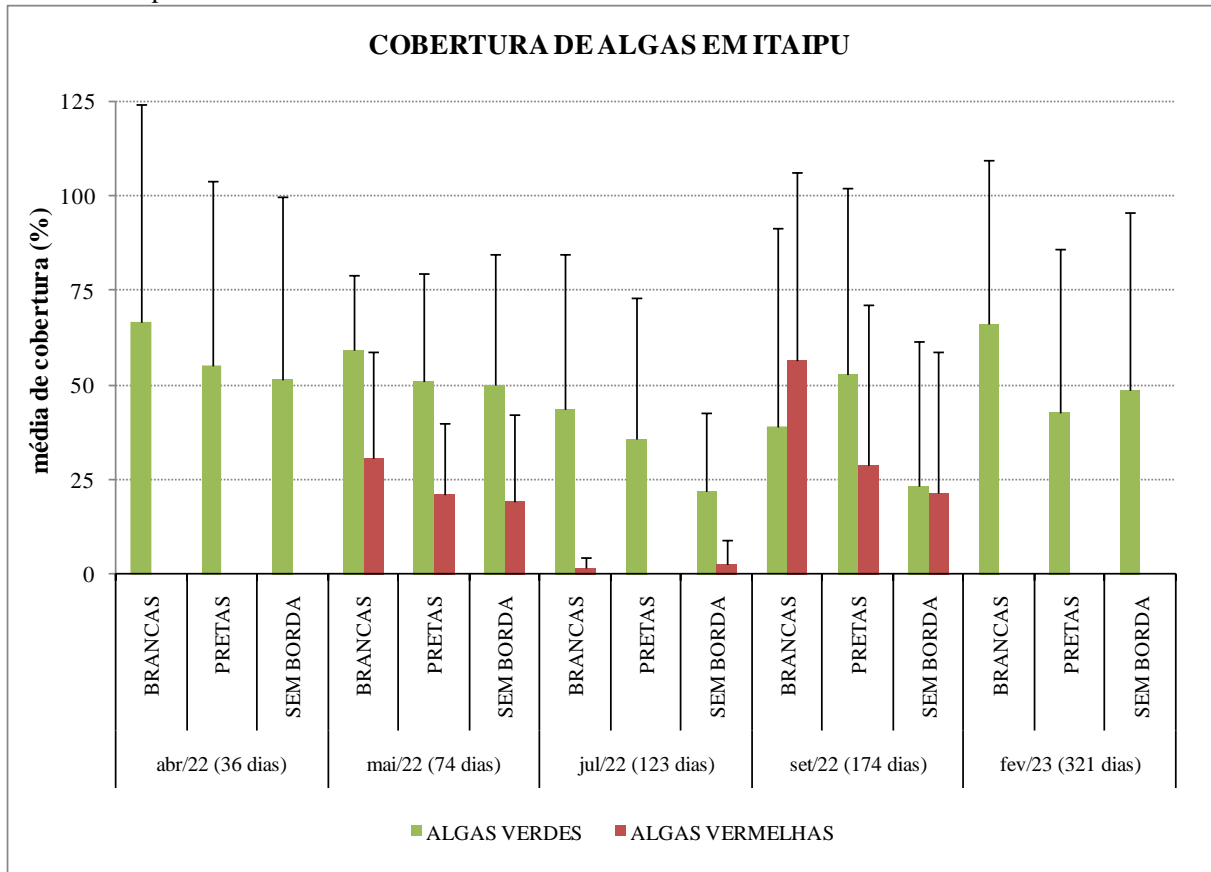


Fonte: A autora, 2023.

A média de cobertura de algas oscilou ao longo do tempo, tendo média próxima de 50% de algas verdes, chegando acerca de 30% em julho. Algas vermelhas foram registradas em maio sendo do tipo filamentosa, quase nulas em julho e aumentando novamente em

setembro, porém sendo do tipo crostosa, não sendo encontradas em fevereiro de 2023. De forma geral, as placas brancas apresentaram maior cobertura, tendo apenas em setembro, algas vermelhas dominantes em relação as verdes.

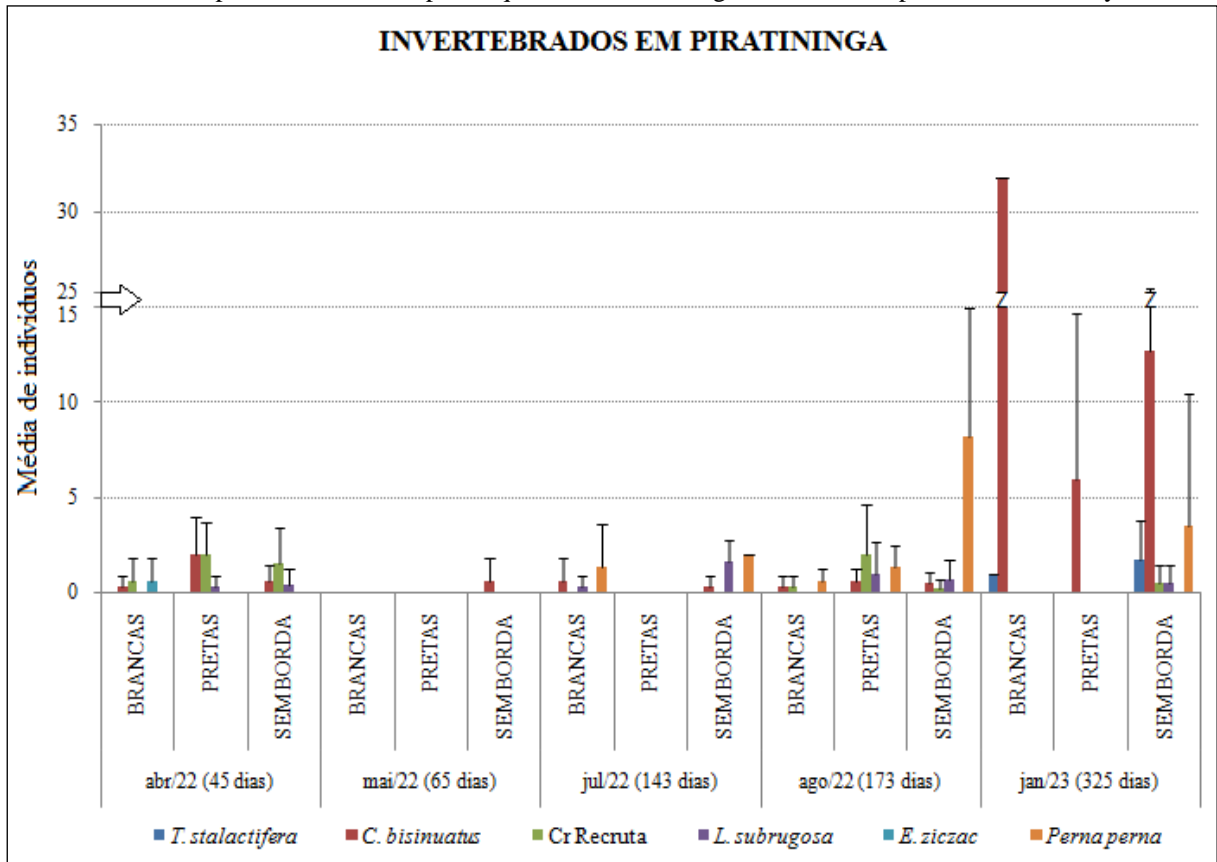
Gráfico 6 - Porcentagem média de cobertura e desvio padrão (barra vertical) de algas verdes e vermelhas por grupo de placas ao longo do tempo em Itaipu com a quantidade de dias desde a instalação entre parênteses.



Fonte: A autora, 2023.

Os gráficos 7 e 8 apresentam as médias do número de invertebrados e da porcentagem de cobertura de algas, respectivamente, para cada tratamento ao longo do monitoramento do experimento em Piratininga. Em maio o número de invertebrados foi menor que em abril, voltando a crescer a partir de julho, quando houve também uma redução expressiva na cobertura de algas e surgiram os primeiros indivíduos de *Perna perna*, que teve o número de espécimes triplicado em 30 dias, entre julho e agosto. Pode-se observar que o maior valor de desvio padrão para este local se dá em *Perna perna*, pois uma única placa (PV4) foi responsável pela maior parte desse número, tendo durante as medições as menores temperaturas. *Lottia subrugosa* foi observada em quase todas as visitas neste local.

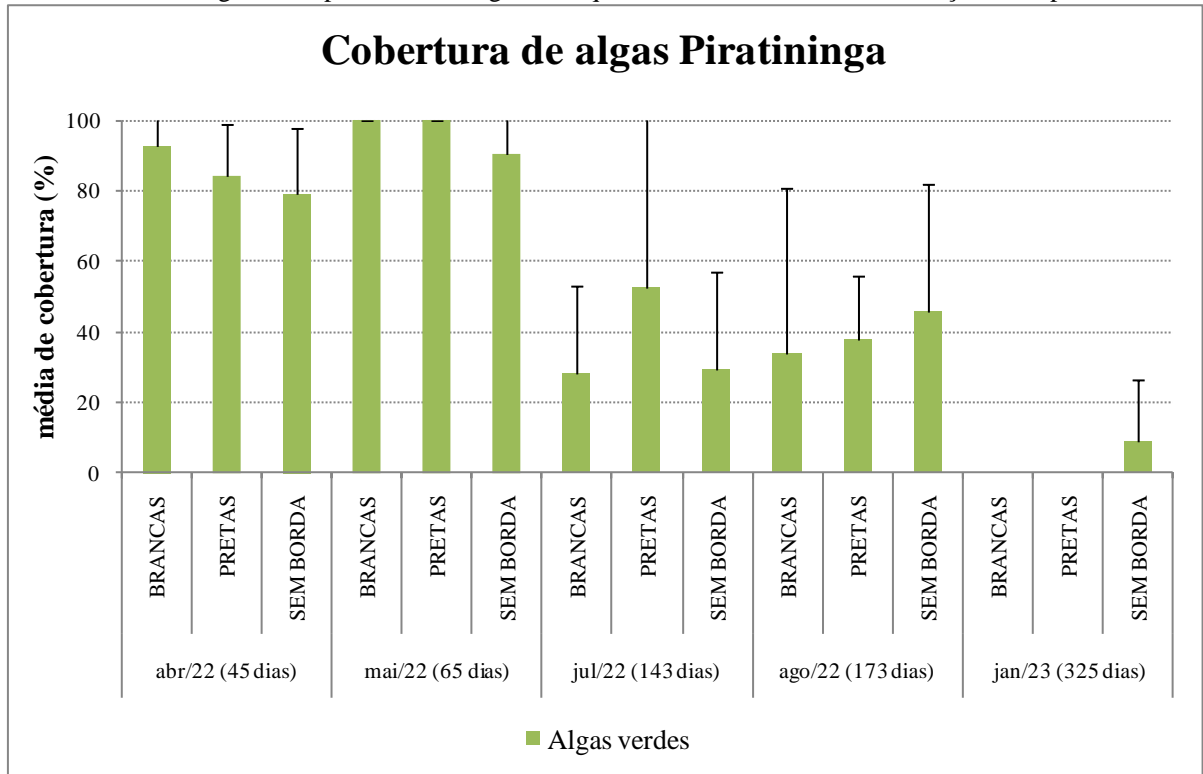
Gráfico 7 - Número médio de e desvio padrão (barra vertical) de indivíduos de *Tetraclita stalactifera*, *Chthamalus bisinuatus*, cracas recrutas, *Lotiasubrugosa*, *Echinolitorina ziczac* e *Perna perna* por grupo de placas ao longo do tempo em Piratininga com a quantidade de dias desde a instalação entre parênteses. Atentar para a quebra da escala no gráfico, indicada pelas setas no eixo y.



Fonte: A autora, 2023.

Em janeiro de 2023 o número de cracas *Chthamalus bisinuatus* (PILSBRY, 1916) foi o mais alto ao longo do experimento, quando a porcentagem de cobertura de algas esteve próxima de zero, a menor observada. Não foram registradas algas vermelhas e a cobertura de algas verdes foi mais intensa em maio, com quase 100% de cobertura na maioria das placas.

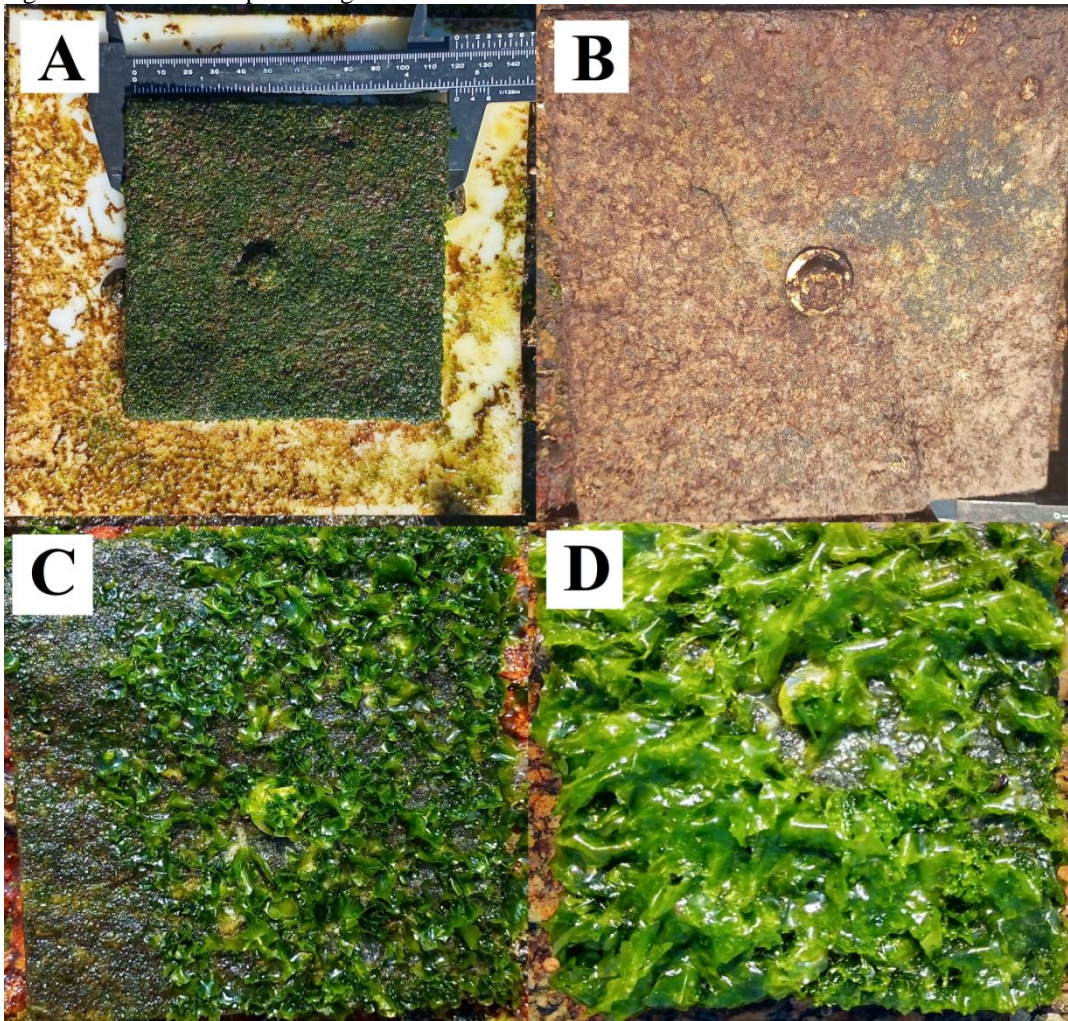
Gráfico 8 - Porcentagem média de cobertura e desvio padrão (barra vertical) de algas verdes por grupo de placas ao longo do tempo em Piratininga como quantidade de dias desde a instalação entre parênteses.



Fonte: A autora, 2023.

A figura a seguir (Figura 8) mostra as diferenças entre as algas encontradas nos diferentes costões. De acordo com a caracterização morfofuncional proposta por Littler, Littler & Taylor (1983), até julho as algas vermelhas dominantes em Itaipu eram filamentosas (A), passando a ser do tipo crostosa em setembro (B). Quanto às algas verdes, em Itaipu encontraram-se as foliáceas *Ulva* sp. predominantemente menores (C) do que em Piratininga (D).

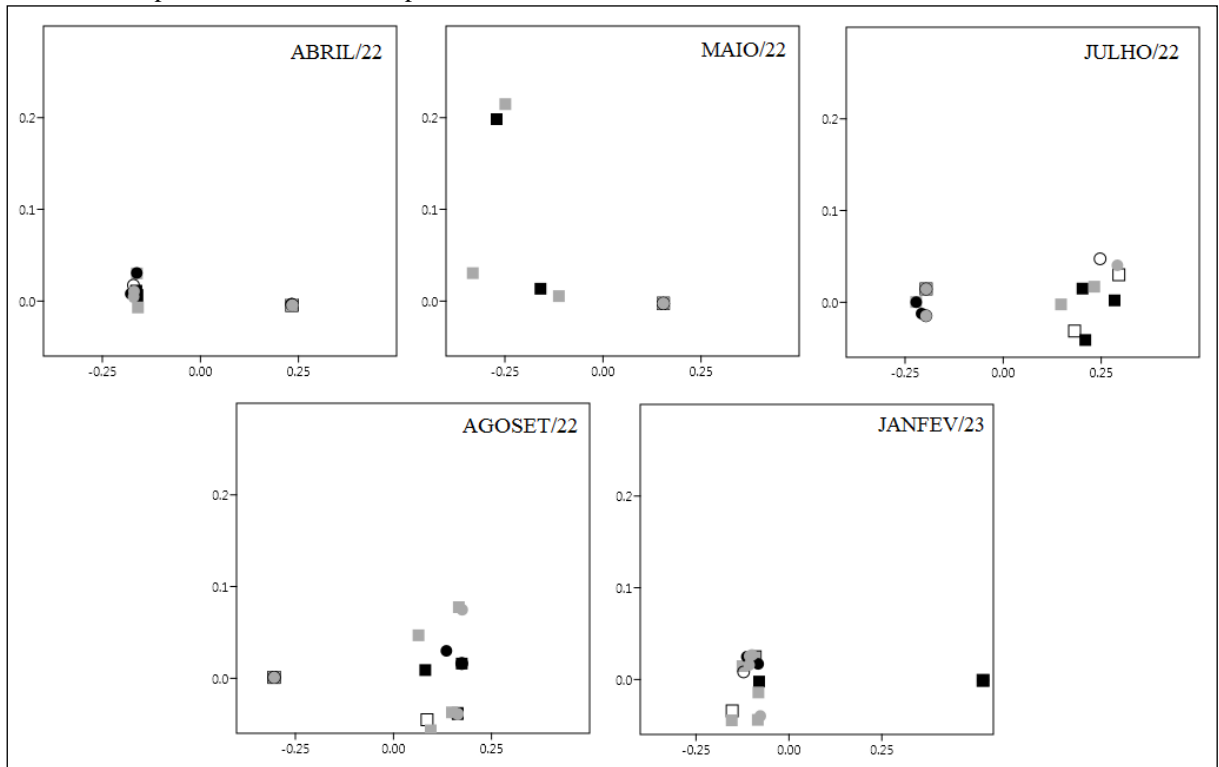
Figura 8 - Diferentes tipos de algas encontrados



Legenda: (A), (B), (C) em Itaipu, em maio, setembro e abril, respectivamente, (D) em Piratininga, abril.
Fonte: A autora, 2022.

Analisando o número de cirripédios separadamente (Figura 9) percebe-se que de forma geral, as placas de Piratininga são mais semelhantes entre si do que em Itaipu, onde as placas foram mais dispersas. Entre o mês de agosto e setembro pode-se notar que há um agrupamento mais definido de placas pretas dos dois locais, enquanto em julho encontravam-se basicamente dois grupos, um mais próximo entre si de placas de Piratininga e outro, mais disperso, de placas de Itaipu.

Figura 9 - Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) para cirripédios ao longo do experimento utilizando Bray-Curtis como índice de similaridade. Círculos representam as placas de Piratininga, enquanto quadrados representam Itaipu; em cinza estão as placas sem borda, em preto, as placas pretas e, em branco, as placas brancas.



Fonte: A autora, 2023.

4 DISCUSSÃO

No presente trabalho pudemos observar tanto diferenças nas comunidades das placas instaladas nos diferentes costões estudados como também entre as placas em um mesmo local. Variações em pequena escala das condições ambientais podem contribuir para criar dinâmicas distintas de populações e comunidades bentônicas do entremarés (DIAS *et al.* 2018). Como visto no presente trabalho, podem ser observadas diferenças superiores a 15°C em uma escala de poucos metros por causa das influências combinadas de radiação solar, temperatura do ar e topografia durante a exposição aérea na maré baixa (CHOI *et al.*, 2019), gerando efeitos nas experiências de organismos individuais. As diferenças entre as comunidades das placas, especialmente em Itaipu onde observou-se alto desvio padrão, indicam a presença de microhabitats nos costões que provém condições ambientais bastante diferentes em um pequeno espaço físico.

As variações na temperatura dos diferentes tipos de placas ocorre principalmente com a incidência de luz solar direta, como demonstrado no experimento *ex-situ* deste trabalho. Portanto, o fator borda preta acabou não demonstrando, diretamente, diferença para o desenvolvimento da comunidade ao longo do tempo. Apesar disso, foi observado que temperaturas extremas podem acarretar mudanças na comunidade. Chan *et al.* (2016) demonstraram que a temperatura corporal de *Tetraclita* durante a emersão pode ser 5°C mais alta que a temperatura do ar e até 8°C mais quente que a temperatura da rocha adjacente, indicando que os indivíduos nesse experimento podem ter experimentado quase 60°C. O estresse subletal, como a exposição a temperaturas altamente variáveis, pode causar efeitos residuais que influenciam a forma como um animal responde a eventos subsequentes e sua aptidão a longo prazo (BARKER, MONACO & MCQUAID, 2021).

Wong *et al.* (2014) constataram que a partir de 45°C de temperatura corporal indivíduos do gênero *Tetraclita* podem entrar em coma induzido por calor, sendo esse fator um papel importante na determinação da história de vida dessas cracas, limitando sua distribuição e abundância. Quando se considera a temperatura do substrato, a elevação pode aumentar a mortalidade pós-assentamento (LEAL *et al.* 2020), especialmente em zonas tropicais onde já vivem próximas a seus limites de tolerância, que são pouco conhecidos. Isso foi observado em Itaipu, quando a placa com maior número de recrutas após o primeiro mês de experimento (IV1) começou a experimentar umas das maiores temperaturas (acima de

30°C) durante as medições, com poucos indivíduos chegando a fase adulta, indicando elevada mortalidade pós recrutamento.

Dal Bello, Rindi & Benedetti-Cecchi (2019), indicam que o tempo desde a última perturbação pode ser um importante preditor de colapso e que a consideração de efeitos históricos em estudos de mudanças de regime pode melhorar amplamente nossa compreensão da dinâmica do ecossistema sob mudanças climáticas. A mortalidade causada por estresse térmico depende não apenas da frequência de eventos de alta temperatura, mas também da taxa de aquecimento e resfriamento experimentado pelos organismos (DENNY *et al.* 2006) que, no caso dos sésseis ou sedentários, será determinada pelo horário das marés baixas, pelo grau de exposição às ondas e pelo clima (HARLEY & HELMUTH, 2003; HARLEY, 2008). Miranda *et al.* (2019) notou que, ondas de calor mais longas podem causar a morte de espécies menos tolerantes à dessecação, mesmo em temperaturas mais baixas, enquanto espécies com maior tolerância ao calor sobrevivem a ondas de calor com temperaturas mais altas e duração mais curta. Tal fato pode explicar a manutenção da maior abundância (até 265 indivíduos) de cirripédios na placa IV2 que, apesar de ter alcançado 44,5°C em julho, ao longo do tempo, apresentou temperaturas intermediárias de forma geral (cerca de 26°C).

Apesar das placas terem sido instaladas na faixa de *Tetraclita stalactifera*, a maior heterogeneidade do ambiente no costão em Itaipu, permitindo a existência de diferentes microhabitats, parece ter proporcionado condições ambientais com maiores diferenças entre as placas. Lathlean & Minchinton (2012) afirmam ser importante levar em consideração uma abordagem abrangente de dados climáticos e oceanográficos, já que os resultados podem ser influenciados por fatores que não sejam as variáveis investigadas. Verificou-se que, em um mesmo horário, os organismos podem experimentar temperaturas bem distintas em um raio máximo de 20m de distância entre uma placa e outra, como por exemplo o que foi observado em Itaipu no mês de julho de 2022.

A temperatura aferida nas placas foi alterada de acordo com a cobertura de algas verdes e parecem ter variado mais com relação a incidência solar direta do que com a temperatura do ar. As diferenças encontradas no registro de temperatura superficial, principalmente em placas densamente colonizadas por algas foliáceas, provavelmente não refletem a temperatura do substrato. Porém, no presente estudo encontraram-se temperaturas das placas consideravelmente maiores (até 25,9°C) que a temperatura aérea e após isso houve um crescimento conspícuo de algas crostosas vermelhas que foram dominantes em relação às algas verdes em placas cujas temperaturas excederam os 27°C e a densidade de *Chthamalus* foi reduzida nas placas que experimentaram temperaturas acima de 46°C.

Weitzman *et al.* (2021) mostraram que macroalgas diminuíram durante períodos de ondas de calor marinha do Pacífico na última década, aumentando o domínio de filtradores. Após o período houve o declínio de algas vermelhas, seguido por um aumento na cobertura de cracas. Essencialmente, a comunidade mudou de um sistema predominantemente autotrófico para um sistema predominantemente heterótrofo/invertebrado, o que parece ter ocorrido no experimento, já que após o mês de julho, quando foram registradas as temperaturas mais altas, houve declínio constante da cobertura de algas e aumento do número de cirripédios.

Os pastadores foram pouco registrados sobre as placas de granito em Itaipu, entretanto eles foram observados nas bordas, indicando sua presença no local. Porém, o fato de serem móveis os permite a busca de refúgios em condições de estresse térmico e, em Itaipu, foram observadas as temperaturas mais altas de forma geral. As placas em Itaipu provavelmente ficam mais tempo expostas ao ar e secas, já que são menos propensas a receber ondas grandes em relação a Piratininga, onde os respingos mantêm o costão úmido por mais tempo.

Mais do que a borda das placas, os microhabitats parecem fazer mais diferença na dinâmica e estrutura da comunidade. A direção para onde estão viradas as placas (norte, sul) podem levar a grandes diferenças de temperatura experimentadas pelos indivíduos (LATHLEAN *et al.* 2015). Meager, Schlacher & Green (2011), concluíram que uma combinação de temperatura do substrato e complexidade topográfica descreve a abundância e diversidade de invertebrados em costas rochosas de maneira precisa. Em Piratininga, com o costão mais homogêneo, as comunidades das placas não foram tão variáveis entre si como em Itaipu, tendo de forma geral cobertura de algas verdes acima de 60% na maioria das placas nos dois primeiros meses, com baixo número de invertebrados, principalmente de cracas.

Tal fato também foi registrado por Skinner & Coutinho (2005), no qual o recrutamento de *Tetraclitastalactifera* foi maior em cavidades do que em relação à margem lisa do substrato, indicando que a heterogeneidade influencia o assentamento desde a seleção larval. Falcai & Marchello (2021) encontraram *Tetraclita stalactifera* em maior abundância em um costão com menor impacto de ondas, enquanto Masi & Zalmon (2008) mostraram que diferentes graus de incidência de ondas podem determinar também sua presença como no presente estudo, que apontou a ausência de *Tetraclita stalactifera* até agosto de 2022 e menor abundância também de *Chthamalus bisinuatus* em Piratininga.

Nos dois costões foi observada uma redução na cobertura de algas e aumento do número de cracas após subsequentes eventos de ressaca intensa entre maio e junho de 2022, o que pode ser explicado pela maior velocidade do fluxo e temperatura da água que aceleram o metabolismo das cracas, implicando no aumento da taxa de crescimento dos indivíduos sob

essas condições (INATSUCHI, YAMATO & YUSA, 2010; NISHIZAKI & CARRINGTON, 2015).

Foi observada bastante variação entre as populações encontradas nas placas antes e após o período de ressacas intensas entre maio e junho, sendo reduzida a cobertura de algas verdes, aumentada a cobertura de algas vermelhas e de cirripédios e apareceram os primeiros representantes dos bivalves filtradores *Perna perna*. Costões expostos às ondas possuem um menor número de habitats, porém há uma alta taxa de produção primária devido à movimentação de partículas pelas ondas (BREHAUT, 1982).

Ulva é uma alga verde que apresenta reprodução acelerada devido ao seu caráter oportunista e alta capacidade de absorção e armazenamento de nutrientes, Shaojun & Tifeng (2008) revelaram que esta espécie é capaz de suportar altas temperaturas sem aparente declínio no rendimento de fluorescência da clorofila. No presente trabalho foram encontradas representantes desse gênero em todas as placas de Piratininga, mostrando rápido crescimento nos primeiros meses do experimento, quando a temperatura aérea esteve mais alta. Algas do gênero *Ulva* podem mostrar taxas de crescimento mais altas em águas relativamente agitadas, por aumento da absorção de nutrientes (PARKER, 1982; BARR *et al.*, 2008), justificando o encontrado no presente trabalho com algas maiores encontradas em Piratininga.

Aumentos locais de oxigênio e pH impulsionados pelas algas podem proteger o microhabitat nas suas frondes, favorecendo assim a sobrevivência de pequenos invertebrados (RAGAZOLLA *et al.*, 2021). Entretanto, no presente estudo, apesar de em Piratininga ser observada alta cobertura de algas maiores em relação à Itaipu, o número de invertebrados foi menor. A presença de macroalgas cria uma barreira física que dificulta a fixação de larvas cípris (JENKINS & HAWKINS, 2003) e favorece a fixação de mitilídeos (HUNT & SCHEIBLING, 1996). Isso pode justificar a baixa densidade de cracas encontradas em Piratininga e explicar ser ainda o único costão onde foram encontrados os mexilhões *Perna perna* nas placas, já que nos três primeiros meses de experimento a porcentagem de cobertura da macroalga verde *Ulva sp.* foi acima de 80%, corroborando ainda com Hammond & Griffiths (2004) e Tam & Scrosati (2014) que encontraram maior densidade de mexilhões em habitats mais expostos à ação de ondas.

Em diferentes pontos nos costões de Itaipu, Reis (2017) encontrou *Tetraclita* em maior abundância em áreas mais expostas, o que pode ser explicado pelo encontrado por Larsson & Jonsson (2006) em um experimento realizado na Suécia, que as larvas cípris tendem a rejeitar ambientes de fluxo que serão subótimos para alimentação em suspensão na fase inicial de

assentamento, o que pode indicar que as nossas placas com maior número de cirripédios estariam sujeitas a um fluxo mais forte de água durante as marés altas. Entretanto, ao longo do experimento, *Tetraclita stalactifera* foi registrada em Piratininga apenas em janeiro de 2023, em um total de 5 indivíduos em duas placas que mantiveram suas temperaturas abaixo dos 28°C ao longo das visitas, indicando que essa espécie pode não se desenvolver bem em condições de hidrodinamismo intenso combinado com altas temperaturas. Ou seja, o fluxo de água é importante para o desenvolvimento de cirripédios, porém há um limite que ainda precisa ser explorado.

Os resultados encontrados mostraram diferentes estágios de sucessão nas comunidades bentônicas em estágios iniciais, caracterizados por espécies de crescimento rápido, como algas filamentosas e foliáceas (BRAGA *et al.*, 2014) que foram vistos nos primeiros meses de experimento. Além disso, como descrito por Evans *et al.* (1993), invertebrados sésseis filtradores, como *Perna perna*, tendem dominar comunidades marinhas na etapa final de sucessão e eles foram encontrados após três meses de instalação, com crescimento rápido. A intensidade de ondas pode intermediar a sucessão ecológica nos costões, já que em ambientes mais expostos a tendência de retirada dos organismos pela força mecânica das ondas compromete a estabilidade da comunidade.

Wang (2020) sugere que, sob o aquecimento global e sem seleção adaptativa, é provável que as populações da zona entremarés localizadas atualmente nos pontos quentes diurnos podem tornar-se localmente extintas, causando alterações na distribuição vertical das espécies. Há possibilidade de que os impactos causados pelas mudanças climáticas futuras sejam altamente específicos para certos indivíduos com base em sua exposição ou proteção relativa dentro do mosaico (MILLER & DOWD, 2019), o que pode não levar a uma mudança rápida nas comunidades, mas que ao longo do tempo, pode vir a impactar genética ou fenotipicamente as espécies. As consequentes mudanças na composição da assembleia afetarão a funcionalidade do ecossistema, alterando a produtividade, a estrutura trófica e a ciclagem de nutrientes, com potenciais retroalimentações para o sistema climático, bem como reduções nos serviços ecossistêmicos (KORDAS *et al.*, 2014). A soma de diversos fatores leva ao sucesso ou declínio de uma espécie em um ambiente, logo, quanto mais fatores causarem estresse, maior deverá ser a perda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esperado, as comunidades nos dois costões foram diferentes, principalmente em número de cirripédios. Em Piratininga o fluxo de água maior, principalmente entre o outono e inverno de 2022, manteve as placas úmidas por mais tempo e propiciou o desenvolvimento de algas verdes em detrimento de invertebrados. *Tetraclita stalactifera* foi registrada em Piratininga apenas em Janeiro de 2023, após época do ano em que as ondas se mantêm menores, enquanto em Itaipu estiveram presentes com maior abundância em todas as visitas, indicando que essa espécie pode se desenvolver melhor em condições de menor hidrodinamismo. Ainda que, no presente trabalho, o número de cracas tenha sido baixo em Piratininga mesmo após a redução da cobertura de algas, a estimativa fotográfica em placas com alta porcentagem de cobertura pode ocultar dados sobre espécies que estejam abaixo destas, sendo interessante para reprodução do experimento aqui realizado que, em campo, essas placas sejam examinadas manualmente a fim de evitar dados incompletos.

Inicialmente, o costão em Itaipu se mostrou mais vantajoso ao desenvolvimento de cracas com alto recrutamento observado logo no primeiro mês de experimento. Entretanto, por ficarem mais tempo expostas, algumas placas podem ter alcançado temperaturas acima do limite de tolerância térmico, ainda desconhecido na região. Nas placas que, ao longo do experimento, ocorreram médias mais altas de temperatura, poucos organismos se estabeleceram, demonstrando que a temperatura é um fator limitante a sobrevivência e permanência das espécies nos costões.

De forma geral, as hipóteses testadas foram aceitas, já que no experimento *ex situ* foi visto que as placas pretas alcançam temperaturas significativamente maiores que as outras e em média também foram mais quentes em campo. Na última visita, após quase um ano de instalação, foi visto que o número médio de cirripédios foi consideravelmente menor nas placas pretas nos dois costões, com o número de *Tetraclita stalactifera* próximo de zero nesse conjunto. Com a amostra obtida pelo presente trabalho, o número de espécies não foi diferente entre os costões, entretanto, a abundância de cirripédios foi notavelmente maior em Itaipu.

Para resultados mais exatos, a metodologia de distribuição das placas em Itaipu deveria ter sido feita em blocos, por causa da heterogeneidade do ambiente. É possível que, dessa maneira, sejam encontradas diferenças significativas entre as comunidades das placas com bordas pretas e brancas, pois seriam retiradas as variações dos microhabitats. Além disso,

é interessante que se instale um número de placas mais alto nos dois ambientes, já que a perda de réplicas pela ação das ondas deixou um número baixo para ser analisado e ter resultados mais assertivos.

Ainda faltam dados sobre como essas espécies reagem ao estresse térmico em termos fisiológicos, sobretudo em regiões tropicais. Os impactos sobre cada espécie são distintos, portanto é necessário que se entenda como cada uma responde a esses efeitos. Fica demonstrada a importância de se analisar os efeitos das mudanças climáticas em diferentes costões rochosos numa mesma região, já que estes podem ser intensificados pelas condições locais. Salienta-se que mais análises de longo prazo são essenciais para compreender os efeitos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- AMSTUTZ, A. *et al.* Facing up to climate change: Community composition varies with aspect and surface temperature in the rocky intertidal. **Marine Environmental Research**, v. 172, 2021.
- BARKER, C.; MONACO, C. J.; MCQUAID C. D. Exposure to fluctuating temperature increases thermal sensitivity in two lineages of the intertidal mussel *Perna perna*. **Marine Ecology Progress Series** V. 668, p. 85-95, 2021.
- BARNES, M. The use of intertidal barnacle shells. **Oceanography and Marine Biology**, v. 38, p. 157–187, 2000.
- BARR N.G. *et al.* Wave surge increases rates of growth and nutrient uptake in the green seaweed *Ulva pertusa* maintained at low bulk flow velocities. **Aquatic Biology** v. 3, p. 179-186, 2008.
- BEGOSSI, A.; CAMARGO, E.; CAPRI-JR, S. **Os mapas da pesca artesanal: pescueiros e pescadores do Brasil**. São Carlos: RiMa Editora, FAPESP, 166 p. 2013.
- BERCHEZ, F. *et al.* Possíveis impactos das mudanças climáticas globais nas comunidades de organismos marinhos bentônicos da costa brasileira. *In*: BUCKERIDGE, M. S, org. **Biologia & mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: RiMa Editora, 2008. p.167-180.
- BRAGA, A.C.S. *et al.* Composição e estrutura da comunidade fitobentônica do infralitoral da praia de Itaipu, Niterói, Brasil: subsídios para monitoramento e conservação. **Iheringia**, Ser. Bot., v. 69, n. 2, p. 267-276, 2014.
- BREHAUT, R. N. Ecology of rocky shores. *In*: **Studies in Biology**, V. 139: 44–51. Edward Arnold, London, 1982.
- BUASAKAEW, N.; CHAN, B. K. K.; WANGKULANGKUL, K. Why Are Barnacles Common on Intertidal Rocks but Rare in Rock Pools? Effect of Water Temperature, Salinity, and Continuous Submergence on Barnacle Survival in Indian Ocean Rock Pools. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 2021.
- BUCKERIDGE, J. S. Opportunism and the resilience of barnacles (Cirripedia: Thoracica) to environmental change. **Integrative Zoology**, v. 7, p. 137–146, 2012.
- CHAN, B. K. K. *et al.* A simplified biomimetic temperature logger for recording intertidal barnacle body temperatures. **Limnology Oceanography: Methods**, v. 14 , p. 448–455, 2016.
- CHOI, F. *et al.* Mapping physiology: biophysical mechanisms define scales of climate change impacts. **Conservation Physiology**, v. 7, n. 1, 2019.
- COLLINS M. *et al.* Extremes, Abrupt Changes and Managing Risk. *In*: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. PÖRTNER, H. O.; D.C. ROBERTS; V. MASSON-DELMOTTE; P. ZHAI; M. TIGNOR; E. POLOCZANSKA; K. MINTENBECK; A. ALEGRÍA; M. NICOLAI; A. OKEM; J. PETZOLD; B. RAMA; N.M. WEYER; orgs. p. 589-655. 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/srocc/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

COUTINHO, R., *et al.* Monitoramento de longo prazo de costões rochosos. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R., orgs. **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros**– Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, pp. 180-193.

COUTINHO, R.; *et al.* Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. sp2, p. 27-36, 2016.

DAL BELLO, M.; RINDI, L.; BENEDETTI-CECCHI, L. Temporal clustering of extreme climate events drives a regime shift in rocky intertidal biofilms, **Ecological Society of America**, v. 10, n. 2, 2019.

DENNY, M.W.; MILLER, L.P.; HARLEY, C.D.G. Thermal stress on intertidal limpets: long-term hindcasts and lethal limits, **The Journal of Experimental Biology**, v. 209, p. 2420-2431, 2006.

DIAS, G.M. *et al.* Environmental heterogeneity at small spatial scales affects population and community dynamics on intertidal rocky shores of a threatened bay system, **Ocean & Coastal Management**, v 164, p. 52-59, 2018.

ECCARD, L. R.; SILVA, A. L. C.; SILVESTRE, C. P. Variações morfológicas nas praias oceânicas de Niterói (RJ, Brasil) em resposta a incidência de ondas de tempestades. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n. 1, p. 41-55, 2017.

EVANS, S.M. *et al.* Evidence of change in some rocky shore communities on the coast of Ghana. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.172, p. 129-141, 1993.

FALCAI, B.R.; MARCHELLO, A.E. Diferenças nas comunidades de entremarés de costões rochosos em Ubatuba, SP, Brasil, **Biociências**, v. 27, n. 1, p. 29-41, 2021.

FARIA, A.P. Dinâmica morfológica da costa rochosa do Estado do Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 1, 2018.

FERREIRA, C. E. L. *et al.* Peixes Recifais. In: CREED, J. C., PIRES, D. O., & FIGUEIREDO, M. A. O (Org.). **Biodiversidade Marinha da Ilha Grande**. Ministério do Meio Ambiente. p. 293- 322, 2007.

FLOETER, S. R.; KROHLING, W. E.; GASPARINI, J.L. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. **Environmental Biology of Fishes**. V. 78. 147–160, 2007.

FORTUNATO, H. F. M. *et al.* Abnormal average increase in sea surface temperature may promote the first documented mortality event of a marine sponge in the Southeastern Brazil., **Biota Neotropica**, v. 22, n. 3, 2022.

FRASER, C.M.L.; CHAN B.K.K. Too hot for sex: mating behaviour and fitness in the intertidal barnacle *Fistulobalanus albicostatus* under extreme heat stress. **Marine Ecology Progress Series**, v. 610, p. 99-108, 2019.

FREUCHET, F.; TREMBLAY, R.; FLORES A.A.V. Interacting environmental stressors modulate reproductive output and larval performance in a tropical intertidal barnacle. **Marine Ecology Progress Series**, v.532, p. 161-175, 2015.

FREY, G. Variação na riqueza de espécies entre e dentro de zonas em ambiente de costão rochoso. In: **Prática de Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica**, 5ª Ed, IB-USP, 2011. Disponível em: <<http://ecologia.ib.usp.br/curso/2011/pi.html>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

GILMAN, S. *et al.* Body temperatures of an intertidal barnacle and two whelk predators in relation to shore height, solar aspect, and microhabitat. **Marine Ecology Progress Series**, v. 536, p. 77-88, 2015.

GRUENEWALD, D.E.L; DENNY, M.W. Long-term mechanistic hindcasts predict the structure of experimentally-warmed intertidal communities. **Oikos Journal**, v. 129, n. 11, p. 1645-1656, 2020.

HAMMOND, W., GRIFFITHS, CL Influence of wave exposure on South African mussel beds and their associated infaunal communities. **Marine Biology**, v. 144 ,p. 547–552, 2004.

HARLEY, C.D.G.; HELMUTH, B.S.T. Local- and regional-scale effects of wave exposure, thermal stress, and absolute versus effective shore level on patterns of intertidal zonation, **Limnology Oceanography**, v. 48, n. 4, p.1498-1508, 2003.

HARLEY, C.D.G. Tidal dynamics, topographic orientation, and temperature-mediated mass mortalities on rocky shores, **Marine Ecology Progress Series**, v. 371, p.37-46, 2008.

HELMUTH, B. From cells to coastlines: how can we use physiology to forecast the impacts of climate change? **The Journal of Experimental Biology**. v. 212, p. 753-760, 2009.

HELMUTH, B. *et al.* Living on the Edge of Two Changing Worlds: Forecasting the Responses of Rocky Intertidal Ecosystems to Climate Change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 37, p.373-404, 2006.

HIDROSCIENCE Consultoria e Restauração Ambiental Eireli. 2019. **Identificação da espessura e qualidade do lodo das lagoas de Piratininga e Itaipu**. Porto Alegre, RS, 2019.

HOLAN, J.R. *et al.* Increased sensitivity of subantarctic marine invertebrates to copper under a changing climate - Effects of salinity and temperature, **Environmental Pollution**, v. 249, p. 54-62, 2019.

HORN, K.M. *et al.* Effects of Intertidal Position on Metabolism and Behavior in the Acorn Barnacle, *Balanus glandula*, **Integrative Organismal Biology**, v. 3, n 1, 2021.

HUNT, H. L.; SCHEIBLING, R.E. Physical and biological factors influencing mussel (*Mytilus trossulus*, *M. edulis*) settlement on a wave-exposed rocky shore. **Marine Ecology Progress Series**, v. 142, p. 135-145, 1996.

INATSUCHI, A.; YAMATO, S.; YUSA, Y. Effects of temperature and food availability on growth and reproduction in the neustonic pedunculate barnacle *Lepas anserifera*. **Marine Biology**, v. 157, p. 899-905, 2010.

IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5°. Summary for Policymakers. 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>>. Acesso em: 23 mar. 2022.

IPCC, 2022: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, H.-O. PÖRTNER, D.C. ROBERTS, M. TIGNOR, E.S. POLOCZANSKA, K. MINTENBECK, A. ALEGRÍA, M. CRAIG, S. LANGSDORF, S. LÖSCHKE, V. MÖLLER, A. OKEM, B. RAMA (eds.). Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 p.

JENKINS, S.R; HAWKINS, S.J. Barnacle larval supply to sheltered rocky shores: a limiting factor? In: **Migrations and Dispersal of Marine Organisms: Proceedings of the 37 th European Marine Biology Symposium held in Reykjavík**, Iceland, 5–9 August 2002. Springer Netherlands, 2003. p. 143-151.

KORDAS, R. L. *et al.* Intertidal community responses to field-based experimental warming. **Oikos Journal**, v. 124, p. 888 – 898, 2014.

KRAUFVELIN, P. *et al.* Biomass, diversity and production of rocky shore macroalgae at two nutrient enrichment and wave action levels. **Marine Biology**, v 157, p 29–47, 2010.

KROEKER, K.J.*et al.* Ecological change in dynamic environments: accounting for temporal environmental variability in studies of ocean change biology. **Global Change Biology** v. 26, p. 54–67, 2020.

LARSSON, A. I.; JONSSON, P.R. Barnacle larvae actively select flow environments supporting post-settlement growth and survival, **Ecology**, v. 87, n. 8, p. 1960-1966, 2006.

LATHLEAN, J. A.; AYRE, D. J.; MINCHINTON, T. E. Temperature variability at the larval scale affects early survival and growth of an intertidal barnacle. **Marine Ecology Progress Series**, v 475, p 155-166, 2013.

LATHLEAN, J. A.; MICHINTON, T. E. Manipulating thermal stress on rocky shores to predict patterns of recruitment of marine invertebrates under a changing climate. **Marine Ecology Progress Series**, v. 467, p. 121-136, 2012.

LATHLEAN, J. A. *et al.* Using biomimetic loggers to measure interspecific and microhabitat variation in body temperatures of rocky intertidal invertebrates. **Marine and Freshwater Research**, v. 66, n. 1, p. 86-94, 2015.

LEAL, I.*et al.* Response of tropical and subtropical chthamalid barnacles to increasing substrate temperatures. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 524, 2020.

LITTLER, M.M.; LITTLER, D.S.; TAYLOR, P.R. Evolutionary strategies in a tropical barrierreef system: Functional-form groups of marine macroalgae. **Journal of Phycology**, v. 19, p. 229-237, 1983.

LIVORE, J.P. *et al.* Biodiversity monitoring in rocky shores: Challenges of devising a globally applicable and cost-effective protocol. **Ocean & Coastal Management**, v. 205, 2021.

MANCUSO, F. P.*et al.* Evenness, biodiversity, and ecosystem function of intertidal communities along the Italian coasts: Experimental short-term response to ambient and extreme air temperatures. **Science of The Total Environment**, v. 858, p. 160037, 2023.

MASI, B. P.; ZALMON, I. R. Zonação de comunidade bêntica do entremarés em molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 662-673, 2008.

MEAGER, J. J.; SCHLACHER, T. A.; GREEN, M. Topographic complexity and landscape temperature patterns create a dynamic habitat structure on a rocky intertidal shore. **Marine Ecology Progress Series**, v. 428, p. 1-12, 2011.

MELO, M.S.; RAIMUNDO, S. G.; SANDY, B. L. **Ecologia de costões rochosos: metodologias de amostragem e monitoramento**. In: NARVÁEZ-GÓMEZ, J.P. *et al.* (Orgs.) Biogeografia neotropical: história e conceitos. Botânica no inverno. 2018. Laboratório de Algas Marinhas, p. 145.

MILLER, L. P.; DOWD, W. W. Repeatable patterns of small-scale spatial variation in intertidal mussel beds and their implications for responses to climate change. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v. 236, 2019.

MIRANDA, N. A. *et al.* Heat-wave tolerance in tropical intertidal animals: accounting for thermal and desiccation tolerances. **Ecological Indicators**, v. 107, 2019.

MMA. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

MORENO, T. R.; ROCHA, R. M. Ecologia de Costões Rochosos. **Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade**, v. 34, n. 83, p. 191-201, 2012.

MUEHE, D. Distribuição e caracterização dos sedimentos arenosos da plataforma continental interna entre Niterói e Ponta Negra, RJ. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 19, n. 1, p. 25-36, 1989.

NEWMAN, W. A.; ROSS, A. Revision of the balanomorph barnacles; including a catalog of the species. San Diego Society of Natural History Memoirs, **Memoir 9**, p 1 – 108, 1976.

NISHIZAKI, M. T.; CARRINGTON, E. The effect of water temperature and velocity on barnacle growth: quantifying the impact of multiple environmental stressors. **Journal of Thermal Biology**, v 54, p 37-46, 2015.

PARKER, H.S. Influence of relative water motion on the growth, ammonium uptake and carbon and nitrogen composition of *Ulva lactuca* (Chlorophyta). **Marine Biology**, v. 63, p. 309–318, 1982.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 37, p. 637-669, 2006.

PETRAITIS, P. S.; DUDGEON, S.R. Declines over the last two decades of five intertidal invertebrate species in the western North Atlantic. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, p. 591, 2020.

PINHEIRO-SILVA, L. *et al.* Riqueza da epifauna bentônica em diferentes condições de hidrodinamismo de um costão rochoso. **Ecologia de Campo: Serra e Litoral Catarinense**. UFSC, 2016.

PITOMBO, F. B.; YOUNG, P. S. Cirripedia: Thoracica. In: AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. (orgs). **Biodiversidade e Ecossistemas Bentônicos Marinhos do Litoral Norte de São Paulo Sudeste do Brasil**, 2011, p. 182-188.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA, 2012. 152 p.

RAGAZZOLA, F. *et al.* An intertidal life: Combined effects of acidification and winter heatwaves on a coralline alga (*Ellisolandiaelongata*) and its associated invertebrate community, **Marine Environmental Research**, v. 169, 2021.

REDDIN, C. J. *et al.* Marine clade sensitivities to climate change conform across timescales. **Nature Climate Change**, v. 10, n. 3, p. 249-253, 2020.

REIS, R. M. **Distribuição espacial de cracas (Crustacea, Cirripedia) na Baía de Guanabara com base em dados pretéritos e atuais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.

RIUL, P. **Modelagem de distribuição de espécies bêmicas marinhas na costa do Brasil: bioinvasão, conservação e efeito das mudanças climáticas**. 2015. Tese (Doutorado em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RODRIGUES, E. M. *et al.* Vulnerabilidade e variações de curto prazo da praia de Itaipu (Niterói-RJ) em resposta às mudanças nas condições de mar. **Revista Tamoios**, v. 10, n. 2, 2014.

ROMÁN, M. *et al.* Heatwaves during low tide are critical for the physiological performance of intertidal macroalgae under global warming scenarios. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020.

SANZ-LAZARO, C. *et al.* Anthropogenic pressures enhance the deleterious effects of extreme storms on rocky shore communities. **Science of The Total Environment**, v. 817, 2022.

SAUER-MACHADO, K. R. S. Caracterização biológica dos costões rochosos de Penha, SC. In: BRANCO, J. O.; MARENZI, A. W. C., eds. **Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC**, Penha: Editora Univali, 2006, 1ª Ed, p. 93-106.

SHAOJUN, P.A.N.G.; TIFENG, S.H.A.N. Temperature and light tolerance of representative brown, green and red algae in tumble culture revealed by chlorophyll fluorescence measurements, **Acta Oceanologica Sinica**, n. 4, p. 137-146, 2008.

SKINNER, L. F.; COUTINHO, R., Preliminary results on settlement of the barnacles *Tetraclitastalactifera* and *Chthamalus bisinuatus* on a Brazilian tropical rocky shore under upwelling conditions. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 41, p. 151-156, 2002.

SKINNER, L. F.; COUTINHO, R., Effect of microhabitat distribution and substrate roughness on barnacle *Tetraclitastalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, 109–113, 2005.

SKINNER, L. F.; SIVEIRO, F. N.; COUTINHO, R. Comparative growth of the intertidal barnacle *Tetraclitastalactifera* (Thoracica: Tetraclitidae) in sites influenced by upwelling and tropical conditions at the Cabo Frio region, Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, v. 55, p. 71-78, 2007.

SKINNER, L. F. Gerenciamento ambiental marinho. In: **Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos Diversidade e Gestão Volume Especial**, v.1, n. 1, p. 145-162, 2017.

SORIA, S. A.; GUTIÉRREZ, J. L.; PALOMO, M. G. How climate-driven changes in disturbance frequency affect the recovery of intertidal mussel beds. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 562, 2023.

TAM, J. C.; SCROSATI, R. A. Distribution of cryptic mussel species (*Mytilus edulis* and *M. trossulus*) along wave exposure gradients on northwest Atlantic rocky shores, **Marine Biology Research**, v. 10, n.1, p. 51-60, 2014.

TARDELLI, G. C. M.; STEVENSON, I. Visões sobre o mexilhão: análise comparativa entre a praia de Piratininga e a Praia Grande em Niterói (RJ). 2016.

UCHIYAMA, S. M.; BERCHEZ, F. A. S.; URSI, S. Impactos das mudanças globais em ambientes marinhos e sua biodiversidade: concepções de monitores ambientais em formação. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 7, 2014.

VILANO, W. F.; SOUZA, C. R. G. Biogeografia de costões rochosos e sua importância para os estudos do quaternário. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA, 13., 2011, Armação dos Búzios. **Anais ... Armação dos Búzios**, R: ABEQUA, 2013, p. 1241-1246.

WANG, H. Y. *et al.* Spatial variation in thermal stress experienced by barnacles on rocky shores: the interplay between geographic variation, tidal cycles and microhabitat temperatures. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, 2020.

WEITZMAN, B. *et al.* Changes in rocky intertidal community structure during a marine heatwave in the northern Gulf of Alaska. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 2021.

WILLIAMSON, P.; GUINDER, V. A. Effect of climate change on marine ecosystems. In: LETCHER, T. M. (Ed.) **The Impacts of Climate Change: A Comprehensive Study of Physical, Biophysical, Social and Political Issues**. 2021.

WONG, K.K.W.; *et al.* Physiological responses of two acorn barnacles, *Tetraclita japonica* and *Megabalanus volcano*, to summer heat stress on a tropical shore. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 461, p. 243-249, 2014.

APÊNDICE A – Dados utilizados para gerar nMDS

Tabela 2 - Total de cirripédios encontrados em cada placa durante as visitas de Abril, Maio, Agosto/Setembro e Janeiro/Fevereiro

	ABRIL			MAIO			AGO/SET			JAN/FEV		
	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Recruta	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Recruta	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Recruta	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Recruta
IB1	0	0	4	1	6	0	3	5	0	X	X	X
IB2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	107	0
IB3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IP1	0	0	3	18	15	11	0	1	0	0	0	0
IP2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	5	6
IP3	0	0	3	0	1	0	0	1	1	0	5	0
IP4	0	0	4	0	0	2	7	6	4	X	X	X
IV1	0	3	96	0	0	1	0	8	0	0	29	5
IV2	0	0	9	37	64	1	30	78	9	32	233	0
IV3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0
IV4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
IV5	0	0	1	0	2	2	0	2	0	0	5	3
PB1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X
PB2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	X	X	X
PB3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	32	0
PP1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0
PP2	0	4	3	0	0	0	0	1	1	0	16	0
PP3	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0
PV1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2
PV2	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	9	0
PV3	0	1	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PV4	0	2	4	0	0	0	0	1	0	3	0	0
PV5	0	0	1	X	X	X	0	1	0	4	29	0

Legenda: Agosto (Piratininga)/Setembro (Itaipu) e Janeiro (Piratininga)/Fevereiro (Itaipu). Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas. No campo dos valores onde se encontra X significa que a placa não foi encontrada.

APÊNDICE B – Contagem Abril

Tabela 3 - Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura por placas em Abril de 2022.

	Algas verdes	Algas Vermelhas	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Cr Recruta	<i>L. subrugosa</i>	<i>E. ziczac</i>	<i>Perna perna</i>	T média (°C)
IB1	0	0	0	0	4	0	0	0	33,1
IB2	100	0	0	0	0	0	0	0	24,6
IB3	100	0	0	0	0	0	0	0	24,3
IP1	0	0	0	0	3	0	0	0	33,4
IP2	100	0	0	0	0	0	0	0	24,9
IP3	93	0	0	0	3	0	0	0	24,1
IP4	28	0	0	0	4	0	0	0	26,3
IV1	0	0	0	3	96	0	0	0	27,5
IV2	0	0	0	0	9	0	0	0	34,2
IV3	75	0	0	0	0	0	0	0	26,1
IV4	100	0	0	0	0	0	0	0	24,6
IV5	84	0	0	0	1	0	0	0	24,9
PB1	100	0	0	0	0	0	0	0	24,9
PB2	79	0	0	1	2	0	2	0	24,9
PB3	100	0	0	0	0	0	0	0	25,6
PP1	92	0	0	0	0	1	0	0	25,8
PP2	67	0	0	4	3	0	0	0	25,2
PP3	93	0	0	2	3	0	0	0	25,1
PV1	93	0	0	0	0	0	0	0	26,8
PV2	92	0	0	0	0	0	0	0	26,3
PV3	58	0	0	1	3	0	0	0	23,3
PV4	60	0	0	2	4	2	0	0	24,5
PV5	93	0	0	0	1	0	0	0	25,6

Legenda: Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas.

APÊNDICE C – Contagem Maio

Tabela 4 - Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura por placas em Maio de 2022.

	Algas verdes	Algas Vermelhas	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Cr Recruta	<i>L. subrugosa</i>	<i>E. ziczac</i>	<i>Perna perna</i>	T média (°C)
IB1	63	8	1	6	0	0	0	0	25,9
IB2	38	62	0	0	0	0	0	0	27,3
IB3	77	23	0	0	0	0	0	0	25,1
IP1	8	0	18	15	11	0	0	0	26,6
IP2	60	40	0	0	0	0	0	0	24,2
IP3	66	34	0	1	0	0	0	0	22,8
IP4	70	10	0	0	2	0	0	0	24,6
IV1	97	0	0	0	1	0	0	0	30
IV2	0	0	37	64	1	0	0	0	26,1
IV3	47	10	0	0	0	0	0	0	18,6
IV4	48	52	0	0	0	0	0	0	25,6
IV5	59	35	0	2	2	1	0	0	23,6
PB1	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PB2	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PB3	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PP1	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PP2	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PP3	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PV2	100	0	0	0	0	0	0	0	X
PV3	72	0	0	2	0	0	0	0	X
PV4	99	0	0	0	0	0	0	0	X

Legenda: Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas. No campo dos valores onde se encontra X significa que a placa não foi encontrada.

APÊNDICE D – Contagem Julho

Tabela 5 - Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura das placas em Julho de 2022.

	Algas verdes	Algas Vermelhas	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisimatus</i>	Cr Recruta	<i>L. subrugosa</i>	<i>E. ziczac</i>	<i>Perna perna</i>	T média (°C)
IB1	0	0	5	9	0	0	0	0	48,8
IB2	82	5	0	1	0	0	0	0	27,8
IB3	49	0	0	0	0	0	0	0	31,7
IP1	22	0	0	5	0	0	0	0	52,9
IP2	92	0	0	0	0	0	0	0	30,1
IP3	14	0	1	1	0	0	0	0	42
IP4	15	0	7	5	0	0	0	0	45,5
IV1	0	0	0	10	4	0	0	0	50,7
IV2	0	0	27	73	20	0	0	0	44,5
IV3	45	14	0	0	0	0	0	0	30,8
IV4	32	0	0	0	0	0	0	0	30,3
IV5	34	0	1	3	0	0	0	0	46,7
PB1	1	0	0	2	0	0	0	0	31,5
PB2	49	0	0	0	0	0	0	0	30,1
PB3	35	0	0	0	0	1	0	4	25,9
PP1	0	0	0	0	0	0	0	0	39,3
PP2	96	0	0	0	0	0	0	0	31,4
PP3	62	0	0	0	0	0	0	0	31,0
PV2	15	0	0	0	0	1	0	2	31,4
PV3	12	0	0	0	0	3	0	2	26,1
PV5	61	0	0	1	0	1	0	2	26,6

Legenda: Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas.

Tabela 6 - Porcentagem de cobertura de algas, número de indivíduos e temperatura das placas em Agosto (Piratininga) e Setembro (Itaipu) de 2022.

	Algas verdes	Algas Vermelhas	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Cr Recruta	<i>L. subrugosa</i>	<i>E. ziczac</i>	<i>Perna perna</i>	T média (°C)
IB1	12	76	3	5	0	0	0	0	29
IB2	6	94	0	0	0	0	0	0	31,2
IB3	100	0	0	0	0	0	0	0	24,4
IP1	0	90	0	1	0	0	0	0	27,8
IP2	96	0	0	1	0	1	0	0	25,2
IP3	94	0	0	1	1	0	0	0	23,3
IP4	22	26	7	6	4	0	0	0	26,7
IV1	0	86	0	8	0	0	0	0	32,8
IV2	0	0	30	78	9	0	0	0	26,2
IV3	30	22	0	0	2	0	0	0	20,5
IV4	0	0	0	0	0	0	0	0	29,6
IV5	88	0	0	2	0	0	0	0	24,6
PB1	88	0	0	0	0	0	0	0	29,8
PB2	2	0	0	0	0	0	0	1	31,3
PB3	12	0	0	1	1	0	0	1	32,4
PP1	18	0	0	1	5	0	0	0	40,7
PP2	52	0	0	1	1	3	0	2	29,8
PP3	44	0	0	0	0	0	0	2	33,6
PV1	88	0	0	0	0	0	0	0	29,8
PV2	0	0	0	0	1	0	0	1	30,8
PV4	38	0	0	1	0	2	0	25	26,8
PV5	56	0	0	1	0	1	0	7	27,2

Legenda: Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas. No campo dos valores onde se encontra X significa que a placa não foi encontrada.

APÊNDICE F – Contagem Janeiro (Piratininga)/Fevereiro (Itaipu) de 2023

Tabela 7 - Porcentagem de cobertura de algas e número de indivíduos em Janeiro (Piratininga) e Fevereiro (Itaipu) de 2023.

	Algas verdes	Algas Vermelhas	<i>T. stalactifera</i>	<i>C. bisinuatus</i>	Cr Recruta	<i>L. subrugosa</i>	<i>E. ziczac</i>	<i>Perna perna</i>
IB2	36	0	94	107	0	0	0	0
IB3	97	0	0	0	0	0	0	0
IP1	0	0	0	0	0	0	0	0
IP2	86	0	3	5	6	0	1	0
IP3	43	0	0	5	0	0	0	0
IV1	0	0	0	29	5	0	0	0
IV2	0	0	32	233	0	0	0	0
IV3	56	0	3	1	0	0	0	0
IV4	93	0	6	0	0	0	0	0
IV5	95	0	0	5	3	0	0	0
PB3	0	0	1	32	0	0	0	0
PP1	0	0	0	0	0	0	0	0
PP2	0	0	0	16	0	0	0	0
PP3	0	0	0	2	0	0	0	0
PV1	0	0	0	13	2	0	0	0
PV2	0	0	0	9	0	0	0	0
PV4	35	0	3	0	0	2	0	14
PV5	0	0	4	29	0	0	0	0

Legenda: Código das placas: I – Itaipu, P – Piratininga, B – bordas brancas, P – bordas pretas, V – sem bordas.