

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

SILAS CANDIDO PRINCIPE DE SOUZA

**How will Atlantic coral reefs look in the future?**

Predicted shift in the distribution of key species of shallow reef environments in face  
of climate change

São Paulo

2023

SILAS CANDIDO PRINCIPE DE SOUZA

**How will Atlantic coral reefs look in the future?**

Predicted shift in the distribution of key species of shallow reef environments in face of climate change

A thesis submitted to the Instituto Oceanográfico of the Universidade de São Paulo in partial fulfilment for the degree of Doctor of Science, Oceanography, with emphasis in Biological Oceanography.

**Supervisor: Dr. Tito M. C. Lotufo**

**Co-supervisor: Dr. André L. Acosta**

São Paulo

2023

## ABSTRACT

DE SOUZA, Silas Candido Principe. **How will Atlantic coral reefs look in the future? Predicted shift in the distribution of key species of shallow reef environments in face of climate change.** 2023. 145 f. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Climate change is leading to shifts in the distribution of species. Whether species range contract or expand, this will cause the reshuffling of assemblages, with potential negative consequences on the functioning of ecosystems. Within the marine realm, coral reefs are among the most threatened ecosystems due to climate change and other Anthropogenic activities. Thus, understanding how the distribution of key species of coral reefs may change in the future is of paramount necessity. Early prediction of range shifts can drive the management strategy and enable mitigation or conservation actions. In this work we used species distribution models to predict the potential shifts in the distribution of important species among four major groups: reef builders, herbivorous invertebrates, macroalgae and reef fish. In general, our results revealed that major changes are expected in the distribution of species on the Tropical Western Atlantic, with many species expanding poleward and losing suitable areas in their current distribution. However, patterns varied among species and groups, with some species expanding, others contracting and some keeping stable distributions. In the final part of the work, we aggregated the results of multiple distribution models to identify how climate change may impact the richness and composition of Atlantic reefs. Again, despite some consistent general trends (richness decrease in areas of high diversity), there is some variability among groups. Together, our results reinforce that Atlantic reefs may look very different in the future – with less functional diversity – and that there is an urgent need to attain with the goals of the Paris agreement in order to ensure an at least better scenario for the Western Atlantic coral reefs.

## RESUMO

DE SOUZA, Silas Candido Príncipe. **Como serão os recifes de corais do Atlântico no futuro? Mudanças previstas na distribuição de espécies chave de ambientes recifais rasos diante das mudanças climáticas.** 2023. 145 f. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

As mudanças climáticas estão levando a alterações na distribuição das espécies. Quer a área de distribuição das espécies se contraia ou expanda, isso causará a reorganização das comunidades, com potenciais consequências negativas no funcionamento dos ecossistemas. Dentro do ambiente marinho, os recifes de coral estão entre os ecossistemas mais ameaçados devido às mudanças climáticas e outras atividades antropogênicas. Assim, entender como a distribuição das espécies chave de recifes de corais pode mudar no futuro é de extrema necessidade. A previsão antecipada de mudanças de distribuição pode orientar a estratégia de manejo e permitir ações de mitigação ou conservação. Neste trabalho usamos modelos de distribuição de espécies para prever as mudanças potenciais na distribuição de espécies importantes entre quatro grandes grupos: construtores de recifes, invertebrados herbívoros, macroalgas e peixes recifais. Em geral, nossos resultados revelam que grandes mudanças são esperadas na distribuição das espécies no Atlântico Tropical Ocidental, com diversas espécies expandindo em direção ao polo e perdendo áreas adequadas dentro de sua distribuição atual. No entanto, os padrões variaram entre espécies e grupos, com algumas espécies se expandindo, outras contraindo e algumas mantendo distribuições estáveis. Na parte final do trabalho, agregamos os resultados de múltiplos modelos de distribuição para identificar como as mudanças climáticas podem impactar a riqueza e composição dos recifes do Atlântico. Novamente, apesar de alguns padrões gerais consistentes (redução da riqueza em áreas de alta diversidade), há alguma variabilidade entre os grupos. Juntos, nossos resultados reforçam que os recifes do Atlântico podem ser muito diferentes no futuro – com menor diversidade funcional – e que há uma necessidade urgente de atingir as metas do acordo de Paris para garantir um cenário pelo menos melhor para os recifes de coral do Atlântico Ocidental.