

CAMPANHAS ECLIPSINHA



Relatório de Atividades do Projeto ECLIPSE para
Manejo do Bioinvasor *Tubastraea spp.* (Coral-
Sol) na Estação Ecológica de Tamoios/ICMBIO

13 DE ABRIL DE 2020

ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS/ICMBIO
ADRIANA NASCIMENTO GOMES



CAMPANHAS ECLIPSINHA

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Jair Messias Bolsonaro - Presidente

Antonio Hamilton Martins Mourão - Vice-Presidente

Ministério do Meio Ambiente

Ricardo Salles

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Homero de George Cerqueira - Presidente

Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação (DIMAN)

Marcos de Castro Simanovic – Diretor

Diretor de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade

Marcos Aurélio Venancio

Estação Ecológica de Tamoios

Luiz Fernando Guimarães Brutto - Chefe

Equipe do ICMBio - responsável pela elaboração/implementação do Projeto ECLIPSE

Adriana Nascimento Gomes – Coordenação Técnica

Equipe do ICMBio – mergulhadores

Adriana Nascimento Gomes¹
Anderson de Carvalho Soares²
Andreia Quandt Monteiro²
Carlos Pompei¹
Eduardo Godoy Aires de Souza¹
Graziela Moraes Barros²
Luiz Fernando Guimarães Brutto¹
Mario Douglas Fortini²
Maristela Resende Resendes²
Régis Pinto de Lima¹
Thiago Strauss²

Equipe de Voluntários - mergulhadores

Amanda Silva
Cleto Junior
Eloah Kegler
Gerardo Vieira
Guilherme Resende Alves
Heitor Nogueira
Humberto Fortunato
Larissa Marques
Lorena Benetton
Marcelo Mantelatto
Marcelo
Rodrigo Marinho

¹ Estação Ecológica de Tamoios

² Parque Nacional da Serra da Bocaina

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	6
O Coral-Sol na Estação Ecológica de Tamoios.....	9
Projeto Eclipse.....	14
Monitoramento Extensivo Semi-Quantitativo	15
Campanhas Eclipsinha	21
Equipes de Manejo	27
Estudo de Caso: Ilha dos GANCHOS	30
Conclusão	34

ÍNDICE DE FIGURAS

TABELAS

TABELA 1 TABELA COMPARATIVA DOS RESULTADOS (ÍNDICES DE ABUNDÂNCIA RELATIVAS) DOS MONITORAMENTOS EXTENSIVOS REALIZADOS NA ESEC TAMOIOS NOS ANOS 2010 (SILVA ET AL. 2011), 2015 (GOMES ET AL, 2015) E 2018 (GOMES, A., 2019).	17
TABELA 2 PLANAFS APROVADOS PELA CR-8 PARA REALIZAÇÃO DAS CAMPANHAS DE MANEJO (ECLIPSINHA), DATAS DE SUAS EXECUÇÕES, RESPECTIVOS RELATÓRIOS DE CONSOLIDAÇÃO DAS AÇÕES E NÚMEROS DE PROCESSOS ADMINISTRATIVOS CORRESPONDENTES.	25
TABELA 3 DETALHAMENTO DAS AÇÕES DE MANEJO DO CORAL-SOL REALIZADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2012 ATÉ MARÇO DE 2020.	29

FIGURAS

FIGURA 1 ÁREAS COMPONENTES DA ESEC TAMOIOS, FORMANDO 12 BLOCOS DISTINTOS.	9
FIGURA 2 LINHA DO TEMPO EXPONDO A ATUAÇÃO DA ESEC TAMOIOS NA QUESTÃO DA BIOINVASÃO PELO CORAL-SOL... ..	13
FIGURA 3 MONITORAMENTO EXTENSIVO NA ESEC TAMOIOS COM A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DAFOR (DOMINANTE-ABUNDANTE-FREQUENTE-OCASIONAL-RARO-AUSENTE). A METODOLOGIA DEMANDA DOIS MERGULHADORES EM APNÉIA.	16
FIGURA 4 PORCENTAGEM DOS LOCAIS AMOSTRADOS (2010-2015-2018) COM PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COLÔNIAS DE <i>TUBASTRAEA SPP</i>	16
FIGURA 5 FREQUÊNCIA RELATIVA DA ABUNDÂNCIA DE <i>TUBASTRAEA TAGUENSIS</i> E DE <i>TUBASTRAEA COCCINEA</i> NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS EM 2010, 2015 E 2018	18
FIGURA 6 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CORAL-SOL NA ESEC TAMOIOS EM 2010, 2015 E 2018, SENDO:  ILHAS SEM CORAL-SOL;  COM PRESENÇA DE <i>TUBASTRAEA TAGUENSIS</i> ; E  COM PRESENÇA DE <i>TUBASTRAEA COCCINEA</i>	19
FIGURA 7 ÍNDICE DE ABUNDÂNCIA RELATIVA DE <i>TUBASTRAEA TAGUENSIS</i> PARA CADA LOCAL AMOSTRADO NA ESEC TAMOIOS, NOS MONITORAMENTOS REALIZADOS EM 2010, 2015 E 2018.	20
FIGURA 8 ÍNDICE DE ABUNDÂNCIA RELATIVA DE <i>TUBASTRAEA COCCINEA</i> PARA CADA LOCAL AMOSTRADO NA ESEC TAMOIOS, NOS MONITORAMENTOS REALIZADOS EM 2010, 2015 E 2018.	20
FIGURA 9 IMAGENS DA OPERAÇÃO ECLIPSINHA, QUE ACONTECEU NOS DIAS 5, 6 E 7 DE DEZEMBRO DE 2012.	21
FIGURA 10 MÉTODO UTILIZADO PARA REMOÇÃO MANUAL E TRIAGEM REALIZADA NA SEDE DA UC	21
FIGURA 11 À ESQUERDA, TRIAGEM DAS COLÔNIAS RETIRADAS NA OPERAÇÃO ECLIPSE I NA ILHA QUEIMADA GRANDE E À ESQUERDA, IMAGEM DA PEDRA-FOCO INICIAL DA BIOINVASÃO NA ILHA DOS GANCHOS (ANO: 2013)	22
FIGURA 12 (1) EQUIPE DE MERGULHADORES QUE ATUARAM NA REMOÇÃO DAS COLÔNIAS DA ILHA DO CATIMBAU NA OPERAÇÃO ECCLIPSE II; (2) IMAGEM DA PEDRA-FOCO INICIAL DA BIOINVASÃO NA ILHA DOS GANCHOS; (3) IMAGEM DA PEDRA-FOCO INICIAL DA BIOINVASÃO NO ILHOTE GRANDE; (4) IMAGEM DE UM DOS FOCOS DE INVASÃO NO ROCHEDO SÃO PEDRO (ANO: 2015)	23
FIGURA 13 MERGULHADORA REMOVENDO CORAL-SOL NA ILHA TUCUM E IMAGENS DE ANTES E APÓS A REMOÇÃO DE COLÔNIAS NO MESMO SETOR DO COSTÃO DESTA ILHA (ANO: 2017)	24
FIGURA 14 MAPA DO MANEJO NA ESEC TAMOIOS, INDICANDO O NÚMERO DE CAMPANHAS ECLIPSINHA JÁ REALIZADAS POR ILHA, SENDO: CATIMBAU (1); GANCHOS (12); ILHOTE GRANDE (2); JURUBÁIBA (2); ARARAQUARINHA (1); ROCHEDO SÃO PEDRO (3); SAMAMBAIA (4); TUCUM (10); PINGO D'ÁGUA (3); TUCUM DE DENTRO (2); SABACU (1); COBRAS (2); QUEIMADA GRANDE (1).	26
FIGURA 15 NÚMERO DE COLÔNIAS DE <i>TUBASTRAEA SPP</i> REMOVIDAS ANUALMENTE DAS ILHAS DA ESEC TAMOIOS. (*) ATÉ MARÇO DE 2020	26

FIGURA 16 EQUIPES DE MERGULHADORES EM CAMPANHAS ECLIPSINHA (24/08/2017; 28/11/2019; 16/10/2019)	27
FIGURA 17 NÚMERO DE CAMPANHAS DE MANEJO (ECLIPSINHA) QUE CADA MERGULHADOR PARTICIPOU. (*) EQUIPE DA ESEC TAMOIOS	29
FIGURA 18 PRIMEIROS REGISTROS DA OCORRÊNCIA DE <i>TUBASTRAEA COCCINEA</i> NA ILHA DOS GANCHOS EM 22/03/2013.	30
FIGURA 19 PERIODICIDADE DAS AÇÕES DE MANEJO E QUANTITATIVO REMOVIDO PARA CONTROLAR A ILHA DOS GANCHOS. (*) TOTAL ATÉ MARÇO DE 2020. AS SETAS INDICAM QUANTOS MESES ATÉ A PRÓXIMA INTERVENÇÃO.	31
FIGURA 20 QUANTITATIVO DE COLÔNIAS REMOVIDAS POR ANO NAS CAMPANHAS ECLIPSINHA REALIZADAS NA ILHA DOS GANCHOS	32
FIGURA 21 COSTÃO DA ILHA DOS GANCHOS ANTES E APÓS O MANEJO EM 2015	32
FIGURA 22 COSTÃO DA ILHA DOS GANCHOS ANTES E APÓS O MANEJO EM 2016.....	32
FIGURA 23 COSTÃO DA ILHA DOS GANCHOS ANTES E APÓS O MANEJO EM 2018.....	33
FIGURA 24 COSTÃO DA ILHA DOS GANCHOS ANTES E APÓS O MANEJO EM 2020.....	33

APRESENTAÇÃO

O impacto de espécies não nativas ou exóticas é considerado uma das principais causas da extinção de espécies nativas e degradação geral do habitat (SIMBERLOFF et al., 1997; PRECHT et al., 2014). Por definição, espécies exóticas se acham em regiões biogeográficas diferentes daquelas nas quais evoluíram e se adaptaram, devido à dispersão intencional ou acidental facilitada por atividades humanas (LOCKWOOD et al. 2007 apud GUIMARÃES, 2015). São consideradas invasoras quando são detectadas de forma recorrente, com ciclo de vida completo na natureza e indícios de aumento populacional ao longo do tempo em uma região, sendo que sua abundância ou dispersão geográfica interferem na capacidade de sobrevivência de outras espécies ou causam impactos mensuráveis em atividades socioeconômicas ou na saúde humana (LOPES et al., 2009).

O caráter invasor de algumas espécies reflete-se na sua tolerância às condições ambientais, gerações curtas, maturação sexual precoce, elevada fecundidade e plasticidade na dieta (TORRES et al., 2009). Também o estado de perturbação dos habitats determina a sua suscetibilidade à invasão, com ecossistemas mais perturbados a registrar uma maior taxa de invasões. O reconhecimento de que os impactos negativos causados por espécies exóticas invasoras incidem sobre os mais diversos componentes socioambientais, aliado ao fato de que as propostas de solução demandam múltiplas ações integradas, resultou no entendimento global de que o enfrentamento deste problema demanda a mobilização e o esforço de inclusão de diferentes atores (OLIVEIRA, 2010).

Os ecossistemas marinhos são particularmente vulneráveis à introdução de espécies exóticas, facilitada pela ausência de barreiras físicas óbvias no oceano e o aumento significativo na quantidade de embarcações na navegação marítima em nível global. Os principais vetores responsáveis pelas introduções ditas “acidentais” ou “não-intencionais” de espécies invasoras marinhas são a água de lastro de tanques de navios e as incrustações em cascos de navios e plataformas.

O Brasil possui um complexo e diversificado arcabouço legal dedicado à proteção da biodiversidade, dentre os quais destacam-se a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, o Decreto nº 2.519/1998, que internalizou a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o Decreto nº 1.354/1994, que criou o Programa Nacional de Diversidade Biológica (PRONABIO), o Decreto nº 4.339/2002, que instituiu princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Em 2003, o Decreto nº 4.703 alterou o PRONABIO, adequando-o aos princípios e diretrizes para implementação da Política Nacional da Biodiversidade e estabeleceu a Comissão Nacional da Biodiversidade (CONABIO).

Em 2016, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) publicou o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Ambientes Coralíneos (PAN Corais) que tem o objetivo geral de melhorar o estado de conservação dos ambientes coralíneos por meio da redução dos impactos antrópicos, e ampliação da proteção e do conhecimento, com a promoção do uso sustentável e da justiça socioambiental. Um dos objetivos específicos do PAN Corais é a prevenção da introdução e da disseminação de espécies exóticas e invasoras nos ambientes coralíneos e avaliação e mitigação dos impactos nos ambientes já afetados.

Para atingir a Meta Nacional de Biodiversidade³, o MMA iniciou uma série de ações para evitar a introdução e a dispersão, além de reduzir significativamente o impacto dessas espécies sobre a biodiversidade brasileira. Entre as ações estão o Programa Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró- Espécies) e a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras. O MMA elencou o javali, o mexilhão-dourado e o **coral-sol** como espécies prioritárias para a elaboração e implementação de Planos Nacionais de Prevenção, Controle e Monitoramento de Espécies Exóticas Invasoras.

³ Meta Nacional 9: Até 2020, a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras deverá estar totalmente implementada, com participação e comprometimento dos estados e com a formulação de uma Política Nacional, garantindo o diagnóstico continuado e atualizado das espécies e a efetividade dos Planos de Ação de Prevenção, Contenção, Controle Anexo da Resolução CONABIO Nº 06, de 03 de setembro de 2013).

O Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol, foi instituído pela Portaria IBAMA nº 3.642, de 10 de dezembro de 2018 e seu Grupo de Assessoramento Técnico pela Portaria IBAMA nº 3.627, de 7 de dezembro de 2018. Elaborado com ampla participação de diversos setores interessados, o plano tem o objetivo de “Prevenir a introdução do coral-sol em áreas sem ocorrência, erradicar novos focos, controlar e conter a invasão preferencialmente nas áreas prioritárias definidas neste plano”. Desdobrado em nove objetivos específicos⁴, o plano resultou na consolidação de 60 ações estratégicas. As Unidades de Conservação foram definidas dentre as áreas prioritárias para implementação das ações.

O Projeto ECLIPSE (Projeto para Manejo do Bioinvasor *Tubastraea spp.* (Coral-Sol) na Estação Ecológica de Tamoios/ICMBio), elaborado e executado pela equipe gestora da UC, vem implementando estratégias de ação alinhadas com os objetivos e ações delineados para o PLANO CORAL-SOL.

O presente relatório apresenta os principais resultados dos monitoramentos extensivos realizados, que demonstram a rápida expansão da bioinvasão nesta UC e apresenta os resultados alcançados com o manejo destas espécies até o presente momento, focando prioritariamente nas ações executadas no âmbito das campanhas denominadas “Eclipsinha”.

⁴ 1) Estruturar uma rede de comunicação e sensibilização para promover e potencializar processos participativos para as ações do Plano; 2) Avaliar e complementar o arcabouço legal aplicável à gestão do coral-sol, incluindo análise de risco, prevenção, erradicação, controle, monitoramento, avaliação e mitigação do impacto do coral-sol; 3) Estabelecer e implementar medidas para prevenir a introdução e a dispersão do coral-sol em áreas não afetadas; 4) Realizar a detecção precoce e resposta rápida à ocorrência do coral-sol em áreas prioritárias definidas no Plano; 5) Erradicar populações de coral-sol pequenas, isoladas ou em estágio inicial de invasão e novos focos; 6) Estabelecer e implementar medidas de controle integradas e sistemáticas em áreas com populações de coral-sol já estabelecidas; 7) Realizar o monitoramento sistemático da ocorrência, dos impactos e da eficiência do manejo do coral-sol, para subsidiar tomada de decisão de gestão com avaliação crítica periódica; 8) Desenvolver pesquisa científica e tecnologia, preferencialmente focadas em subsídios para prevenção e manejo; e 9) Formar recursos humanos em pesquisa, prevenção e controle.

O Coral-Sol na Estação Ecológica de Tamoios

Situada na baía da Ilha Grande, RJ, a Estação Ecológica de Tamoios é uma unidade de conservação federal de proteção integral composta por 29 ilhotas, ilhas, lajes e rochedos e seus entornos marinhos (Decreto Federal 98.864, de 23 de janeiro de 1990).

Essas áreas marinhas, decorrentes do entorno de 1 km a partir do limite terrestre das ilhas, resulta na formação de 12 blocos, alguns com apenas uma ilha, e outros, pela proximidade, com várias ilhas. A Estação Ecológica de Tamoios abrange 8.699 hectares, sendo 96 % de área marinha e 4 % de área insular.



Figura 1 Áreas componentes da ESEC Tamoios, formando 12 blocos distintos.

O Coral-Sol (*Tubastraea spp.*) foi introduzido no Brasil no final da década de 80 através de plataformas de petróleo/gás em operação na Bacia de Campos, RJ, sendo que atualmente já existem populações estabelecidas em vários estados, indicando uma rápida expansão na costa brasileira.

Através do monitoramento de 11 anos realizado na Baía da Ilha Grande (RJ), Silva et al. (2014) calculou uma taxa de expansão de 2,1 km/ano para essas espécies invasoras.

Apontada como uma das maiores ameaças aos ecossistemas costeiros do Brasil, a bioinvasão por duas espécies de coral- sol⁵ vem interferindo de forma brutal nos ecossistemas da Baía da Ilha Grande, que foi invadida em escala geográfica ampla. Apesar da Estação Ecológica de Tamoios ser considerada Área Prioritária de Importância Biológica Extremamente Alta para os Biomas Zona Costeira e Mata Atlântica⁶, apresenta um dos quadros mais críticos de infestação de coral-sol dentre todas as unidades de conservação federais no Brasil.

Este coral exótico ocupa espaço nos costões rochosos deslocando as espécies nativas (competição por espaço) e como são organismos não fotossintetizantes, a substituição da flora e fauna nativas resulta em diminuição da produtividade primária, efeito que se estende ao longo de toda cadeia alimentar. Por serem organismos suspensívoros, que se alimentam do plâncton, ocorre uma redução destes recursos para outros organismos (competição por alimento). O coral-sol reduz a riqueza e a diversidade biológica. Espécies endêmicas já ameaçadas de extinção estão tendo suas populações reduzidas ou extintas localmente, como é o caso do coral cérebro *Mussismilia hispida* que sofre danos e morte em contato com o coral-sol.

Em virtude da agressividade e capacidade de excluir as espécies nativas, diretamente ou pela competição por recursos, o coral-sol vem transformando a estrutura e a composição dos ecossistemas. Lages et al. (2011) encontrou uma forte relação positiva entre a cobertura do invasor e a mudança na estrutura da comunidade, o que sugeriu total dissimilaridade da comunidade (100%) em uma cobertura do invasor de 45%.

O Parecer Técnico 001/2008-Projeto Coral-Sol⁷ intitulado "Ameaça do coral exótico nocivo *Tubastraea spp.* (Coral-Sol) à zona costeira marinha da Estação Ecológica de Tamoios" embasou os primeiros trabalhos da UC sobre essa questão. Tendo concluído

⁵ No Brasil, são reconhecidas duas espécies do gênero *Tubastraea*: *Tubastraea tagusensis* e *Tubastraea coccinea*. Estudos genéticos recentes indicam que *T. tagusensis* pode estar sendo erroneamente identificada, correspondendo na verdade à espécie *T. diaphana* e *T. coccinea* pode corresponder à duas espécies distintas: *T. coccinea* e *T. aurea* (CAPEL, 2018)

⁶ Portaria MMA Nº 09, de 23 de janeiro de 2007

⁷ Laboratório de Ecologia Marinha Bêntica/Depto de Ecologia/Instituto De Biologia Roberto Alcântara Gomes/Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ.

que o Coral-Sol é fauna sinantrópica altamente nociva à flora e fauna nativas, aos ecossistemas costeiros e às suas funções, causando impactos que levam à perda da biodiversidade e fragilização dos recursos pesqueiros nas regiões infestadas, o parecer teceu uma série de recomendações, dentre as quais: (i) Declarar o Coral-Sol (as espécies *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*) como fauna sinantrópica nociva à Estação Ecológica de Tamoios; (ii) Levantar detalhadamente a atual distribuição e abundância destes organismos na Estação Ecológica de Tamoios; (iii) Implantar ações visando o controle do Coral-Sol *Tubastraea spp.* em áreas já infestadas; (iv) Monitorar a abundância e distribuição do Coral-Sol *Tubastraea spp.* em áreas infestadas e entorno.

Em 2009, parte da equipe da ESEC Tamoios se juntou ao esforço do Projeto Coral-Sol nas atividades de Monitoramento extensivo de *Tubastraea spp.* em todas as ilhas da Estação Ecológica de Tamoios. Dentre os resultados destes monitoramentos, destaca-se a publicação *Expansion of the invasive corals Tubastraea coccinea and Tubastraea tagusensis into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil*, tendo dois servidores da UC entre os co-autores.

Em 2012, a ESEC Tamoios participou da *1ª Oficina de Trabalho para Discussão de Medidas Mitigadoras e de Controle da Bioinvasão Provocada por Bioincrustação*. Dentre as várias propostas discutidas, ficou clara a necessidade de se proceder ao monitoramento contínuo em áreas estratégicas como unidades de conservação marinhas para detecção precoce de espécies invasoras concomitante com a adoção de protocolos de remoção.

Também em 2012, junto com a capacitação dos servidores da Estação Ecológica de Tamoios na metodologia de remoção mecânica das colônias de coral-sol, aconteceu a 1ª Campanha de Controle e Erradicação de Coral-Sol em quatro ilhas da UC, batizada de *Eclipsinha*.

Em 2013, a ESEC Tamoios e o Projeto Coral-Sol organizaram a *1ª Operação Eclipse* que teve como objetivo a capacitação de diversos atores na metodologia de remoção do coral-sol e a retirada do maior número possível de exemplares das duas espécies de corais invasores em uma das ilhas da UC com alta abundância de colônias. Na mesma semana da Operação Eclipse, foi realizada a 1ª Oficina de Manejo do coral-sol nas

Unidades de Conservação Marinhas Brasileiras, também organizada pela Estação Ecológica de Tamoios e pelo Projeto Coral-Sol, cujos objetivos foram nivelar o conhecimento sobre a bioinvasão do coral-sol nas unidades de conservação marinhas do Brasil, debater as implicações de bioinvasão para licenciamento de empreendimentos potencialmente impactantes, criar uma rede e gerar um plano de ação para o manejo do coral-sol para as unidades de Conservação Marinhas Brasileiras.

Ainda em 2013, foi apresentada ao Ministério Público Federal a proposta técnica intitulada "Subsídios para minimização de impactos ambientais na ESEC Tamoios causados pela bioinvasão" com o fito de subsidiar o MPF no âmbito do Inquérito Civil Público Nº 1.30.014.000251/2012-92.

Em 2014, a ESEC Tamoios participou da Oficina Para Elaboração do Plano Nacional Para Conservação dos Ambientes Coralíneos (PAN-CORAIS), onde foram definidos os objetivos e mais de 100 ações de conservação, visando a minimização dos impactos que sofrem os ambientes coralíneos.

Neste mesmo ano, a ESEC Tamoios participou da Audiência Pública "Controle da Bioinvasão provocada por Bioincrustação - Coral-Sol", com o objetivo de esclarecer dúvidas sobre Medidas e Ações no Controle desta Bioinvasão.

Também em 2014, uma decisão judicial (Justiça Federal de Angra dos Reis), no âmbito de um processo de crime ambiental ocorrido numa ilha da Baía da Ilha Grande estabeleceu como condição de suspensão da pena do réu pagamento total de R\$ 150.000,00, a ser desembolsado em três (3) parcelas semestrais e aplicado no período de dois (2) anos, para consecução do projeto de controle do coral-sol do ICMBIO (Estação Ecológica Tamoios). A elaboração e coordenação técnica do projeto, denominado *ECLIPSE*, ficou a cargo da analista ambiental Adriana Nascimento Gomes e os recursos foram executados pela Unidade Administrativo e Financeira do ICMBio no Rio de Janeiro (UAAF-9), de acordo com a Lei 8.666/93. Desde 2015, este projeto vem sendo implementado na Unidade.

A ESEC Tamoios também participou ativamente da elaboração do Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Coral-sol (*Tubastraea* spp.) no Brasil, tendo participado de três grandes eventos: (1) Seminário de Nivelamento sobre o Coral-Sol

(Brasília, 17-18 de maio de 2016); (2) Workshop Internacional sobre a invasão do coral-sol (Brasília, 21-22 de novembro de 2016); e Oficina de Elaboração do Plano Coral-sol (Brasília, 12-15 de março de 2018).

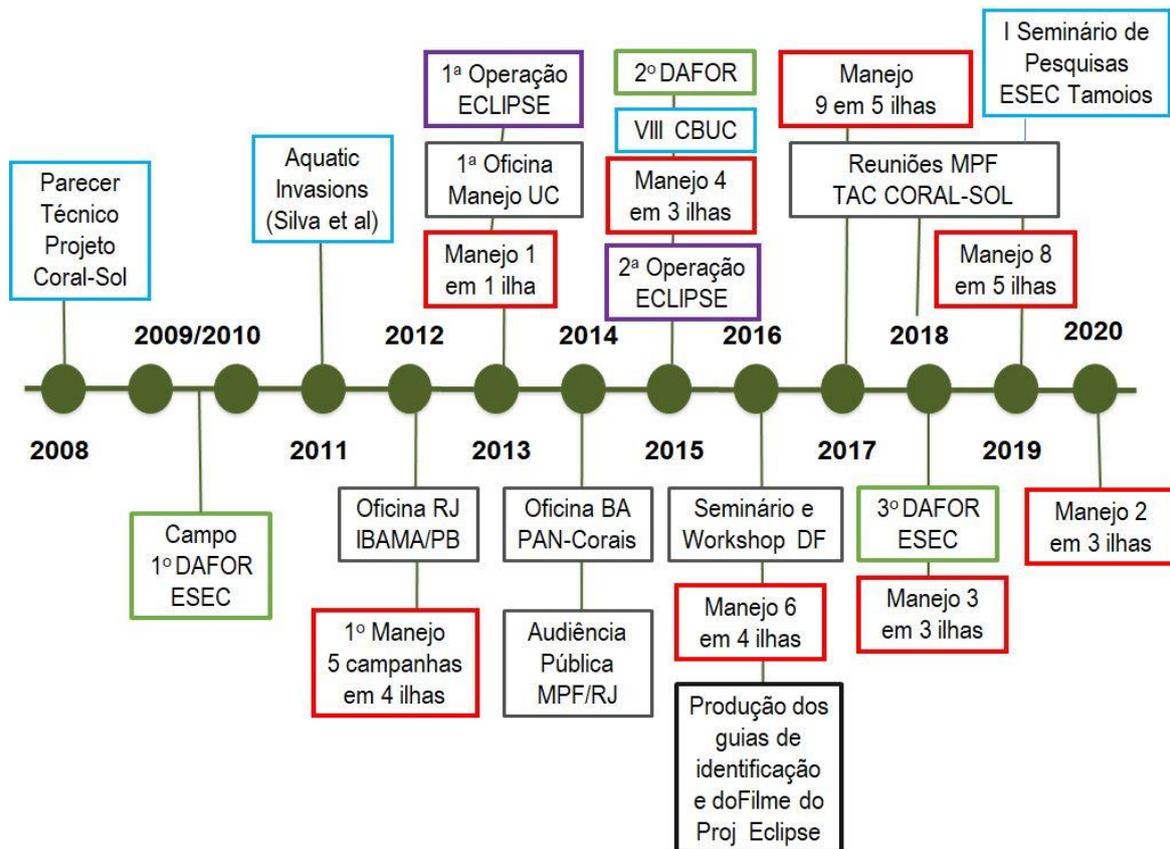


Figura 2 Linha do Tempo expondo a atuação da ESEC Tamoios na questão da bioinvasão pelo Coral-Sol

Projeto Eclipse

O projeto "ECLIPSE: Projeto para Manejo do Bioinvasor *Tubastraea spp.* (Coral-Sol) na Estação Ecológica de Tamoios/ICMBio" tem como objetivo fazer o manejo (remoção) das colônias de coral-sol nas ilhas da ESEC Tamoios e monitorar estas áreas a fim de prevenir novos aparecimentos. O projeto também visa alertar a sociedade em geral para o impacto deste bioinvasor no ecossistema da Baía da Ilha Grande, RJ.

Estão previstas quatro linhas de ação, cada qual contemplando objetivos específicos:

(1) Monitoramento Extensivo Semi quantitativo: Realizado em todas as ilhas da UC, utiliza o Protocolo DAFOR (Dominante-Abundante-Frequente-Ocasional-Raro-Ausente). Permite mapear a ocorrência, atualizar e sistematizar os dados de abundância relativos ao coral-sol, bem como definir as estratégias de manejo;

(2) Campanhas Eclipsinha: Tendo identificado, através do monitoramento extensivo a existência de ilhas em estágio inicial de infestação, são executadas pela equipe da UC ações de controle visando erradicação local das colônias encontradas;

(3) Operação Eclipse: Trata-se de uma campanha de maior porte, envolvendo dezenas de pessoas na atividade de remoção (além da própria equipe gestora, especialmente voluntários, pesquisadores, profissionais de mergulho, etc.). Tem como objetivo eliminar o coral-sol e ao mesmo tempo chamar a atenção à problemática dos danos causados pela bioinvasão do coral-sol à biodiversidade marinha da Unidade de Conservação.

(4) Monitoramento Fotográfico: Amostragens feitas com visitas periódicas através de fotografias subaquáticas (fotoquadrados) nos locais onde ocorreu remoção do coral-sol.

O presente relatório aborda os resultados das campanhas de manejo e monitoramento, além de apresentar um estudo de caso (Ganchos) em que se busca verificar a efetividade do manejo frente à persistência do crescimento de colônias.

Monitoramento Extensivo Semi-Quantitativo

O primeiro trabalho sobre a expansão das duas espécies de *Tubastraea* nas ilhas da Estação Ecológica de Tamoios foi publicado em 2011, com dados coletados entre os anos de 2009 e 2010 (SILVA et al, 2011). O monitoramento foi realizado em 33 locais da Unidade de Conservação (ilhas maiores tinham mais de uma estação de coleta de dados), utilizando o Protocolo de semi-quantificação do Monitoramento Extensivo de Coral-Sol (Escala DAFOR), adotado pelo Projeto Coral-Sol e pelo Laboratório de Ecologia Bêntica da UERJ (De PAULA & CREED, 2005). A escala DAFOR, utilizada para amostragem semi-quantitativa, fornece uma estimativa rápida da abundância relativa de espécies de uma dada área.

Naquela época, ambas as espécies invasoras foram registradas em nove locais da UC (27%) e em dois locais só a espécie *T. tagusensis* foi encontrada (6%). Nos demais locais da ESEC Tamoios, não foram observadas *Tubastraea spp.*

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2015 foram executadas novas saídas de monitoramento extensivo com a aplicação do protocolo DAFOR (Dominante-Abundante-Frequente-Ocasional-Raro-Ausente).

O monitoramento foi realizado em 35 locais da Unidade de Conservação, tendo contemplado todas as ilhas, lajes e rochedo descritos no Decreto de criação da Unidade. Três estações foram acrescentadas em relação ao monitoramento anterior: laje do Cesto; Pedra Pelada e Laje entre Cobras e Queimada Pequena e uma estação suprimida: Ilha Comprida Norte. Houve registro de coral-sol em 26 locais amostrados (74,2 %), correspondendo a vinte ilhas da ESEC Tamoios. Apenas em nove locais/ilhas (25,7 %) não foram observadas *Tubastraea spp.* Ambas as espécies invasoras foram registradas em dezesseis locais (45,7%) e em dez locais só houve registro da espécie *T. tagusensis* (28,6 %).

Com base neste monitoramento, as ilhas escolhidas como alvo das campanhas de manejo (Eclipsinha) foram: Ganchos; Ilhote Grande; Rochedo São Pedro; Algodão, Samambaia; Tucum; e Tucum de Dentro.

Em 2018, o monitoramento foi realizado em 36 locais da Unidade de Conservação, também contemplando todas as ilhas, lajes e rochedo descritos no Decreto de criação da Unidade. Repetiu-se o monitoramento em todas as estações de 2015, com o acréscimo da estação Ilha Comprida Norte (existente no monitoramento de 2010). Houve registro de coral-sol em 29 locais amostrados (80,6 %), correspondendo a vinte e quatro ilhas da ESEC Tamoios. Apenas em 7 locais (19,4 % ; 5 ilhas) não foram observadas *Tubastraea spp.* Ambas as espécies invasoras foram registradas em vinte e três locais (63,9%), em cinco locais só houve registro da espécie *T. tagusensis* (13,9 %) e em um local só se registrou *T. coccinea* (2,8 %).



Figura 3 Monitoramento extensivo na ESEC Tamoios com a aplicação do protocolo DAFOR (Dominante-Abundante-Frequente-Ocasional-Raro-Ausente). A metodologia demanda dois mergulhadores em apneia.

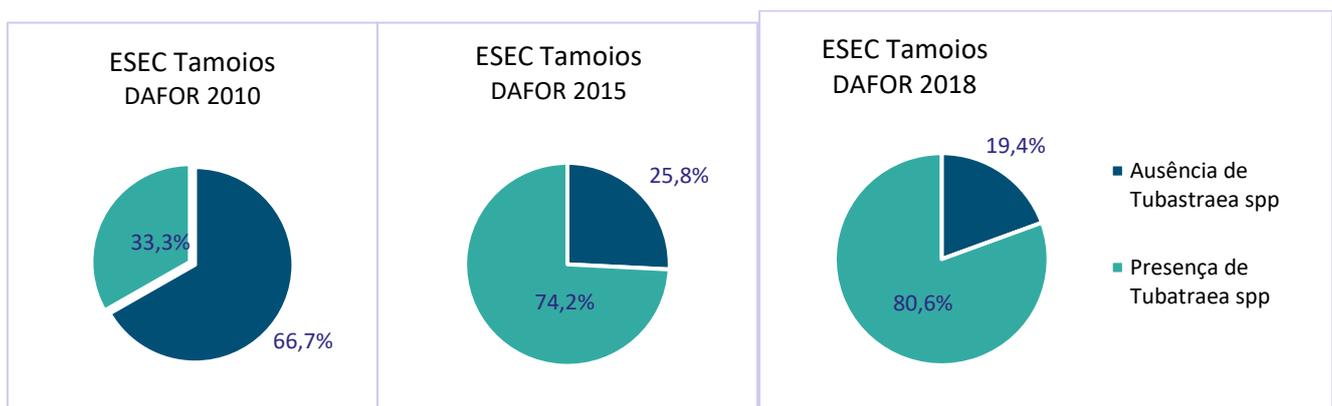


Figura 4 Porcentagem dos locais amostrados (2010-2015-2018) com presença e ausência de colônias de *Tubastraea spp.*

Local	IAR (2010)		IAR (2015)		IAR (2018)	
	<i>T. tagusensis</i>	<i>T. coccinea</i>	<i>T. tagusensis</i>	<i>T. coccinea</i>	<i>T. tagusensis</i>	<i>T. coccinea</i>
Ilha do Catimbau	0,4	0,2	2,56	0,40	3,8	1,6
Ilha dos Ganchos	0	0	0,08	1,20	0,67	0,73
Ilha das Palmas	0	0	0	0	0	0
Ilha Comprida	L	0	-	-	0	0
	O	0	0	0	0	0
Ilhote Grande	0	0	0,17	0	0	0,07
Ilhote Pequeno	0	0	0	0	0	0
Laje do Cesto	-	-	0	0	0	0
Ilha Jurubaíba	0	0	0	0	0,87	0,07
Ilha Araraquara	L	0	0,08	0	0	0
	O	0	0,27	0	0,73	0
Ilha Araraquarina	0	0	0	0	0,4	0
Rochedo São Pedro	0	0	0,2	0	0,33	0,27
Ilha do Algodão	0	0	0,07	0	0,2	0
Ilha do Sandri	N	0	0,20	0	1,93	1,53
	S	0	0,70	0	0,73	0,27
	L	0	0,20	0	2,53	0,67
	O	0	0,60	0,50	0,33	0,4
Ilha Samambaia	0	0	0,47	0,07	2,47	0,6
Ilha Tucum	0	0	0,53	0	1,8	0,6
Ilha Pingo d'Água	0	0	0	0	0,07	0
Ilha Tucum de Dentro	0,2	0	0,40	0	1,13	0,33
Ilha Sabacu	0,2	0	1,04	0,56	1,67	2,73
Ilha Araçatiba de Fora	0	0	0	0	0,07	0
Ilha Araçatiba de Dentro	0	0	0	0	0	0
Pedra Pelada	-	-	3,12	0,48	2,96	0,88
Ilha Búzios	N	0,8	4,24	2,16	5,53	5,47
	S	1,0	1,93	1,13	3,47	3,0
Ilha Búzios Pequena	0	0	2,27	0,87	5,13	3,0
Laje entre Cobras e BP	-	-	2,67	0,40	3,53	2,13
Ilha Cobras	2,4	2,6	5,47	5,60	5,07	5,87
Ilhas Zatim	0,4	0,4	3,43	3,08	3,2	3,07
Ilha Imboassica	L	4,4	7,00	4,13	4,93	4,0
	O	6,0	6,73	3,47	5,53	4,73
Ilha Queimada Grande	7,6	8,0	6,47	5,47	5,6	5,07
Ilha Queimada Pequena	7,6	2,8	7,33	3,20	6,4	4,97
TOTAL de AMOSTRAGENS (estações)	33		35		36	

Tabela 1 Tabela comparativa dos resultados (índices de abundância relativas) dos Monitoramentos Extensivos realizados na ESEC Tamoios nos anos 2010 (SILVA et al. 2011), 2015 (GOMES et al, 2015) e 2018 (GOMES, A., 2019).

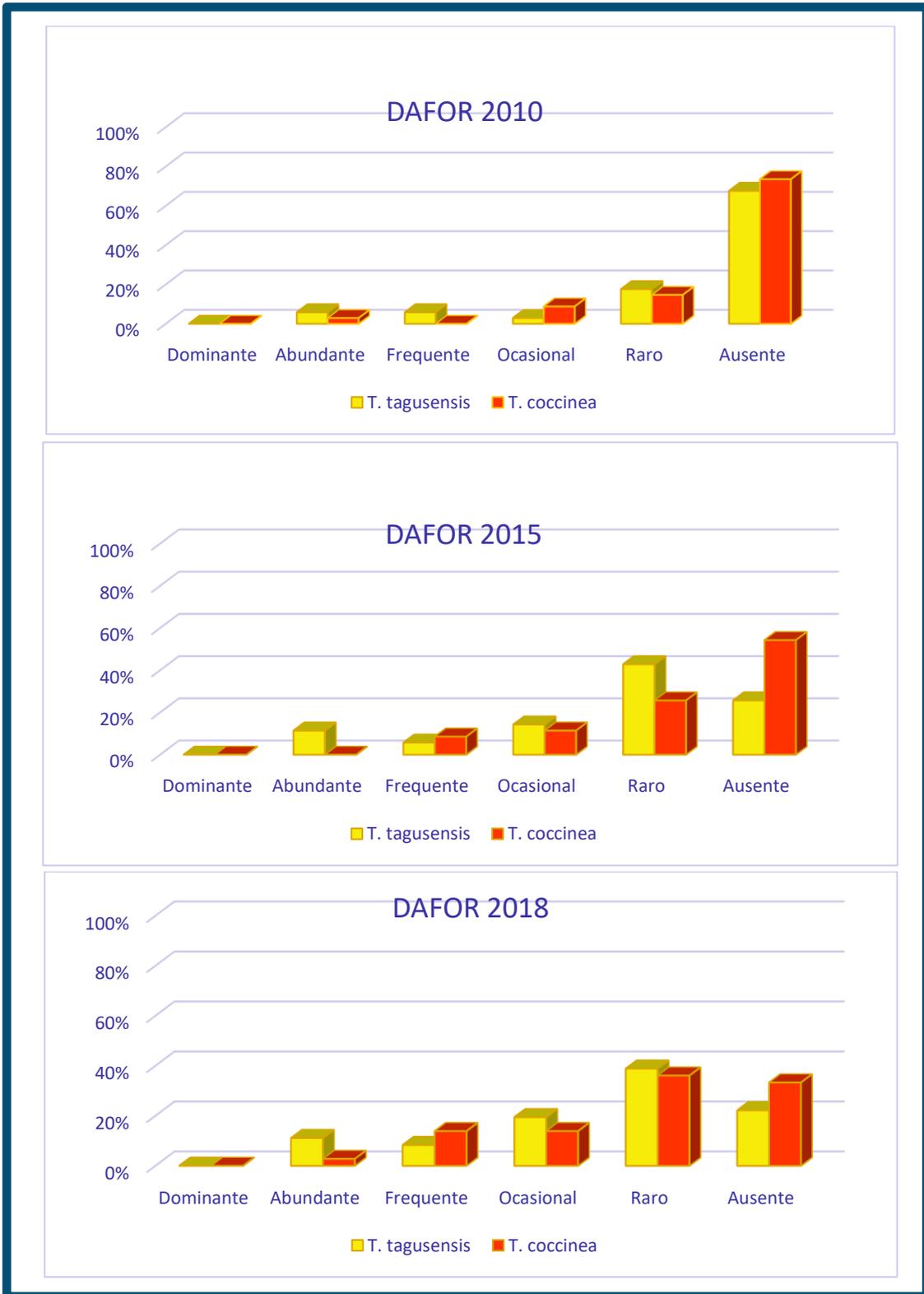


Figura 5 Frequência relativa da abundância de *Tubastraea tagusensis* e de *Tubastraea coccinea* na Estação Ecológica de Tamoios em 2010, 2015 e 2018

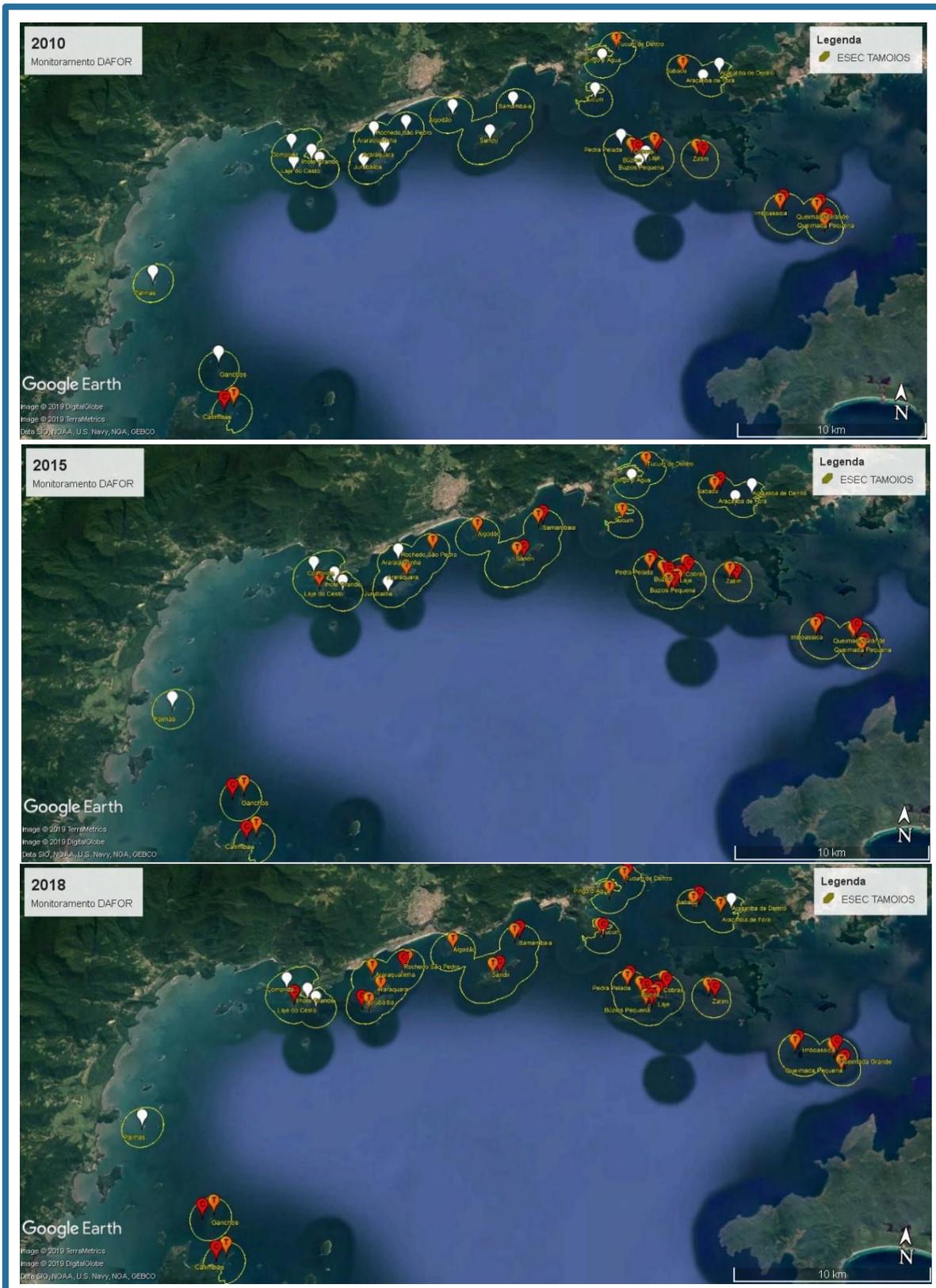


Figura 6 Distribuição espacial do coral-sol na ESEC TAMOIOS em 2010, 2015 e 2018, sendo:  ilhas sem coral-sol;  com presença de *Tubastraea tagusensis*; e  com presença de *Tubastraea coccinea*.

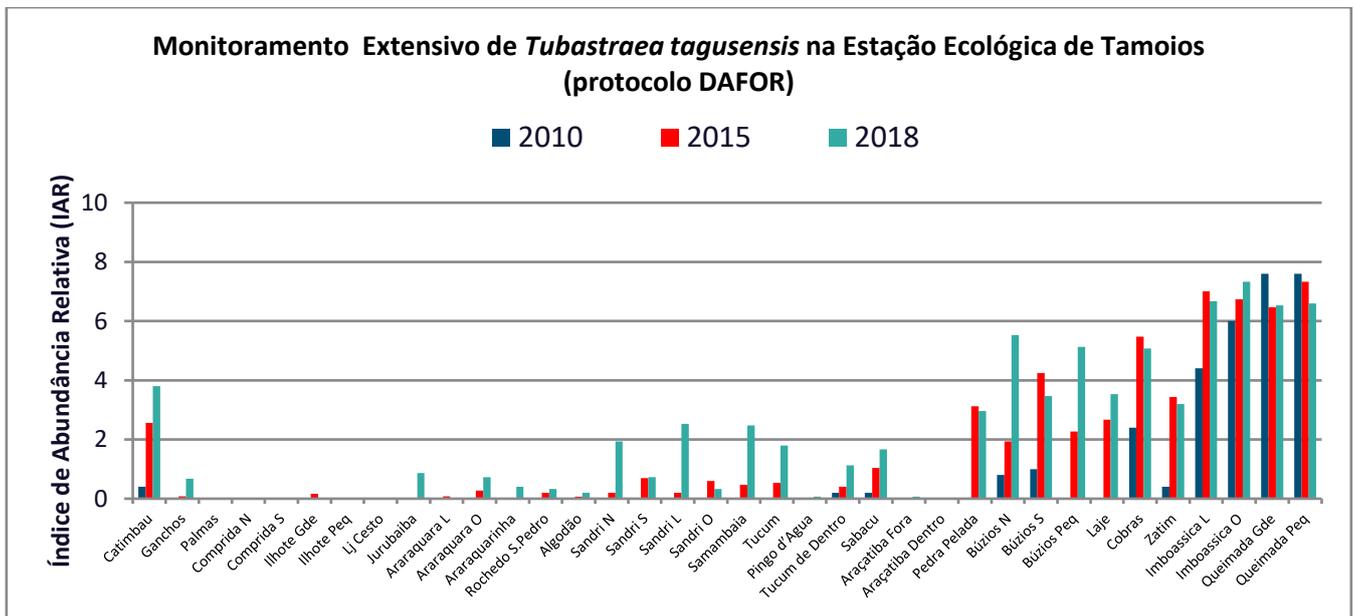


Figura 7 Índice de Abundância Relativa de *Tubastraea tagusensis* para cada local amostrado na ESEC Tamoios, nos monitoramentos realizados em 2010, 2015 e 2018

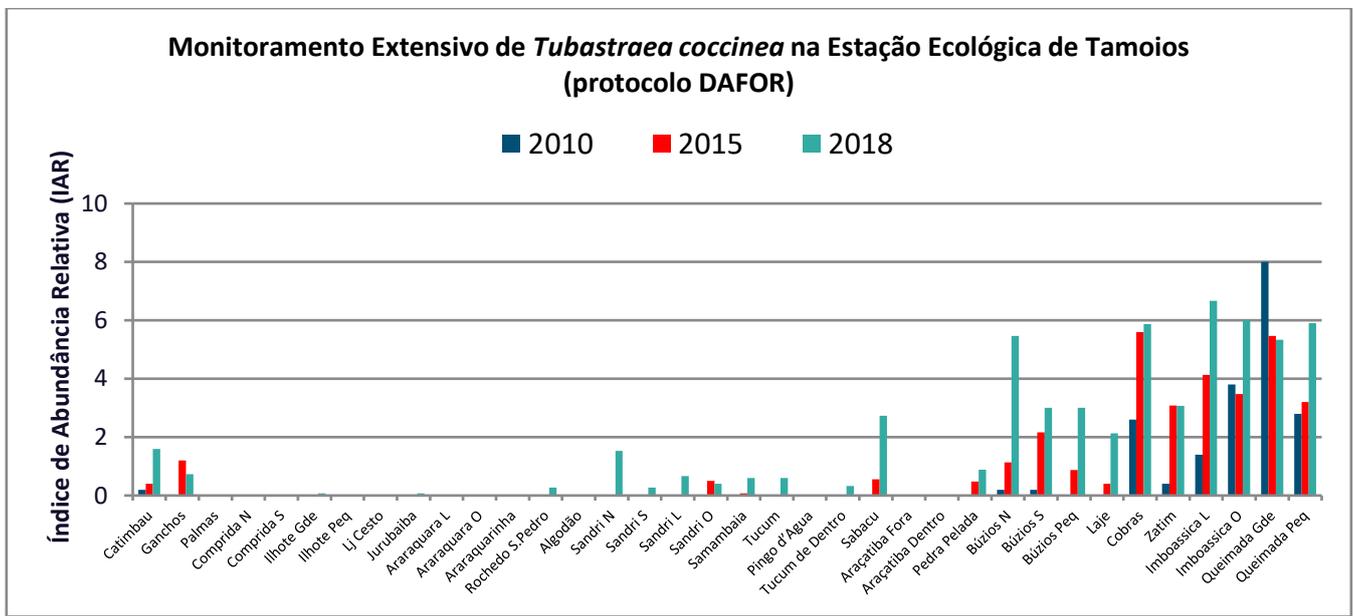


Figura 8 Índice de Abundância Relativa de *Tubastraea coccinea* para cada local amostrado na ESEC Tamoios, nos monitoramentos realizados em 2010, 2015 e 2018

Campanhas Eclipsinha

A primeira operação de retirada de coral-sol na ESEC Tamoios, denominada Eclipsinha, foi realizada em dezembro de 2012 e efetuada concomitante com a capacitação dos servidores da UC na metodologia de remoção, administrada pela equipe do Projeto Coral-Sol (BRBIO).



Figura 9 Imagens da Operação Eclipsinha, que aconteceu nos dias 5, 6 e 7 de dezembro de 2012.

O método empregado é a retirada manual do coral-sol utilizando ponteira e martelo. A colônias removidas são acondicionadas em samburás ou caixas plásticas e transportados para a embarcação para destinação em terra, onde é realizada a triagem por espécies, contagem, pesagem das colônias e posterior descarte como resíduo sólido ou destinação para pesquisas⁸.

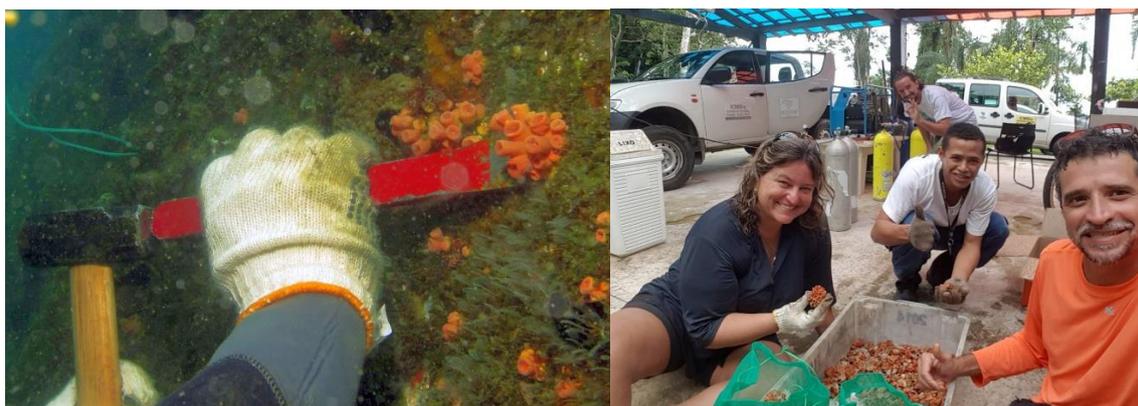


Figura 10 Método utilizado para remoção manual e triagem realizada na sede da UC

⁸ Atualmente, os corais vêm sendo destinados à pesquisa “Recuperação de Fósforo Presente em Efluentes a Partir de Adsorvente Alternativo” (Autorização SISBIO 66569) que tem o objetivo de avaliar a aplicabilidade do exoesqueleto de coral-sol como adsorvente para remoção de fósforo contido em efluentes coletados in situ no CEFET/RJ, Campus de Angra dos Reis e entornos, como proposta para destinação do coral-sol.

As ilhas objeto desta operação foram: Cobras, Sabacu, Pingo d'Água e Tucum de Dentro. Na ocasião, foram removidas 10.126 colônias, sendo 5.943 colônias em Cobras (ação visando capacitação e controle); 1.732 colônias em Sabacu (ação visando erradicação); 2.227 colônias no Pingo d'Água (ação visando erradicação); e 224 colônias em Tucum de Dentro (ação visando erradicação).

Na Ilha de Cobras foram encontradas muitas colônias, tendo sido considerada extremamente difícil uma erradicação, cabendo apenas ações de controle. Em Sabacu, foi encontrada uma rocha com predominância de *T. tagusensis* e outra com predominância de *T. coccinea*. As colônias eram pequenas, demonstrando estar em estágio inicial da invasão. Todas as colônias adultas foram removidas, tendo sobrado apenas recrutas em ambas as rochas. Na Ilha do Pingo d'Água, foram encontradas duas colônias dispersas que foram removidas e um costão infestado com muitas colônias. As colônias adultas foram removidas, mas sobraram recrutas. Em Tucum de Dentro, foram encontradas colônias em duas rochas do lado direito do píer, sendo que numa havia várias colônias e noutra, poucas, sendo todas *T. tagusensis*. Todas as colônias foram removidas e/ou eliminadas in situ, tendo sido considerada a ação de erradicação bem-sucedida.

Em 2013, ocorreu a Primeira Operação Eclipse na ESEC Tamoios, quando foram retiradas em um só dia 12.033 colônias da Ilha Queimada Grande e apenas uma campanha Eclipsinha na Ilha dos Ganchos.



Figura 11 À esquerda, triagem das colônias retiradas na Operação Eclipse I na Ilha Queimada Grande e à esquerda, imagem da pedra-foco inicial da bioinvasão na Ilha dos Ganchos (Ano: 2013)

Em 2014, nenhum manejo ou monitoramento foi executado devido a falta de recursos financeiros e equipamentos.

Os recursos financeiros que advieram de um acordo em suspensão condicional do Processo Judicial nº 0000136-12.2011.4.02.5111 permitiram à equipe da ESEC Tamoios proceder a novas campanhas Eclipsinha nos anos vindouros.

Em 2015, além da Segunda Operação Eclipse na ESEC Tamoios, quando foram retiradas em um só dia **10.610 colônias** da Ilha do Catimbau, foram feitas campanhas em três das oito ilhas⁹ escolhidas para serem alvo de remoções pela equipe da UC: Ganchos, Ilhote Grande e Rochedo São Pedro.

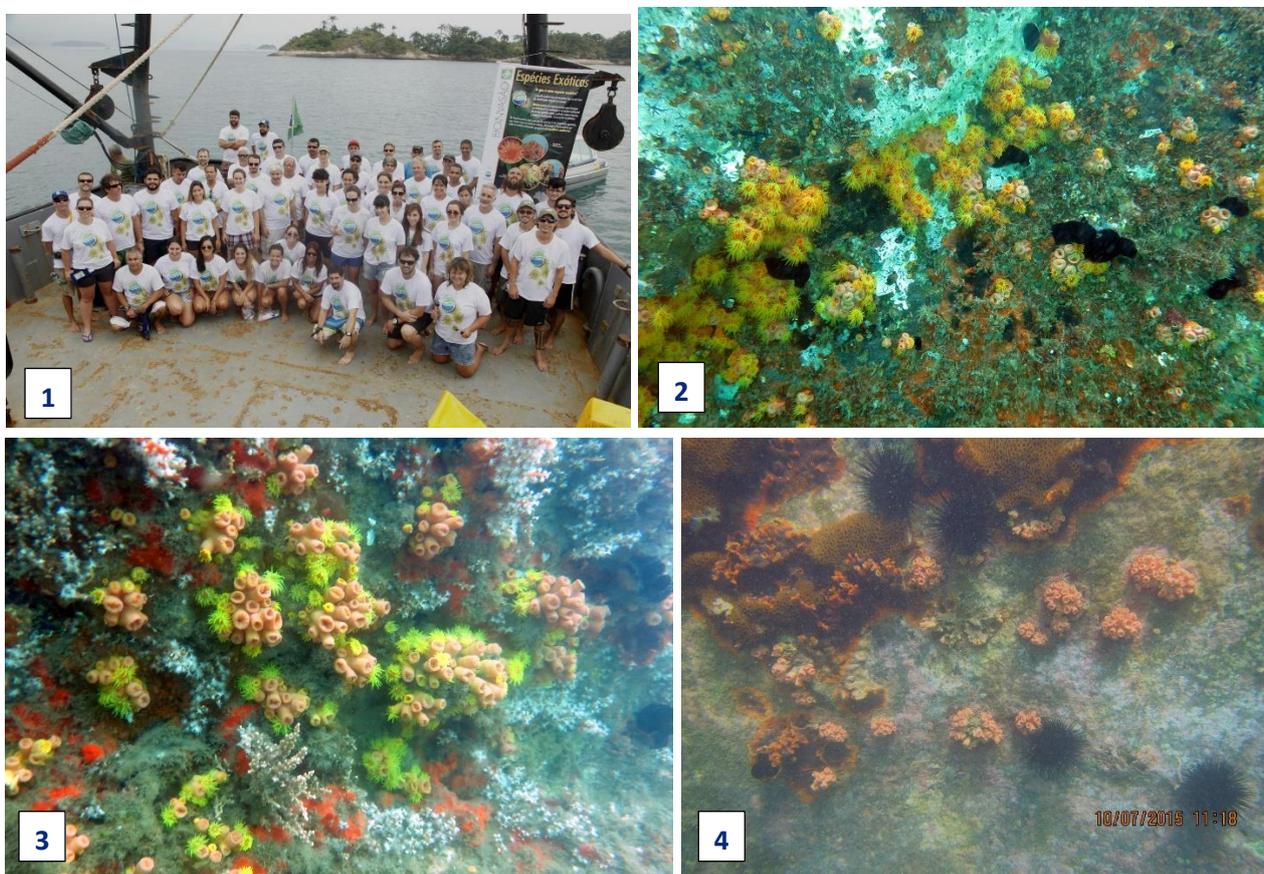


Figura 12 (1) Equipe de mergulhadores que atuaram na remoção das colônias da Ilha do Catimbau na Operação Eclipse II; (2) Imagem da pedra-foco inicial da bioinvasão na Ilha dos Ganchos; (3) Imagem da pedra-foco inicial da bioinvasão no Ilhote Grande; (4) Imagem de um dos focos de invasão no Rochedo São Pedro (Ano: 2015)

⁹ Ganchos; Ilhote Grande; Rochedo São Pedro; Algodão, Samambaia; Tucum; Pingo d'Água e Tucum de Dentro.

Em 2016, o manejo foi realizado em quatro ilhas: Ganchos, Pingo d'Água, Tucum de Dentro e Tucum.

Em 2017, mesmo com o fim dos recursos provenientes do Processo Judicial, a equipe deu continuidade ao trabalho, tendo conseguido realizar o manejo de cinco ilhas: Ganchos, Tucum, Ilhote Grande, Rochedo São Pedro e Samambaia.

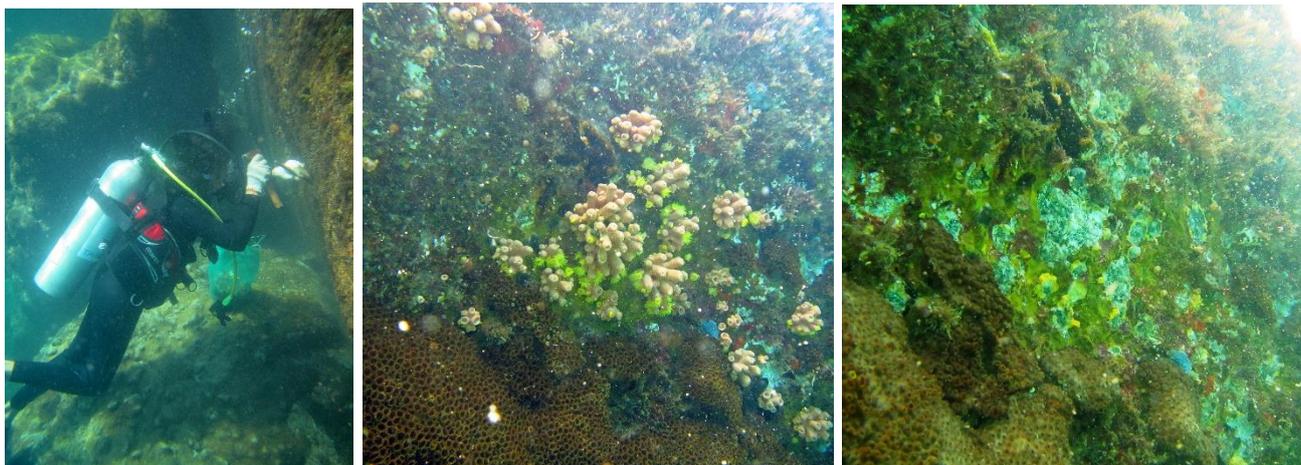


Figura 13 Mergulhadora removendo coral-sol na ilha Tucum e imagens de antes e após a remoção de colônias no mesmo setor do costão desta ilha (Ano: 2017)

No primeiro semestre de 2018, apesar de não ter sido realizada nenhuma campanha Eclipsinha, foi repetido o monitoramento DAFOR para verificar o avanço do coral-sol na UC e a redefinição dos alvos a serem combatidos. Acrescentam-se aos alvos iniciais, as ilhas Jurubaíba, Araraquarina e Araçatiba de Fora.

No segundo semestre de 2018, foi realizado manejo nas seguintes ilhas: Ganchos, Jurubaíba e Samambaia.

Em 2019, buscando intensificar as ações de manejo e frente à escassez de recursos para sua execução, as Campanhas Eclipsinha foram incluídas no Plano de Fiscalização (PFIS) da UC, tendo sido submetidos 12 Planos de Ação de Fiscalização (PLANAF). Para o primeiro trimestre, a CR-8 aprovou dois PLANAF, referentes a fevereiro e março. Ainda que o PLANAF referente a janeiro não tenha sido aprovado, a UC viabilizou sua realização graças ao apoio de voluntários. Foi realizado manejo nas ilhas: Araraquarina; Rochedo São Pedro e Pingo d'Água. No segundo PLANAF referente a fevereiro (CR-08-2019.0661), foi realizado manejo nas ilhas: dos Ganchos e Tucum. A Eclipsinha referente a março não ocorreu por incompatibilidade da agenda da embarcação, que foi utilizada para atender

a outra atividade finalística da UC. Desta forma, a atividade de remoção foi reagendada para abril de 2019 (PLANAF CR-08-2019.0693), tendo sido realizada em apenas um dia (25/04/2019) na Ilha dos Ganchos. Após 05 meses sem operações, as campanhas Eclipsinha foram retomadas em outubro (PLANAF CR-08-2019.0703), sendo realizadas nas ilhas Tucum e Ganchos. Em novembro, a atividade foi realizada em dois dias consecutivos (28 e 29 de novembro: PLANAF CR-08-2019.0704) na Ilha Samambaia.

Tendo em vista o sucesso em viabilizar as campanhas de remoção via PLANAF, repetiu-se esta estratégia em 2020, incluindo-as no PFIS da UC e submetendo oito PLANAF referentes às operações Eclipsinha. A primeira ação ocorreu em janeiro (PLANAF CR-08-2020.0623), sendo realizada nas ilhas Jurubaíba e Tucum. A segunda ação do ano ocorreu em março (PLANAF CR-08-2020.0631), tendo ocorrido nas ilhas dos GANCHOS e Tucum.

PLANAF	Data	Relatório Consolidado	Nº SEI	Processo SEI
CR-08-2019.0661	20 e 21 de março de 2019	905	5273168	02126.002046/2019-91
CR-08-2019.0693	25 de abril de 2019	906	5273604	02126.002055/2019-81
CR-08-2019.0703	04 e 16 de outubro de 2019	1203	6135156	02126.004654/2019-30
CR-08-2019.0704	28 e 29 de novembro de 2019	1295	6311290	02126.004951/2019-85
CR-08-2020.0623	29 e 30 de janeiro de 2020	1574	6808538	02126.000652/2020-13
CR-08-2020.0631	17 e 19 de março de 2020	1600	6869750	02126.000724/2020-14

Tabela 2 PLANAF aprovados pela CR-8 para realização das Campanhas de Manejo (Eclipsinha), datas de suas execuções, respectivos Relatórios de Consolidação das ações e números de processos administrativos correspondentes.

Com a determinação da presidência do ICMBio para que, a partir do dia 23 de março de 2020 e por tempo indeterminado, todos os servidores, colaboradores e estagiários desta autarquia trabalhassem remotamente devido à pandemia do COVID-19, as campanhas de manejo para controle dos bioinvasores precisaram ser paralisadas.

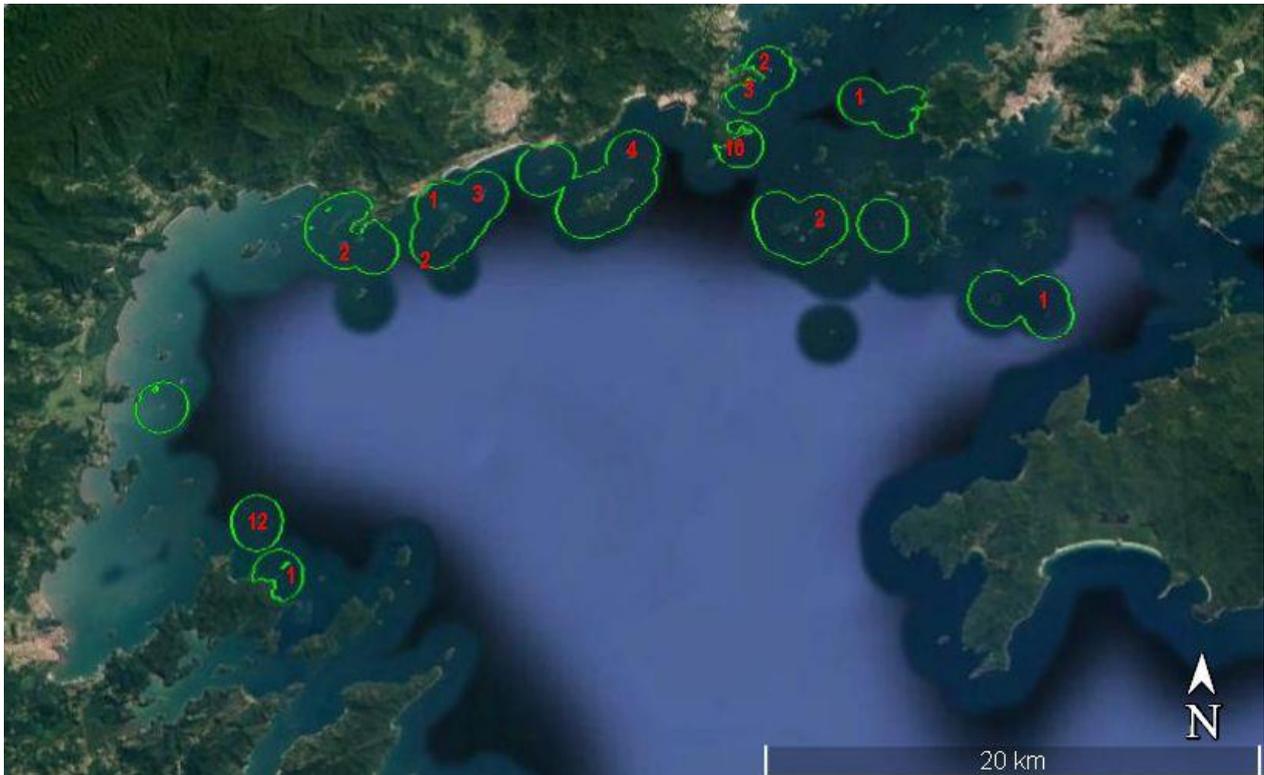


Figura 14 Mapa do Manejo na ESEC Tamoios, indicando o número de campanhas Eclipsinha já realizadas por ilha, sendo: Catimbau (1); Ganchos (12); Ilhote Grande (2); Jurubaíba (2); Araraquarinha (1); Rochedo São Pedro (3); Samambaia (4); Tucum (10); Pingo d'Água (3); Tucum de Dentro (2); Sabacu (1); Cobras (2); Queimada Grande (1)

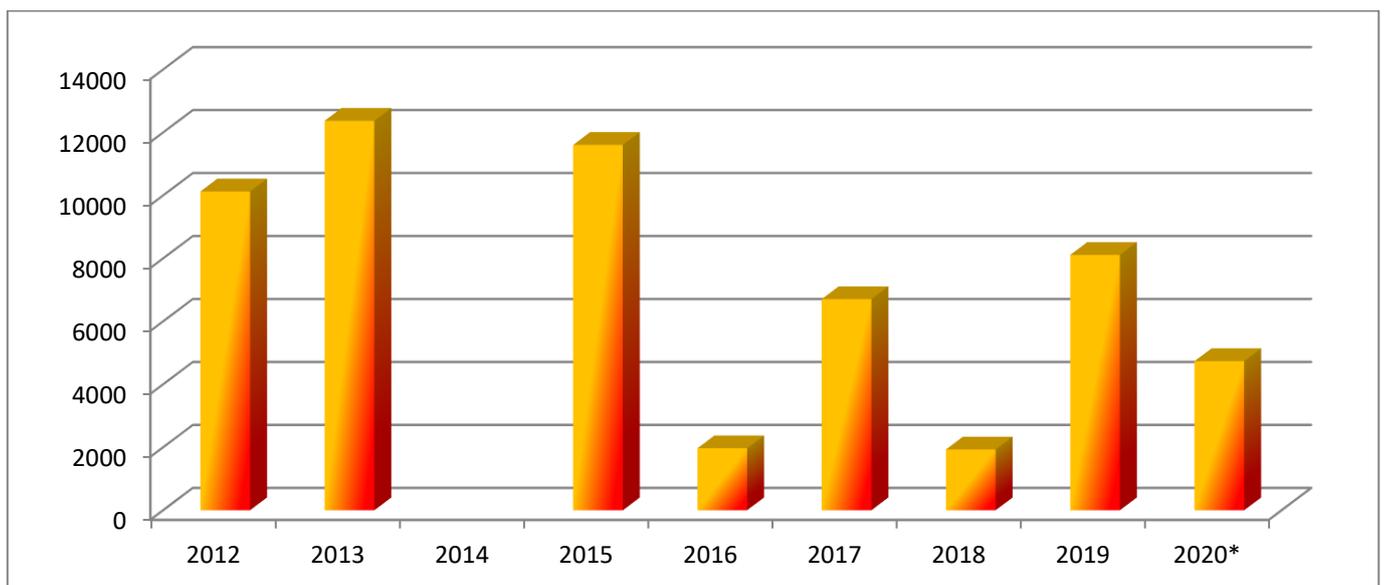


Figura 15 Número de colônias de *Tubastraea spp.* removidas anualmente das ilhas da ESEC Tamoios. (*) até março de 2020

Equipes de Manejo

A metodologia empregada para o controle do coral-sol demanda o envolvimento de uma mão de obra qualificada, uma vez que é executado por mergulhadores autônomos. Ainda que a equipe da Estação Ecológica de Tamoios conte com quatro servidores federais e um terceirizado credenciados para mergulho autônomo, com exceção da coordenadora do Projeto que participou de todas as campanhas, nem sempre é possível contar com a disponibilidade dos demais servidores da UC.

De modo a superar esta deficiência de mão-de-obra e considerando que as ações de manejo precisam ser sistemáticas e continuadas, a Estação Ecológica de Tamoios vem contando com a parceria de voluntários para a composição das equipes.

Assim, a ESEC Tamoios já promoveu quarenta e duas campanhas de manejo de pequeno porte (ECLIPSINHA) que contaram com a participação de vinte e três mergulhadores, além das Operações Eclipse I e II que envolveram juntas 108 participantes.



Figura 16 Equipes de mergulhadores em Campanhas ECLIPSINHA (24/08/2017; 28/11/2019; 16/10/2019)

ILHA	DATA	Colônias de <i>T. tagusensis</i>	Colônias de <i>T. coccinea</i>	Colônias mistas	Total de Colônias removidas	Peso Úmido (kg)	Equipe ¹⁰
Cobras	05/12/2012	745	3460	180	4385		Adriana; Amanda; Carlos; Humberto; Larissa; Marcelo M.
Pingo d' Água	06/12/2012	2227	0	-	2227		Adriana; Amanda; Carlos; Humberto; Larissa; Marcelo M.
Sabacu	06/12/2012	1199	533	-	1732		Adriana; Amanda; Carlos; Humberto; Larissa; Marcelo M.
Tucum de Dentro	06/12/2012	224	0	-	224		Adriana; Amanda; Carlos; Humberto; Larissa; Marcelo M.
Cobras	07/12/2012	1153	388	17	1558		Adriana; Amanda; Carlos; Humberto; Larissa; Marcelo M.; Régis
QUEIMADA GRANDE	02/04/2013	8363	1298	2372	12033	-	OPERAÇÃO ECLIPSE I
Ganchos	14/05/2013	0	338	-	338		Adriana; Carlos
Ganchos	26/03/2015	2	490	-	492		Adriana; Carlos; Graziela
Ganchos	28/05/2015	1	318	-	319	-	Adriana; Carlos
Ilhote Grande	28/05/2015	60	0	-	60	-	Adriana; Carlos
Rochedo São Pedro	30/07/2015	100	24	-	124	-	Adriana; Graziela
CATIMBAU	12/11/2015	10186	424	-	10610	325	OPERAÇÃO ECLIPSE II
Ganchos	31/03/2016					-	Adriana; Graziela
Ganchos	01/04/2016	0	850		850		Adriana; Graziela
Pingo d' Água	01/12/2016	17	7	-	24	-	Adriana; Graziela
Tucum de Dentro	02/12/2016	214	1	-	215	19	Adriana; Graziela
Tucum	22/12/2016	497	3	-	500	2,5	Adriana; Graziela
Tucum	23/12/2016	370	10	-	380	13	Adriana; Graziela
Tucum	17/01/2017	789	0	-	789	1,5	Adriana; Anderson; Eloah; Graziela
Ganchos	19/01/2017	60	64	-	124	12	Adriana; Anderson; Carlos
Tucum	27/01/2017	1522	0	-	1522	10	Adriana; Anderson; Carlos
Ganchos	10/02/2017	53	35	-	88	9	Adriana; Anderson; Eduardo; Heitor
Tucum	16/02/2017	586	19	-	605	3,5	Adriana; Anderson; Eduardo; Heitor
Tucum	17/02/2017	413	161	-	574	1,5	Adriana; Heitor
Ilhote Grande	13/07/2017	270	20	-	290	7	Adriana; Anderson
Rochedo São Pedro	13/07/2017	87	0	-	87	-	Adriana; Anderson
Samambaia	24/08/2017	379	15	-	394	4	Adriana; Carlos; Guilherme; Rodrigo
Ganchos	09/08/2018	45	930		975	15	Adriana; Anderson; Guilherme

¹⁰ Todas as equipes foram compostas pela coordenadora técnica do projeto e mergulhadores voluntários, que foram essenciais para a consecução da atividade.

Jurubaíba	21/08/2018	411	11		422	4	Adriana; Carlos; Marcelo
Samambaia	23/08/2018	450	84		534	7	Adriana; Gerardo; Graziela; Marcelo
Araraquarinha	16/01/2019	706	0	0	706	8	Adriana; Anderson; Carlos
Rochedo São Pedro	16/01/2019	499	14	0	513	3,5	Adriana; Anderson; Carlos
Pingo d'Água	17/01/2019	190	8	24	222	1,5	Adriana; Anderson; Carlos; Eduardo
Ganchos	20/02/2019	890	298	0	1188	10	Adriana; Anderson; Carlos; Guilherme
Tucum	21/02/2019	1774	0	0	1774	13	Adriana; Anderson; Carlos
Ganchos	25/04/2019	895	102	0	997	11	Adriana; Anderson; Carlos
Tucum	04/10/2019	1093	266	0	1359	25	Adriana; Anderson; Carlos
Ganchos	16/10/2019	215	163	0	378	05	Adriana; Anderson; Carlos; Cleto; Eduardo
Samambaia	28/11/2019	630	133	0	763	19	Adriana; Anderson; Carlos; Régis
Samambaia	29/11/2019	185	24	0	209	04	Adriana; Cleto; Eduardo; Luiz Fernando
Jurubaiba	29/01/2020	850	33	0	883	7,5	Adriana; Anderson; Eduardo; Graziela
Tucum	30/01/2020	1515	69	0	1584	16	Adriana; Anderson; Carlos; Lorena; Régis Thiago
Ganchos	17/03/2020	209	1228	0	1437	9	Adriana; Anderson; Andreia; Mário Douglas; Maristela
Tucum	19/03/2020	820	11	0	831	10	Adriana; Eduardo; Luiz Fernando; Régis
TOTAL DE COLÔNIAS REMOVIDAS					55.319		

Tabela 3 Detalhamento das ações de manejo do coral-sol realizadas na Estação Ecológica de Tamoios no período de dezembro de 2012 até março de 2020.

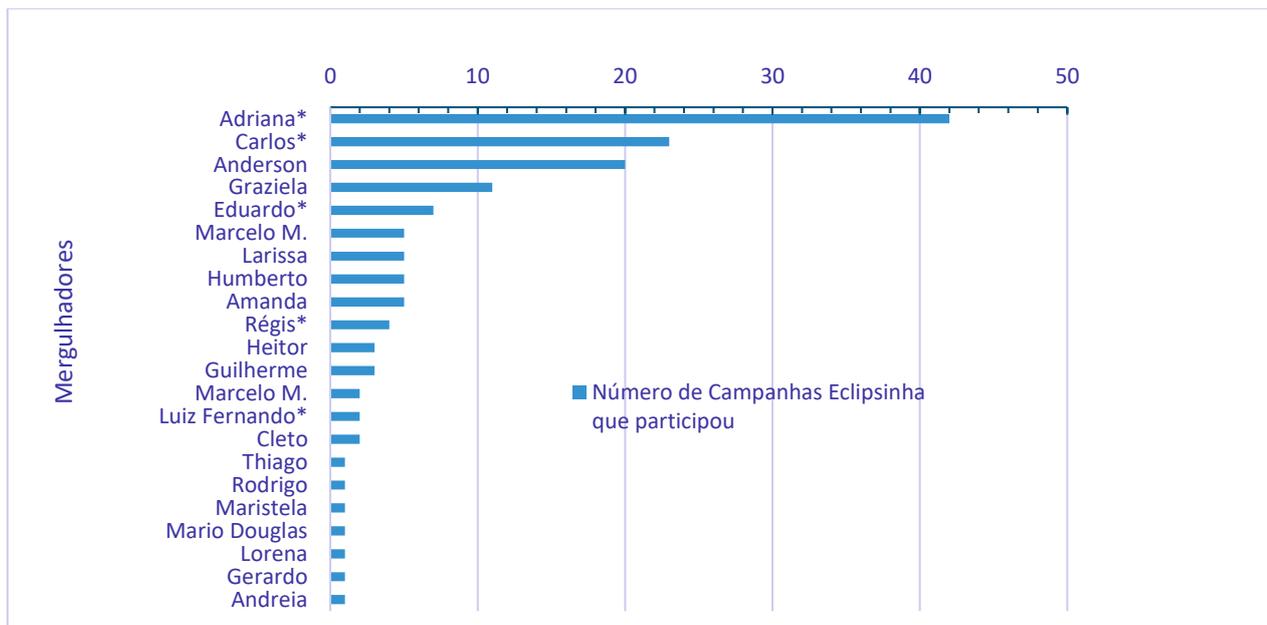


Figura 17 Número de Campanhas de Manejo (Eclipsinha) que cada mergulhador participou. (*) equipe da ESEC Tamoios

Estudo de Caso: Ilha dos GANCHOS

Em 14 de maio de 2013, foi realizada a primeira remoção de coral-sol na Ilha dos Ganchos/ESEC Tamoios, após a identificação de um foco isolado durante uma atividade de monitoramento subaquático. Foram removidas 338 colônias de *Tubastraea coccinea*. A ação foi qualificada como "erradicação bem sucedida".



Figura 18 Primeiros registros da ocorrência de *Tubastraea coccinea* na Ilha dos Ganchos em 22/03/2013.

Em 2014, não ocorreu nenhuma atividade de manejo de espécies invasoras nesta ilha.

Em 2015, foram necessários dois dias de campanha para eliminar o coral-sol da Ilha dos Ganchos. Em 26 de março, foram removidas 492 colônias e em 28 de maio 319, totalizando 811 colônias removidas naquele ano. As colônias foram encontradas no mesmo costão em que foi realizado o manejo em 2013.

Um ano após a ação que removeu todas as colônias encontradas na Ilha dos Ganchos, a equipe da ESEC Tamoios realizou nova campanha Eclipsinha nesta ilha, visto ter sido detectado em monitoramento recente o reaparecimento de colônias de *Tubastraea coccinea* na mesma rocha onde havia sido feita a remoção. Nos dias 31 de março e 1º de abril de 2016, foram removidas 850 colônias, todas da espécie *Tubastraea coccinea*. Foi realizada inspeção ao redor de toda a ilha, mas não foram encontrados novos focos.

Em 2017, foram realizadas duas campanhas que abrangeram todo o entorno da ilha dos Ganchos e removeram todas as colônias encontradas. Desta vez, foram encontradas algumas colônias de *Tubastraea tagusensis*, todas em estágio inicial de infestação. No dia 19 de janeiro foram removidas 64 colônias de *Tubastraea coccinea* e

60 de *T. tagusensis*, totalizando 124 colônias. A segunda campanha aconteceu no dia 10 de fevereiro e removeu todas as colônias encontradas, quais sejam, 35 *T. coccinea* e 53 *T. tagusensis*, totalizando 88 colônias.

O período de um ano e meio sem manejo foi suficiente para a população de coral-sol se recuperar. Nova intervenção nesta ilha se deu em 9 de agosto de 2018, após dezoito meses da última ação de controle. Três mergulhadores, realizando duas imersões cada retiraram em um único dia 975 colônias de coral-sol, tendo deixado a rocha-foco inicial sem nenhuma colônia aparente. Também foram realizadas incursões próximas e retiradas algumas colônias solitárias e esparsas no ambiente ao redor, porém não foi realizada a inspeção ao redor de toda a ilha como ocorrido no ano anterior.

Em 2019, através do monitoramento, foram encontrados três novos focos, de modo que o número de colônias removidas superou a expectativa para aquela ilha. O peso também superou as expectativas, visto que algumas eram bem grandes. Na pedra que já vinha sendo manejada, as colônias ainda estavam pequenas, de fácil remoção.

Em 2020, o alvo da primeira ação de manejo nesta ilha foi a pedra foco inicial novamente, tendo-se removido aparentemente todas as colônias dela. Os demais focos deverão ser os alvos das próximas incursões à ilha neste ano.

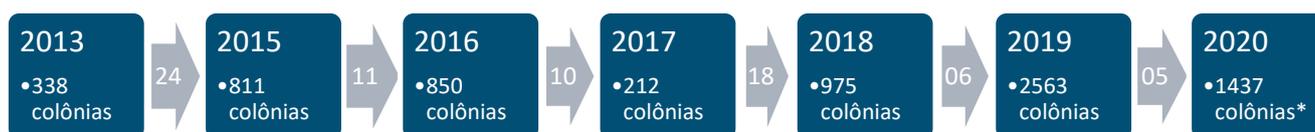


Figura 19 Periodicidade das ações de manejo e quantitativo removido para controlar a Ilha dos Ganchos. (*) total até março de 2020. As setas indicam quantos meses até a próxima intervenção.

O gráfico a seguir demonstra o quantitativo total removido por ano na Ilha dos Ganchos, de modo a deixar aparentemente “erradicada”, com exceção do presente ano (2020) quando houve apenas uma intervenção, sendo necessário outras para controlar os demais focos desta ilha.



Figura 20 Quantitativo de colônias removidas por ano nas Campanhas Eclipsinha realizadas na Ilha dos Ganchos

As imagens subsequentes comparam a mesma seção da rocha da Ilha dos Ganchos invadida por colônias de coral-sol antes e após a remoção, em quatro anos distintos: 2015, 2016, 2018 e 2020.

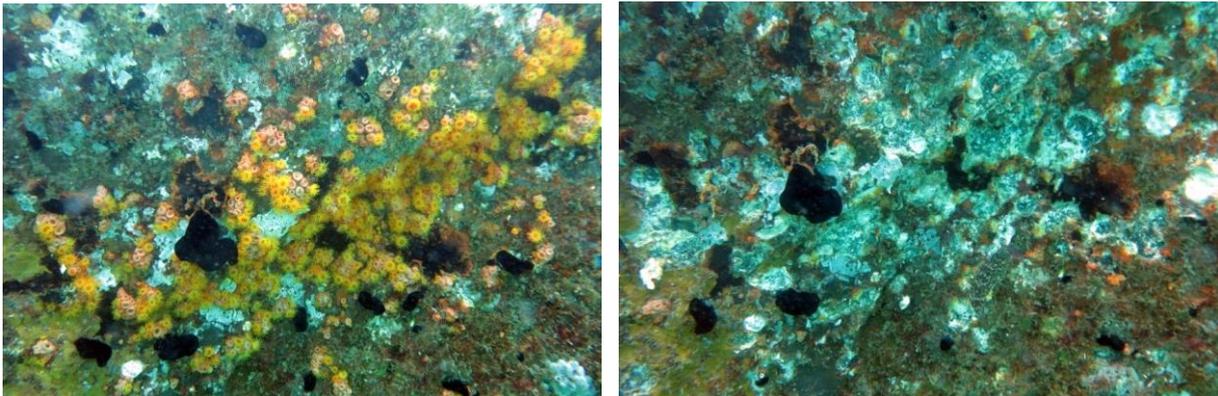


Figura 21 Costão da Ilha dos Ganchos antes e após o manejo em 2015

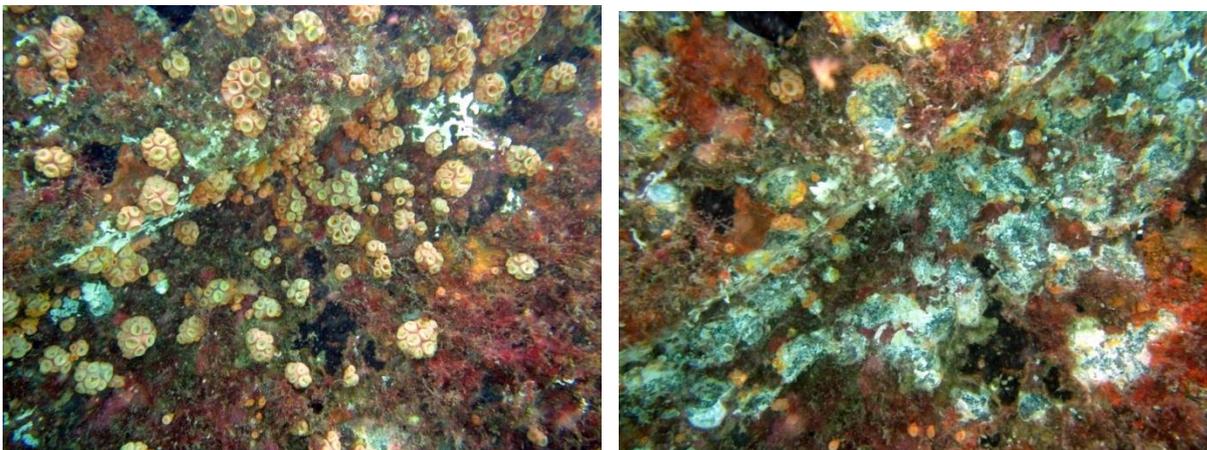


Figura 22 Costão da Ilha dos Ganchos antes e após o manejo em 2016

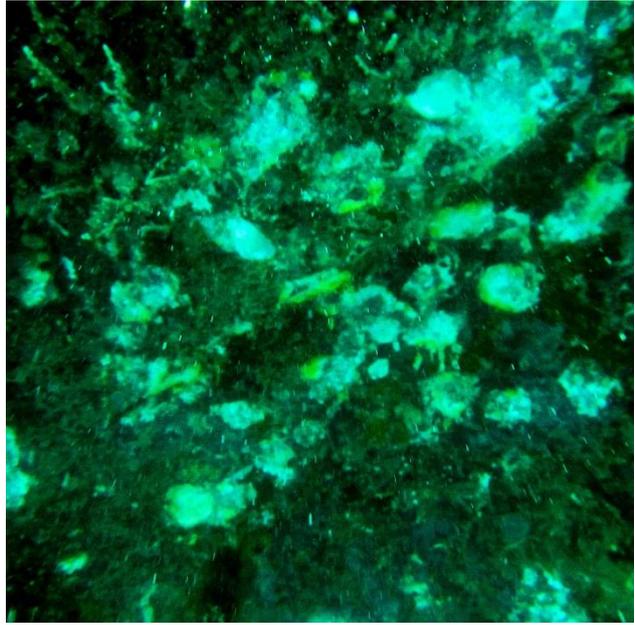
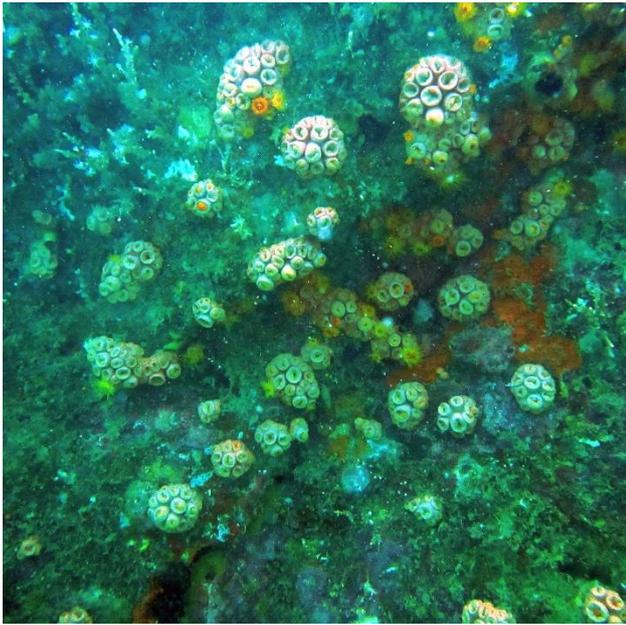


Figura 23 Costão da Ilha dos Ganchos antes e após o manejo em 2018

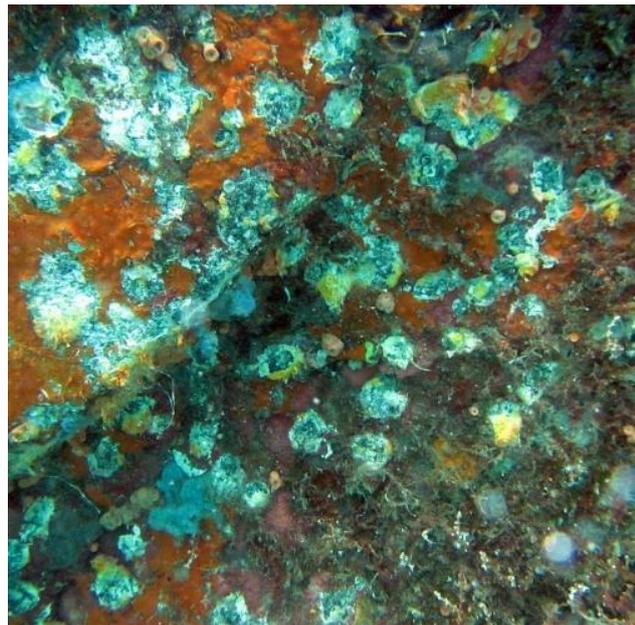


Figura 24 Costão da Ilha dos Ganchos antes e após o manejo em 2020

Conclusão

Com o Projeto Eclipse, a ESEC Tamoios/ICMBIO vem tentando manter a infestação pelo Coral-Sol em níveis controlados, diminuindo os impactos sobre os recursos e ecossistemas protegidos pela UC, assim como aumentando o conhecimento sobre o manejo das espécies invasoras, fundamental para subsidiar estratégias eficazes de controle.

No contexto da Baía da Ilha Grande, a erradicação não é mais possível, uma vez que ambas espécies já estão estabelecidas em escala geográfica ampla, provendo ao ambiente marinho larvas suficientes para novas colonizações.

Ainda que a erradicação do coral-sol não seja mais possível na Estação Ecológica de Tamoios, a estratégia de remoção, se aplicada apropriadamente, tem se apresentado como uma estratégia de manejo eficaz para controlar a população em algumas ilhas da UC.

As duas Operações Eclipse realizadas¹¹ foram importantes para promover articulações institucionais, para divulgar os danos causados pela bioinvasão e capacitar e incentivar parceiros para apoiarem no controle destas espécies invasoras na ESEC Tamoios, no entanto, por se tratarem de intervenções pontuais, não foram eficazes no controle dos bioinvasores.

As Campanhas Eclipsinha, por outro lado, que têm como foco as ilhas em estágio inicial de infestação, identificadas através de monitoramentos periódicos, têm demonstrado os resultados mais significativos no que se refere ao controle da bioinvasão.

A Ilha dos Ganchos, em Paraty, é um exemplo de controle bem sucedido nesta UC e que nos rendeu alguns ensinamentos:

1. O assentamento gregário das larvas ao redor de colônias estabelecidas é uma característica destas espécies que facilita o controle. Assim, ao detectar

¹¹ Operação Eclipse I realizada na Ilha Queimada Grande em 2013 com remoção de 12.033 colônias e Operação Eclipse II realizada na Ilha do Catimbau em 2015 com remoção de 10.610 colônias

precocemente uma invasão, deve-se proceder à retirada de todas as colônias visíveis e manter um manejo sistemático nesta mesma área, visto que há grande possibilidade de ter permanecido recrutas e coralitos que se desenvolverão ali. Além disso, estas espécies têm a capacidade de se regenerar a partir de fragmentos. Assim, é comum encontrar colônias de coral-sol em locais que já sofreram intervenções;

2. Deve-se manter um monitoramento periódico, podendo ser anual, ao redor de toda a ilha, para detecção de novos focos além das áreas onde já é realizado o manejo;
3. Ao encontrar um foco, priorizar a remoção de colônias maiores, de modo a reduzir a pressão dos propágulos. As espécies nativas devem permanecer intactas a fim de aumentar a capacidade biótica.
4. Um mergulhador iniciante remove em média 200 colônias por mergulho, enquanto um mergulhador capacitado remove até 600 colônias por mergulho.
5. Para o controle ser eficaz, é necessário o manejo sistemático e contínuo dos pontos de invasão, sendo recomendada uma periodicidade semestral. Caso não seja possível, o intervalo entre as ações de manejo nunca deverá ser superior a 1 ano.
6. Ainda é possível controlar a expansão em áreas da Estação Ecológica de Tamoios, sobretudo nas áreas da unidade que apresentam estágio inicial de infestação. A expansão do coral-sol vem sendo controlada com sucesso pela equipe desta UC graças ao apoio de mergulhadores voluntários.

A maioria das ilhas escolhidas como alvo das campanhas Eclipsinha ainda não foram manejadas ou tiveram incursões de manejo aquém do necessário para se manter o controle populacional. Pelas características das espécies e grau de infestação da Baía da Ilha Grande, as Campanhas Eclipsinha precisam ser intensificadas e não podem ser interrompidas sob pena de perdermos o controle da população exótica e acarretar danos irreparáveis ao ecossistema natural da UC.

A estratégia de incluir estas ações de controle no PFIS da UC e a submissão de PLANAF (Categoria da Ação Fauna- Introdução de Espécies) têm permitido a intensificação das ações de manejo na Unidade, no entanto ainda não é o suficiente.

É imprescindível a manutenção das ações de monitoramento e manejo do coral-sol na ESEC Tamoios/ICMBio. A continuidade do manejo e monitoramento, assim como o investimento em pesquisas para subsidiar o manejo são fundamentais neste momento, sob pena de não apenas perdermos todos os esforços já realizados, mas principalmente de perdermos o controle sobre esta bioinvasão, resultando em mudanças irreversíveis na comunidade biológica, levando à rápida degradação ambiental e, conseqüentemente, à redução considerável da diversidade local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPEL, K.C.C. 2018. Sistemática do gênero *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) e estrutura genética das espécies invasoras do Atlântico Sul Ocidental. Rio de Janeiro. UFRJ/IB. 222fls.
- DE PAULA, A.F., CREED, J.C. 2005. Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(4): 661–673.
- GOMES, A.N., BARROS, G.M., POMPEI, C. 2015. Monitoramento extensivo e manejo do coral-sol *Tubastraea* spp. (Cnidaria, Anthozoa) na Estação Ecológica de Tamoios, Brasil In: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Unidade de Conservação. Curitiba, pp.1-7.
- GOMES, A.N., 2019. A Expansão da Invasão do Coral-Sol (*Tubastraea* spp.) na Estação Ecológica de Tamoios, RJ In: LIVRO DE RESUMOS DO I SEMINÁRIO DE PESQUISA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAMOIOS. Angra dos Reis, pp.23
- GUIMARÃES, T. C. S. 2015. Espécies Exóticas Invasoras da Fauna em Unidades de Conservação Federais no Brasil: Sistematização do Conhecimento e Implicações para o Manejo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- LAGES, B., FLEURY, B., MENEGOLA, C., CREED, J. 2011. Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Marine Ecology Progress Series*. V.438, 85-96.
- LOPES R.M., 2009. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil / Ministério do Meio Ambiente; Rubens M. Lopes/IO-USP... [et al.], Editor. – Brasília: MMA/SBF, 2009.
- MMA. Creed, J. C.; Pires, D. O.; Figueiredo, M. A. O. (Orgs.): Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande. Brasília, DF: MMA, 2007. 416 p. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, DF: MMA, 2007. 301 p.
- OLIVEIRA, A.E.S. 2010. Espécies exóticas invasoras do território nacional: subsídios para formulação e implementação de uma política pública no Brasil. Tese de doutorado. UERJ
- PRECHT, W.F., HICKERSON, E.L. , SCHMAHL, G.P. , ARONSON, R. B. 2014 The Invasive Coral *Tubastraea coccinea* (Lesson, 1829): Implications For Natural Habitats In The Gulf Of Mexico And The Florida Keys. *Gulf of Mexico Science*, 2014(1–2), pp. 55–59 2014 by the Marine Environmental Sciences Consortium of Alabama
- SANTOS, L. A. H.; RIBEIRO, F.V.; CREED, J.C. 2013. Antagonism between invasive pest corals *Tubastraea* spp. And the native reef-builder *Mussismilia hispida* in the southwest Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 449 (2013) 69-76
- SILVA, A. G.; LIMA, R. P.; GOMES, A. N.; FLEURY, B. G.; CREED, J. C. 2011. Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil. *Aquat Invasions* (2011) Volume 6, Supplement 1: S105–S110.
- SILVA, A. G.; DE PAULA, A. F.; FLEURY, B. G.; CREED, J. C. 2014. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 141: 9– 16.
- SIMBERLOFF, D., D. C. SCHMATZ, AND T. C. BROWN. 1997. Strangers in paradise: impact and management of non indigenous species in Florida. Island Press, Washington, DC.
- SOUZA, R.C.C.L., CALAZANS, S.H., SILVA, E.P. 2009. Impacto Das Espécies Invasoras No Ambiente Aquático In *Cienc. Cult.* vol.61 no.1 São Paulo.
- TORRES, P., LOPES, C., DIONÍSIO M.A. & COSTA, A.C 2009 XIV Expedição Científica do Departamento de Biologia - Santa Maria 2009 - Rel. Com. Dep. Biol. 36: 109