



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO**

MARCELO AMBERGER ARAÚJO

**NAUFRÁGIOS ARTIFICIAIS DA BAÍA DE TODOS OS
SANTOS: AVALIAÇÃO DO ESTADO DE DESENVOLVIMENTO DE
POPULAÇÕES DE CORAL-SOL (TUBASTRAEA SPP.)**

Salvador
2022

MARCELO AMBERGER ARAÚJO

**NAUFRÁGIOS ARTIFICIAIS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS:
AVALIAÇÃO DO ESTADO DE DESENVOLVIMENTO DE
POPULAÇÕES DE CORAL-SOL (TUBASTRAEA SPP.)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Ruy Kenji Papa de Kikuchi.

Salvador
2022

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCELO AMBERGER ARAÚJO

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte Banca Examinadora:

Ruy Kenji Papa de Kikuchi – Orientador
Doutor em Geologia pela Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marília de Dirceu Machado de Oliveira
Doutora em Geologia pela Universidade Federal da Bahia, Brasil

Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão
Doutora em Geologia Marinha pela University of Miami, Estados Unidos

Salvador, 12 de julho de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à minha família. Como em qualquer estrutura, eles são a base que me sustenta e aterra. Obrigado aos meus pais, Guildo e Sabine, por todo o apoio e amor incondicional diante dos desafios da vida e por sempre lutarem pela minha felicidade e sonhos. À minha irmã, Adriana, que desde o dia em que nasci tem zelado por mim. Minha amizade mais verdadeira. Ao meu cachorro, Chico, que enche o lar de alegria;

Ao professor Dr. Ruy Kenji Papa de Kikuchi, pela oportunidade de estágio e pelos ensinamentos como professor e orientador;

Agradeço também aos professores do curso de bacharelado em Oceanografia da Universidade Federal da Bahia, principalmente à Luis Felipe Mendonca, Vanessa Hatje, Francisco Barros e Janini Pereira. Eles ajudaram na construção de alicerces que baseiam o meu conhecimento da Oceanografia e me inspiraram como profissionais;

Em especial aos professores Guilherme Lessa e Paulo Mafalda, que desde o início do curso não mediram esforços para contribuir com a minha formação e me ajudaram de diversas formas. Hoje os considero amigos;

Aos colegas de estágio e amigos, André Quadros e Gabriel Mussi, que tornaram possível a execução da coleta de dados e me transmitiram seu conhecimento sobre mergulho autônomo;

À Rita de Cássia por sempre estar disposta a me ajudar, com muito cuidado e atenção;

Ao Projeto de cooperação técnico-científica PETROBRAS/UFBA/FAPESB - Avaliação e pesquisa do coral-sol na Baía de Todos os Santos, pela bolsa de iniciação científica e recursos que possibilitaram a execução deste trabalho.

À banca examinadora por suas contribuições, as quais certamente irão ser importantes para a minha formação.

Nunca é sobre o destino,
Mas sim sobre o caminho e o processo.
Sobre as pessoas e experiências.
Sobre o amor que você coloca em cada ação.

RESUMO

Considerando a importância ambiental e socioeconômica dos recifes de corais (RC) e as ameaças globais que esses ecossistemas enfrentam, desde a década de 1980, os recifes artificiais (RA) têm sido sugeridos como uma ferramenta de mitigação e alternativa para formação de novos habitats bentônicos. No entanto, as informações sobre as atividades humanas relacionadas aos recifes artificiais e os impactos da implementação dessas estruturas ainda parecem ser pouco explorados pelos centros de pesquisa. O presente trabalho teve como objetivo investigar a ocupação e estabelecimento da espécie invasora coral-sol (*Tubastraea* spp.) em dois naufrágios artificiais da baía de Todos os Santos - rebocador Vega e ferry boat Agenor Gordilho - pertencentes ao projeto “Recifes Artificiais de Salvador”, no período de 1 ano após o afundamento. Através de mergulhos autônomos, em cada naufrágio, foram filmados e analisados 8 vídeo transectos. As colônias e pólipos de coral-sol identificados foram medidos e classificados segundo o morfotipo. Os resultados gerados para cada RA foram consideravelmente distintos, mesmo com condições ambientais e períodos de sucessão ecológica semelhantes. No rebocador Vega, foram documentados apenas 5 pólipos e 7 colônias de coral-sol, todas do morfotipo plocóide. No ferry boat Agenor Gordilho, por outro lado, foram identificados e medidos 633 pólipos e 177 colônias dos morfotipos plocóide e dendróide, dentre as quais, mais de 100 possuíam área entre 6 cm² e 30 cm² e estavam sexualmente maduras - concentradas principalmente na lateral do casco à boreste. Levando em conta as características biológicas do coral-sol, o posicionamento dos organismos e o estágio de desenvolvimento da população, a hipótese que parece melhor explicar o contraste entre os naufrágios é a de que o afundamento do ferry boat Agenor Gordilho pode ter ocorrido já com as colônias fixadas ao casco, abaixo da linha d'água.

Palavras-chave: recifes artificiais; espécies invasoras; coral-sol.

ABSTRACT

Considering the environmental and socioeconomic importance of coral reefs (CR) and the global threats that these ecosystems face, since the 1980s, artificial reefs (AR) have been suggested as a mitigation tool and alternative for the formation of new benthic habitats. However, information about human activities related to artificial reefs and the impacts of implementing these structures still seem to be little explored by research centers. The present work aimed to investigate the occupation and establishment of the invasive sun coral (*Tubastraea* spp.), within one year after the sinking. Through scuba diving, in each wreck, 8 video transects were filmed and analyzed. Identified sun coral colonies and polyps were measured and classified according to morphotype. The results generated for each AR were considerably different, even with similar environmental conditions and ecological succession periods. On the Vega tug, only 5 polyps and 7 colonies of sun coral were documented, all of the plocoid morphotype. At Agenor Gordilho ferry boat, on the other hand, 633 polyps and 177 colonies of the plocoid and dendroid morphotypes were identified and measured, among which more than 100 had an area between 6 cm² and 30 cm² and were sexually mature - concentrated mainly on the side of the hull at the starboard. Considering the biological characteristics of the sun coral, the positioning of the organisms and the stage of development of the population, the hypothesis that seems to best explain the contrast between the shipwrecks is that the sinking of the Agenor Gordilho ferry boat may have already occurred with the colonies fixed to the hull below the waterline.

Keywords: artificial reefs; invasive species; sun coral.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração do Rebocador Veja. No canto superior direito, alinhamento do naufrágio em relação ao Norte geográfico	19
Figura 2: Ilustração do ferry boat Agenor Gordilho. No canto superior direito, alinhamento do naufrágio em relação ao Norte geográfico	19
Figura 3: Localização dos naufrágios em carta náutica: mais próximo da costa, em vermelho, o Rebocador Vega; e mais afastado, em verde, o ferry boat Agenor Gordilho	20
Figura 4: Localização geográfica da Baía de Todos os Santos	21
Figura 5: Distribuição de fácies texturais na Baía de Todos os Santos	22
Figura 6: Embarcação Bucanero (Operadora Shark Dive), catamarã motorizado de 40 pés com capacidade para 25+1 pessoas e adaptada para atividades de mergulho	25
Figura 7: Mergulhador Marcelo Amberger realizando descida pelo cabo da poita	26
Figura 8: Parada descompressiva no cabo da poita, a 5 metros de profundidade	27
Figura 9: Equipamento de filmagem: Haste de PVC com escala, iluminação e GoPro 6 Black	28
Figura 10: Foto do Mergulhador André Quadros, realizando a captação das imagens na lateral do rebocador Vega	28
Figura 11: Foto do mergulhador André Quadros, realizando a filmagem em substrato horizontal positivo, no convés do rebocador Vega	29
Figura 12: Foto do mergulhador André Quadros, realizando a filmagem em substrato vertical, na lateral do casco do ferry boat Agenor Gordilho	29
Figura 13: Esquema com posicionamento dos transectos no naufrágio do rebocador Vega	30
Figura 14: Esquema com posicionamento dos transectos no naufrágio do ferry boat Agenor Gordilho	31
Figura 15: Processo de calibração do VTA. Na parte inferior da tela, em roxo, medida linear da escala de calibração da haste correspondente à 19 pixels	32
Figura 16: Processo de medição das diagonais maior e menor (em roxo) das colônias de Coral Sol no VTA	33
Figura 17: No centro da tela, colônia representativa do morfotipo plocóide, com diâmetro maior medindo 7.5 cm	33
Figura 18: No centro da tela, colônia representativa do morfotipo dendróide, com diâmetro maior medindo 6.46 cm	34

Figura 19: Processo de medição do diâmetro maior (em roxo) dos pólipos de Coral Sol no VTA	35
Figura 20: Histograma de classe da área das colônias do morfotipo plocóide no rebocador Vega	37
Figura 21: Histograma de classes da área dos pólipos no rebocador Vega	37
Figura 22: Histograma de classes das áreas das colônias do morfotipo plocóide no AG	39
Figura 23: Histograma de classe da área das colônias do morfotipo dendróide no AG	40
Figura 24: Histograma de classes da área dos pólipos no AG	41
Figura 25: Registro fotográfico do convés do ferry boat Agenor Gordilho	43
Figura 26: Registro fotográfico de colônia isolada do morfotipo plocóide, com diâmetro maior medindo 1.97 cm	44
Figura 27: Registro fotográfico do transecto B1, com presença de colônias dos dois morfotipos e infestação de pólipos	44
Figura 28: Registro fotográfico da colônia de coral-sol encontrada no casco do ferry boat Agenor Gordilho 3 meses após o afundamento do navio	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas geográficas UTM do posicionamento dos naufrágios	20
Tabela 2: Dados técnicos – duração, profundidade máxima e parada de segurança ou descompressiva – para cada mergulho em ambos os dias de coleta	25
Tabela 3: variação do nível do mar em Salvador para os dias de campo	26
Tabela 4: Descrição da orientação do substrato e posicionamento dos transectos no RV	30
Tabela 5: Descrição da orientação do substrato e posicionamento dos transectos no AG	31
Tabela 6: Contagem e identificação de organismos no rebocador Vega com subdivisão por VT	36
Tabela 7: Medidas de tendência central e de variância da área (cm ²) das colônias e dos pólipos do RV	36
Tabela 8: Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo plocóide no rebocador Vega	37
Tabela 9: Frequências de distribuição dos pólipos em 4 classes de área no rebocador Vega	38
Tabela 10: Contagem e identificação de organismos no ferry boat Agenor Gordilho com subdivisão por VT	38
Tabela 11: Medidas de tendência central e de variância da área (cm ²) das colônias e dos pólipos do ferry boat Agenor Gordilho	39
Tabela 12: Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo plocóide no ferry boat Agenor Gordilho	40
Tabela 13: Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo dendróide no ferry boat Agenor Gordilho	41
Tabela 14: Frequências de distribuição dos pólipos em 4 classes de área no rebocador Vega	41

LISTA DE ABREVIACES

A - rea

AG - Ferry boat Agenor Gordilho

APA - rea de Proteo Ambiental

BTS - Baía de todos os Santos

D - Diâmetro

Dmaior - Diâmetro maior

Dmenor - Diâmetro menor

RA - Recifes artificiais

RC - Recifes de coral

RV - Rebocador Vega

VT - Vídeo transecto

VTA - Vídeo Transecto Analyser

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. METODOLOGIA	18
3.1 NAUFRÁGIOS.....	18
3.1.1 HISTÓRICO	18
3.1.2 DESCRIÇÃO DAS EMBARCAÇÕES NAUFRAGADAS	18
3.1.3 LOCALIZAÇÃO	20
3.2 ÁREA DE ESTUDO	21
3.2.1 DESCRIÇÃO GEOGRÁFICA	22
3.2.1 GEOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA	22
3.2.3 CLIMA, CIRCULAÇÃO E MASSAS D'ÁGUA	23
3.2.4 POLUIÇÃO E RECIFES DE CORAIS	23
3.3 AQUISIÇÃO DOS DADOS	24
3.3.1 DATAS DE COLETA	24
3.3.2 NAVEGAÇÃO	24
3.3.3 MERGULHO AUTÔNOMO	25
3.3.4 VÍDEO TRANSECTOS	27
3.3.4.1 ORIENTAÇÃO DO SUBSTRATO	28
3.3.4.2 POSICIONAMENTO DOS TRANSECTOS NOS NAUFRÁGIOS.....	30
3.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS	32
4. RESULTADOS	36
4.1 REBOCADOR VEGA	36
4.1.1 CONTAGEM DE COLÔNIAS E PÓLIPOS	36
4.1.2 ANÁLISE DOS DADOS	36
4.1.3 CLASSES DE ÁREA	37
4.2 FERRY BOAT AGENOR GORDILHO	38
4.2.1 CONTAGEM DE COLÔNIAS E PÓLIPOS	38
4.2.2 ANÁLISE DOS DADOS	38
4.2.3 CLASSES DE ÁREA	40

5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÃO	47
7. REFERÊNCIAS	49
ANEXOS	54

1. INTRODUÇÃO

Os recifes de coral (RC) são considerados “*hot spots*” de biodiversidade marinha e estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo, sustentando diretamente meio bilhão de pessoas (DANOVARO *et al.*, 2008). Eles apresentam uma estrutura rochosa constituída, principalmente, por corais e algas calcárias através da precipitação e do acúmulo do carbonato de cálcio presente na água do mar. Esta estrutura rochosa constitui um atrator para a vida marinha, por fornecer abrigo e alimento para diversos organismos (SOROKIN, 1995). Em recifes saudáveis, a alta produtividade se traduz pelo fornecimento médio de cerca de 10 toneladas de biomassa por quilômetro quadrado ao ano (McCLANAHAN, 1995). Como consequência, em todo o mundo, os recifes respondem por 9% do potencial de pesca dos oceanos (SMITH, 1978), embora correspondam a menos de 0,20% da sua superfície (SPALDING, 2000).

Além da produção pesqueira, os recifes proporcionam diversos serviços ambientais e socioeconômicos: protegem contra a erosão costeira, são fontes de novas substâncias químicas para a medicina e para a indústria e oferecem oportunidades de turismo que, em todo o globo, representam um ganho financeiro em torno de 400 bilhões de dólares ao ano (CONSTANZA *et al.*, 1997).

Apesar de os recifes representarem um dos mais relevantes ecossistemas da paisagem marinha, aproximadamente 60% dos RC de todo o mundo estão ameaçados por um conjunto de impactos naturais e, principalmente, antropogênicos. Dentre eles, citam-se: mudança climática, com aquecimento e acidificação dos oceanos, causando branqueamento dos corais; sobrepesca e consequente desequilíbrio das cadeias tróficas; poluição terrestre e marinha; acelerado desenvolvimento costeiro; doenças; e espécies invasoras, geralmente introduzidas por consequência da atividade humana (DANOVARO *et al.*, 2008).

Diante deste cenário, desde a década de 1980, os recifes artificiais (RA) têm sido sugeridos como uma ferramenta para mitigar os impactos sobre os recifes naturais, contribuindo para a recuperação e restauração da diversidade e biomassa local (PINTO *et al.*, 2021). Por definição, recifes artificiais são estruturas feitas pelo homem e instaladas em ambientes marinhos, que servem como substrato e/ou abrigo para os organismos, buscando imitar a influência física e biológica dos recifes naturais (YANG *et al.*, 2019). Possuem diversas formas, que variam desde estruturas pré-moldadas de concreto a embarcações e aeronaves (PINTO *et al.*, 2021). Argumenta-se que, ao remodelar o sistema marinho, de forma semelhante aos RC,

criam-se habitats para o estabelecimento de organismos bentônicos, além de refúgio e berçário para peixes (LIMA *et al.*, 2019).

A prática de submergir estruturas provavelmente tem sido usada desde o período Neolítico por povos africanos, que perceberam uma maior abundância de peixes perto de objetos flutuantes e submersos (LIMA *et al.*, 2019). Os RA são considerados, portanto, uma ferramenta essencial para aumentar a produção pesqueira, proporcionando pesca recreativa e locais de mergulho e, ao mesmo tempo, evitando a pesca de arrasto destrutiva (YANG *et al.*, 2019). Nas últimas 3 décadas, um grande número de RA foram implantados em áreas costeiras ao redor do mundo, incluindo Japão, América e Europa (YANG *et al.*, 2019).

Grande parte das pesquisas sobre RA concentra os seus esforços em determinar se o papel dessas estruturas é o de atração ou de efetivo aumento da produção de peixes (LIMA *et al.*, 2019). A hipótese da atração afirma que os recifes artificiais apenas deslocam as comunidades biológicas dos recifes naturais próximos, sem, contudo, aumentarem a produção. Por outro lado, a hipótese de produção argumenta que os recifes artificiais aumentam o número de indivíduos e de biomassa das espécies, aumentando, conseqüentemente, o substrato necessário no ambiente aquático (PINTO *et al.*, 2021).

No entanto, as informações sobre as atividades humanas relacionadas aos recifes artificiais e os impactos da implementação dessas estruturas ainda parecem ser pouco explorados pelos centros de pesquisa (PINTO *et al.*, 2021). Em muitos casos, dependendo de aspectos relacionados ao planejamento e à metodologia de introdução, recifes artificiais também podem trazer efeitos indesejáveis relevantes ao meio marinho – os quais podem, inclusive, vir a superar os benefícios (VIVIER *et al.*, 2021). Em regiões de sedimento não consolidado, por exemplo, os RA são capazes alterar a topografia e a dinâmica de fundo, bem como os aspectos físico-químicos e biológicos dos sedimentos, afetando as comunidades bentônicas associadas (YANG *et al.*, 2019).

Além disso, através da introdução de substâncias tóxicas e disponibilização de substratos virgens, os RA também podem favorecer a invasão, a expansão do alcance e o estabelecimento de espécies não nativas e patogênicas (SOARES *et al.*, 2020). Especificamente quanto às invasões biológicas, estas são reconhecidas como uma das principais ameaças aos ecossistemas marinhos e costeiros (BAX *et al.*, 2003). As espécies invasoras têm o potencial de causar alterações significativas nos ambientes, resultando em perda de biodiversidade, com declínio das espécies nativas e comerciais e modificações na função e estrutura das comunidades, alterando a estrutura trófica e/ou teias alimentares do sistema invadido (CARLTON, 1985; CARLTON & GELLER, 1993; RUIZ *et al.*, 1997; MACK *et al.*, 2000).

Para que um organismo seja considerado invasor em uma área, ele deve passar com sucesso pelas etapas de transporte, introdução, estabelecimento e dispersão (BLACKBURN et al., 2011).

Na década de 1980, dois corais azooxantelados, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, da família *Dendrophyllidae* e classe *Anthozoa*, invadiram o oceano Atlântico Sudoeste. Popularmente conhecidas como coral-sol, as espécies são nativas do Oceano Pacífico e, além do Brasil, invadiram o Caribe e o Golfo do México (CREED et al., 2017). No Brasil, os primeiros organismos desta espécie foram registrados incrustados em plataformas de petróleo e gás na bacia de Campos, Rio de Janeiro (DE PAULA et al., 2014). Uma década depois, o coral-sol invadiu os costões rochosos da baía de Ilha Grande, no oeste do mesmo Estado. Desde então, o número de registros aumentou, tanto em costões rochosos, substratos artificiais e recifes de corais, quanto em vetores de introdução, como plataformas de petróleo e gás, navios de perfuração, monoboias e boias de sustentação de *riser* (CREED et al., 2017). Atualmente, o coral-sol é encontrado em mais de 20 municípios, ao longo de mais de três mil quilômetros da costa brasileira, incluindo diversas Áreas de Proteção Marinha, além de ter sido registrado em 23 vetores, desde Santa Catarina até Sergipe (SILVA et al., 2011).

As duas espécies irmãs geralmente ocorrem simultaneamente nos ambientes e suas colônias podem crescer umas sobre as outras e se misturar (DE PAULA et al., 2014). Na medida em que se desenvolvem e expandem, as populações de coral-sol geram uma forte concorrência para os organismos de espécies nativas, como esponjas, acídias, algas calcárias e corais nativos, incluindo a endêmica *Mussismilia hispida* (CREED, 2006). Visto que o espaço para assentamento e crescimento é um importante recurso limitante para organismos em comunidades marinhas de fundo duro, a competição por espaço desempenha um papel fundamental na formação dos padrões de biodiversidade nesses habitats (SANDIN & McNAMARA, 2012).

As características biológicas de *Tubastraea* spp. são típicas de espécies oportunistas, demonstrando alta fecundidade, com alta produção de oócitos, idade reprodutiva precoce (amadurecimento em cerca de 1 ano e meio), curto tempo de incubação do embrião e hermafroditismo (DE PAULA et al., 2014; GLYNN et al., 2008); crescimento rápido, aproximadamente 3 cm² por ano (VERMEIJ, 2005); recrutamento eficiente, com dispersão e assentamento de larvas em locais próximos à colônia de origem (CREED & DE PAULA, 2007); agressividade competitiva (CREED, 2006; SANTOS et al., 2013); e estratégias de sobrevivência para escapar de condições ambientais adversas, como a produção de substâncias

alelopáticas e substâncias com propriedades anti-incrustantes e anti-predação (LAGES *et al.*, 2012).

Estas características garantem que, uma vez estabelecidos, *Tubastraea* spp. podem se tornar os organismos bentônicos dominantes (DE PAULA, 2007), sobrepujando as espécies nativas e alterando a dinâmica dos ecossistemas que foram invadidos (LAGES *et al.*, 2011). A alta cobertura dessas espécies de *Tubastraea* altera as funções do ecossistema em comparação com as comunidades mais usuais de macroalgas e cnidários zooxantelados típicos dessas costas; e, gradualmente, a comunidade invadida se torna heterotrófica, ao invés de autotrófica (LAGES *et al.*, 2011).

Apesar dos esforços nacionais depreendidos através do chamado “Projeto coral-sol”, que promove retirada ativa de colônias, na costa da Bahia e na região da Baía de Todos os Santos (BTS), diversos pontos, incluindo recifes biogênicos, recifes artificiais, píeres e cais de atracação já foram registrados com a ocorrência de coral-sol (SAMPAIO *et al.*, 2012).

Neste contexto, considerando o potencial dano ambiental causado pela expansão e desenvolvimento desses organismos, sua afinidade por estruturas artificiais submersas e sua vantagem competitiva sobre os demais organismos, o presente trabalho propõe o estudo e discussão à respeito do assentamento e desenvolvimento de populações de coral-sol (*Tubastraea* spp.) em dois naufrágios artificiais - rebocador Vega e ferry boat Agenor Gordilho – afundados no mesmo dia, na entrada da BTS, em uma profundidade média de 30 metros, como parte do Projeto “Recifes Artificiais de Salvador”, após o período de 1 ano de afundamento.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

- i. Avaliar se, após um ano de afundamento de dois navios na Baía de Todos os Santos (rebocador Vega e o ferry boat Agenor Gordilho), os recifes artificiais criados geraram um ecossistema favorável ao estabelecimento, ao crescimento e à reprodução de colônias de coral-sol (*Tubastraea spp.*).
- ii. Fazer uma análise comparativa entre os dois ecossistemas, verificando as variabilidades nas populações de coral-sol entre ambos, de acordo com os critérios de abundância, morfotipo e tamanho dos organismos.
- iii. Investigar as possíveis fontes de pólipos de coral-sol que se fixaram aos substratos artificiais criados com o afundamento dos navios.
- iv. Debater estratégias de manejo eficientes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Através da filmagem e análise de transectos:

- i. Identificar colônias e pólipos de coral-sol, determinando a posição no navio e a orientação do substrato em que estão fixados.
- ii. Classificar as colônias de coral-sol segundo os morfotipos plocóide e dendróide.
- iii. Calcular a área dos organismos através da medição de seus diâmetros.

3. METODOLOGIA

3.1 NAUFRÁGIOS

3.1.1 HISTÓRICO

O projeto de criação dos recifes artificiais na Baía de Todos os Santos começou por volta de 2015, fruto dos esforços do mergulhador Igor Carneiro, proprietário da operadora de mergulho *Shark Dive*, sediada na cidade Salvador (Bahia), em parceria com a Secretaria de Turismo da Bahia (SETUR). A empreitada abrangeu duas embarcações: 1) o rebocador Vega, que estava fora de serviço e foi adquirido pela operadora; e 2) o ferry boat Agenor Gordilho, que também estava fora de serviço foi cedido pela empresa Cia de Navegação Baiana. A empresa contratada para a execução foi a ENGESUB, e o projeto contou, ainda, com o apoio das empresas Wilson Sons, Saga Rebocadores, Belov Engenharia, Recicla Brasil, além da Marinha do Brasil, Corpo de Bombeiros e das secretarias do Meio Ambiente (Inema), Infraestrutura (Agerba) e Administração (Patrimônio).

Os navios passaram por processos de limpeza, realizados em locais diferentes: o Agenor Gordilho, nas docas da própria companhia de ferry boats, em Bom Despacho; e o Vega, no píer da empresa Saga Rebocadores. Substâncias com potencial de contaminação e poluição do meio ambiente, como óleos, combustíveis e chumbo, foram removidas das embarcações, assim como peças que oferecessem risco aos futuros mergulhadores (enroscamento, perfuração etc.). Ademais, foram feitas aberturas específicas, com o objetivo de melhorar o acesso e a segurança, principalmente nas partes internas.

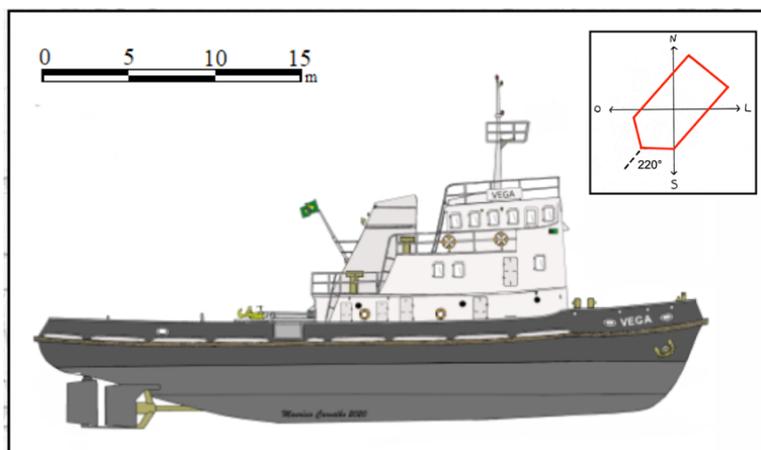
Para viabilizar os afundamentos e a escolha de locais apropriados, o projeto contou com estudos de impacto ambiental feitos pela Marinha do Brasil na região da Baía de Todos os Santos. Após um ano de processos burocráticos, a operação de afundamento de ambas embarcações foi realizada no dia 21 de novembro de 2020, com o reboque das embarcações para o local previsto e posterior abertura das válvulas de fundo, somada a aberturas com maçarico nas laterais do casco.

Vale destacar que todas as informações acima dispostas foram retiradas do site Naufrágios do Brasil. Não existe nenhum laudo de vistoria disponível que garante a limpeza correta das embarcações e a retirada de incrustações biológicas no casco.

3.1.2 DESCRIÇÃO DAS EMBARCAÇÕES NAUFRAGADAS

O Vega é um rebocador construído em aço com 38,5 metros de comprimento e 9,5 metros de boca. Está apoiado sobre fundo arenoso, em sua posição de navegação e ligeiramente adernado a bombordo, com proa apontando para sudoeste. A parte superior da cabine da embarcação se encontra a 17 metros de profundidade, e o fundo, a aproximadamente 30 metros. Uma ilustração da embarcação, com escala, segue abaixo, conforme Figura 1:

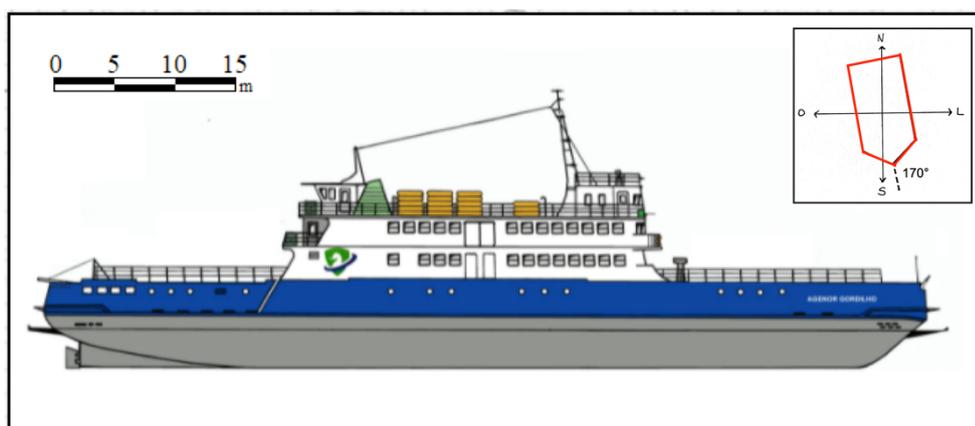
Figura 1 – Ilustração do rebocador Vega em escala. No canto superior direito, alinhamento do naufrágio em relação ao Norte geográfico.



Fonte: Adaptado de Naufrágios do Brasil.

O Agenor Gordilho é um ferry boat (embarcação para transporte de veículos) construído em 1970 em aço, com 69 metros de comprimentos, 13,5 metros de boca, 2,5 metros de calado e mais de 1.350 toneladas. Está apoiado corretamente no fundo arenoso, em posição de navegação e em profundidades que variam de aproximadamente 35 metros até cerca de 15 metros, com proa apontando ligeiramente para sudeste. Uma ilustração da embarcação, com escala, segue abaixo, conforme Figura 2:

Figura 2 – Ilustração do ferry boat Agenor Gordilho. No canto superior direito, alinhamento do naufrágio em relação ao Norte geográfico.

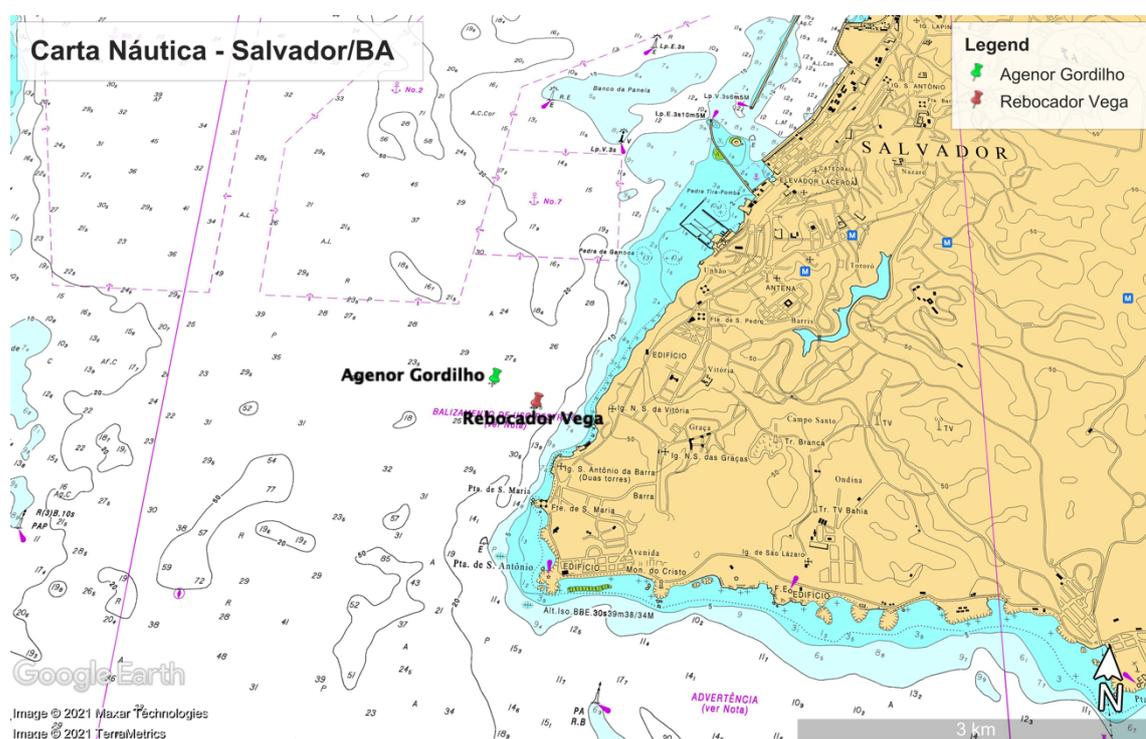


Fonte: Adaptado de Naufrágios do Brasil.

3.1.3 LOCALIZAÇÃO

O ponto escolhido para o afundamento dos naufrágios está localizado em batimetrias que variam entre 28 e 32 metros, nas proximidades da entrada da Baía de Todos os Santos, a cerca de 500 e 1000 metros da costa de Salvador, sob fundo arenoso, como mostra a Figura 3 e a Tabela 1, que contém as coordenadas geográficas de cada um dos locais de naufrágio que são objeto do presente estudo:

Figura 3 – Localização dos naufrágios em carta náutica: mais próximo da costa, em vermelho, Rebocador Vega; e mais afastado, em verde, o ferry boat Agenor Gordilho.



Fonte: Carta náutica da Marinha do Brasil.

Tabela 1 – Coordenados geográficas UTM do posicionamento dos naufrágios.

Naufração	Latitude	Longitude
Ferry boat Agenor Gordilho	12°59.673'S	38°32.325'W
Rebocador Vega	12°59.791'S	38°32.102'W

Fonte: Naufrágios do Brasil.

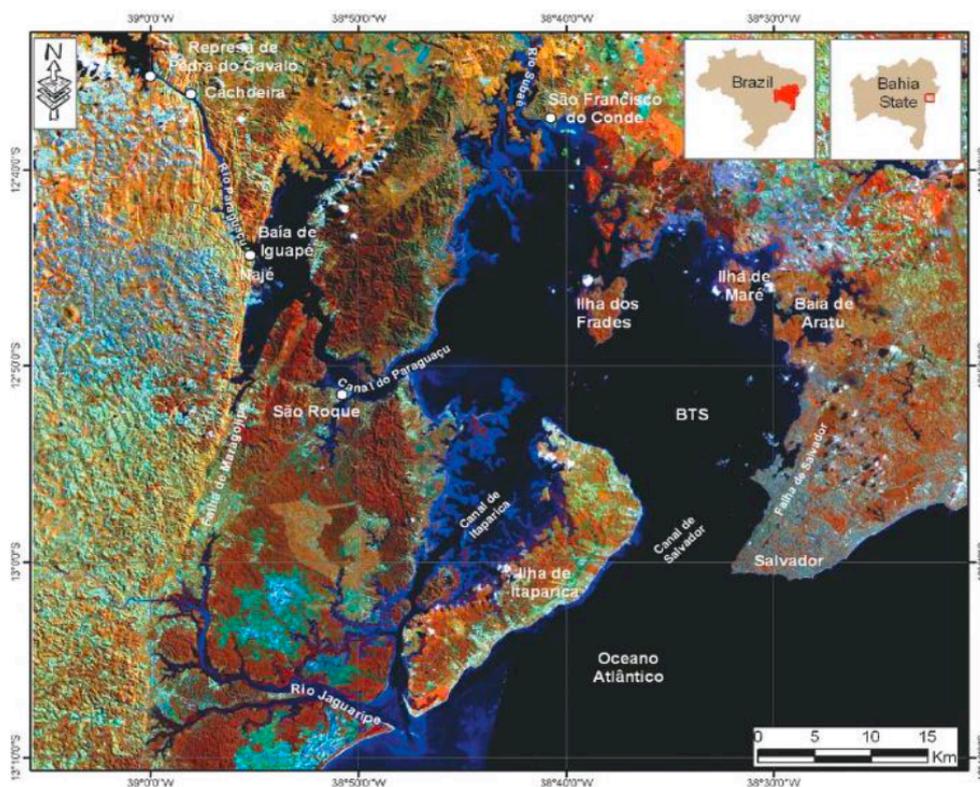
3.2 ÁREA DE ESTUDO

3.2.1 DESCRIÇÃO GEOGRÁFICA

A Baía de Todos os Santos (BTS) é uma reentrância da costa litorânea brasileira, que se estende desde Salvador até a região do Recôncavo Baiano, centrada entre a latitude de $12^{\circ}50'$ S e a longitude de $38^{\circ}38'$ W (HATJE & ANDRADE, 2009). A BTS apresenta uma área de 1.233 km^2 , sendo considerada uma das maiores baías do Brasil (MANSO *et al.*, 2008). No seu entorno, há, atualmente, um contingente populacional superior a três milhões de habitantes (IBGE, s/ d).

A BTS é extremamente relevante ao estado da Bahia, nos âmbitos ecológico, social e econômico, desde o período da colonização do país. Sua riqueza natural, com expressiva extensão de recifes de corais, estuários e manguezais, suportam e favorecem a produtividade pesqueira e a biodiversidade da região. Dentre as baías da costa leste brasileira, é a única que apresenta 10 terminais portuários de grande porte, um canal de entrada naturalmente navegável e canais internos profundos (HATJE & ANDRADE, 2009). Abaixo, a Figura 4 traz um mapa, em escala, que mostra a localização geográfica da Baía de Todos os Santos:

Figura 4 – Localização geográfica da Baía de Todos os Santos.



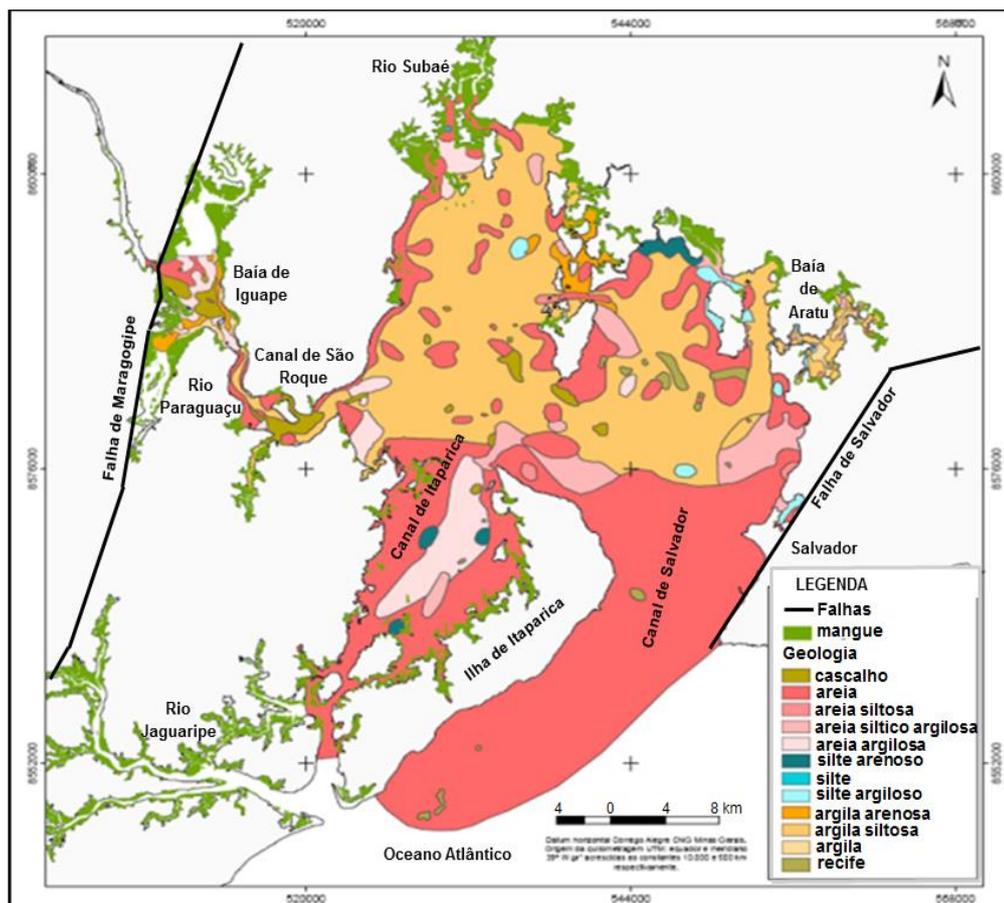
Fonte: CIRANO & LESSA (2007).

3.2.2 GEOLOGIA E SEDIMENTOLOGIA

A Baía de Todos os Santos é um sistema estuarino típico, com morfologia condicionada por movimentos tectônicos, em uma área delimitada pelas falhas geológicas de Salvador e de Maragogipe (DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 2009). Está alocada sobre rochas sedimentares que preenchem a bacia sedimentar do recôncavo, com profundidade média de 10 metros, e máxima de 70 metros.

De acordo com a classificação granulométrica, a Baía está separada em 3 áreas distintas, da seguinte forma: a região mais ao norte corresponde à parte mais rasa e de maior influência dos rios, com sedimentos predominantemente argilo-siltosos; a porção mais central apresenta sedimentos areno-argilosos; e, por fim, na região entre Itaparica e Salvador, os sedimentos são classificados como arenosos. Esta última é a área de maior influência oceânica, por estar mais a jusante da BTS, próxima a sua conexão com o oceano aberto (BURTON Jr., 2002; MACEDO, 1977), conforme Figura 5:

Figura 5 – Distribuição de fácies texturais na Baía de todos os Santos.



Fonte: modificado de LESSA & DIAS (2007).

3.2.3 CLIMA, CIRCULAÇÃO E MASSAS D'ÁGUA

O clima da região é considerado quente e úmido sem uma estação seca (CELINO & QUEIROZ, 2008). A temperatura máxima atinge valores mais altos entre janeiro e março (aproximadamente 30 °C), enquanto que as temperaturas mínimas são medidas entre julho e setembro, variando de 21 a 22 °C. A precipitação anual varia de <150 mm a >300 mm (LESSA *et al.*, 2009). Temporadas mais secas começam entre outubro e novembro e se intensificam entre janeiro, fevereiro e março, meses que eventualmente podem apresentar balanço hídrico negativo. As temporadas de maior precipitação, superando os 200 mm, começam em abril, são mais intensas entre junho e julho e terminam em agosto (LESSA *et al.*, 2009).

A BTS recebe a descarga de 3 grandes bacias de drenagem, associadas aos rios Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé, além de outras 91 pequenas bacias que geram um efeito de descarga difusa durante os meses úmidos (LESSA *et al.*, 2009).

Apesar de receber a contribuição da segunda maior bacia hidrográfica do Estado (bacia do rio Paraguaçu), o volume de descarga é pequeno quando comparado ao volume da baía e a entrada de água salgada, o que confere a BTS características predominantemente oceânicas (LEÃO & DOMINGUEZ, 2000).

A menor influência fluvial na BTS, quando comparada às demais baías, é responsável por uma coluna d'água melhor misturada e com menores gradientes verticais de densidade. Por isso, apesar da complexidade dinâmica, pode-se afirmar que a circulação na baía é predominantemente controlada pelas marés, as quais podem ser classificadas como semidiurnas, com amplitude de cerca de 2 metros (LESSA *et al.*, 2009).

As diferenças sazonais de salinidade e temperatura na BTS geram a ocorrência de duas massas d'água características: 1) a Água Tropical, com temperaturas superiores a 20 °C e salinidade acima de 36, e que adentra a baía nos meses de verão; e 2) a Água Costeira, mais fria e menos salina (salinidades inferiores a 36), que se forma na BTS nos meses de inverno e impede a entrada da Água Tropical (CIRANO & LESSA, 2007).

3.2.4 POLUIÇÃO E RECIFES DE CORAIS

A costa do estado da Bahia é caracterizada por ser a região de maior diversidade de corais do oceano Atlântico Sul Ocidental, com o maior número de espécies endêmicas do Brasil (LABOREL, 1969).

Devido ao grande volume da baía e de uma descarga de água doce relativamente pequena, a BTS possui uma expressiva extensão de recifes de coral, concentrados em duas regiões. A primeira delas diz respeito aos recifes do interior da baía, localizados mais próximos do complexo industrial e da cidade do Salvador, expostos aos impactos provenientes da contaminação industrial por metalúrgicas, fábricas de fibras sintéticas, indústrias químicas, de cerâmica, além da produção e do refino de petróleo e três portos (TAVARES *et al.*, 1988). A segunda, diz respeito aos recifes externos, localizados na entrada da baía, expostos a ação das águas oceânicas. Devido à sua localização, estes recifes enfrentam diferentes efeitos da ação hidrodinâmica, um dos principais determinantes da estrutura das comunidades de coral (CRUZ *et al.*, 2009)

Na sua extensão, a Baía de Todos os Santos possui condições essencialmente marinhas, e pode ser caracterizada como um sistema oligomesotrófico, exceção feita às fontes de poluição orgânica que ainda persistem pontualmente em seu interior (HATJE & ANDRADE, 2009).

Existem pelo menos 15 espécies de corais pétreos e 4 de hidrocorais (corais de fogo) presentes, atualmente, nos recifes da BTS. As espécies de corais encontradas são *Stephanocoenia michelini*, *Madracis decactis*, *Agaricia agaricites*, *Siderastrea stellata*, *S. radians*, *Porites astreoides*, *P. branneri*, *Favia gravida*, *Montastraea cavernosa*, *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii*, *M. hispida*, *Scolymia wellsi*, *Meandrina braziliensis* e *Phyllangia americana*. Os hidrocorais encontrados são *Stylaster roseus*, *Millepora alcicornis*, *M. braziliensis* e *M. nitida*. As espécies mais comuns na BTS são *A. agaricites*, *S. stellata*, *S. radians*, *P. astreoides*, *F. gravida*, *M. cavernosa*, *M. hispida*, e *M. alcicornis* (DUTRA *et al.*, 2006; CRUZ *et al.*, 2009)

3.3 AQUISIÇÃO DOS DADOS

3.3.1. DATAS DE COLETA

A coleta dos dados ocorreu em dois dias consecutivos, quais sejam: no Rebocador Vega, em 27 de janeiro de 2022; e no ferry boat Agenor Gordilho, em 28 de janeiro de 2022.

3.3.2 NAVEGAÇÃO

A saída da navegação em direção a ambos os naufrágios ocorreu do porto de Salvador, com tempo de navegação de aproximadamente 20 minutos. Ao chegar às coordenadas determinadas,

a embarcação foi ancorada nas poitas submersas (em 5 metros de profundidade), as quais estão presas aos naufrágios.

Figura 6 – Embarcação Bucanero (Operadora Shark Dive), catamarã motorizado de 40 pés com capacidade para 25+1 pessoas e adaptada para atividades de mergulho.



3.3.3 MERGULHO AUTÔNOMO

O mergulho nos naufrágios é classificado como profundo, requerendo a graduação mínima de mergulhador autônomo avançado. Além disso, as descidas foram realizadas em sistemas de duplas.

Tabela 2 – dados técnicos – duração, profundidade máxima e parada de segurança ou descompressiva – para cada mergulho em ambos os dias de coleta.

Rebocador Vega		Ferry boat Agenor Gordilho	
1º Mergulho		1º Mergulho	
Horário	10:30 h	Horário	11:30 h
Duração	26 min	Duração	31 min
Profundidade máxima	31,6 m	Profundidade máxima	33,9 m
Parada de segurança	5 min 5 m	Parada de segurança	5 min 5 m
Intervalo de superfície		Intervalo de superfície	
Duração	70 min	Duração	70 min
2º Mergulho		2º Mergulho	
Horário	13:06 h	Horário	14:11 h
Duração	37 min	Duração	39 min
Profundidade máxima	33 m	Profundidade máxima	33 m
Parada de segurança	5 min 5 m	Parada descompressiva	8 min 5 m

Devido à localização dos pontos (entrada da BTS), foi necessária uma escolha estratégica do horário de descida, visando a minimizar o efeito das correntes de maré. Para desfrutar das condições ideais, o mergulho ocorreu em horário próximo à virada ou troca de maré, em período de quadratura, no qual as variações e velocidades de fluxo são menores, resultando em menor quantidade material particulado em suspensão e em melhor visibilidade, conforme variações do nível do mar nas datas de mergulho, constantes na Tabela 3:

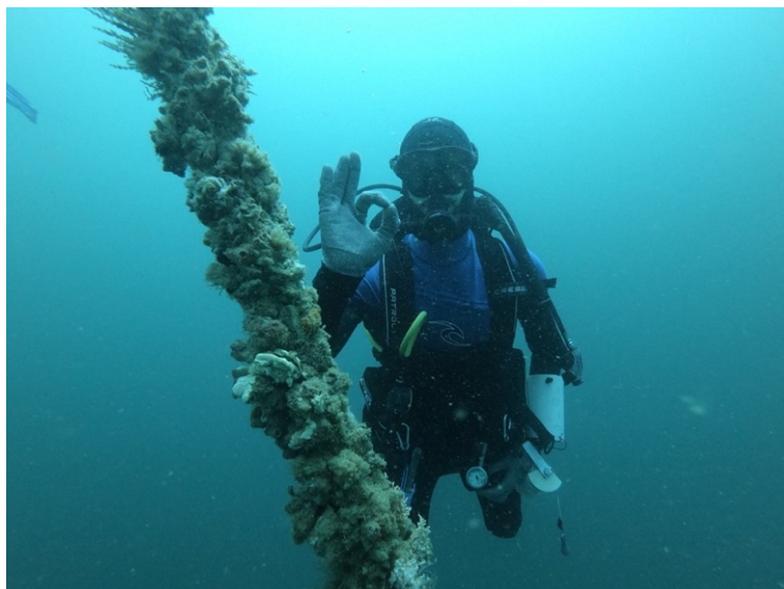
Tabela 3 – variação do nível do mar em Salvador para os dias de campo.

27/01/22		28/01/22	
Horário	Nível	Horário	Nível
05:24 h	0,8 m	00:24 h	2,0 m
11:39 h	1,9 m	06:45 h	0,7 m
17:58 h	0,7 m	11:51 h	2,0 m
-	-	19:11 h	0,5 m

Fonte: tábua de marés da marinha do Brasil para o porto de Salvador.

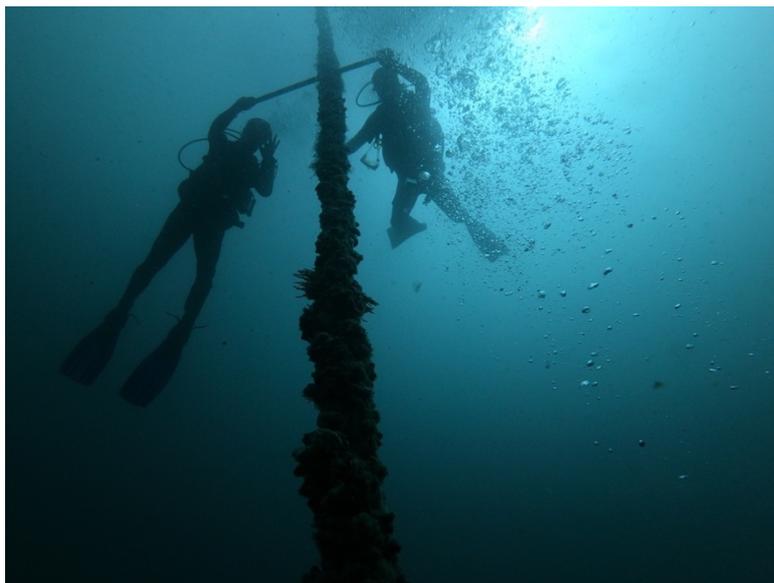
Em ambos os dias, a descida e a subida dos mergulhadores se deu pelo cabo amarração da embarcação ligado às poitas submersa que se conectam aos naufrágios, conforme Figura 7:

Figura 7 – mergulhador Marcelo Amberger realizando descida pelo cabo da poita.



Devido à grande extensão amostral, foi necessário realizar dois mergulhos em cada naufrágio. Os limites de nitrogênio dissolvidos foram calculados pelo instrutor de mergulho André Quadros, com o auxílio do computador de mergulho “Leonardo”, da marca *Cressi*.

Figura 8 – parada descompressiva no cabo da poita, a 5 metros de profundidade.



Entre os mergulhos realizados em um mesmo dia, foram realizados intervalos de superfície de pouco mais do que 70 minutos. Em todas as subidas, foi realizada uma parada de segurança nos 5 metros de profundidade por 3 minutos. No último mergulho, foi necessário fazer uma parada descompressiva aos 5 metros por 8 minutos para compensar a profundidade ligeiramente maior em que se localiza o ferry boat Agenor Gordilho, e, conseqüentemente, ao maior tempo de fundo.

3.3.4 VÍDEO TRANSECTOS

Em conformação com o programa de monitoramento e mapeamento do Coral Sol na BTS, em cada naufrágio, foram realizados 8 transectos de vídeo com aproximadamente 25 metros de comprimento por 0.35 metros de largura, totalizando uma área de cerca de 8.75 m² por transecto, e 70 m² por naufrágio.

O equipamento utilizado para filmagem foi a *GoPro 6 Black*, com resolução de 1080p a 60 *frames* por segundo, no modo de gravação linear (“*linear mode*”), com o objetivo de reduzir os efeitos da distorção angular da lente.

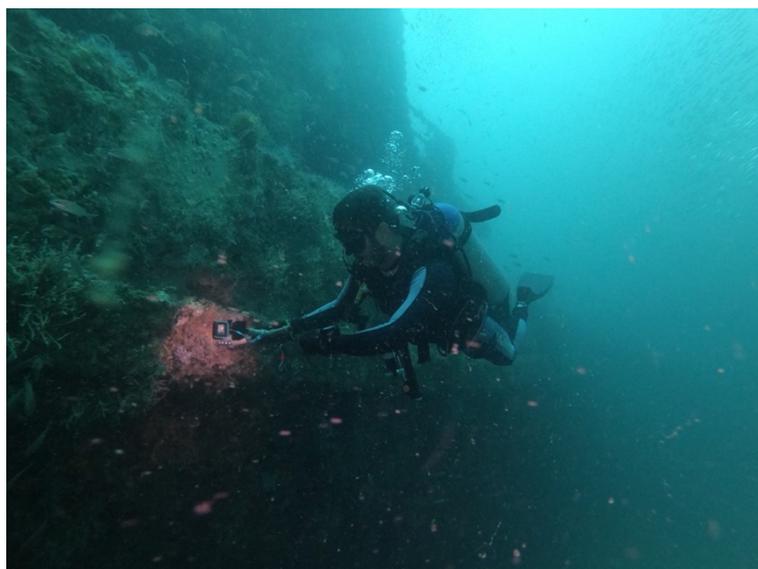
As câmeras foram fixadas numa haste de PVC, com escala e iluminação, conforme descrição constante na Figura 9, abaixo colacionada:

Figura 9 – Equipamento de Filmagem: Haste de PVC com escala, iluminação e GoPro 6 Black.



A captação das imagens pelos mergulhadores foi feita a uma velocidade linear de aproximadamente 1 metro a cada 4 segundos, com a haste de filmagem perpendicular a superfície ou substrato alvo.

Figura 10 – Foto do mergulhador André Quadros, realizando a captação das imagens na lateral do rebocador Vega.



3.3.4.1 ORIENTAÇÃO DO SUBSTRATO

Devido à complexidade estrutural dos naufrágios, a orientação dos substratos foi subdividida em três categorias: 1) vertical; 2) horizontal positiva; e 3) horizontal negativa.

Abaixo, seguem imagens ilustrativas (Figuras 11 e 12), das filmagens realizadas em substrato horizontal positivo e em substrato vertical:

Figura 11 – Foto do mergulhador André Quadros, realizando a filmagem em substrato horizontal positivo, no convés do rebocador Vega.

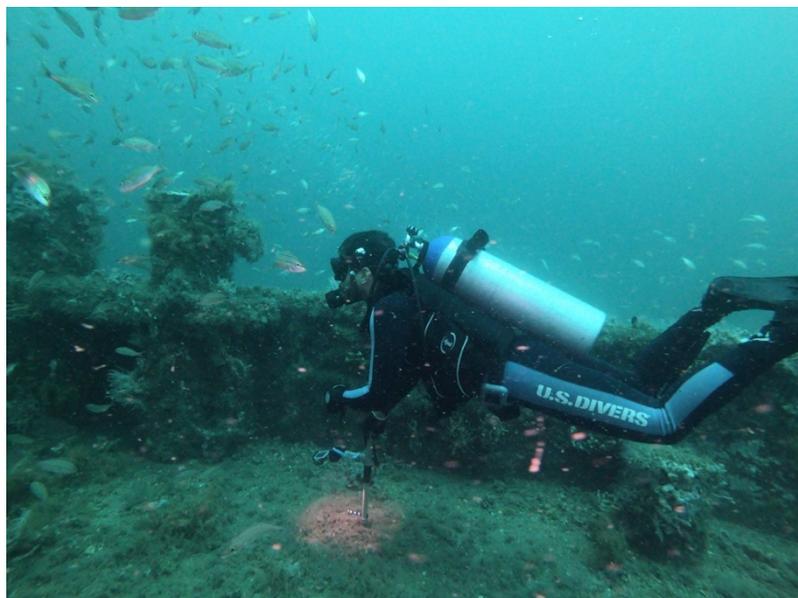


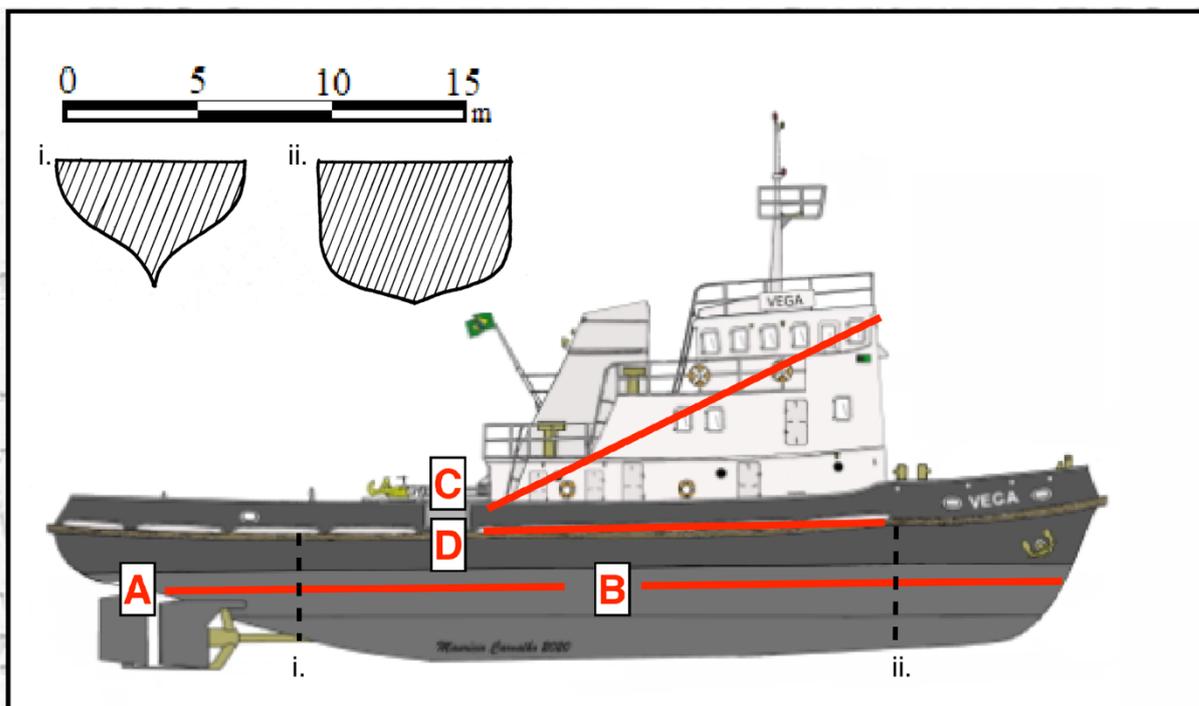
Figura 12 – Foto do mergulhador André Quadros, realizando a filmagem em substrato vertical, na lateral do casco do ferry boat Agenor Gordilho.



3.3.4.2 POSICIONAMENTO DOS TRANSECTOS NOS NAUFRÁGIOS

i) REBOCADOR VEGA

Figura 13 – Esquema com posicionamento dos transectos no naufrágio do rebocador Vega.



Fonte: Adaptado de Naufrágios do Brasil.

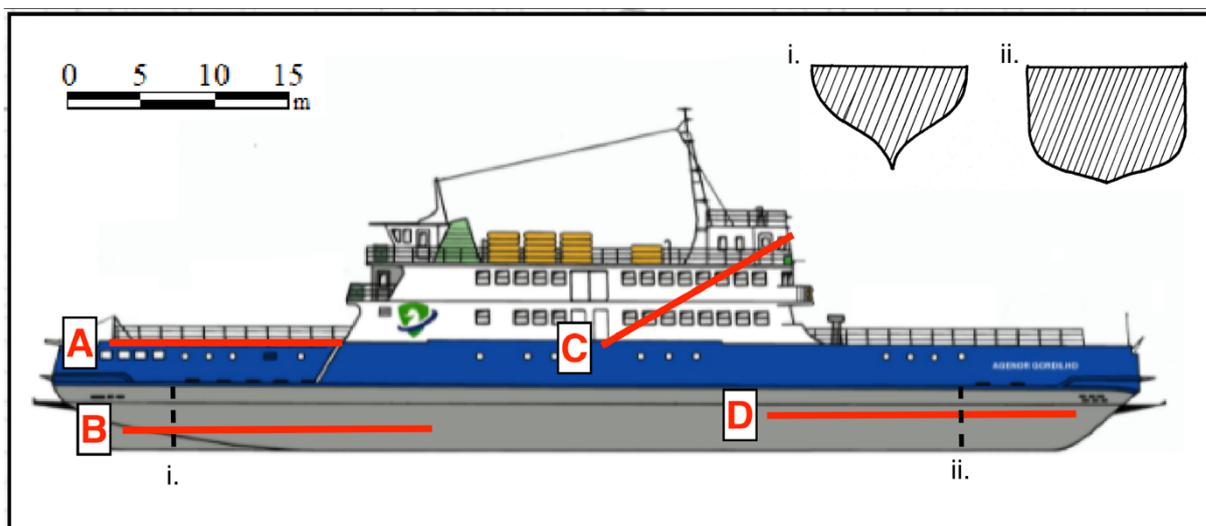
Com o objetivo de garantir uma cobertura representativa, a captação das imagens se deu de modo espelhado: 4 transectos foram filmados no lado boreste (ímpares) do naufrágio, e outros 4 no bombordo (pares), conforme indicam a Figura 13 (acima) e a Tabela 4 (abaixo). Todos os transectos foram realizados na parte externa do naufrágio.

Tabela 4 – descrição da orientação do substrato e posicionamento dos transectos no RV.

Vídeo	Transecto	Posicionamento	Parte do Navio	Orientação do Substrato
A	A1	Boreste	Casco	Horizontal Negativo + Vertical
	A2	Bombordo	Casco	Horizontal Negativo + Vertical
B	B1	Boreste	Casco	Vertical
	B2	Bombordo	Casco	Vertical
C	C1	Boreste	Cabine	Vertical
	C2	Bombordo	Cabine	Vertical
D	D1	Boreste	Convés	Horizontal Positivo
	D2	Bombordo	Convés	Horizontal Positivo

ii) FERRY BOAT AGENOR GORDILHO

Figura 14 – Esquema com posicionamento dos transectos no naufrágio do ferry boat Agenor Gordilho.



Fonte: Adaptado de Naufrágios do Brasil.

Com o objetivo de garantir uma cobertura representativa, novamente, a captação das imagens se deu de modo espelhado: 4 transectos foram filmados no lado boreste (ímpares) do naufrágio, e outros 4 no bombordo (pares), conforme indicam a Figura 14 (acima) e a Tabela 5 (abaixo). Mais uma vez, todos os transectos foram realizados na parte externa do naufrágio. Também vale destacar que, em dois dos VTs, a orientação do substrato variou, devido a forma do casco próximo à popa dos naufrágios.

Tabela 5 – Descrição da orientação do substrato e posicionamento dos transectos no AG.

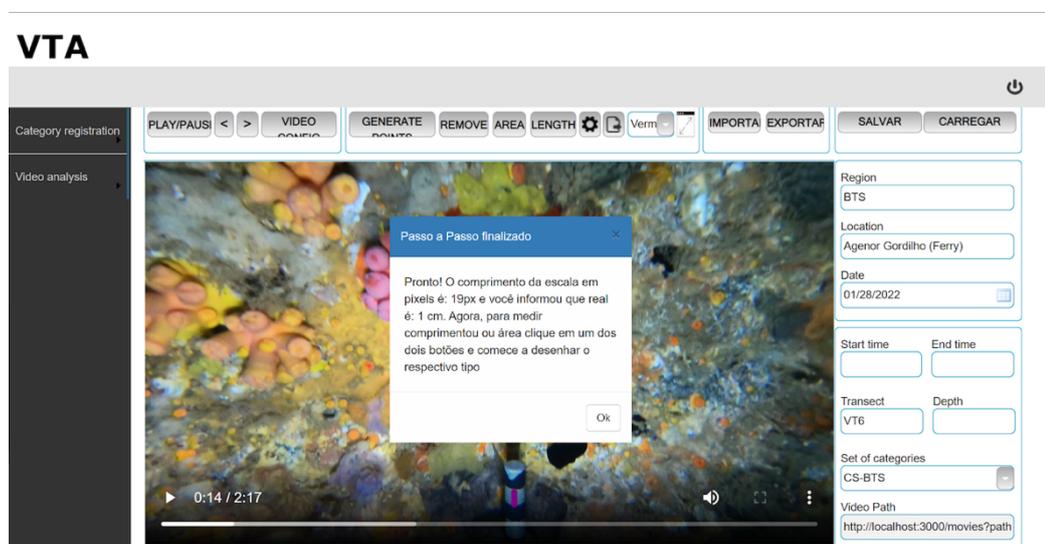
Vídeo	Transecto	Posicionamento	Parte do Navio	Orientação do Substrato
A	A1	Boreste	Convés	Horizontal Positivo
	A2	Bombordo	Convés	Horizontal Positivo
B	B1	Boreste	Casco	Horizontal Negativo + Vertical
	B2	Bombordo	Casco	Horizontal Negativo + Vertical
C	C1	Boreste	Cabine	Vertical
	C2	Bombordo	Cabine	Vertical
D	D1	Boreste	Casco	Vertical
	D2	Bombordo	Casco	Vertical

3.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS

As imagens foram transferidas dos cartões de memória das câmeras para um HD externo, e, então, foram analisadas através do programa Video Transect Analyser (VTA), desenvolvido pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Recifes de Corais e Mudanças Globais (RECOR).

Na plataforma do VTA, para cada arquivo de vídeo, foi criado um correspondente para análise, totalizando 16 arquivos. A escala de medição do programa foi ajustada com a ferramenta de definição. Como parâmetro de calibração, foi utilizada medida da escala fixa na ponta da haste de filmagem, resultando numa proporção de 19 pixels por centímetro.

Figura 15 – Processo de calibração do VTA. Na parte inferior da tela, em roxo, medida linear da escala de calibração da haste correspondente à 19 pixels.

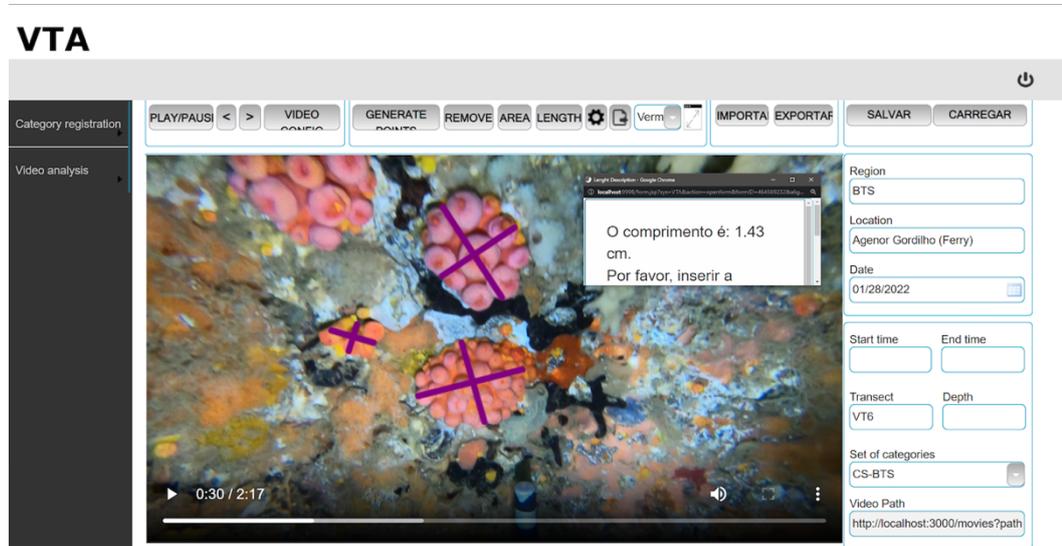


Cada transecto foi analisado *frame por frame*, de modo que o fim de cada *frame* coincide com o início do próximo. Neste processo, cada organismo identificado como pertencente a espécie Coral Sol (*Tubastrea spp.*) que apareceu por completo, no momento em que a câmera estava na distância adequada, com a haste de filmagem perpendicular ao substrato, foi:

- A) Classificado como colônia (conjunto de pólipos), se a medida do seu diâmetro foi superior a 1 cm.

- a. Inicialmente, então, foram tabeladas as medidas dos diâmetros maior (D_{maior}) e menor (D_{menor}), e o tempo do *frame* em que o organismo aparece na filmagem.

Figura 16 – Processo de medição dos diâmetros maior e menor (em roxo) das colônias de Coral Sol no VTA.



- b. Depois, as colônias foram classificadas, segundo o morfotipo, em: Plocóide (comumente associada a espécie *Tubastrea coccínea*) ou Dendróide (comumente associado a espécie *Tubastrea tagusensis*).

Figura 17 – No centro da tela, colônia representativa do morfotipo plocóide, com diâmetro maior medindo 7,5cm.



O morfotipo plocóide possui pólipos mais unidos, com cálices mais curtos e largos e cores mais avermelhadas, conforme Figura 17 (acima).

O morfotipo dendróide, por outro lado, apresenta pólipos mais projetados e longos e cores mais amareladas ou alaranjadas, conforme Figura 18 (abaixo).

Figura 18 – No centro da tela, colônia representativa do morfotipo dendróide, com diâmetro maior medindo 6.46 cm.

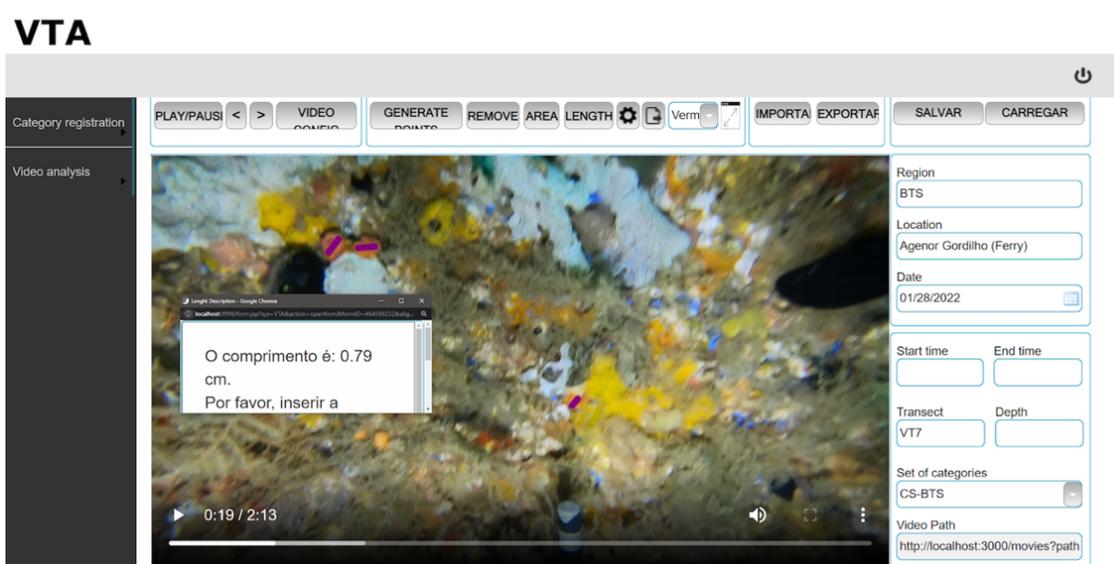


- c. Por fim, a medida da área da colônia foi calculada a partir da fórmula de área da elipse, qual seja:

$$A = \pi * \left(\frac{D_{maior}}{2}\right) * \left(\frac{D_{menor}}{2}\right)$$

- B) Classificado como pólipos, se a medida do seu diâmetro foi inferior a 1 cm. Foi, então, tabulado o tempo do *frame* em que o pólipos aparece na filmagem e a medida do seu diâmetro (D), conforme Figura 19 logo abaixo colocada, que contém a descrição do processo de medição do diâmetro maior de um Coral Sol:

Figura 19 – Processo de medição do diâmetro (em roxo) dos pólipos de Coral Sol no VTA.



A medida indireta de área para os pólipos foi calculada a partir da fórmula de área do círculo:

$$A = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$$

O cálculo das áreas, a tabulação e manipulação dos dados foram realizados através do programa Excel, da *Microsoft*. Os estudos estatísticos e os gráficos foram desenvolvidos na plataforma de programação *Matlab*. A variável Área (A) foi objeto de análise – visto que esta é proporcional às diagonais.

4. RESULTADOS

4.1 REBOCADOR VEGA

4.1.1 CONTAGEM DE COLÔNIAS E PÓLIPOS

No rebocador Vega, foram identificados, contabilizados e medidos 5 pólipos e 7 colônias, todas do morfotipo plocóide (comumente associado a *Tubastraea coccinea*). No mencionado e recife artificial, não foram encontradas ou documentadas colônias do morfotipo dendróide. Todos os organismos estavam sob substrato vertical ou horizontal negativo – a maior parte na lateral do casco do navio (transectos A1, B1 e B2) e apenas 2 colônias e 3 pólipos na parte externa da cabine no lado de bombordo (transecto C2).

Tabela 6 – Contagem e identificação de organismos no rebocador Vega com subdivisão por VT.

	Vídeo Transecto	Morfotipo Plocóide	Morfotipo Dendróide	Pólipo
A	A1	1	-	2
	A2	-	-	-
B	B1	2	-	-
	B2	2	-	-
C	C1	-	-	-
	C2	2	-	3
D	D1	-	-	-
	D2	-	-	-

Salienta-se que, no capítulo intitulado “ANEXOS” do presente estudo, localiza-se a tabela completa de contagem, identificação e medição dos organismos para consulta, relativamente ao rebocador Vega.

4.1.2 ANÁLISE DOS DADOS

Tabela 7 – Medidas de tendência central e de variância da área (cm²) das colônias e dos pólipos do rebocador Vega.

Área (cm ²)	Morfotipo Plocóide	Morfotipo Dendróide	Pólipo
Máxima	6,30	-	0,17
Mínima	1,14	-	0,06
Média	2,40	-	0,11
Mediana	1,91	-	0,10
Desvio Padrão	1,76	-	0,04

4.1.3 CLASSES DE ÁREA

i) MORFOTIPO PLOCÓIDE

Figura 20 – Histograma de classe da área das colônias do morfotipo plocóide no rebocador Vega.

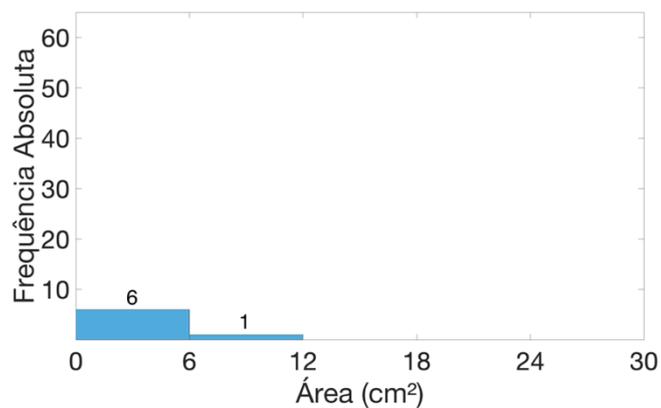


Tabela 8 – Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo plocóide no rebocador Vega.

Classes	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0 - 6 cm ²	6	85,70	85,70
6 - 12 cm ²	1	14,30	100,00
12 - 18 cm ²	-	-	-
18 - 24 cm ²	-	-	-
24 - 30 cm ²	-	-	-
Total	7	100,00	100,00

ii) PÓLIPOS

Figura 21 – Histograma de classes da área dos pólipos no rebocador Vega.

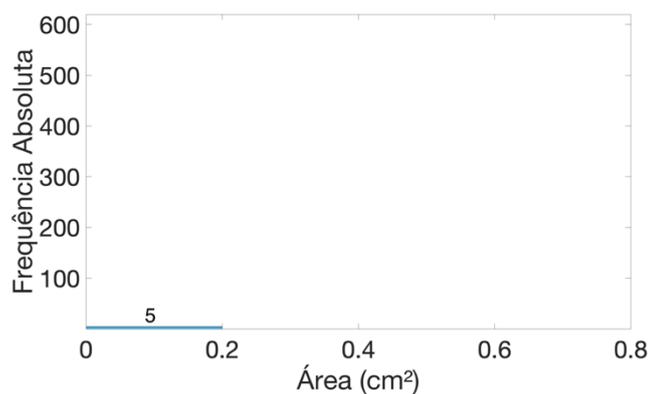


Tabela 9 – Frequências de distribuição dos pólipos em 4 classes de área no rebocador Vega.

Classes	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0 - 0.2 cm ²	5	100,00	100,00
0.2 - 0.4 cm ²	-	-	-
0.4 - 0.6 cm ²	-	-	-
0.6 - 08 cm ²	-	-	-
Total	5	100,00	100,00

O tamanho máximo da área das colônias foi de 6,3 cm² e o mínimo foi de 1,14 cm², com uma área média de 2,40 cm². Apenas uma colônia, que estava localizada na lateral do casco à boreste e próximo da proa, teve medida de área superior a 6 cm². Todos os pólipos tiveram a medida de área inferior a 0,2 cm².

4.2 AGENOR GORDILHO

4.2.1 CONTAGEM DE COLÔNIAS E PÓLIPOS

No naufrágio do ferry boat, foram contabilizados e medidos um total de 633 pólipos e 188 colônias de coral-sol, sendo 79 colônias identificadas como morfotipo placóide e 109 como morfotipo dendróide.

Tabela 10 – Contagem e identificação de organismos no ferry boat Agenor Gordilho com subdivisão por VT.

Vídeo Transecto	Morfotipo Placóide	Morfotipo Dendróide	Pólipo
A	A1	-	-
	A2	-	-
B	B1	60	590
	B2	-	-
C	C1	-	1
	C2	-	2
D	D1	12	37
	D2	7	3

Novamente, todos os organismos estavam fixados a substratos vertical ou horizontal negativo em recifes profundos. A distribuição da *Tubastraea* spp. no naufrágio se deu de forma desigual, apenas 3 pólipos foram encontrados na parte externa das cabines (transectos C1 e C2). Os demais organismos estavam na lateral do casco do navio (transectos B1, D1 e D2), com alta concentração em regiões agregadas pontuais. Em um único transecto, na lateral boreste do

casco, mais próximo da popa (B1) e abaixo da linha d'água original da embarcação, foi encontrada a infestação mais expressiva de coral-sol, local onde foram contabilizados 590 pólipos e 166 colônias.

Salienta-se que, no capítulo intitulado “ANEXOS” do presente estudo, localiza-se a tabela completa de contagem, identificação e medição dos organismos para consulta, relativamente ao ferry boat Agenor Gordilho.

4.2.2 ANÁLISE DOS DADOS

A Tabela 11, abaixo colacionada, traz as medidas de tendência central e de variância de área das colônias e dos pólipos do naufrágio do ferry boat Agenor Gordilho.

Tabela 11 – Medidas de tendência central e de variância da área (cm²) das colônias e dos pólipos no ferry boat Agenor Gordilho.

Área (cm ²)	Morfotipo Plocóide	Morfotipo Dendróide	Pólipo
Máxima	29,85	19,71	0,74
Mínima	0,86	0,83	0,01
Média	7,43	6,90	0,09
Mediana	4,96	5,79	0,03
Desvio Padrão	6,90	4,59	0,13

4.2.3 CLASSES DE ÁREA

i) MORFOTIPO PLOCÓIDE

Figura 22 – Histograma de classes das áreas das colônias do morfotipo plocóide no ferry boat Agenor Gordilho.

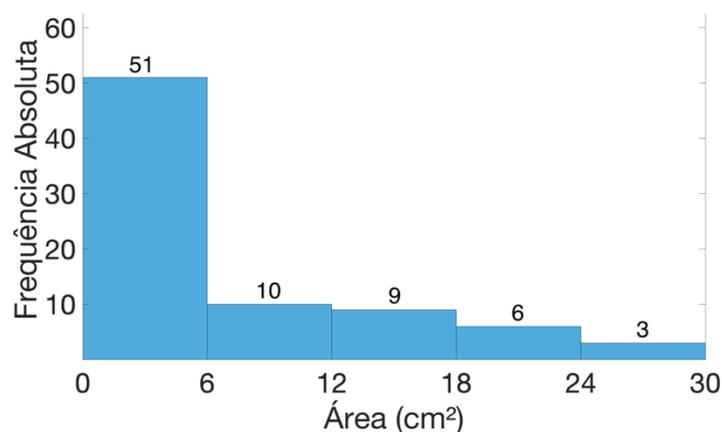


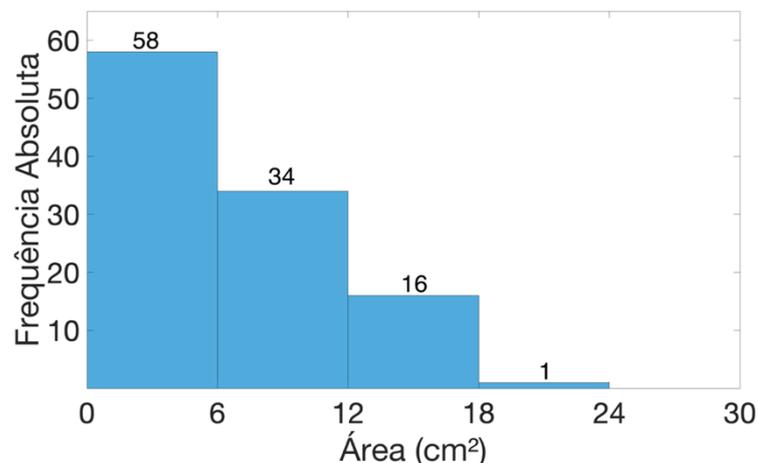
Tabela 12 – Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo plocóide no ferry boat Agenor Gordilho.

Classes	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0 6 cm ²	51	64,56	64,56
6 12 cm ²	10	12,65	77,21
12 18 cm ²	9	11,39	88,60
18 24 cm ²	6	7,60	96,20
24 30 cm ²	3	3,80	100,00
Total	79	100,00	100,00

Devido ao maior tamanho amostral, a análise estatística dos dados do AG trouxe como resultados informações relevantes sobre as populações e o estado de desenvolvimento dos organismos. Para as colônias do morfotipo plocóide, a medida máxima de área foi de 29,85 cm² e a mínima foi de 0,86 cm², com média de 7,43 cm² e mediana de 4,96 cm² - revelando uma menor simetria de distribuição dos dados em comparação com o morfotipo dendróide, condizente com o desvio padrão superior, 6,90 cm². O histograma de classes de área (Figura 22) e a tabela de distribuição de frequência (Tabela 12) revelam que das 79 colônias do morfotipo plocóide, 51 possuem área entre 0 e 6 cm², 10 entre 6 e 12 cm², 9 entre 12 e 18 cm², 6 entre 18 e 24 cm² e apenas 1 colônia com área superior a 24 cm².

ii) MORFOTIPO DENDRÓIDE

Figura 23 – Histograma de classe da área das colônias do morfotipo dendróide no ferry boat Agenor Gordilho.



A medida máxima de área entre as colônias do morfotipo dendróide (mais abundantes no naufrágio) foi de 19,71 cm² e a área mínima de 0,83 cm². As áreas média e mediana calculadas para estas colônias foram próximas, respectivamente, 6,90 cm² e 5,79 cm², apontando para uma boa simetria e normalidade na distribuição dos dados. O desvio padrão foi

de 4,59 cm². Os histograma de classes de área (Figura 23) e a tabela de distribuição de frequência (Tabela 13) revelam que das 109 colônias do morfotipo dendróide, 58 possuem área entre 0 e 6 cm², 34 entre 6 e 12 cm², 16 entre 12 e 18 cm² e apenas 1 colônia com área superior a 18 cm².

Tabela 13 – Frequências de distribuição em 5 classes de área das colônias do morfotipo dendróide no ferry boat Agenor Gordilho.

Classes	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0 - 6 cm ²	58	53,21	53,21
6 - 12 cm ²	34	31,19	84,40
12 - 18 cm ²	16	14,68	99,08
18 - 24 cm ²	1	0,92	100,00
24 - 30 cm ²	-	-	-
Total	109	100,00	100,00

iii) PÓLIPOS

Figura 24 – Histograma de classes da área dos pólipos no ferry boat Agenor Gordilho.

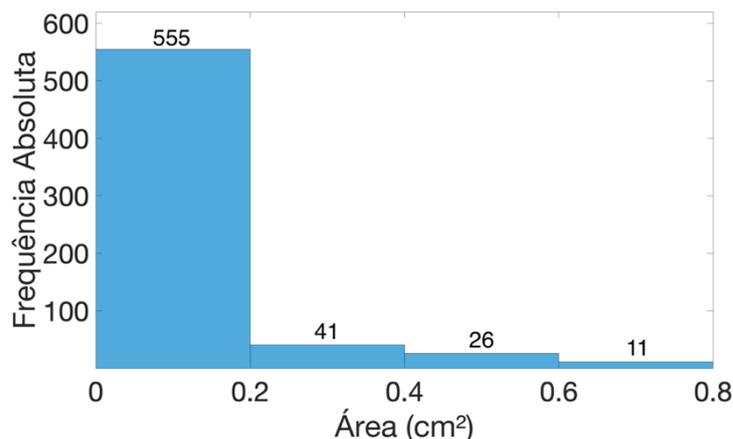


Tabela 14 – Frequências de distribuição dos pólipos em 4 classes de área no ferry boat Agenor Gordilho.

Classes	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0 - 0.2 cm ²	555	87,70	87,70
0.2 - 0.4 cm ²	41	6,50	94,20
0.4 - 0.6 cm ²	26	4,10	98,30
0.6 - 0.8 cm ²	11	1,70	100,00
Total	633	100,00	100,00

A medida máxima de área dos pólipos foi de 0,74 cm², com média de 0,03 cm² e desvio padrão de 0,13 cm². O histograma de classes de área (Figura 24) e a tabela de distribuição de frequência (Tabela 14) revelam que 87,70% dos pólipos possuem área inferior a 0,2 cm², ainda nos estágios iniciais de desenvolvimento.

5. DISCUSSÃO

Cumprе ressaltar que, em ambos os naufrágios, foram documentados pólipos e colônias de coral-sol (*Tubastraea* spp.), porém, com significativas diferenças entre eles.

Inicialmente, salienta-se que nenhuma colônia ou pólipo dos naufrágios foram encontrados fixados em substrato horizontal positivo, o que corrobora com a teoria da preferência desses organismos por substrato vertical e, principalmente, horizontal negativo – onde ocorrem menores taxas de sedimentação de areia. A figura 25, que mostra o convés do ferry boat Agenor Gordilho, abaixo colacionada, revela uma elevada cobertura (aproximadamente 50%) do substrato por areia, o que parece gerar um ambiente pouco propício para o assentamento de pólipos e colônias fundadoras de coral-sol.

Figura 25 – Registro fotográfico do convés do ferry boat Agenor Gordilho.



Comparando os resultados dos transectos e análises, fica evidente a diferença entre o estado de desenvolvimento das populações de coral-sol entre os naufrágios artificiais. Enquanto no rebocador Vega foi documentado um pequeno número de organismos juvenis, apenas do morfotipo plocóide, no ferry boat Agenor Gordilho, foi encontrada uma colonização de *Tubastraea* spp. de ambos morfotipos em pleno desenvolvimento, com mais de 100 colônias sexualmente maduras e com área superior à 6 cm², o que equivale a aproximadamente dois anos de vida (DE PAULA *et al.*, 2014; GLYNN *et al.*, 2008).

Figura 26 – Registro fotográfico de colônia isolada do morfotipo plocóide, com diâmetro maior medindo 1.97 cm.



A distribuição da *Tubastraea* spp. no ferry boat Agenor Gordilho se deu de forma desigual, pois apenas 3 pólipos foram encontrados na lateral externa das cabines - parte emersa original da embarcação (transectos C1 e C2). Todos os demais organismos estavam na lateral do casco do navio (transectos B1, D1 e D2), com alta concentração em regiões agregadas pontuais. Em um único transecto, na lateral boreste do casco, em substrato horizontal negativo, mais próximo da popa (transecto B1) e abaixo da linha d'água original da embarcação, foi encontrada a infestação mais expressiva de coral-sol, local onde foram contabilizados 590 pólipos e 166 colônias, conforme Figura 27 abaixo colacionada:

Figura 27 – Registro fotográfico do transecto B1, com presença de colônias dos dois morfotipos e infestação de pólipos.



Considerando que o gênero *Tubastraea* apresenta uma série de estratégias reprodutivas que levam a uma dispersão em pequena escala, dentre elas, o curto período entre a liberação e o assentamento das larvas (GLYNN *et al.*, 2008), fica evidente o motivo de os pólipos identificados estarem praticamente todos concentrados em uma única região em torno da infestação de colônias (transecto B1).

É curioso que as características hidrodinâmicas da região no lado boreste do casco – onde os organismos *Tubastraea* spp. estão se reproduzindo e onde a maior parte dos pólipos estão se assentando, que está ligeiramente direcionado para fora da BTS (oceano aberto), quando comparadas ao lado bombordo do naufrágio, remetem a um ambiente sujeito a uma maior ação das ondas de gravidade e velocidade de correntes relacionada às marés enchentes, com magnitudes inferiores às marés de vazante (lado boreste). Isso porque, geralmente, esses organismos têm a tendência de melhor se adaptar a ambientes com menor turbulência.

A disparidade entre a colonização do rebocador Vega e do ferry boat Agenor Gordilho e o posicionamento de todas as colônias sexualmente desenvolvidas (tamanho superior a 6 cm²) em substrato abaixo da linha d'água original, levanta questão para a origem dessa infestação. Outro ponto importante a ser considerado é o tempo decorrido desde o afundamento das embarcações, visto que, no período de 1 ano, não parece viável que os organismos de coral-sol se tenham desenvolvido tanto, apresentando colônias com áreas maiores do que 24 cm² (VERMEIJ, 2005).

A expansão de *Tubastraea* spp. não se dá por eventos de dispersão a longa distância, mas sim em locais próximos à colônia de origem, com assentamento e recrutamento eficiente das larvas (CREED & DE PAULA, 2007). O terminal portuário do comércio de Salvador, onde já existe uma grande colonização de coral-sol documentada, fica a apenas 4 km de distância dos naufrágios e pode ter sido uma fonte pólipos fundadores, que conseguiram navegar pelas correntes até o substrato disponível.

Entretanto, considerando essas informações, a hipótese que parece melhor explicar a anomalia na velocidade de desenvolvimento da comunidade de coral-sol no ferry boat Agenor Gordilho é a de que, durante o ano em que o Projeto “Recifes Artificiais de Salvador” foi suspenso por questões ambientais (derramamento de óleo no litoral da Bahia) e burocráticas, o ferry boat Agenor Gordilho, que se encontrava parado nas docas da empresa Cia de Navegação Baiana, foi contaminado com colônias de coral-sol que estão presentes em grande número na região de Bom Despacho, no interior da Baía de Todos os Santos. Neste período, não ocorreu a limpeza eficiente das incrustações biológicas no casco do navio e o afundamento ocorreu com colônias de coral-sol já fixadas ao casco.

O Programa de monitoramento do coral-sol na BTS, com foco nos recifes profundos, foi contatado, e informou que, durante o ano em que foi feito o monitoramento nos dois RA, apenas organismo *Tubastraea* spp. foi identificado no ferry boat Agenor Gordilho. A colônia do morfotipo plocóide (Figura 28) foi retirada pelos mergulhadores especializados do grupo de pesquisa, com apenas 3 meses após o afundamento. Reforçando a teoria proposta, o organismo também apresentava tamanho superior ao esperado e estava posicionada no casco do navio:

Figura 28 – Registro fotográfico da colônia de coral-sol encontrada no casco do ferry boat Agenor Gordilho 3 meses após o afundamento do navio.



Fonte: Rodrigo Maia Nogueira.

Reconhecendo as limitações práticas que se impuseram – profundidade dos mergulhos e reduzido tempo de fundo; extensão da superfície dos naufrágios quando comparada à capacidade amostral do método; distorções radiais nas filmagens por conta do efeito da lente; e custos operacionais –, o presente trabalho propôs uma abordagem investigativa a respeito do desenvolvimento de populações de coral-sol (*Tubastraea* spp.) em dois recifes artificiais após 1 ano de afundamento em regiões próximas, com condições ambientais semelhantes.

Desde 2021, o ICMBio tem registrado a expansão e crescimento de colônias de coral-sol nos naufrágios artificiais da costa de Pernambuco, próximo à APA Costa dos Corais. Os resultados deste trabalho sobre a colonização nos naufrágios artificiais da BTS corroboram para

a teoria de que os corais invasores *Tubastraea* spp. se beneficiam da introdução de estruturas artificiais (RA). Desta forma, é muito importante repensar a prática de disponibilizar substrato duro em ambientes fragilizados por espécies invasoras e as consequências para as comunidades bentônicas e associadas. Além de reforçar a necessidade de uma limpeza biológica minuciosa em todas a superfície das estruturas que serão submergidas.

Ademais, os dados gerados por este estudo podem servir como base comparativa para futuras pesquisas a respeito da sucessão das comunidades bentônicas nos naufrágios artificiais localizados na entrada da Baía de Todos os Santos – rebocador Vega e ferry boat Agenor Gordilho –, bem como fonte de dados e informações para estratégias eficientes de manejo da espécie invasora na região, contribuindo para a redução das taxas expansão e domínio sobre as espécies nativas.

5. CONCLUSÃO

Apesar dos esforços dos projetos e planos de manejo e retirada ativa de colônias, a espécie invasora de coral-sol (*Tubastraea* spp.) continua a se espalhar e ocupar novas regiões do litoral brasileiro (SILVA *et al.*, 2011).

As características biológicas de *Tubastraea* spp. são típicas de espécies oportunistas, apresentando vantagem competitiva sobre as espécies nativas, como esponjas, ascídias, algas calcárias e corais nativos, incluindo a endêmica *Mussismilia hispida* (CREED, 2006).

Na Baía de todos os Santos, diversos pontos, incluindo recifes biogênicos, recifes artificiais, píeres e cais de atracação já foram registrados com a ocorrência de coral-sol (SAMPAIO *et al.*, 2012).

O estudo proposto por esse trabalho através da avaliação do estado de desenvolvimento das populações de coral-sol após um ano de afundamento dos naufrágios artificiais – rebocador Vega e ferry boat Agenor Gordilho –, pertencentes ao projeto “Recifes Artificiais de Salvador”, revelou comunidades expressivamente distintas entre os dois RA, mesmo com condições ambientais e períodos de sucessão ecológica semelhantes. Apesar de ambos os naufrágios apresentarem colônias de coral-sol, apenas no AG a população de *Tubastrea* spp. se apresentou em estado de desenvolvimento significativamente adiantado, considerando o curto período desde o afundamento. Neste RA, foram identificados, catalogados e medidos 633 pólipos e 177 colônias dos morfotipos plocóide e dendróide, dentre as quais mais de 100 possuíam área entre 6 cm² e 30 cm² e estavam sexualmente maduras (DE PAULA *et al.*, 2014), concentradas principalmente na lateral do casco à boreste.

Como hipótese para explicar esse contraste, foi sugerido que, durante o período em que o projeto de afundamento foi suspenso por questões ambientais (derramamento de óleo no litoral da Bahia) e burocráticas, o ferry boat Agenor Gordilho, que estava parado nas docas da empresa Cia de Navegação Baiana, foi contaminado com colônias de coral-sol que estão presentes em grande número na região de Bom Despacho, no interior da BTS. O afundamento, portanto, pode ter ocorrido já com as colônias fixadas ao casco do navio, abaixo da linha d'água.

Os resultados deste trabalho sobre a colonização nos naufrágios artificiais da BTS corroboram para a teoria de que os corais invasores *Tubastraea* spp. se beneficiam da introdução de estruturas artificiais (RA), devido a diversas características que lhe garantem vantagem competitiva (SAMPAIO *et al.*, 2012)

A base de dados e os resultados gerados com a presente investigação a respeito das populações de coral-sol nos naufrágios artificiais, podem, portanto, servir como base

comparativa para futuras pesquisas envolvendo recifes artificiais e comunidades bentônicas na região, bem como para elaboração de estratégias de controle e monitoramento dessa espécie invasora, que evidenciam a importância da vistoria e da limpeza das estruturas que serão utilizadas como recifes artificiais e a contínua e constante atividade de manejo, antes de seus efetivos afundamentos.

6. REFERÊNCIAS

BURTON Jr., G. A. Sediment quality criteria in use around the world. The Japanese Society of Limnology, Dayton, v. 3, p. 65-75, 2002.

BAX N., WILLIAMSON A., AGUERO M., GONZALEZ E., GEEVES W. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy* 27: 313–323, 2003.

BLACKBURN, T. M. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends Ecol. E.*, vol. 26, 333–339, 2011.

CARLTON, J. T. Trans-oceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology* 23: 313–371, 1985.

CARLTON, J.T., GELLER, J. B. Ecological Roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science* 261: 78– 82, 1993.

CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S. Manguezais e sistema estuarino da Baía de Todos os Santos. Avaliação de ambientes na Baía de Todos Santos: aspectos biogeoquímicos, geofísicos e biológicos, Salvador, p.39-56, 2008.

CIRANO, M.; LESSA, G. C.; Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, Salvador, v.25, p.363-387. 2007.

CONSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R. V., PARUELO, J., RASKIN, R. G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

CREED, J. C. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs* 25, 350, 2006.

CREED, J. C., DE PAULA, A. F. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 330, 101 e 111, 2007.

CREED, J. C., JUNQUEIRA, A. de O. R., FLEURY, B. G., MANTELLATO, M. C., & OIGMAN-PSZCZOL, S. S. The Sun-Coral project: The first social-environmental initiative to manage the biological invasion of *Tubastraea* spp. in Brazil. *Management of Biological Invasions*, 8(2), 181–195, 2017.

CRUZ, I. C. S., LEÃO, Z. M. A. Characterization of Coral Reefs from Todos os Santos Bay Protected Area for Management Purpose, Bahia, Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 9(3), 3–23, 2009.

DANOVARO, R., BONGIORNI, L., CORINALDESI, C., GIOVANNELLI, D., DAMIANI, E., ASTOLFI, P., PUSCEDDU, A. Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections. *Environmental Health Perspectives*, 116(4), 441–447, 2008.

DE PAULA, A. F., CREED, J. C. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bull. Mar. Sci.* 74, 175–183, 2004.

DE PAULA, A. F. Biologia reprodutiva, crescimento e competição dos corais invasores *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) com espécies nativas. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil, 2007.

DE PAULA, A. F., PIRES, D. O., CREED, J. C. Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 94, 481–492, 2014.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCURT, A. C. S. P., Geologia. In: Vanessa Hatje; Jailson B. de Andrade. *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Ed. Salvador: EDUFBA, p. 29-62, 2009.

DUTRA, L. X. C., KIKUCHI, R. K. P., & LEÃO, Z. M. a. N. Todos os Santos Bay coral reefs, Eastern Brazil, revisited after 40 years. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium, 1095*(January), 1090–1095, 2006.

GLYNN, P.W., COLLEY, S.B., MATÉ, J.L., CORTÉS, J., GUZMAN, H.M., BAILEY, R.L., FEINGOLD, J.S., ENOCHS, I.C. Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae. *Mar. Biol.* 153, 529–544, 2008.

HATJE, V., ANDRADE, J. B. Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos. Ed. Salvador: EDUFBA, 2009.

LABOREL, J. Les Peuplement de Madreporaires de Côtes Tropicales du Brésil. Tese de Doutorado, Annales de L'Université D'Abidjan, Serie E-II, Fascicule 3, Paris, 1969.

LAGES, B.G., FLEURY, B. G., MENEGOLA, C., CREED, J. C. Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 438, 85e 96, 2011.

LAGES, B.G., FLEURY, B.G., HOVELL, A.M.C., REZENDE, C.M., PINTO, A.C., CREED, J.C. Proximity to competitors changes secondary metabolites of nonindigenous cup corals, *Tubastraea* spp., in the southwest Atlantic. *Mar. Biol.*, 2012.

LEÃO, Z. M. A. N., DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical coast of Brazil. *Marine Pollution, Salvador* v.41, p.112- 122, 2000.

LESSA, G., DIAS, K. Distribuição espacial das litofácies de fundo da Baía de Todos os Santos. *Quaternary and Environmental Geosciences, Salvador*, v.1, n.2, p.84-97, 2009.

LIMA, J. S., ZALMON, I. R., LOVE, M. Overview and trends of ecological and socioeconomic research on artificial reefs. *Marine Environmental Research*, 145(February), 81–96, 2019.

MACK R. N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W. M., EVANS H., CLOUT M., BAZZAZ F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689– 710, 2000.

MACEDO, M. H. F. Estudo sedimentológico da Baía de Todos os Santos. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, 75p. 1977.

MANSO, C. L. C. ALVES, O. F. S., MARTINS, L. R. Echinodermata da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (Bahia, Brasil). *Biota Neotrop.* Aracajú, v.8, n.3, 2008.

McCLANAHAN, T. R. A Coral Reef Ecosystem-Fisheries Model: Impacts of Fishing Intensity and Catch Selection on Reef Structure and Processes. *Ecological Modelling*, v. 80, p. 1-19, 1995.

PINTO, T. K., BARROS, F. P. A., NUNES, J. A. C. C., MIRANDA, R. J., PEREIRA, B. M. S., PEREIRA, P. H. C., SAMPAIO, C. L. S. Shipwrecks fouling community: Similarities with natural rocky reefs at different distances and wave exposure regimes. *Ocean and Coastal Management*, 213(April), 2021.

RUIZ G. M., CARLTON J. T., GROSHOLZ E. D., HINES A. H. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *American Zoologist* 37: 621–632, 1997.

SANDIN, A. S., McNAMARA, D. E. Spatial dynamics of benthic competition on coral reefs. *Oecologia* 68 (4), 1079–1090, 2012.

SANTOS, L. A. H., RIBEIRO, F. V., CREED, J. C. Antagonism between invasive pest corals *Tubastraea* spp. and the native reef-builder *Mussismilia hispida* in the southwest Atlantic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 449, 69–76, 2013.

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. *Aqu. Invasions* 6, S105 e S110, 2011.

SMITH, S. V. Coral-Reef area and the Contributions of Reefs to Processes and Resources of the World's Oceans. *Nature*, v. 273, p. 225-226, 1978.

SOARES, M. O., SALANI, S., PAIVA, S. V., BRAGA, M. D. A. Shipwrecks help invasive coral to expand range in the Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 158(April), 2020.

SOROKIN, I.Y. Reef & Lime Constructions. In: *Ecological Studies - Coral Reef Ecology*, Ed. Springer, n. 102, Cap.1, p. 4-28, 1995.

SPALDING, M. Reef at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs. 1a ed. World Resources Institute. EEUU, 2020.

TAVARES, T. M., ROCHA, V. C., PORTE, C., BARCELÓ, D., ALBEIGÉS, J. Application of the mussel watch concept in studies of hydrocarbons, PCBs and DDT in Brazilian Bay of Todos os Santos (Bahia). *Marine Pollution Bulletin*, v.19, p. 575-578, 1988.

VIVIER, B., DAUVIN, J. C., NAVON, M., RUSIG, A. M., MUSSIO, I., ORVAIN, F. Marine artificial reefs, a meta-analysis of their design, objectives and effectiveness. *Global Ecology and Conservation*, 27, 2021.

VERMEIJ, M. J. A. A novel growth strategy allows *Tubastrea coccinea* to escape small-scale adverse conditions and start over again. *Coral Reefs* 24, 442, 2005.

YANG, X., LIN, C., SONG, X., XU, M., YANG, H. Effects of artificial reefs on the meiofaunal community and benthic environment - A case study in Bohai Sea, China. *Marine Pollution Bulletin*, 140(December 2018), 179–187, 2019.

ANEXOS

REBOCADOR VEGA

Tabela 15 – identificação, contagem e medição das colônias de Coral Sol do rebocador Vega.

Colônias - Rebocador Vega					
Vídeo Transecto	Frame	Morfotipo	Diâmetro Maior (cm)	Diâmetro Menor (cm)	Área (cm ²)
A1	01:46	Plocóide	1,34	1,08	1,14
B1	01:06	Plocóide	1,60	1,20	1,51
B1	01:22	Plocóide	3,40	2,36	6,30
B2	00:07	Plocóide	1,62	1,36	1,73
B2	00:11	Plocóide	1,97	1,42	2,20
C2	00:18	Plocóide	1,91	1,27	1,91
C2	00:18	Plocóide	1,85	1,40	2,03

Tabela 16 – contagem e medição dos pólipos de Coral Sol do rebocador Vega.

Pólipos - Rebocador Vega			
Vídeo Transecto	Frame	Diâmetro (cm)	Área (cm ²)
A1	00:41	0,32	0,08
A1	00:41	0,36	0,10
C2	00:17	0,28	0,06
C2	00:17	0,47	0,17
C2	01:12	0,37	0,11

FERRY BOAT AGENOR GORDILHO

Tabela 17 – identificação, contagem e medição das colônias de Coral Sol do ferry boat Agenor Gordilho.

Colônias – Ferry boat Agenor Gordilho					
Vídeo Transecto	Frame	Morfotipo	Diâmetro Maior (cm)	Diâmetro Menor (cm)	Área (cm ²)
B1	00:07	Plocóide	3,30	2,32	6,01
B1	00:07	Dendróide	1,53	1,26	1,51
B1	00:07	Dendróide	1,15	0,92	0,83
B1	00:07	Dendróide	2,24	1,80	3,17
B1	00:08	Plocóide	2,61	2,20	4,51
B1	00:09	Dendróide	3,44	2,33	6,30
B1	00:09	Plocóide	1,38	0,81	0,88

B1	00:09	Plocóide	3,04	1,63	3,89
B1	00:09	Dendróide	2,29	1,47	2,64
B1	00:10	Plocóide	5,98	5,27	24,75
B1	00:10	Dendróide	1,46	1,07	1,23
B1	00:11	Dendróide	3,21	1,73	4,36
B1	00:11	Dendróide	1,23	0,93	0,90
B1	00:12	Dendróide	5,48	4,58	19,71
B1	00:12	Dendróide	4,37	2,67	9,16
B1	00:12	Plocóide	4,50	3,86	13,64
B1	00:12	Plocóide	2,32	1,68	3,06
B1	00:14	Dendróide	3,73	3,14	9,20
B1	00:14	Dendróide	3,89	3,03	9,26
B1	00:14	Dendróide	3,77	2,61	7,73
B1	00:14	Plocóide	4,19	4,18	13,76
B1	00:14	Dendróide	2,37	1,70	3,16
B1	00:16	Dendróide	4,14	3,56	11,58
B1	00:17	Dendróide	4,57	3,87	13,89
B1	00:18	Plocóide	2,88	2,30	5,20
B1	00:24	Plocóide	3,21	2,56	6,45
B1	00:26	Dendróide	5,74	3,87	17,45
B1	00:26	Plocóide	3,61	2,68	7,60
B1	00:26	Dendróide	4,19	3,13	10,30
B1	00:27	Dendróide	2,67	1,82	3,82
B1	00:28	Dendróide	3,26	2,00	5,12
B1	00:28	Plocóide	2,97	2,18	5,09
B1	00:28	Dendróide	3,00	1,53	3,60
B1	00:28	Dendróide	4,89	3,74	14,36
B1	00:28	Dendróide	4,68	3,46	12,72
B1	00:29	Dendróide	4,01	3,17	9,98
B1	00:30	Plocóide	5,66	4,55	20,23
B1	00:30	Dendróide	2,18	1,38	2,36
B1	00:31	Plocóide	4,45	3,45	12,06
B1	00:31	Plocóide	4,70	2,83	10,45
B1	00:31	Dendróide	1,47	1,01	1,17
B1	00:31	Dendróide	1,57	1,32	1,63
B1	00:31	Dendróide	3,11	1,60	3,91
B1	00:31	Dendróide	5,31	4,29	17,89
B1	00:31	Dendróide	2,71	2,36	5,02
B1	00:33	Dendróide	4,50	4,62	16,33
B1	00:33	Plocóide	2,70	2,34	4,96
B1	00:34	Dendróide	3,25	2,94	7,50
B1	00:34	Dendróide	3,32	2,21	5,76
B1	00:34	Dendróide	3,38	2,25	5,97
B1	00:36	Plocóide	5,03	3,11	12,29
B1	00:36	Dendróide	4,44	2,90	10,11
B1	00:37	Dendróide	4,79	4,15	15,61
B1	00:37	Dendróide	3,36	2,46	6,49
B1	00:38	Plocóide	5,64	3,86	17,10
B1	00:39	Dendróide	2,36	2,15	3,99
B1	00:41	Plocóide	4,85	3,32	12,65
B1	00:41	Dendróide	3,72	1,37	4,00
B1	00:41	Dendróide	1,47	1,27	1,47
B1	00:41	Dendróide	2,82	2,38	5,27

B1	00:42	Dendróide	4,17	3,54	11,59
B1	00:43	Plocóide	2,43	1,83	3,49
B1	00:43	Dendróide	3,57	2,80	7,85
B1	00:43	Dendróide	4,53	3,02	10,74
B1	00:44	Dendróide	2,51	1,94	3,82
B1	00:44	Dendróide	2,51	1,50	2,96
B1	00:44	Plocóide	2,58	2,22	4,50
B1	00:44	Dendróide	2,59	2,00	4,07
B1	00:44	Plocóide	1,44	1,03	1,16
B1	00:46	Dendróide	2,35	2,08	3,84
B1	00:46	Dendróide	2,26	1,49	2,64
B1	00:46	Dendróide	4,14	2,87	9,33
B1	00:46	Dendróide	3,08	1,93	4,67
B1	00:49	Dendróide	1,71	1,14	1,53
B1	00:49	Plocóide	3,10	2,77	6,74
B1	00:49	Dendróide	3,33	2,66	6,96
B1	00:49	Plocóide	2,23	2,09	3,66
B1	00:50	Dendróide	2,70	1,61	3,41
B1	00:50	Dendróide	4,16	3,31	10,81
B1	00:52	Plocóide	5,90	5,05	23,40
B1	00:52	Plocóide	5,53	4,75	20,63
B1	00:53	Dendróide	1,54	1,12	1,35
B1	00:53	Dendróide	2,34	1,97	3,62
B1	00:53	Dendróide	3,28	2,32	5,98
B1	00:54	Dendróide	4,61	4,60	16,66
B1	00:54	Dendróide	2,85	2,57	5,75
B1	00:54	Dendróide	3,04	2,36	5,63
B1	00:55	Dendróide	4,24	2,48	8,26
B1	00:56	Plocóide	2,42	2,05	3,90
B1	00:56	Dendróide	2,71	2,34	4,98
B1	00:57	Dendróide	3,07	2,45	5,91
B1	00:57	Dendróide	5,27	3,55	14,69
B1	00:58	Dendróide	5,84	3,45	15,82
B1	00:58	Plocóide	2,63	1,70	3,51
B1	00:58	Plocóide	1,31	1,02	1,05
B1	00:59	Dendróide	2,82	1,84	4,08
B1	00:59	Plocóide	2,34	1,35	2,48
B1	01:00	Plocóide	7,50	5,00	29,45
B1	01:00	Plocóide	3,42	1,90	5,10
B1	01:01	Dendróide	2,83	1,27	2,82
B1	01:01	Plocóide	3,30	2,08	5,39
B1	01:02	Dendróide	2,69	2,29	4,84
B1	01:02	Dendróide	3,49	2,42	6,63
B1	01:03	Dendróide	4,76	3,49	13,05
B1	01:03	Dendróide	2,90	2,54	5,79
B1	01:03	Plocóide	3,51	2,66	7,33
B1	01:03	Dendróide	3,49	2,19	6,00
B1	01:03	Dendróide	3,00	1,47	3,46
B1	01:03	Plocóide	3,51	2,07	5,71
B1	01:04	Plocóide	3,32	2,05	5,35
B1	01:04	Dendróide	5,59	2,68	11,77
B1	01:04	Plocóide	6,46	3,88	19,69
B1	01:05	Plocóide	7,60	5,00	29,85

B1	01:05	Dendróide	4,90	2,33	8,97
B1	01:06	Dendróide	4,69	3,96	14,59
B1	01:12	Dendróide	3,40	2,55	6,81
B1	01:12	Dendróide	2,27	1,61	2,87
B1	01:13	Dendróide	4,66	3,39	12,41
B1	01:15	Dendróide	2,90	2,06	4,69
B1	01:16	Plocóide	4,36	4,10	14,04
B1	01:19	Plocóide	4,09	3,53	11,34
B1	01:20	Plocóide	5,71	4,50	20,18
B1	01:24	Plocóide	3,09	2,23	5,41
B1	01:24	Dendróide	2,71	1,32	2,81
B1	01:24	Plocóide	2,16	1,35	2,29
B1	01:24	Plocóide	2,95	2,06	4,77
B1	01:30	Plocóide	3,62	3,02	8,59
B1	01:32	Dendróide	3,66	2,85	8,19
B1	01:33	Dendróide	3,37	1,85	4,90
B1	01:33	Dendróide	4,47	2,90	10,18
B1	01:33	Plocóide	4,95	4,05	15,75
B1	01:33	Plocóide	2,70	1,37	2,91
B1	01:33	Plocóide	3,16	1,37	3,40
B1	01:34	Dendróide	5,59	3,53	15,50
B1	01:34	Dendróide	2,66	2,61	5,45
B1	01:34	Plocóide	6,24	3,94	19,31
B1	01:35	Dendróide	3,20	2,80	7,04
B1	01:35	Dendróide	4,43	3,18	11,06
B1	01:35	Dendróide	2,21	1,45	2,52
B1	01:35	Dendróide	4,73	2,85	10,59
B1	01:43	Dendróide	3,28	2,81	7,24
B1	01:43	Dendróide	3,04	2,02	4,82
B1	01:43	Plocóide	3,71	3,51	10,23
B1	01:44	Dendróide	4,92	3,30	12,75
B1	01:45	Dendróide	4,21	3,65	12,07
B1	01:45	Dendróide	3,53	2,22	6,15
B1	01:45	Plocóide	2,10	1,34	2,21
B1	01:45	Plocóide	3,73	1,75	5,13
B1	01:46	Dendróide	2,38	2,21	4,13
B1	01:46	Dendróide	1,84	1,35	1,95
B1	01:48	Plocóide	2,99	2,12	4,98
B1	01:48	Dendróide	1,44	1,29	1,46
B1	01:50	Dendróide	3,39	2,26	6,02
B1	01:50	Plocóide	2,40	1,80	3,39
B1	01:54	Plocóide	2,50	2,06	4,04
B1	01:54	Plocóide	2,50	1,85	3,63
B1	01:54	Dendróide	1,81	1,13	1,61
B1	01:54	Dendróide	2,08	1,35	2,21
B1	01:54	Dendróide	1,77	1,21	1,68
B1	02:05	Plocóide	4,34	3,57	12,17
B1	02:05	Plocóide	2,52	2,07	4,10
B1	02:05	Dendróide	1,97	1,27	1,96
B1	02:07	Dendróide	4,39	3,48	12,00
B1	02:12	Dendróide	4,60	2,65	9,57
B1	02:13	Plocóide	4,02	3,16	9,98
B1	02:13	Plocóide	1,99	1,58	2,47

D1	00:04	Plocóide	2,23	1,36	2,38
D1	00:05	Dendróide	4,83	1,81	6,87
D1	00:19	Plocóide	1,92	1,02	1,54
D1	00:47	Plocóide	1,44	1,13	1,28
D1	00:47	Plocóide	1,99	1,84	2,88
D1	00:56	Dendróide	1,77	1,12	1,56
D1	01:06	Plocóide	2,02	1,04	1,65
D1	01:11	Plocóide	2,91	2,52	5,76
D1	01:40	Plocóide	1,97	1,18	1,83
D1	01:44	Plocóide	1,62	1,20	1,53
D1	01:45	Dendróide	1,72	1,13	1,53
D1	01:47	Plocóide	1,58	1,47	1,82
D1	01:49	Plocóide	2,43	1,67	3,19
D1	02:10	Plocóide	1,06	1,03	0,86
D1	02:12	Plocóide	2,80	1,43	3,14
D2	00:52	Plocóide	2,21	1,21	2,10
D2	00:59	Plocóide	3,20	1,65	4,15
D2	01:07	Plocóide	2,99	2,33	5,47
D2	01:11	Plocóide	2,43	1,86	3,55
D2	01:14	Plocóide	2,33	1,56	2,85
D2	01:22	Plocóide	2,04	1,27	2,03
D2	01:22	Plocóide	1,76	1,25	1,73

Tabela 18 –contagem e medição dos pólipos de Coral Sol do ferry boat Agenor Gordilho.

Pólipos – Ferry boat Agenor Gordilho							
Vídeo Transecto	Frame	Diâmetro (cm)	Área (cm ²)	Vídeo Transecto	Frame	Diâmetro (cm)	Área (cm ²)
B1	00:07	0,27	0,06	B1	00:54	0,15	0,02
B1	00:09	0,24	0,05	B1	00:54	0,13	0,01
B1	00:09	0,27	0,06	B1	00:54	0,11	0,01
B1	00:09	0,27	0,06	B1	00:55	0,26	0,05
B1	00:09	0,30	0,07	B1	00:55	0,88	0,61
B1	00:09	0,34	0,09	B1	00:55	0,38	0,11
B1	00:11	0,21	0,03	B1	00:55	0,83	0,54
B1	00:11	0,28	0,06	B1	00:55	0,92	0,66
B1	00:11	0,48	0,18	B1	00:55	0,31	0,08
B1	00:11	0,49	0,19	B1	00:55	0,22	0,04
B1	00:11	0,26	0,05	B1	00:55	0,40	0,13
B1	00:11	0,41	0,13	B1	00:55	0,24	0,05
B1	00:11	0,47	0,17	B1	00:55	0,11	0,01
B1	00:11	0,32	0,08	B1	00:55	0,17	0,02
B1	00:11	0,32	0,08	B1	00:56	0,54	0,23
B1	00:11	0,34	0,09	B1	00:56	0,42	0,14
B1	00:12	0,45	0,16	B1	00:56	0,24	0,05
B1	00:12	0,21	0,03	B1	00:56	0,19	0,03
B1	00:12	0,19	0,03	B1	00:56	0,17	0,02
B1	00:12	0,27	0,06	B1	00:56	0,34	0,09
B1	00:12	0,45	0,16	B1	00:56	0,16	0,02

B1	00:12	0,38	0,11	B1	00:56	0,11	0,01
B1	00:12	0,35	0,10	B1	00:56	0,16	0,02
B1	00:12	0,33	0,09	B1	00:57	0,22	0,04
B1	00:12	0,16	0,02	B1	00:57	0,38	0,11
B1	00:13	0,40	0,13	B1	00:57	0,21	0,03
B1	00:13	0,37	0,11	B1	00:57	0,19	0,03
B1	00:13	0,33	0,09	B1	00:57	0,21	0,03
B1	00:13	0,26	0,05	B1	00:57	0,34	0,09
B1	00:13	0,26	0,05	B1	00:58	0,32	0,08
B1	00:13	0,23	0,04	B1	00:58	0,47	0,17
B1	00:13	0,22	0,04	B1	00:58	0,95	0,71
B1	00:13	0,21	0,03	B1	00:58	0,15	0,02
B1	00:13	0,53	0,22	B1	00:58	0,10	0,01
B1	00:13	0,18	0,03	B1	00:58	0,11	0,01
B1	00:13	0,56	0,25	B1	00:58	0,13	0,01
B1	00:13	0,82	0,53	B1	00:58	0,41	0,13
B1	00:13	0,32	0,08	B1	00:58	0,43	0,15
B1	00:13	0,33	0,09	B1	01:00	0,32	0,08
B1	00:13	0,35	0,10	B1	01:00	0,26	0,05
B1	00:13	0,47	0,17	B1	01:00	0,16	0,02
B1	00:13	0,55	0,24	B1	01:00	0,12	0,01
B1	00:13	0,14	0,02	B1	01:00	0,11	0,01
B1	00:13	0,11	0,01	B1	01:00	0,38	0,11
B1	00:13	0,12	0,01	B1	01:00	0,26	0,05
B1	00:13	0,18	0,03	B1	01:00	0,13	0,01
B1	00:15	0,45	0,16	B1	01:00	0,62	0,30
B1	00:15	0,31	0,08	B1	01:00	0,26	0,05
B1	00:15	0,37	0,11	B1	01:00	0,37	0,11
B1	00:15	0,34	0,09	B1	01:00	0,12	0,01
B1	00:15	0,47	0,17	B1	01:00	0,31	0,08
B1	00:15	0,37	0,11	B1	01:00	0,21	0,03
B1	00:15	0,14	0,02	B1	01:00	0,90	0,64
B1	00:15	0,15	0,02	B1	01:00	0,11	0,01
B1	00:15	0,16	0,02	B1	01:00	0,10	0,01
B1	00:15	0,21	0,03	B1	01:01	0,22	0,04
B1	00:15	0,23	0,04	B1	01:01	0,28	0,06
B1	00:15	0,13	0,01	B1	01:01	0,19	0,03
B1	00:15	0,15	0,02	B1	01:01	0,12	0,01
B1	00:15	0,22	0,04	B1	01:03	0,12	0,01
B1	00:15	0,16	0,02	B1	01:03	0,19	0,03
B1	00:15	0,13	0,01	B1	01:03	0,19	0,03
B1	00:15	0,18	0,03	B1	01:03	0,18	0,03
B1	00:15	0,17	0,02	B1	01:03	0,68	0,36
B1	00:15	0,21	0,03	B1	01:03	0,73	0,42
B1	00:15	0,29	0,07	B1	01:03	0,19	0,03
B1	00:15	0,15	0,02	B1	01:03	0,33	0,09
B1	00:15	0,20	0,03	B1	01:03	0,11	0,01
B1	00:15	0,12	0,01	B1	01:03	0,16	0,02
B1	00:15	0,20	0,03	B1	01:03	0,13	0,01
B1	00:15	0,30	0,07	B1	01:03	0,14	0,02

B1	00:15	0,28	0,06	B1	01:03	0,11	0,01
B1	00:15	0,13	0,01	B1	01:03	0,12	0,01
B1	00:15	0,19	0,03	B1	01:03	0,14	0,02
B1	00:15	0,13	0,01	B1	01:03	0,13	0,01
B1	00:15	0,13	0,01	B1	01:03	0,14	0,02
B1	00:15	0,16	0,02	B1	01:03	0,13	0,01
B1	00:15	0,19	0,03	B1	01:03	0,16	0,02
B1	00:15	0,30	0,07	B1	01:05	0,11	0,01
B1	00:15	0,24	0,05	B1	01:05	0,27	0,06
B1	00:15	0,30	0,07	B1	01:05	0,19	0,03
B1	00:15	0,23	0,04	B1	01:05	0,17	0,02
B1	00:15	0,19	0,03	B1	01:05	0,90	0,64
B1	00:15	0,23	0,04	B1	01:05	0,11	0,01
B1	00:15	0,14	0,02	B1	01:05	0,07	0,00
B1	00:15	0,20	0,03	B1	01:05	0,35	0,10
B1	00:15	0,20	0,03	B1	01:05	0,19	0,03
B1	00:15	0,18	0,03	B1	01:05	0,57	0,26
B1	00:15	0,20	0,03	B1	01:05	0,56	0,25
B1	00:15	0,15	0,02	B1	01:05	0,10	0,01
B1	00:16	0,18	0,03	B1	01:07	0,24	0,05
B1	00:16	0,20	0,03	B1	01:07	0,26	0,05
B1	00:16	0,20	0,03	B1	01:07	0,11	0,01
B1	00:16	0,19	0,03	B1	01:07	0,15	0,02
B1	00:16	0,13	0,01	B1	01:07	0,27	0,06
B1	00:16	0,22	0,04	B1	01:07	0,31	0,08
B1	00:16	0,16	0,02	B1	01:07	0,22	0,04
B1	00:16	0,17	0,02	B1	01:07	0,19	0,03
B1	00:16	0,20	0,03	B1	01:07	0,16	0,02
B1	00:16	0,20	0,03	B1	01:09	0,22	0,04
B1	00:16	0,12	0,01	B1	01:09	0,19	0,03
B1	00:16	0,19	0,03	B1	01:09	0,80	0,50
B1	00:16	0,18	0,03	B1	01:10	0,16	0,02
B1	00:16	0,16	0,02	B1	01:10	0,27	0,06
B1	00:16	0,22	0,04	B1	01:10	0,35	0,10
B1	00:16	0,18	0,03	B1	01:10	0,34	0,09
B1	00:16	0,17	0,02	B1	01:11	0,37	0,11
B1	00:16	0,21	0,03	B1	01:11	0,22	0,04
B1	00:16	0,22	0,04	B1	01:11	0,64	0,32
B1	00:16	0,22	0,04	B1	01:11	0,12	0,01
B1	00:16	0,12	0,01	B1	01:11	0,19	0,03
B1	00:18	0,31	0,08	B1	01:11	0,09	0,01
B1	00:18	0,92	0,66	B1	01:12	0,37	0,11
B1	00:18	0,45	0,16	B1	01:12	0,31	0,08
B1	00:18	0,22	0,04	B1	01:12	0,16	0,02
B1	00:18	0,37	0,11	B1	01:12	0,28	0,06
B1	00:18	0,26	0,05	B1	01:12	0,12	0,01
B1	00:18	0,22	0,04	B1	01:12	0,84	0,55
B1	00:18	0,16	0,02	B1	01:12	0,16	0,02
B1	00:18	0,13	0,01	B1	01:12	0,21	0,03
B1	00:18	0,16	0,02	B1	01:12	0,08	0,01

B1	00:18	0,15	0,02	B1	01:12	0,13	0,01
B1	00:18	0,12	0,01	B1	01:12	0,12	0,01
B1	00:18	0,15	0,02	B1	01:12	0,08	0,01
B1	00:19	0,47	0,17	B1	01:12	0,13	0,01
B1	00:19	0,41	0,13	B1	01:12	0,11	0,01
B1	00:19	0,24	0,05	B1	01:14	0,35	0,10
B1	00:19	0,26	0,05	B1	01:14	0,40	0,13
B1	00:19	0,41	0,13	B1	01:14	0,32	0,08
B1	00:19	0,16	0,02	B1	01:14	0,31	0,08
B1	00:19	0,12	0,01	B1	01:14	0,19	0,03
B1	00:20	0,27	0,06	B1	01:14	0,86	0,58
B1	00:20	0,17	0,02	B1	01:14	0,19	0,03
B1	00:21	0,12	0,01	B1	01:14	0,16	0,02
B1	00:21	0,50	0,20	B1	01:14	0,19	0,03
B1	00:23	0,15	0,02	B1	01:14	0,17	0,02
B1	00:23	0,24	0,05	B1	01:14	0,16	0,02
B1	00:23	0,49	0,19	B1	01:14	0,08	0,01
B1	00:23	0,12	0,01	B1	01:14	0,22	0,04
B1	00:23	0,15	0,02	B1	01:15	0,27	0,06
B1	00:23	0,17	0,02	B1	01:15	0,07	0,00
B1	00:24	0,34	0,09	B1	01:16	0,24	0,05
B1	00:24	0,38	0,11	B1	01:17	0,30	0,07
B1	00:24	0,19	0,03	B1	01:18	0,21	0,03
B1	00:24	0,42	0,14	B1	01:18	0,53	0,22
B1	00:24	0,24	0,05	B1	01:18	0,33	0,09
B1	00:24	0,19	0,03	B1	01:18	0,30	0,07
B1	00:24	0,38	0,11	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:24	0,60	0,28	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:26	0,34	0,09	B1	01:18	0,10	0,01
B1	00:26	0,55	0,24	B1	01:18	0,09	0,01
B1	00:26	0,33	0,09	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:26	0,55	0,24	B1	01:18	0,11	0,01
B1	00:26	0,67	0,35	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:26	0,52	0,21	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:26	0,12	0,01	B1	01:18	0,08	0,01
B1	00:26	0,21	0,03	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:26	0,45	0,16	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:27	0,33	0,09	B1	01:18	0,13	0,01
B1	00:27	0,12	0,01	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:27	0,14	0,02	B1	01:18	0,13	0,01
B1	00:27	0,17	0,02	B1	01:18	0,12	0,01
B1	00:27	0,14	0,02	B1	01:18	0,13	0,01
B1	00:28	0,73	0,42	B1	01:18	0,09	0,01
B1	00:28	0,22	0,04	B1	01:18	0,13	0,01
B1	00:28	0,40	0,13	B1	01:18	0,11	0,01
B1	00:28	0,24	0,05	B1	01:18	0,08	0,01
B1	00:28	0,47	0,17	B1	01:22	0,16	0,02
B1	00:28	0,12	0,01	B1	01:22	0,37	0,11
B1	00:28	0,16	0,02	B1	01:22	0,17	0,02
B1	00:28	0,19	0,03	B1	01:22	0,32	0,08

B1	00:28	0,13	0,01	B1	01:24	0,27	0,06
B1	00:29	0,16	0,02	B1	01:24	0,37	0,11
B1	00:29	0,43	0,15	B1	01:24	0,22	0,04
B1	00:29	0,31	0,08	B1	01:25	0,19	0,03
B1	00:29	0,49	0,19	B1	01:25	0,12	0,01
B1	00:29	0,42	0,14	B1	01:25	0,32	0,08
B1	00:30	0,63	0,31	B1	01:25	0,38	0,11
B1	00:30	0,26	0,05	B1	01:25	0,33	0,09
B1	00:30	0,14	0,02	B1	01:25	0,38	0,11
B1	00:30	0,12	0,01	B1	01:25	0,42	0,14
B1	00:30	0,16	0,02	B1	01:28	0,15	0,02
B1	00:30	0,42	0,14	B1	01:28	0,27	0,06
B1	00:30	0,26	0,05	B1	01:28	0,16	0,02
B1	00:30	0,32	0,08	B1	01:28	0,26	0,05
B1	00:30	0,48	0,18	B1	01:28	0,50	0,20
B1	00:30	0,12	0,01	B1	01:28	0,21	0,03
B1	00:31	0,31	0,08	B1	01:30	0,11	0,01
B1	00:31	0,55	0,24	B1	01:30	0,13	0,01
B1	00:31	0,19	0,03	B1	01:30	0,19	0,03
B1	00:31	0,24	0,05	B1	01:32	0,35	0,10
B1	00:31	0,16	0,02	B1	01:32	0,34	0,09
B1	00:32	0,19	0,03	B1	01:32	0,24	0,05
B1	00:32	0,30	0,07	B1	01:32	0,11	0,01
B1	00:32	0,26	0,05	B1	01:32	0,11	0,01
B1	00:34	0,26	0,05	B1	01:32	0,12	0,01
B1	00:35	0,40	0,13	B1	01:32	0,10	0,01
B1	00:35	0,32	0,08	B1	01:32	0,09	0,01
B1	00:35	0,16	0,02	B1	01:32	0,12	0,01
B1	00:36	0,17	0,02	B1	01:32	0,10	0,01
B1	00:36	0,17	0,02	B1	01:32	0,09	0,01
B1	00:36	0,19	0,03	B1	01:32	0,09	0,01
B1	00:36	0,13	0,01	B1	01:32	0,11	0,01
B1	00:36	0,18	0,03	B1	01:32	0,08	0,01
B1	00:36	0,18	0,03	B1	01:32	0,11	0,01
B1	00:36	0,20	0,03	B1	01:33	0,58	0,26
B1	00:36	0,13	0,01	B1	01:33	0,75	0,44
B1	00:36	0,20	0,03	B1	01:33	0,57	0,26
B1	00:36	0,14	0,02	B1	01:33	0,17	0,02
B1	00:36	0,17	0,02	B1	01:34	0,32	0,08
B1	00:36	0,76	0,45	B1	01:34	0,57	0,26
B1	00:37	0,15	0,02	B1	01:34	0,15	0,02
B1	00:37	0,18	0,03	B1	01:34	0,08	0,01
B1	00:37	0,18	0,03	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:37	0,16	0,02	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:37	0,13	0,01	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:37	0,16	0,02	B1	01:34	0,07	0,00
B1	00:37	0,14	0,02	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:37	0,13	0,01	B1	01:34	0,26	0,05
B1	00:37	0,19	0,03	B1	01:34	0,22	0,04
B1	00:37	0,13	0,01	B1	01:34	0,19	0,03

B1	00:37	0,14	0,02	B1	01:34	0,22	0,04
B1	00:37	0,13	0,01	B1	01:34	0,19	0,03
B1	00:37	0,14	0,02	B1	01:34	0,28	0,06
B1	00:37	0,19	0,03	B1	01:34	0,17	0,02
B1	00:37	0,63	0,31	B1	01:34	0,16	0,02
B1	00:37	0,60	0,28	B1	01:34	0,24	0,05
B1	00:38	0,78	0,48	B1	01:34	0,48	0,18
B1	00:38	0,22	0,04	B1	01:34	0,43	0,15
B1	00:38	0,27	0,06	B1	01:34	0,09	0,01
B1	00:39	0,69	0,37	B1	01:34	0,11	0,01
B1	00:39	0,74	0,43	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:39	0,67	0,35	B1	01:34	0,08	0,01
B1	00:42	0,15	0,02	B1	01:34	0,08	0,01
B1	00:42	0,12	0,01	B1	01:34	0,13	0,01
B1	00:42	0,19	0,03	B1	01:34	0,08	0,01
B1	00:43	0,42	0,14	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:44	0,22	0,04	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:44	0,17	0,02	B1	01:34	0,10	0,01
B1	00:44	0,13	0,01	B1	01:34	0,13	0,01
B1	00:44	0,17	0,02	B1	01:34	0,11	0,01
B1	00:44	0,16	0,02	B1	01:34	0,10	0,01
B1	00:44	0,26	0,05	B1	01:34	0,13	0,01
B1	00:44	0,18	0,03	B1	01:34	0,11	0,01
B1	00:44	0,16	0,02	B1	01:34	0,10	0,01
B1	00:46	0,11	0,01	B1	01:34	0,12	0,01
B1	00:46	0,13	0,01	B1	01:36	0,42	0,14
B1	00:46	0,16	0,02	B1	01:36	0,40	0,13
B1	00:46	0,47	0,17	B1	01:37	0,24	0,05
B1	00:46	0,49	0,19	B1	01:40	0,27	0,06
B1	00:46	0,12	0,01	B1	01:40	0,25	0,05
B1	00:46	0,23	0,04	B1	01:41	0,19	0,03
B1	00:46	0,11	0,01	B1	01:42	0,42	0,14
B1	00:46	0,10	0,01	B1	01:42	0,82	0,53
B1	00:49	0,14	0,02	B1	01:42	0,95	0,71
B1	00:49	0,11	0,01	B1	01:43	0,32	0,08
B1	00:49	0,12	0,01	B1	01:43	0,19	0,03
B1	00:49	0,14	0,02	B1	01:45	0,32	0,08
B1	00:49	0,10	0,01	B1	01:45	0,92	0,66
B1	00:49	0,15	0,02	B1	01:45	0,12	0,01
B1	00:49	0,11	0,01	B1	01:46	0,27	0,06
B1	00:49	0,14	0,02	B1	01:50	0,31	0,08
B1	00:49	0,10	0,01	B1	01:50	0,21	0,03
B1	00:49	0,12	0,01	B1	01:51	0,09	0,01
B1	00:49	0,13	0,01	B1	01:51	0,13	0,01
B1	00:51	0,15	0,02	B1	01:51	0,09	0,01
B1	00:51	0,12	0,01	B1	01:51	0,09	0,01
B1	00:51	0,12	0,01	B1	02:04	0,49	0,19
B1	00:51	0,12	0,01	B1	02:04	0,24	0,05
B1	00:51	0,14	0,02	B1	02:05	0,24	0,05
B1	00:51	0,15	0,02	B1	02:07	0,32	0,08

B1	00:51	0,11	0,01	B1	02:12	0,57	0,26
B1	00:51	0,13	0,01	B1	02:12	0,42	0,14
B1	00:51	0,18	0,03	C1	00:20	0,37	0,11
B1	00:51	0,13	0,01	C2	00:11	0,33	0,09
B1	00:51	0,12	0,01	C2	01:08	0,49	0,19
B1	00:51	0,10	0,01	D1	00:13	0,64	0,32
B1	00:51	0,10	0,01	D1	00:15	0,32	0,08
B1	00:51	0,15	0,02	D1	00:15	0,27	0,06
B1	00:51	0,78	0,48	D1	00:19	0,41	0,13
B1	00:51	0,64	0,32	D1	00:19	0,53	0,22
B1	00:51	0,49	0,19	D1	00:19	0,79	0,49
B1	00:51	0,30	0,07	D1	00:19	0,75	0,44
B1	00:51	0,52	0,21	D1	00:26	0,42	0,14
B1	00:51	0,33	0,09	D1	00:27	0,53	0,22
B1	00:51	0,38	0,11	D1	00:27	0,17	0,02
B1	00:51	0,45	0,16	D1	00:31	0,96	0,72
B1	00:52	0,38	0,11	D1	00:32	0,79	0,49
B1	00:52	0,29	0,07	D1	00:38	0,76	0,45
B1	00:52	0,30	0,07	D1	00:39	0,78	0,48
B1	00:52	0,30	0,07	D1	00:50	0,61	0,29
B1	00:52	0,23	0,04	D1	00:51	0,73	0,42
B1	00:52	0,25	0,05	D1	01:02	0,43	0,15
B1	00:52	0,13	0,01	D1	01:03	0,58	0,26
B1	00:52	0,13	0,01	D1	01:11	0,73	0,42
B1	00:52	0,28	0,06	D1	01:13	0,67	0,35
B1	00:52	0,29	0,07	D1	01:13	0,40	0,13
B1	00:52	0,20	0,03	D1	01:27	0,72	0,41
B1	00:52	0,16	0,02	D1	01:39	0,97	0,74
B1	00:52	0,13	0,01	D1	01:40	0,82	0,53
B1	00:53	0,72	0,41	D1	01:41	0,43	0,15
B1	00:53	0,22	0,04	D1	01:43	0,32	0,08
B1	00:53	0,74	0,43	D1	01:43	0,60	0,28
B1	00:53	0,19	0,03	D1	01:43	0,80	0,50
B1	00:53	0,14	0,02	D1	01:44	0,85	0,57
B1	00:53	0,22	0,04	D1	01:45	0,93	0,68
B1	00:53	0,24	0,05	D1	01:47	0,52	0,21
B1	00:53	0,22	0,04	D1	01:47	0,34	0,09
B1	00:53	0,14	0,02	D1	01:49	0,42	0,14
B1	00:53	0,20	0,03	D1	02:05	0,31	0,08
B1	00:53	0,14	0,02	D1	02:05	0,16	0,02
B1	00:53	0,19	0,03	D1	02:10	0,58	0,26
B1	00:53	0,25	0,05	D1	02:10	0,54	0,23
B1	00:54	0,35	0,10	D2	01:09	0,42	0,14
B1	00:54	0,63	0,31	D2	01:20	0,54	0,23
B1	00:54	0,24	0,05	D2	01:22	0,38	0,11
B1	00:54	0,11	0,01				
