



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

LAURA SILVEIRA VIEIRA

**REGISTRO GEOLÓGICO HOLOCÊNICO DE RECIFES
SUBMERSOS NA PLATAFORMA DE ABROLHOS**

ARACRUZ

2015

LAURA SILVEIRA VIEIRA

**REGISTRO GEOLÓGICO HOLOCÊNICO DE RECIFES
SUBMERSOS NA PLATAFORMA DE ABROLHOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Alex C. Bastos

Coorientador: Dr. Jody M. Webster
(University of Sydney)

ARACRUZ

2015

LAURA SILVEIRA VIEIRA

**REGISTRO GEOLÓGICO HOLOCÊNICO DE RECIFES SUBMERSOS NA
PLATAFORMA DE ABROLHOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos – Orientador/Examinador Interno
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

Prof. Dr. Rodrigo Leão de Moura – Examinador Externo
Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ

Prof. Dr. Gilberto Menezes Amado Filho – Examinador Externo
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

À minha mãe,
meu eterno anjo da guarda.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família indescritível! Mãe, Pai e Pedro, por sempre alimentarem meus sonhos e me ajudarem a torná-los realidade. Tias-mães, primos-irmãos e TiHuguinho, por sempre estarem ao meu lado me amparando em qualquer desequilíbrio ao longo do meu caminho.

Ao Alex Bastos, meu orientador, por todos os ensinamentos, paciência, sinceridade, apoio e amizade. Por estar sempre ao meu lado em novas descobertas, me incentivando a desbravar novas fronteiras. Obrigada pela oportunidade e confiança ao longo destes dois anos.

À toda equipe de campo que viabilizou a execução deste trabalho com o levantamento dos dados geológicos, assim como ao Juan Carlos Braga pela colaboração na identificação de organismos nas lâminas petrográficas.

Ao Gilberto Amado Filho e Alex Bastos, que juntos investiram em minhas viagens à Austrália para maior aprendizado em trabalho conjunto com o Geocoastal Research Group – University of Sydney. Ao Jody Webster, Belinda, Gus, Madi e Kelsey, pelos momentos de aprendizado intenso e a todo o Geocoastal Research Group pela oportunidade de trabalho em conjunto.

Ao Projeto Ciências do Mar II (Capes), Projeto Ciências Sem Fronteiras - PVE (CNPq), Petrobrás-PRH29 e Brasoil pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa de estudo.

À toda família Labogeo pelo apoio, companheirismo, incentivo e sugestões, contribuindo sempre para um maior aprendizado ao longo do mestrado. Aos meus amigos de perto e de longe, que, de alguma forma fizeram parte deste trabalho, mesmo sendo em momentos de descontração e lazer.

Por fim, ao Diego por todo carinho, companheirismo, amizade e amor! Por estar sempre pronto para me dar uma palavra de incentivo, um abraço de consolo ou um sorriso cheio de energia e por acreditar em mim mais do que eu mesma. Obrigada por fazer meus dias mais felizes e por fazer de mim uma pessoa melhor.

RESUMO

Sistemas recifais são feições comuns ao longo de muitos litorais tropicais modernos e as evidências de suas ocorrências durante diferentes níveis do mar têm sido muito estudadas por todo o mundo. A Plataforma de Abrolhos (Brasil) engloba o mais importante sistema de recifes de coral no Atlântico Sul apresentando altos níveis de endemismo, baixa diversidade e morfologia única de crescimento (formações recifais conhecidas como "chapeirões"). O desenvolvimento recifal na plataforma se dá pela presença de dois arcos recifais rasos paralelos à costa, além de recifes afogados ao longo das porções centro-norte e sul da mesma. O principal objetivo deste estudo é investigar o registro geológico do processo evolutivo holocênico de dois ambientes recifais na região da Plataforma de Abrolhos. Para isso foram sondados dois recifes submersos com seus topos a 4 e 15 metros de profundidade, chamados respectivamente de recifes "ShallowWater" (SW) e "DeepWater" (DW), onde foram coletados oito testemunhos distribuídos nas direções vertical (a partir do topo recifal) e horizontal (perpendiculares às paredes do recife). Os testemunhos coletados tiveram recuperação variando entre 0,70 e 2,03 metros de comprimento. Foram observadas significativas formações coralinas e algais (espécies de corais como *Mussismilia harttii*, *Millepora sp.*, *Siderastrea sp.*, *Porites sp.*, *Favia sp.* e *Madracis sp.*; e espécies de algas calcárias como *Hydrolithon sp.*, *Lithophyllum kotschyannum*, *Lithophyllum sp.*, *Amphiroa sp.*, *Mesophyllum erubescens* e *Sporolithon episorum*). No entanto, verificou-se que os organismos mais abundantes na edificação recifal foram os briozoários da família Schizoporellidae. Grandes formações de briozoários incrustantes foram descritas em todos os testemunhos, compreendendo cobertura superior a 15% na superfície longitudinal dos mesmos e podendo alcançar cobertura de até 52,9% em dois deles. Porém, briozoários foram mais representativos nos testemunhos do recife "DW". Contraditoriamente, a fraca concorrência espacial identificada nos briozoários incrustantes pode ser a explicação para a maior ocorrência destes organismos nos testemunhos do recife "DW", onde organismos zooxantelados e fortes concorrentes espaciais em ambiente com grande incidência de radiação solar não conseguem se desenvolver. Datações utilizando radiocarbono evidenciaram que o recife "DW" é mais antigo que o recife "SW", bem como um maior acúmulo recifal (e principalmente no topo recifal) no recife "SW" nos últimos mil anos. Pela presença de corais zooxantelados e algas características de ambientes rasos, sugere-se que toda a estrutura recifal analisada se desenvolveu em ambiente de baixa profundidade (< 30 metros) na plataforma continental.

Palavras-chave: Composição Recifal, Plataforma de Abrolhos, Holoceno Tardio.

ABSTRACT

Coral Reef systems are common features throughout many modern tropical coastal zone and the evidence of their occurrence during different sea levels have been studied worldwide. The Abrolhos Shelf (Brazil) encompasses the most important coral reef system in the South Atlantic showing high levels of endemism, low diversity and unique growth (locally known as "chapeirões"). The reef system along the shelf is characterized two shallow reef arcs parallel to the coast, and "give-up" reefs throughout the north-central and southern shelf. The main objective of this study is to investigate the geological record showing the Late Holocene evolution of two submerged pinnacles in the Abrolhos Shelf. Herein, two submerged pinnacles were drilled with their tops at 4 and 15 m below sea level, called "Shallow Water Reef" (SW) and "Deep Water Reef" (DW). A total of eight cores were collected. Vertical (top down) and horizontal (perpendicular to the pinnacle wall) cores were recovered, ranging from 0.70 to 2.03 m in length. Significant coralgal framework was observed in the cores (corals such species as *Mussismilia harttii*, *Millepora* sp., *Siderastrea* sp., *Porites* sp., *Favia* sp. and *Madracis* sp.; and coralline algae such species as *Hydrolithon* sp., *Lithophyllum kotschyannum*, *Lithophyllum* sp., *Amphiroa* sp., *Mesophyllum erubescens* and *Sporolithon episporum*). However, we found that by far the most abundant framebuilding component were Schizoporellidae bryozoans. Extensive encrusting bryozoans were identified in all cores comprising between 15 - 52,9% of 2D areas. Bryozoans were most representative in the "DW" cores. Paradoxically, the poor spatial competition of encrusting bryozoans must be the explanation for the bryozoan dominance in the "DW" cores, which hermatypic corals can not develop. Radiocarbon dates indicate that the "DW" reef is older than the "SW" reef as well as higher reef accumulation rates occur in the past thousand years in the "SW" reef. The results show that the both reefs have been developed in a shallow shelf environment (<30 meters depth).

Keywords: Reef Building, Abrolhos Shelf, Late Holocene.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características de cada testemunho sondado, incluindo profundidade do ponto amostral, localização geográfica e comprimento de cada testemunho.....	18
Tabela 2: Porcentagem de cada componente recifal nos testemunhos LG-AB-DR 01, 02, 05 e 06.....	25
Tabela 3: Representação dos dados de datação de ^{14}C e suas respectivas calibrações nas subamostras dos testemunhos verticais.....	32
Tabela 4: Porcentagem de cada componente recifal nos testemunhos LG-AB-DR 03, 04, 07 e 08.....	35
Tabela 5: Representação dos dados de datação de ^{14}C e suas respectivas calibrações nas subamostras dos testemunhos horizontais.....	41
Tabela 6: Taxas de acumulação recifal localizadas na Plataforma de Abrolhos e calculadas a partir de dados de Leão et al. (1997) e Leão et al. (2005), além de exemplos das taxas de acumulação recifais identificadas no Oceano Indo-Pacífico por diversos autores e compiladas por Montaggioni (2005), além das taxas de acumulação verticais encontradas neste trabalho nos ambientes “Shallow Water” e “Deep Water”.....	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Imagem evidenciando a área de estudo, assim como os locais de coleta na Plataforma de Abrolhos. Em cinza a costa brasileira no sul da Bahia e em azul os arcos interno e externo localizados e identificados por Leão em 2002. Em amarelo estão os pontos de sondagem identificados como “Deep Water” (DW) e “Shallow Water” (SW). FONTE: Modificado de MOURA et al. (2013).....16
- Figura 2:** Sondagem a partir de Drill Pneumático.....17
- Figura 3:** Imagem ilustrando as sondagens em dois ambientes recifais identificados como “Deep Water” e “Shallow Water”. Em vermelho são identificados os testemunhos LG-AB-DR 05, LG-AB-DR 06, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08 no ambiente “Shallow Water” e LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 03 e LG-AB-DR 04 no ambiente “DW”. FONTE: Modificado de LEÃO et al., 2003.....18
- Figura 4:** Fragmentos coletados a cada inserção de 50 centímetros do equipamento na estrutura recifal resultando nos testemunhos verticais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06 e nos testemunhos horizontais LG-AB-DR 03 e LG-AB-DR 04 LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.....20
- Figura 5:** Assembléia dos organismos encontrados nos testemunhos verticais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.....26
- Figura 6:** Espécies coralinas, algas e briozoárias encontradas nos testemunhos verticais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06. Em 6.1 são apresentadas os corais (A) *Siderastrea sp.*, (B) *Millepora sp.*, (C) *Porites sp.* e (D) *Mussismilia harttii*. Em 6.2 são apresentadas as algas (A)

e (B) *Hydrolithon sp.*, (C) *Lithophyllum sp.*, (D) *Lithophyllum kotschyannum*, (E) *Amphiroa sp.* e (F) *Mesophyllum erubescens*. Já em 6.3 são apresentados os briozoários (A) Briozoário Grupo 1, (B) Briozoário Grupo 2 e (C) Briozoário Grupo 3.....27

Figura 7: Organismos com funções secundárias no crescimento do recife também encontrados nas lâminas petrográficas, como (A) Foraminíferos, (B) Moluscos como bivalves e gastrópodes, (C) Vermetídeos e (D) Fragmentos de Equinodermatas.....29

Figura 8: Ilustração demonstrando as diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos verticais. Em preto são apresentadas idades calibradas em 2 δ expressas em “Cal AP” +/- 30, ou seja, idades calendário antes do presente com erro de até 30 anos. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.....31

Figura 9: Assembléia dos organismos encontrados nos testemunhos horizontais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 03, LG-AB-DR 04, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08.....36

Figura 10: Espécies coralinas, algas e briozoárias encontradas nos testemunhos horizontais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 03, LG-AB-DR 04, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08. Em 10.1 são apresentadas os corais (A) e (B) *Siderastrea sp.*, (C) *Millepora sp.*, (D) *Mussismilia sp.* Em 10.2 são apresentadas as algas (A) *Hydrolithon sp.*, (B) e (C) *Lithophyllum sp.*, (D) *Lithophyllum kotschyannum*, (E) *Mesophyllum erubescens*. e (F) *Sporolithon episporum*. Já em 10.3 são apresentados os briozoários (A) Briozoário Grupo 1 e (B) Briozoário Grupo 2.....37

Figura 11: Organismos com funções secundárias no crescimento do recife também encontrados nas lâminas petrográficas, como (A) Foraminíferos, (B) Vermetídeos e (C) Moluscos como bivalves e gastrópodes.....38

Figura 12: Ilustração demonstrando as diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos horizontais. Em preto são apresentadas idades calibradas em 2δ expressas em “Cal AP” +/- 20, ou seja, idades calendário antes do presente com erro de até 20 anos.....40

Figura 13: Típicas formas coloniais de briozoários e suas contribuições para o sedimento. Formas (A) e (B) incrustantes, (C) em formato de domo, (D) palmada, (E) foliácea, (F) fenestrada, (G) ramificada delicada, (H) ramificada espessa, (I) articulada e (J) de vida livre. Fonte: Modificada de Taylor e James (2013).....53

Figura 14: Ilustração da presença dos briozoários nas regiões abrigadas dos recifes modernos. Fonte: Modificada de Cuffey (1977).....56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. METODOLOGIA	16
2.1 Área de estudo.....	16
2.2 Atividades em campo.....	17
2.3 Atividades em laboratório.....	21
3. RESULTADOS	23
3.1 Testemunhos Verticais.....	23
3.2 Testemunhos Horizontais.....	32
4. DISCUSSÃO	42
4.1 Composição recifal (fauna e flora presentes).....	42
4.2 Variação composicional ao longo dos testemunhos.....	45
4.3 Datações e Taxas de acumulação recifal.....	48
4.4 Briozoários.....	52
5. CONCLUSÕES	59
6. REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE	66

1. INTRODUÇÃO

Os recifes de corais ocupam 0,02% da área global dos oceanos, abrigando cerca de um quarto de todas as espécies marinhas (Davidson, 1998). Ecossistemas recifais são feições comuns ao longo de muitos litorais tropicais modernos e as evidências de suas ocorrências durante diferentes níveis do mar têm sido muito estudadas ao longo do Oceano Índico, Oceano Pacífico e Mar do Caribe (Abbey et al., 2011).

Segundo Webster e Davies (2003), um grande esforço tem sido feito na compreensão do desenvolvimento recifal em resposta a mudanças climáticas e variações do nível do mar ao longo de grandes formações recifais. Ainda segundo os autores, tais estudos têm sido feitos por meio de extensas investigações de sequências carbonáticas, principalmente durante as décadas de setenta e oitenta, uma vez que foram décadas de perfuração recifal intensa em margens continentais passivas por todo o mundo. No entanto, na maioria dos casos, o objetivo principal de perfuração foi compreender o desenvolvimento dos recifes no Holoceno frente, principalmente, às variações relativas do nível do mar (VRNM) (Webster e Davies, 2003). Segundo Woodroffe e Webster (2014), assembleias de corais, ou mesmo a biota associada ao recife, pode permitir a inferência de condições paleoambientais, como temperatura, turbidez, profundidade local ou exposição à energia das ondas.

Assumindo que a evolução coralina no Holoceno se baseia nas respostas verticais e laterais de crescimento de corais ao espaço de acomodação disponível decorrente das variações no nível relativo do mar, Neumann e Macintyre (1985) classificaram os recifes em “Keep-up”, “Catch-up” e “Give-up”. Recifes do tipo “Keep-up” têm mantido seus topos recifais em águas rasas ao longo da sua história de acumulação e são característicos por se desenvolverem juntamente com uma baixa taxa de elevação do nível do mar. Já os recifes do tipo “Catch-up” são característicos de águas mais profundas e com taxa de acumulação recifal maior que a taxa de elevação do nível do mar, podendo até alcançar a superfície. Por fim, recifes do tipo “Give-up” e também

chamados de recifes afogados, são geralmente os recifes de águas mais profundas, cujo crescimento foi interrompido por uma rápida taxa de elevação do nível do mar, abandonando-os em profundidade onde a acumulação coralina cessa por fatores de stress como aumento na turbidez, diminuição da incidência de radiação solar ou mesmo diminuição na temperatura local. Desta forma, recifes afogados permanecem sujeitos à fixação de outros organismos que não necessitam de águas claras e quentes para se desenvolverem como é o caso dos corais zooxantelados.

Segundo Paulay e McEdward (1990), desde 1842 quando Darwin propôs que os recifes se modificam ao longo do tempo por uma combinação de crescimento e subsidência, vários processos e variações ambientais locais têm sido estudados para que juntos às definições feitas por Darwin consigam explicar o desenvolvimento de sistemas recifais oceânicos. Tais processos ou variações ambientais podem ser exemplificados como alterações na turbidez, química da água, profundidade local, incidência de radiação solar, chegada de água doce ou até mesmo no nível relativo do mar.

Alguns trabalhos mostram mudanças composicionais nos recifes ao longo do tempo, passando de recifes dominados por corais para recifes dominados por outros organismos, como por exemplo, algas (Figueiredo et al., 2008), formando as mudanças de fase coral-algal (McManus e Polsenberg, 2004)- te enviei este artigo no outro email. Estas mudanças composicionais foram também relatadas por Abbey et al. (2011) nos recifes mesofóticos (topos recifais entre 45 e 100 metros de profundidade) da Grande Barreira de Corais da Austrália, onde os autores identificaram três fases de sucessão biológica vertical, passando de fixação de corais e algas fortemente dependentes de incidência de radiação solar para organismos com alta tolerância a baixa luminosidade, corroborando novamente, os estudos de investigação de sequências carbonáticas em ecossistemas recifais.

A Plataforma de Abrolhos, principal área recifal da plataforma brasileira, e também chamada de Banco dos Abrolhos, é caracterizada por possuir um desenvolvimento recifal único em formato cogumelar (paredes recifais

relativamente finas e topos pronunciados lateralmente), chamado por Hartt em 1870 de “chapeirão”, onde o principal pólipó edificador é o coral endêmico *Mussismilia braziliensis* (Leão, 2002). O ecossistema recifal presente na plataforma possui a maior diversidade coralina do Brasil (Leão, 2002) e ocupa área de 8.844 km² (Moura et al., 2013), justificando assim, ser a maior e mais importante área recifal na plataforma brasileira.

Leão (2002) relatou que o desenvolvimento coralino na plataforma se distribui em dois principais arcos recifais rasos paralelos à costa, o arco interno ou costeiro e o arco externo, desenvolvidos a dez e setenta quilômetros da costa, respectivamente.

Moura et al. (2013) identificaram extensões recifais em maiores profundidades que os recifes rasos já identificados por Leão (2002). Segundo os autores, as extensões recifais se estendem principalmente nas regiões centro-norte e sul da plataforma e em profundidades de até 90 metros. Tais extensões apresentam recifes parcialmente ou completamente afogados, apresentando pouca cobertura coralina (Moura et al., 2013).

Segundo Hinderstein et al. (2010), em zonas de recifes afogados, comunidades de corais, esponjas e algas proporcionam habitats estruturais para uma diversidade de organismos. Assim, são considerados por muitos autores como sendo extensões de recifes rasos, podendo ter conectividade biológica, física e química com os últimos, tendo, portanto, comunidades associadas (Harris et al., 2011).

Moura et al. (2013) ainda sugerem que os recifes afogados presentes no Banco dos Abrolhos, por se assemelharem aos arcos interno e externo presentes hoje na plataforma e por não apresentarem crescimento ativo coralino, sofreram afogamento ao longo da transgressão ocorrida após o início da época Holocênica. Deste modo, o objetivo deste trabalho abrange investigar o registro geológico do processo evolutivo holocênico de dois ambientes recifais na região da Plataforma de Abrolhos. Tais ambientes são contrastantes no sentido que um representa um recife afogado (definido aqui como tendo topo com profundidade >12m) e o segundo está localizado no Parcel dos Abrolhos,

representando um recife raso (profundidade do topo 4m) ainda em crescimento coralino ativo. As principais questões a serem respondidas neste trabalho são: Como se comporta a acumulação recifal de ambos os recifes? Existe uma diferenciação nos principais organismos construtores quando os dois ambientes são comparados? O afogamento de um recife pode ser indicado pela substituição do seu principal organismo edificador?

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Plataforma de Abrolhos está localizada na plataforma continental leste brasileira, mais notadamente em região adjacente ao sul do estado da Bahia, e é marcada por um alargamento de aproximadamente 200 Km que está associado à morfologia do Complexo Vulcânico de Abrolhos sobrejacente (Sobreira e França, 2006). O ecossistema recifal da plataforma possui a maior diversidade coralina do Brasil e esta sendo representada, principalmente, por espécies endêmicas da costa brasileira (Leão, 2002).

A Figura 1 demonstra a área de estudo, assim como os pontos de sondagem e a localização da Plataforma de Abrolhos na costa brasileira.

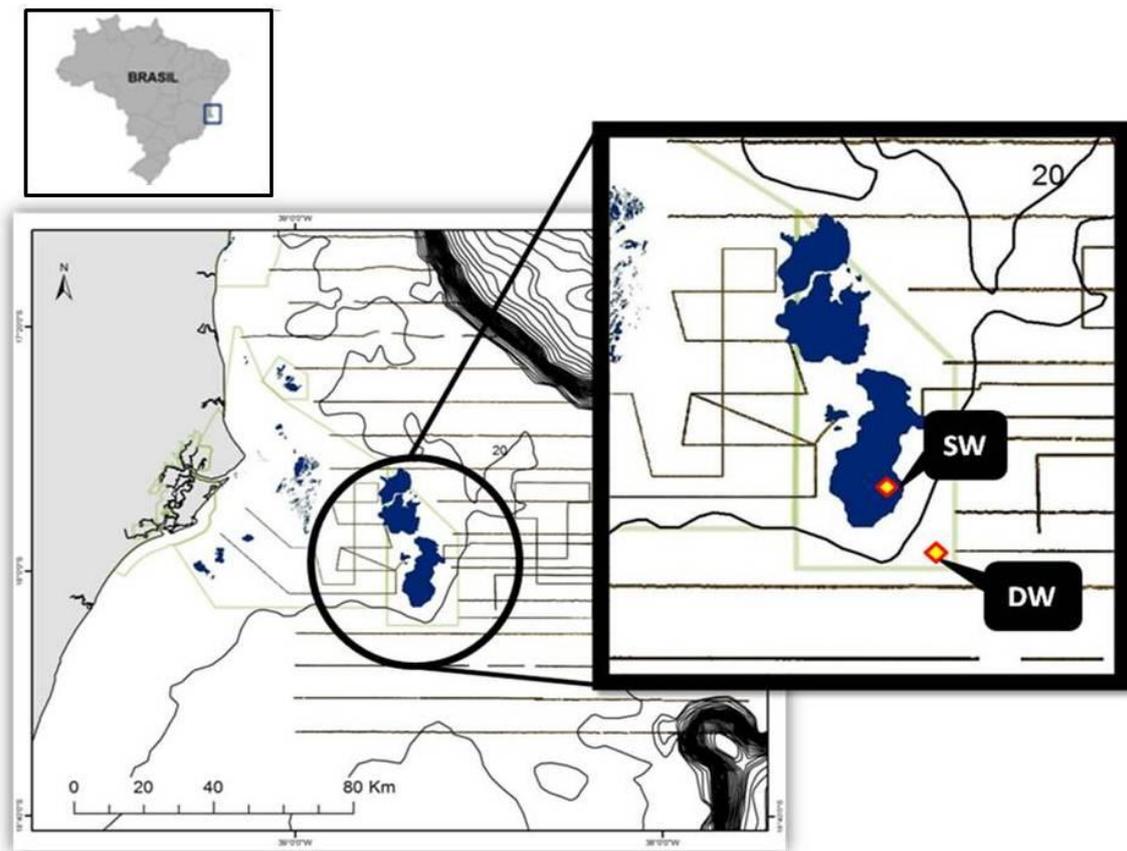


Figura 1: Imagem evidenciando a área de estudo, assim como os locais de coleta na Plataforma de Abrolhos. Em cinza a costa brasileira no sul da Bahia e em azul os arcos interno e externo localizados e identificados por Leão em 2002. Em amarelo estão os pontos de

sondagem identificados como “Deep Water” (DW) e “Shallow Water” (SW). FONTE: Modificado de MOURA et al. (2013).

2.2 Atividades em campo

A metodologia empregada foi baseada na análise de testemunhos de rocha recifal obtidos através de sondagem usando um drill pneumático como identificado na figura 2.



Figura 2: Sondagem a partir de Drill Pneumático.

As sondagens foram realizadas em dois recifes distintos na plataforma dos Abrolhos, um recife afogado e supostamente sujeito apenas à erosão/sem crescimento ativo de corais e um recife considerado raso com crescimento ativo dos mesmos. Para melhor compreensão, a área de coleta do recife afogado foi identificada como Ambiente “Deep Water” (DW), estando o topo do recife à profundidade de 15 metros. Já a área de coleta do recife raso foi identificada como Ambiente “Shallow Water” (SW), estando seu topo a 4 metros de profundidade. Para fim de melhor visualização da área de estudo, a figura 1, modificada de Moura et al. (2013), evidencia, em amarelo, os pontos de sondagem na Plataforma de Abrolhos.

Foram feitas quatro sondagens recifais verticais a partir dos topos dos recifes (testemunhos recifais verticais) com comprimentos entre 0,84 a 2,03 metros, contemplando duas sondagens verticais em cada ambiente. Assim como nas

sondagens verticais, foram realizadas quatro sondagens recifais horizontais a partir das paredes laterais dos recifes (testemunhos recifais horizontais) com comprimentos entre 0,70 e 1,22 metros, também contemplando duas sondagens horizontais em cada ambiente. As características dos testemunhos sondados são apresentadas abaixo na tabela 1 e figura 3 (figura apenas ilustrativa, testemunhos sem dimensões proporcionais, onde os testemunhos horizontais não possuem relação estratigráfica vertical entre eles).

Tabela1: Características de cada testemunho sondado, incluindo profundidade do ponto amostral, localização geográfica e comprimento de cada testemunho.

Características técnicas dos testemunhos	Shallow Water				Deep Water			
	(SW)				(DW)			
Profundidade do topo recifal(m)	4	4	4	4	15	15	15	15
Nome do testemunho	LG-AB-DR 05	LG-AB-DR 06	LG-AB-DR 07	LG-AB-DR 08	LG-AB-DR 01	LG-AB-DR 02	LG-AB-DR 03	LG-AB-DR 04
Direção do testemunho	Vertical	Vertical	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical	Horizontal	Horizontal
Comprimento do testemunho (m)	1,46	2,03	0,7	0,91	1,44	0,84	1,22	1,2
Localização Geográfica	S 17° 59.018 W 38° 40.063	S 18° 04.292 W 38° 38.624						

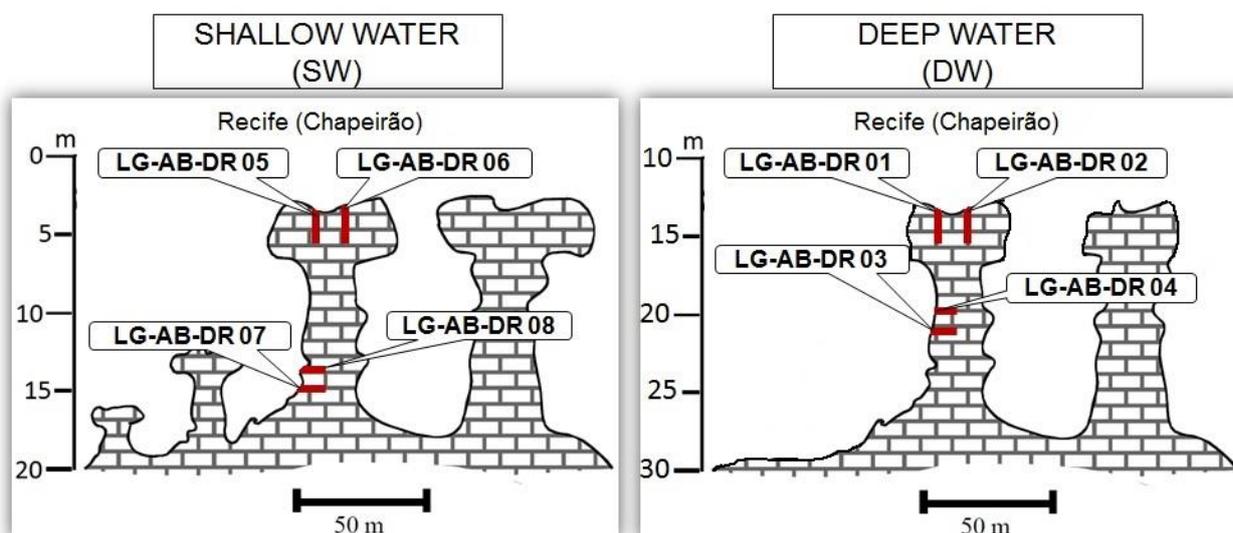


Figura 3: Imagem ilustrando as sondagens em dois ambientes recifais identificados como “Deep Water” e “Shallow Water”. Em vermelho são identificados os testemunhos LG-AB-DR 05, LG-AB-DR 06, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08 no ambiente “Shallow Water” e LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 03 e LG-AB-DR 04 no ambiente “Deep Water”.

LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 03 e LG-AB-DR 04 no ambiente “DW”. FONTE: Modificado de LEÃO et al., 2003.

O método de amostragem por sondagem não permite a coleta de um testemunho contínuo e sim a coleta de fragmentos deste, os quais foram retirados a cada inserção de 50 centímetros do equipamento na estrutura recifal. Os fragmentos recifais coletados estão representados na figura 4, uma vez que os topos dos testemunhos verticais estão direcionados para cima, assim como os topos dos testemunhos horizontais direcionados para a esquerda. Tal direcionamento é seguido e repetido nas demais imagens apresentadas.



Figura 4: Fragmentos coletados a cada inserção de 50 centímetros do equipamento na estrutura recifal resultando nos testemunhos verticais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06 e nos testemunhos horizontais LG-AB-DR 03 e LG-AB-DR 04 LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.

A nomenclatura dos testemunhos se deve a um padrão laboratorial onde “LG” significa “Labogeo”, laboratório responsável pela coleta e análise dos testemunhos; “AB” significa “Abrolhos”, Área de estudo do trabalho; e “DR”,

“Drill”, o equipamento utilizado para a sondagem. Já a numeração dos mesmos se deve à ordem de coleta em campo.

2.3 Atividades em laboratório

Cada fragmento obtido na sondagem foi seccionado longitudinalmente com o auxílio de serra de mármore para análise macroscópica dos organismos.

Posteriormente, cada fragmento foi submetido à fotografia de alta resolução e estas analisadas no software Corelyzer 2.0.2, a fim de identificar diferenças na composição dos componentes bióticos e abióticos ao longo de cada fragmento recifal. Juntamente a este processo, foi realizada análise macroscópica manual dos mesmos fragmentos com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

Após a análise macroscópica e identificação de variações ao longo dos testemunhos, foram selecionados 45 fragmentos para serem subamostrados (sendo 27 subamostrados dos testemunhos verticais e 18 subamostrados dos testemunhos horizontais) e enviados para o National Petrographic Inc – Texas(EUA) a fim de serem confeccionadas lâminas petrográficas. Em trabalho conjunto com o Geocoastal Research Group – University of Sydney(AUS) foi realizada a análise das lâminas petrográficas e a identificação dos componentes presentes nestas, auxiliando na posterior interpretação das variações recifais ao longo de cada testemunho.

Em 18 dos 45 fragmentos subamostrados (10 referentes aos testemunhos verticais e 8 referentes aos testemunhos horizontais) foram retiradas também subamostras, com a utilização do equipamento Microdrill, para datação de radiocarbono (C^{14}). Estas amostras foram enviadas ao laboratório Beta Analytics Inc – Florida(EUA) para tal análise. A datação por radiocarbono foi realizada pela técnica de AMS e as idades calibradas para 2 sigma(δ) indicando idades calendário antes do presente (Cal AP), sendo o presente o ano de 1950. A partir das datações de ^{14}C , foram calculadas taxas de acumulação recifal a cada mil anos, onde o cálculo empregado considerou o comprimento crescido entre a idade mais antiga e o topo de cada testemunho, considerando o topo vivo no momento da amostragem, ou seja, com a idade do

presente. Porém, para não existir discordância nas metodologias utilizadas, a idade presente considerada foi a mesma utilizada nas datações de ^{14}C .

Por fim, as fotografias dos fragmentos recifais foram analisadas no software “Adobe Illustrator CC 2014” onde foram configuradas ilustrações a partir da interpretação de cada fragmento e onde foram compiladas as informações de datação de C^{14} e taxas de acumulação recifal, bem como as porcentagens de cada componente recifal nos testemunhos analisados.

3. RESULTADOS

3.1 Testemunhos Verticais

As assembléias de organismos encontradas nos testemunhos verticais apresentaram diferenças peculiares entre os dois ambientes estudados, sugerindo, assim, diferenças entre tais ambientes, já identificados como “Deep Water” (“DW”) e “Shallow Water” (“SW”), apresentados na figura 5.

Os recifes amostrados no ambiente “DW” apresentaram, em sua maioria, briozoários (da família Schizoporellidae) juntamente ao sedimento de granulometria fina e algumas unidades algais incrustantes longo do crescimento dos organismos coloniais. A espécie *Hydrolithon sp.* foi observada em ambos testemunhos, já as espécies *Lithophyllum sp.* e *Lithophyllum kotschyanum* apenas no LG-AB-DR 01 e a espécie *Mesophyllum erubescens* apenas no LG-AB-DR 02. A ocorrência de corais se mostrou pouco expressiva, apresentando apenas quatro pequenas colônias: duas ao longo do testemunho LG-AB-DR 01 e duas ao longo do LG-AB-DR 02, sendo uma próxima ao topo, corais estes identificados como *Mussismilia harttii* e *Siderastrea sp.* no LG-AB-DR 02 e *Siderastrea sp.* e *Millepora sp.* no testemunho LG-AB-DR 01.

Os recifes amostrados no ambiente “SW” apresentaram maior complexidade em sua composição biótica, apresentando diferentes formações e incrustações algais e diferentes espécies coralinas crescendo em conjunto com briozoários (da família Schizoporellidae) e sedimento também de granulometria fina, onde os corais presentes foram identificados como *Siderastrea sp.*, *Millepora sp.* e *Porites sp.*

No testemunho LG-AB-DR 05 é possível observar expressiva diferença em sua composição, onde próximo ao topo se desenvolvem algas da espécie *Lithophyllum kotschyanum* em camada de tamanho significativo (13 cm de comprimento longitudinalmente ao testemunho), próximo ao meio se desenvolvem, também de maneira significativa (27 cm de comprimento longitudinalmente ao testemunho), alga da espécie *Hydrolithon sp.* juntamente com vermetídeos e em conjunto com corais do gênero *Siderastrea* e sedimento de granulometria fina. Logo abaixo desta formação, uma diferença

composicional é observada, onde estão presentes colônias do coral *Millepora sp.* em conjunto com os corais *Siderastrea sp.* e *Porites sp.*, algas das espécies *Lithophyllum sp.* e *Hydrolithon sp.*, briozoários e sedimento de granulometria fina, se estendendo até a base do testemunho (conjunto de 52,2 cm de comprimento longitudinalmente ao testemunho). A espécie *Lithophyllum sp.* foi observada, na maioria das vezes, incrustando colônias de corais *Siderastrea sp.*

Já o testemunho LG-AB-DR 06 possui uma continuidade em sua composição biótica desde o topo até aproximadamente o centímetro 152,7, onde colônias dos corais *Siderastrea sp.* e *Millepora sp.* se desenvolvem em conjunto com colônias de algas das espécies *Hydrolithon sp.*, *Lithophyllum kotschyannum*, *Sporolithon episorum*, *Amphiroa sp.*, *Mesophyllum erubescens* e *Lithophyllum sp.*, briozoários e deposição de sedimento de granulometria fina. Assim como no LG-AB-DR 05, a espécie de alga *Lithophyllum sp.* foi observada, muitas vezes incrustando colônias de corais *Siderastrea sp.* A partir do centímetro 152,7 até a base, o padrão composicional se torna muito parecido aos padrões dos testemunhos LG-AB-DR 01 e 02, onde há um grande desenvolvimento de briozoários juntamente com deposição de sedimento fino e poucas formações algais, mas ainda, com presença do coral *Millepora sp.* nos últimos 6 centímetros.

Na tabela 2 são apresentados os valores, em porcentagem, da contribuição de cada componente recifal para cada um dos testemunhos verticais, onde os briozoários apenas não estão em maior número no testemunho LG-AB-DR 05.

Tabela 2: Porcentagem de cada componente recifal nos testemunhos LG-AB-DR 01, 02, 05 e 06.

Testemunhos Verticais - Porcentagem de cada componente recifal				
Componente recifal	Ambiente "Deep Water"		Ambiente "Shallow Water"	
	LG-AB-DR 01	LG-AB-DR 02	LG-AB-DR 05	LG-AB-DR 06
Corais (%)	7,3	8,7	32	30,8
Algas (%)	5,9	4,9	38,3	15,2
Briozoários (%)	46,8	52,9	15,7	39,2
Sedimento (%)	36,9	31,1	12,2	13,3
Organismos com funções secundárias no crescimento recifal (%)	3,1	2,4	1,8	1,5

A composição biótica dos testemunhos LG-AB-DR 01, 02, 05 e 06 é apontada na figura 5. A partir da escala utilizada na figura, não foi possível diferenciar a presença de todas as espécies algais na mesma imagem, assim, foi diferenciada a espécie *Lithophyllum kotschyannum* das demais algas calcárias incrustantes que, muitas vezes, se desenvolveram em conjunto e apenas foram diferenciadas em imagens microscópicas. Já a espécie coralina *Porites sp.* foi identificada em duas lâminas petrográficas do testemunho LG-AB-DR 05, porém também não foi possível sua identificação a partir da escala utilizada na Figura.

Já na figura 6 são apresentadas imagens das espécies coralinas, algais e briozoárias encontradas nas lâminas petrográficas dos testemunhos verticais de ambos os ambientes estudados. Apenas foi possível a identificação da família em que os briozoários estão compreendidos, assim, os organismos foram identificados como Briozoário grupo 1, Briozoário grupo 2 e Briozoário grupo 3, onde os três pertencem à família Schizoporellidae.

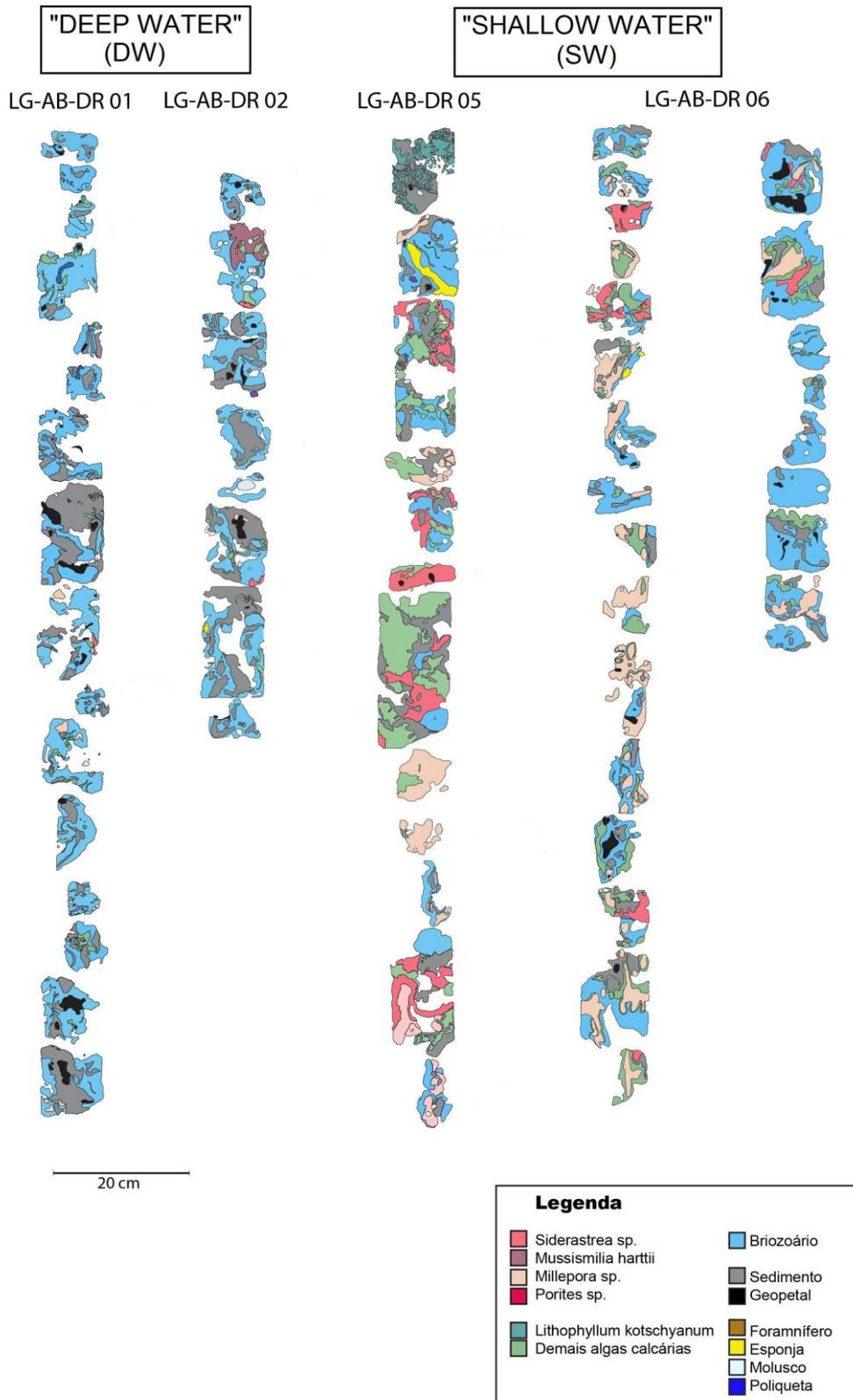
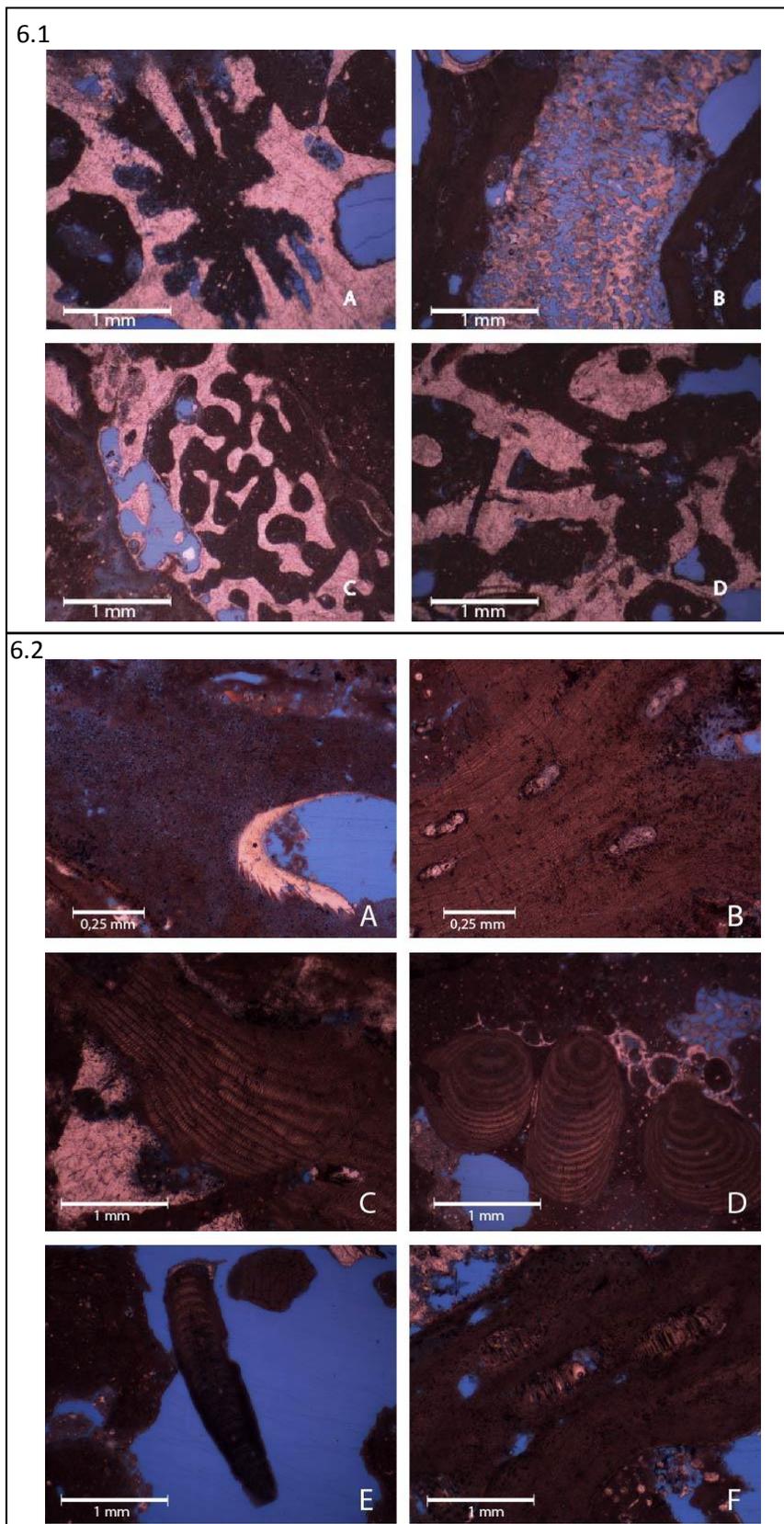


Figura 5: Assembléia dos organismos encontrados nos testemunhos verticais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02,

LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.



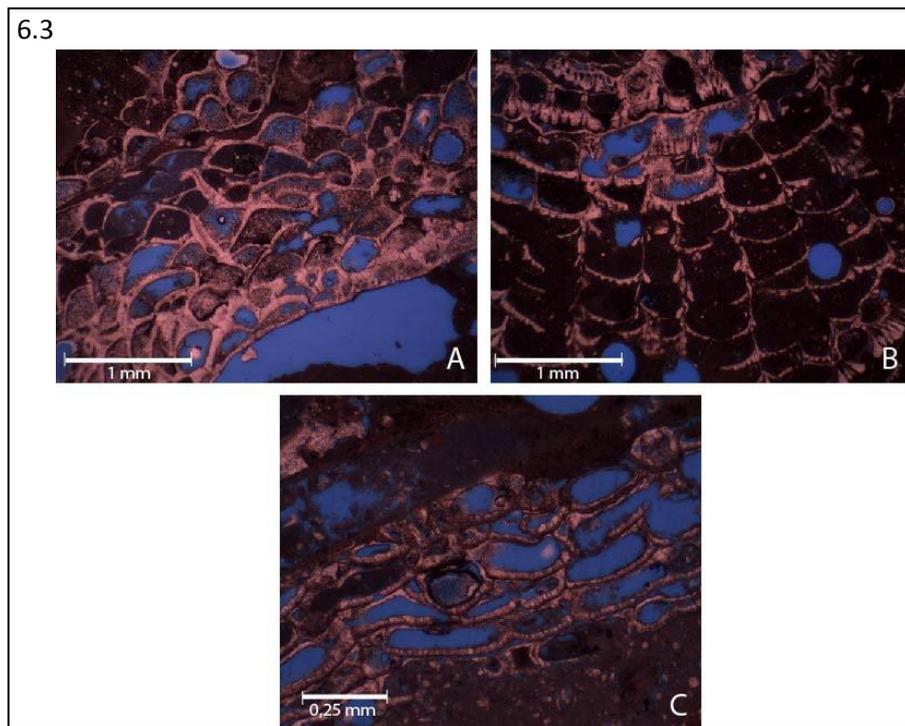


Figura 6: Espécies coralinas, algas e briozoárias encontradas nos testemunhos verticais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 01, LG-AB-DR 02, LG-AB-DR 05 e LG-AB-DR 06. Em 6.1 são apresentadas os corais (A) *Siderastrea sp.*, (B) *Millepora sp.*, (C) *Porites sp.* e (D) *Mussismilia hartii*. Em 6.2 são apresentadas as algas (A) e (B) *Hydrolithon sp.*, (C) *Lithophyllum sp.*, (D) *Lithophyllum kotschyannum*, (E) *Amphiroa sp.* e (F) *Mesophyllum erubescens*. Já em 6.3 são apresentados os briozoários (A) Briozoário Grupo 1, (B) Briozoário Grupo 2 e (C) Briozoário Grupo 3.

Em ambos os ambientes foram encontrados organismos com funções secundárias no crescimento do recife, como foraminíferos, vermetídeos, esponjas, moluscos (bivalves e gastrópodes), poliquetas e fragmentos de equinodermatas, alguns também evidenciados nas lâminas petrográficas, apontados na Figura 7.

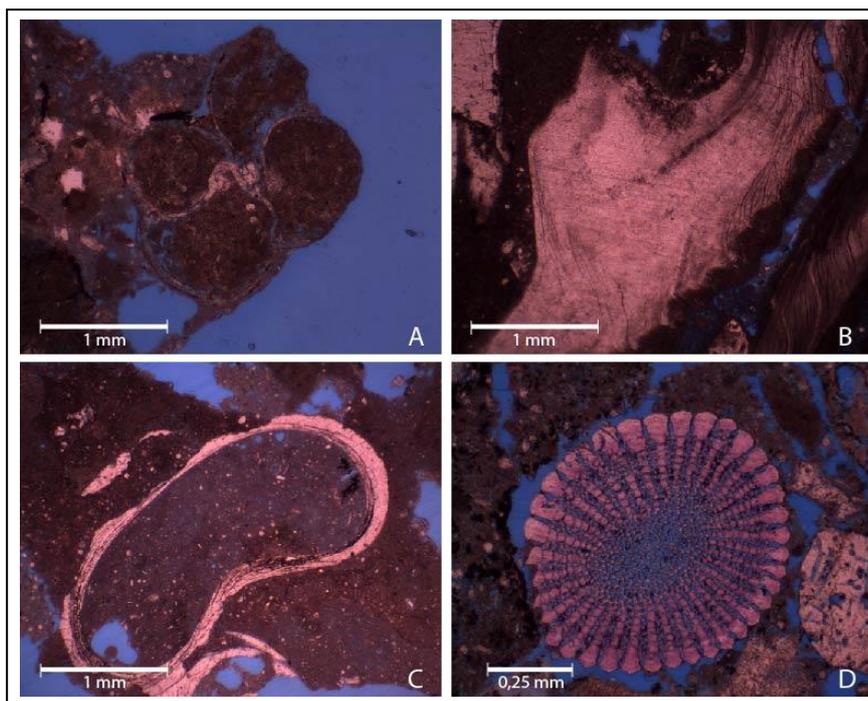


Figura 7: Organismos com funções secundárias no crescimento do recife também encontrados nas lâminas petrográficas, como (A) Foraminíferos, (B) Moluscos como bivalves e gastrópodes, (C) Vermetídeos e (D) Fragmentos de Equinodermatas.

As datações realizadas a partir de análises de radiocarbono (^{14}C) demonstraram variação cronológica entre os dois ambientes. O testemunho LG-AB-DR 01, do ambiente “DW”, apresentou idades variando de 1085 a 1019 Cal AP (Idade Calendário Antes do Presente). Já o LG-AB-DR 02, também do ambiente “DW”, apresentou idades variando de 1125,5 a 570,5 Cal AP. Por outro lado, os testemunhos do ambiente “SW” se apresentaram mais jovens como, por exemplo, o LG-AB-DR 06 que apresentou idades entre 855 e 494 Cal AP e o LG-AB-DR 05 que teve 614 Cal AP como sua idade mais antiga. Das três datações realizadas neste último testemunho, uma, a mais próxima ao topo, apresentou resultado contraditório, marcando 583 Cal AP, uma vez que a idade da amostra do centro do testemunho se apresentou como sendo 503 Cal AP.

A partir das análises cronológicas, foram identificadas diferentes taxas de acumulação recifal em testemunhos do mesmo ambiente e também diferenças de tais taxas entre os ambientes “DW” e “SW”. Considerando o topo recifal vivo quando as amostras foram coletadas, os testemunhos do ambiente “DW”

tiveram taxas de acumulação recifal de 1,34 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 01 e de 0,64 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 02 (média de 0,99 metros a cada mil anos), já os do ambiente “SW” tiveram taxas de crescimento de 2,51 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 05 e de 2,41 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 06 (média de 2,46 metros a cada mil anos).

A Figura 8 mostra, além das diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos verticais como já mostrado anteriormente, a identificação dos fragmentos datados com suas respectivas idades calibradas em 2 σ . Já na tabela 3 são encontradas todas as características das subamostras verticais datadas.

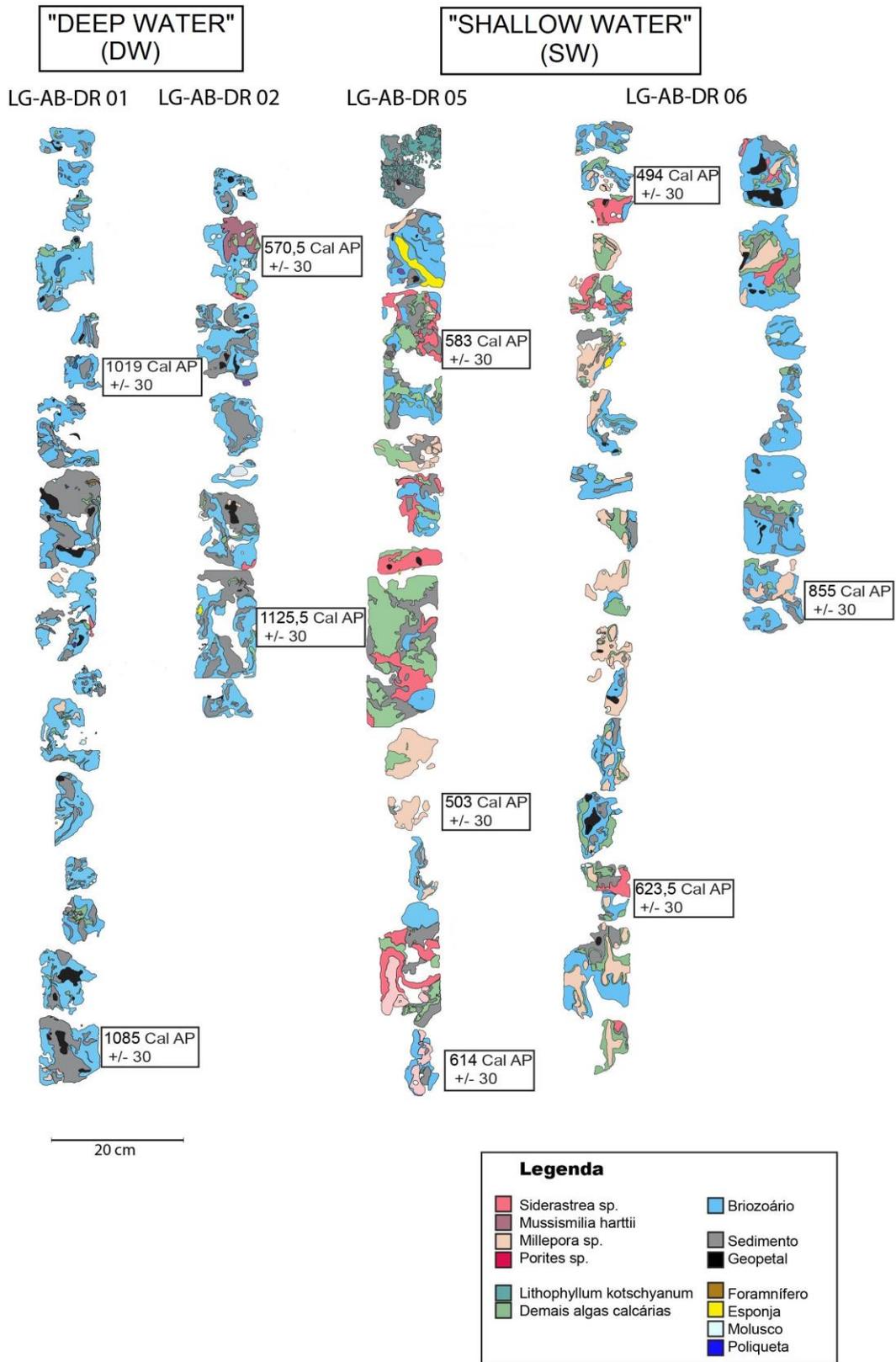


Figura 8: Ilustração demonstrando as diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos verticais. Em preto são apresentadas idades calibradas em 2δ expressas em "Cal

AP” +/- 30, ou seja, idades calendário antes do presente com erro de até 30 anos. O testemunho LG-AB-DR 06 foi dividido em duas parcelas para melhor visualização da imagem.

Tabela 3: Representação dos dados de datação de ¹⁴C e suas respectivas calibrações nas subamostras dos testemunhos verticais.

Nome da Subamostra	Lat	Long	Profundidade real (m)	Ambiente	Contexto da Subamostra	Facies Sedimentar	Idade Convencional do Radiocarbono	Erro	Idade Calibrada	Intervalo de Idade em 2 σ
							(anos)	(anos)	(anos)	(anos)
SUB 1F	S 18° 04.292	W 38° 38.624	15,37	"Deep Water"	Próxima ao topo do LG-AB-DR 01	Briozoário (Limestone)	1490 +/- 30	30	1019	1126 - 912
SUB 1P	S 18° 04.292	W 38° 38.624	16,37	"Deep Water"	Base do LG-AB-DR 01	Briozoário (Limestone)	1560 +/- 30	30	1085	1199 - 971
SUB 2C	S 18° 04.292	W 38° 38.624	15,14	"Deep Water"	Próxima ao topo do LG-AB-DR 02	Coral-alga (Limestone)	870 +/- 30	30	457,5	564 - 351
SUB 2H	S 18° 04.292	W 38° 38.624	15,69	"Deep Water"	Próxima à base do LG-AB-DR 02	Briozoário (Limestone)	1600 +/- 30	30	1125,5	1242 - 1009
SUB 5C	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,33	"Shallow Water"	Perto do topo do LG-AB-DR 05	Coral-alga (Limestone)	1110 +/- 30	30	583	679 - 487
SUB 5H	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,97	"Shallow Water"	Meio do LG-AB-DR 05	Coral-alga (Limestone)	920 +/- 30	30	503	610 - 396
SUB 5K	S 17° 59.018	W 38° 40.063	5,38	"Shallow Water"	Base do LG-AB-DR 05	Coral-alga (Limestone)	1040 +/- 30	30	614	721 - 507
SUB 6B	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,08	"Shallow Water"	Próxima ao topo do LG-AB-DR 06	Briozoário (Limestone)	910 +/- 30	30	494	601 - 387
SUB 6N	S 17° 59.018	W 38° 40.063	5,03	"Shallow Water"	Meio do LG-AB-DR 06	Coral-alga (Limestone)	1050 +/- 30	30	623,5	730 - 517
SUB 6X	S 17° 59.018	W 38° 40.063	5,91	"Shallow Water"	Base do LG-AB-DR 06	Briozoário (Limestone)	1310 +/- 30	30	855	953 - 757

3.2 Testemunhos Horizontais

Em divergência aos testemunhos verticais, os testemunhos horizontais não apresentaram diferenças significativas de assembléias de organismos entre os dois ambientes identificados como “Deep Water” (DW) e “Shallow Water” (SW), o que pode ser observado na Figura 9.

As paredes dos recifes amostrados no ambiente “DW” apresentaram, assim como nos testemunhos verticais, em sua maioria briozoários (da família Schizoporellidae) juntamente ao sedimento de granulometria fina e as espécies algais incrustantes *Hydrolithon sp.*, *Mesophyllum erubescens* e *Lithophyllum sp.* em ambos os testemunhos e *Sporolithon episporum* e *Lithophyllum kotschyianum* ao longo do crescimento dos organismos coloniais do LG-AB-DR 04. No testemunho LG-AB-DR 03 foram identificadas colônias do coral *Siderastrea sp.* ao longo de toda sua extensão, além de formações rochosas não identificadas com aparência e textura de matriz carbonática. As formações

algais são mais evidentes próximas ao topo, onde constituem colônias com maior espessura (aproximadamente 4 cm de espessura).

O testemunho LG-AB-DR 04, a partir do trigésimo centímetro (a partir do topo e em direção a base) apresentou formação composicional de espécies bem heterogênea, onde possui crescimento de colônias de briozoários, algas e deposição de sedimento em conjunto e sem a identificação de um padrão preferencial de crescimento. Porém, assim como o testemunho LG-AB-DR 03, formações algais foram notadas mais evidentes próximas ao topo, onde constituem colônias com maior espessura (aproximadamente 10 cm de espessura). Em relação às espécies coralinas foram encontradas apenas duas amostras de *Siderastrea sp.*, localizadas, uma próxima ao topo e outra próxima ao centro do mesmo. Por fim, também a partir do trigésimo centímetro, foi observada a presença de organismos cirrípedes da ordem Thoracica, conhecidos popularmente como “cracas”, onde seu desenvolvimento foi observado em quase todos os fragmentos até a base do testemunho.

No segundo ambiente, “Shallow Water”, as paredes dos recifes apresentaram maior complexidade em sua composição biótica, apresentando diferentes formações e diferentes espécies coralinas se desenvolvendo em conjunto com briozoários (também da família Schizoporellidae), algas das espécies *Hydrolithon sp.*, *Lithophyllum sp.* e *Mesophyllum erubescens* e sedimento também de granulometria fina. Os corais presentes foram identificados como *Siderastrea sp.*, *Millepora sp.*, *Mussismilia harttii*, *Favia sp.* e *Madracis sp.*

No testemunho LG-AB-DR 07 é possível observar a predominância de colônias briozoárias ao longo de toda sua extensão, se desenvolvendo juntamente com as incrustações algais, uma amostra pequena do coral *Madracis sp.* e algumas incrustações do cirrípede de ordem Thoracica, além da deposição de sedimento fino como também relatado nos demais testemunhos.

Por fim, o testemunho LG-AB-DR 08 apresenta diversidade bem maior que os demais, chegando a apresentar em um mesmo fragmento, quatro espécies de corais crescendo em conjunto. Este é o único testemunho onde os briozoários não são predominantes. O testemunho apresenta três intervalos distintos:

“intervalo 1” desenvolvido entre o topo e o centímetro 28, “intervalo 2” desenvolvido entre os centímetros 28 e 62, e “intervalo 3” desenvolvido do centímetro 63 até a base do mesmo.

No “intervalo 1” existe predominância o desenvolvimento algal e de briozoários, com a presença de um pólipó do coral *Mussismilia hartii* nos primeiros 12 centímetros. Já o “intervalo 2” se difere do primeiro pela presença marcante do coral *Millepora sp.* nos três fragmentos e a presença, mesmo que inexpressiva, dos corais *Siderastrea sp.* e *Madracis sp.*, além de também apresentar crescimento conjunto de briozoários e de algas, como visto também no “intervalo 1”. Por fim, o “intervalo 3” se difere ainda mais das demais pelo fato de apresentar dominância coralina em todos os fragmentos, o que foi encontrado apenas em um fragmento do testemunho LG-AB-DR 05, onde este era dominado por uma colônia de *Millepora sp.* O “intervalo 3” é caracterizado pela presença dos corais *Mussismilia hartii*, *Favia sp.*, *Madracis sp.* e *Siderastrea sp.* crescendo em conjunto e circundados por algas, além de algumas parcelas de sedimento fino depositado, o que também ocorre nos “intervalos 1 e 2”. A espécie de alga *Lithophyllum sp.*, assim como observado anteriormente, no LG-AB-DR 08 também apresentou a maioria do seu desenvolvimento vinculada às colônias de corais *Siderastrea sp.*

Na tabela 4 são apresentados os valores, em porcentagem, da contribuição de cada componente recifal para cada um dos testemunhos horizontais, onde os briozoários apenas não estão em maior número no testemunho LG-AB-DR 08, onde existe maior desenvolvimento coralino.

Tabela 4: Porcentagem de cada componente recifal nos testemunhos LG-AB-DR 03, 04, 07 e 08.

Testemunhos Horizontais - Porcentagem de cada componente recifal				
Componente recifal	Ambiente "Deep Water"		Ambiente "Shallow Water"	
	LG-AB-DR 03	LG-AB-DR 04	LG-AB-DR 07	LG-AB-DR 08
Corais (%)	11,4	6,3	3,9	25,9
Algas (%)	22,5	21,8	23,2	31,6
Briozoários (%)	40,3	32,6	52,9	27,2
Sedimento (%)	6,5	26,6	12,2	11,1
Organismos com funções secundárias no crescimento recifal (%)	2,1	12,7	7,8	4,2

Obs: O somatório das porcentagens do testemunho LG-AB-DR 03 não totaliza 100% pelo fato de possuir 17,2% de matriz carbonática, não computada acima.

A composição biótica dos testemunhos LG-AB-DR 03, 04, 07 e 08 é apontada na figura 9. Em uma mesma metodologia empregada à Figura 5, a partir da escala utilizada, não foi possível diferenciar a presença de todas as espécies algais na mesma imagem, assim, foi diferenciada a espécie *Lithophyllum kotschyannum* das demais algas calcárias incrustantes que, muitas vezes, se desenvolveram em conjunto e apenas foram diferenciadas em imagens microscópicas.

Já na figura 10 são apresentadas imagens das espécies coralinas, algais e briozoárias encontradas nas lâminas petrográficas dos testemunhos horizontais de ambos os ambientes estudados. Apenas foi possível a identificação da família em que os briozoários estão presentes, assim, os organismos foram identificados como Briozoário grupo 1 e Briozoário grupo 2, ambos pertencentes à família Schizoporellidae.

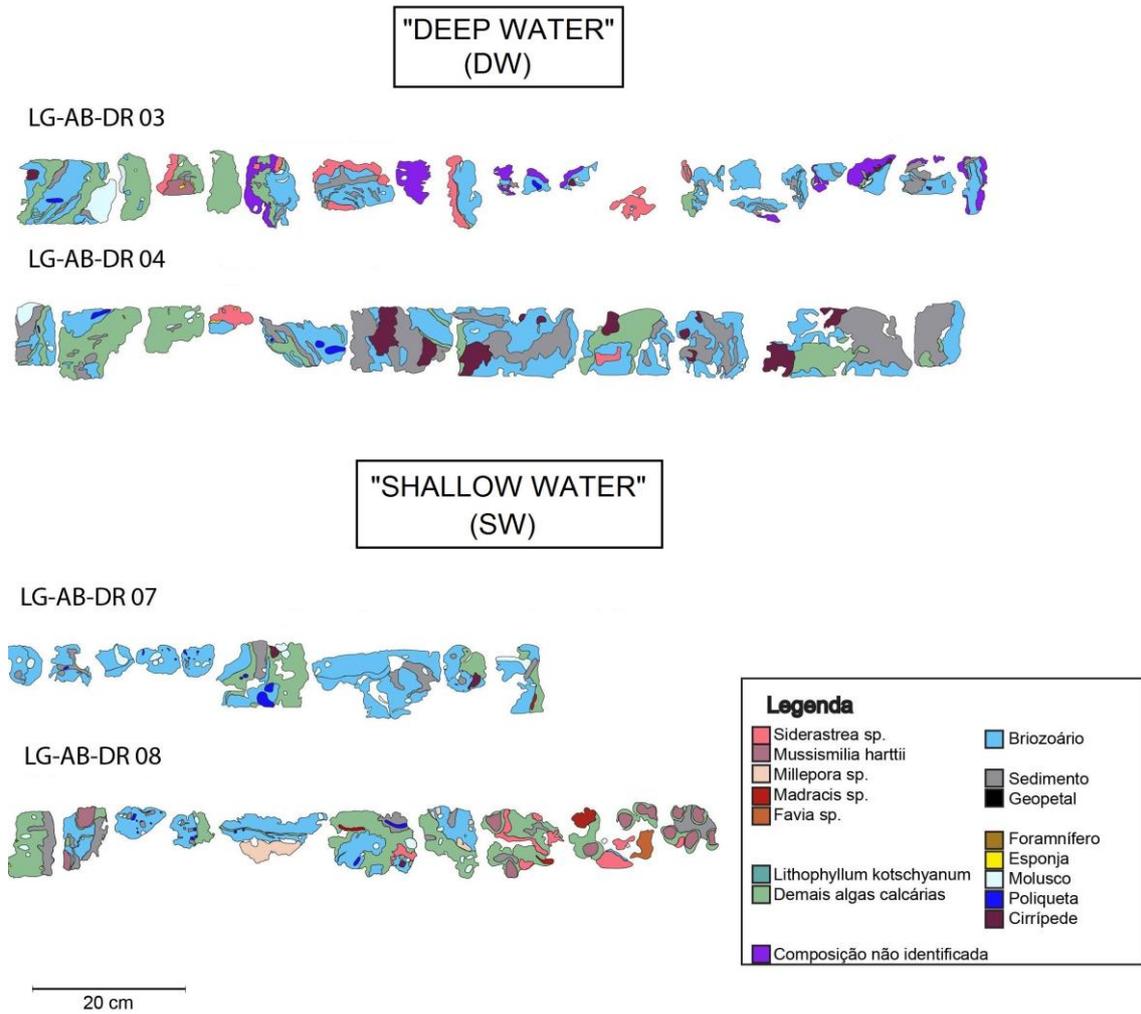
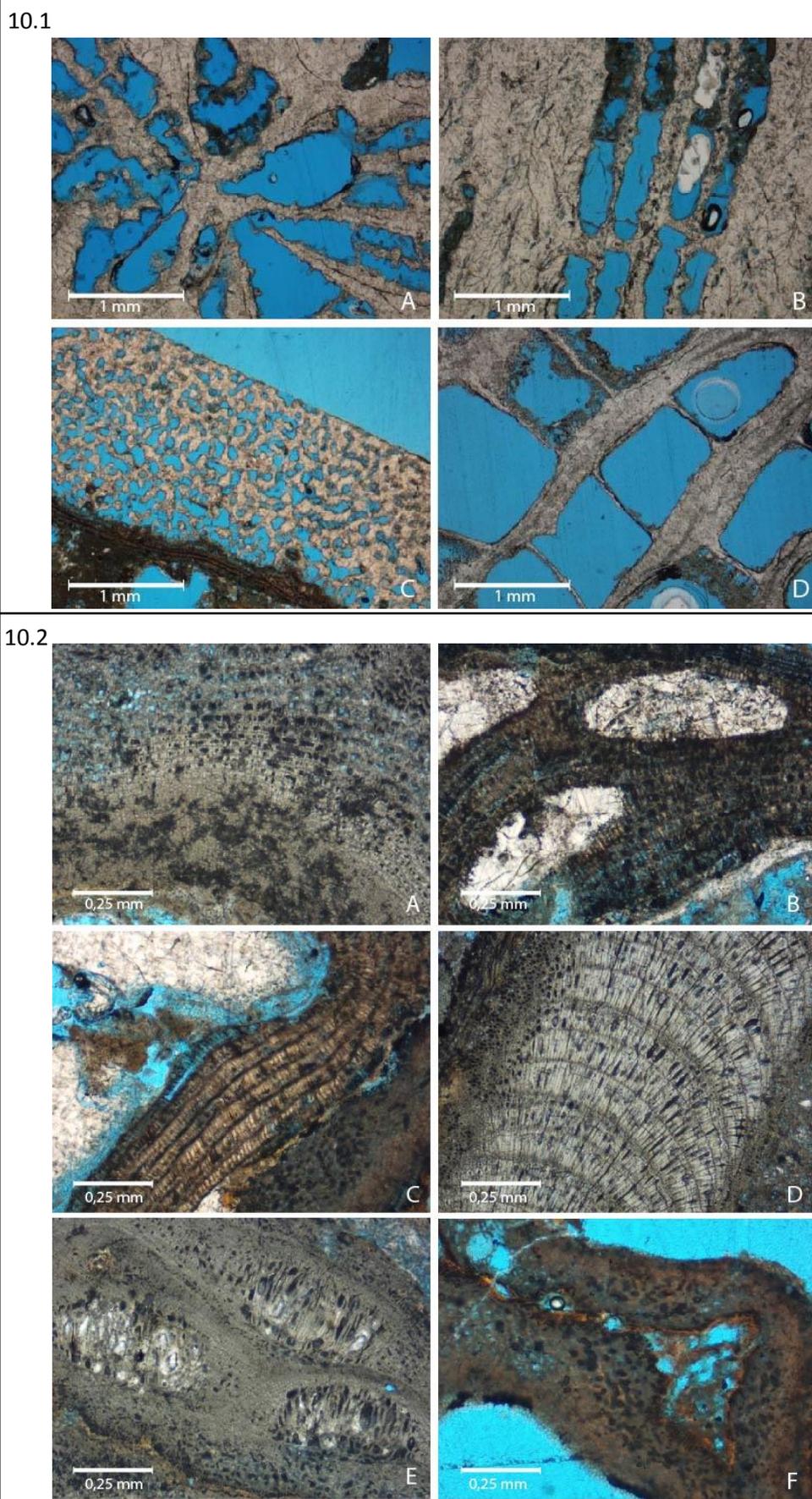


Figura 9: Assembléia dos organismos encontrados nos testemunhos horizontais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 03, LG-AB-DR 04, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08.



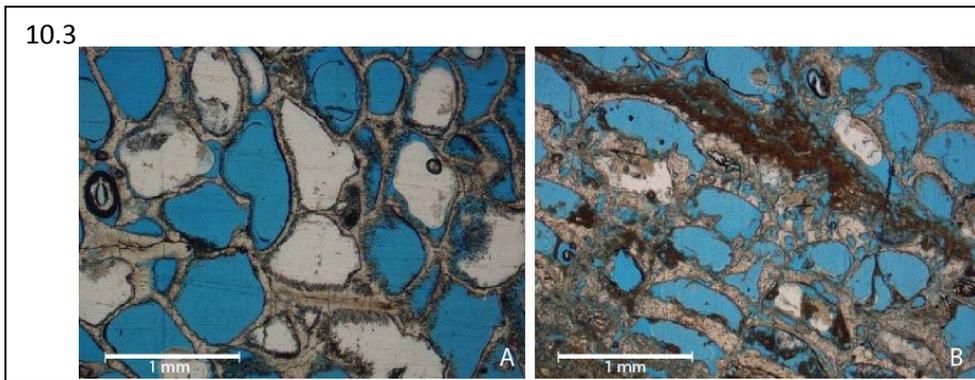


Figura 10: Espécies coralinas, algais e briozoárias encontradas nos testemunhos horizontais dos ambientes Shallow Water (SW) e Deep Water (DW), testemunhos recifais LG-AB-DR 03, LG-AB-DR 04, LG-AB-DR 07 e LG-AB-DR 08. Em 10.1 são apresentadas os corais (A) e (B) *Siderastrea sp.*, (C) *Millepora sp.*, (D) *Mussismilia sp.* Em 10.2 são apresentadas as algas (A) *Hydrolithon sp.*, (B) e (C) *Lithophyllum sp.*, (D) *Lithophyllum kotschyannum*, (E) *Mesophyllum erubescens*. e (F) *Sporolithon episporum*. Já em 10.3 são apresentados os briozoários (A) Briozoário Grupo 1 e (B) Briozoário Grupo 2.

Assim como nos testemunhos verticais, em ambos os ambientes foram encontrados organismos com funções secundárias no crescimento do recife, como foraminíferos, vermetídeos, esponjas, moluscos (bivalves e gastrópodes) e poliquetas, alguns também evidenciados nas lâminas petrográficas, apontados na figura abaixo.

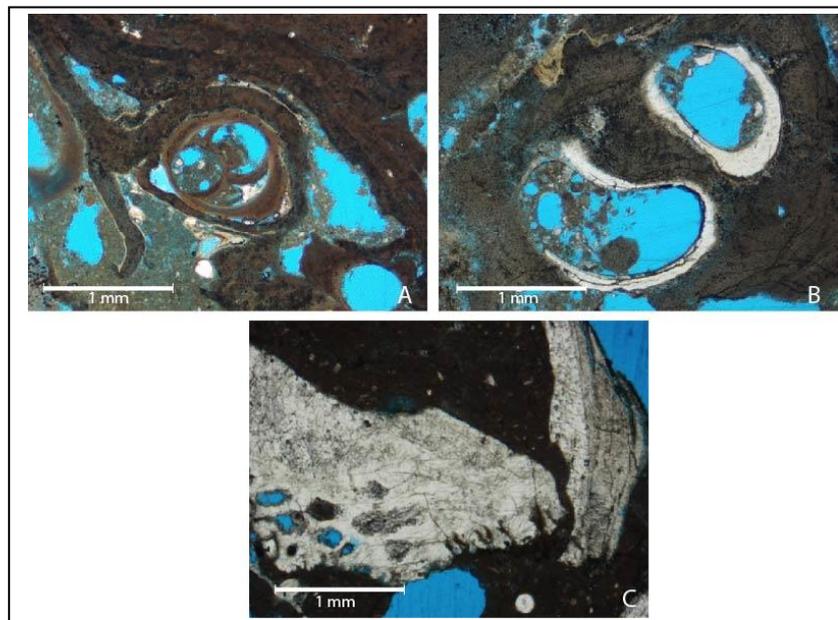


Figura 11: Organismos com funções secundárias no crescimento do recife também encontrados nas lâminas petrográficas, como (A) Foraminíferos, (B) Vermetídeos e (C) Moluscos como bivalves e gastrópodes.

As datações realizadas a partir de análises de radiocarbono (^{14}C) demonstraram variação cronológica entre os dois ambientes, mas não tão expressiva como a encontrada nos testemunhos verticais. O testemunho LG-AB-DR 03, do ambiente “DW”, apresentou idades variando de 517,5 a 827,5 Cal AP (Idade Calendário Antes do Presente). Já o LG-AB-DR 04, também do ambiente “DW”, apresentou idades variando de 1053,5 a 1571 Cal AP. Já os testemunhos do ambiente “SW” apresentaram idades entre 387 e 1592,5 Cal AP no LG-AB-DR 07 e entre 583 e 592 Cal AP no LG-AB-DR 08. Porém, considerando o erro presente na datação do radiocarbono (^{14}C) de +/-20 anos, os dois fragmentos datados do testemunho LG-AB-DR 08 se apresentaram com a mesma idade.

A partir das análises cronológicas, e considerando o topo recifal vivo como sendo a parede do recife quando as amostras foram coletadas, os testemunhos do ambiente “DW” tiveram taxas de acumulação recifal de 1,60 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 03 e de 0,69 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 06 (média de 1,14 metros a cada mil anos), e os do ambiente “SW” tiveram taxas de acumulação de 0,45 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 07 e de 1,46 metros a cada mil anos no LG-AB-DR 08 (média de 0,95 m a cada mil anos).

A figura 12 demonstra, além das diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos horizontais como já mostrado anteriormente, a identificação dos fragmentos datados com suas respectivas idades calibradas em 2 σ . Já na tabela 5 são encontradas todas as características das subamostras horizontais datadas.

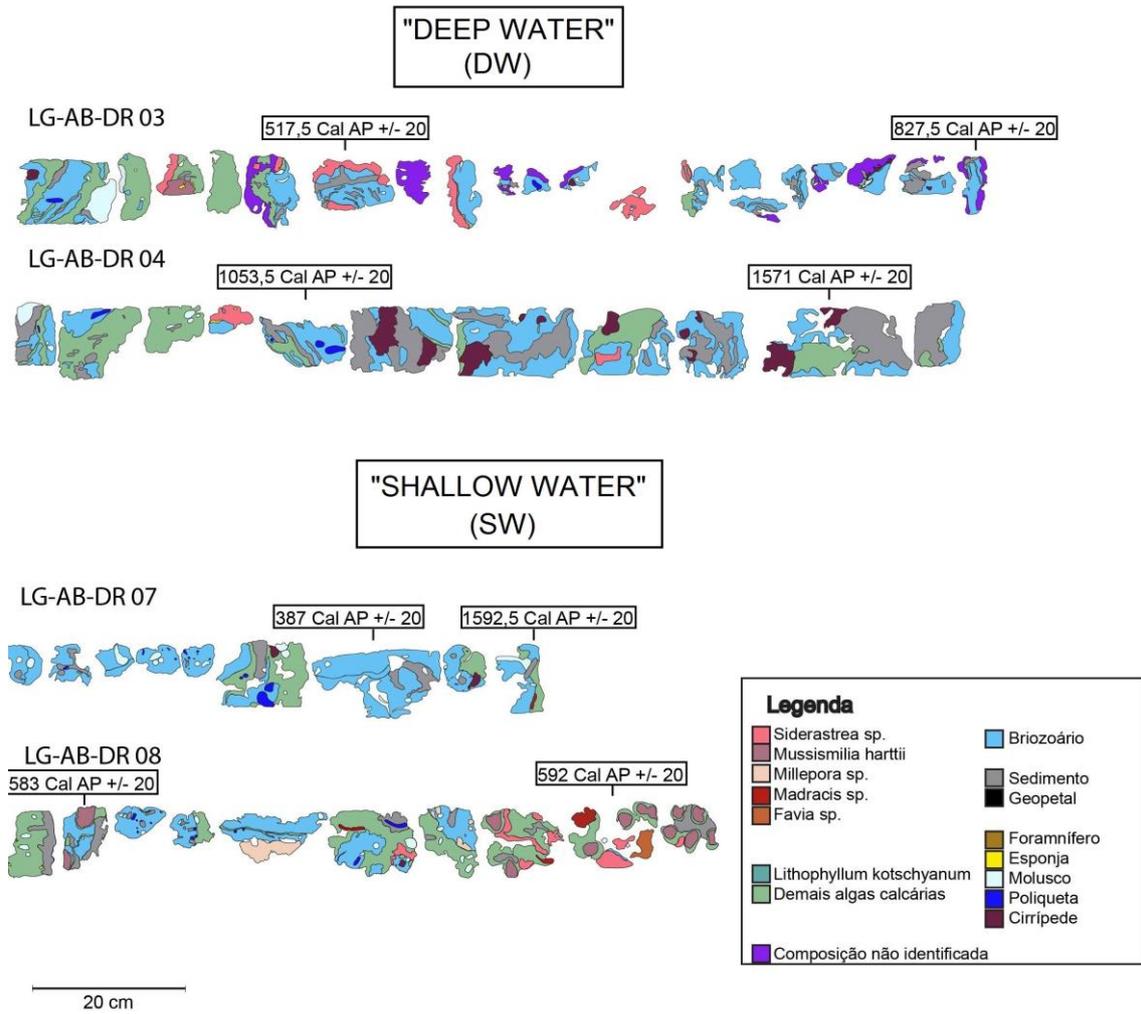


Figura 12: Ilustração demonstrando as diferenças na composição da biota entre os quatro testemunhos horizontais. Em preto são apresentadas idades calibradas em 2 σ expressas em "Cal AP" +/- 20, ou seja, idades calendário antes do presente com erro de até 20 anos.

Tabela 5: Representação dos dados de datação de ^{14}C e suas respectivas calibrações nas subamostras dos testemunhos horizontais.

Nome da Subamostra	Lat	Long	Profundidade real (m)	Ambiente	Contexto da Subamostra	Facie Sedimentar	Idade Convencional do Radiocarbono (anos)	Erro (anos)	Idade Calibrada (anos)	Intervalo de Idade em 2σ (anos)
SUB 3F	S 18° 04.292	W 38° 38.624	15,48	"Deep Water"	Meio do LG-AB-DR 03	Briozoário (Limestone)	940 +/- 20	20	517,5	614 - 421
SUB 3Q	S 18° 04.292	W 38° 38.624	16,2	"Deep Water"	Base do LG-AB-DR 03	Briozoário (Limestone)	1280 +/- 20	20	827,5	915 - 740
SUB 4E	S 18° 04.292	W 38° 38.624	15,41	"Deep Water"	Meio do LG-AB-DR 04	Coral-alga (Limestone)	1530 +/- 20	20	1053,5	1153 - 954
SUB 4J	S 18° 04.292	W 38° 38.624	16,06	"Deep Water"	Base do LG-AB-DR 04	Briozoário (Limestone)	2030 +/- 20	20	1571	1681 - 1461
SUB 7G	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,49	"Shallow Water"	Próximo à base do LG-AB-DR 07	Briozoário (Limestone)	800 +/- 20	20	387	480 - 294
SUB 7I	S 17° 59.018	W 38° 40.063	5,21	"Shallow Water"	Base do LG-AB-DR 07	Briozoário (Limestone)	2050 +/- 20	20	1592,5	1703 - 1482
SUB 8B	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,12	"Shallow Water"	Próximo ao topo do LG-AB-DR 08	Coral-alga (Limestone)	1010 +/- 20	20	583	679 - 487
SUB 8I	S 17° 59.018	W 38° 40.063	4,81	"Shallow Water"	Base do LG-AB-DR 08	Coral-alga (Limestone)	1020 +/- 20	20	592	688 - 496

Para melhor compreensão da composição recifal e identificação dos organismos construtores dos recifes, na seção “Apêndice” são apresentados fragmentos dos testemunhos verticais e horizontais com suas respectivas imagens de lâmina petrográfica, onde os organismos responsáveis pela edificação recifal são evidenciados nas imagens.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho contemplaram uma série de informações a serem discutidas, como por exemplo, a interpretação das assembleias carbonáticas identificadas em cada testemunho recifal, suas variações composicionais ao longo do desenvolvimento recifal, assim como a grande abundância de briozoários presente em ambos os ambientes. Desta forma, a discussão foi dividida em quatro seções: Composição recifal (fauna e flora presentes), Variação composicional ao longo dos testemunhos, Datações e taxas de acumulação recifal e Briozoários.

4.1 Composição recifal (fauna e flora presentes)

As características da fauna e flora associadas ao ambiente podem ajudar na interpretação e explicação deste, por isso, o conhecimento das características das espécies de corais, algas, briozoários e demais organismos presentes na estrutura recifal precisa ser levado em consideração quando se analisa a composição recifal e suas respectivas modificações ao longo do desenvolvimento do recife.

Segundo Leão et al. (1997a), na fauna de Abrolhos, assim como em toda a costa brasileira, é encontrado um baixo número de espécies de corais pela alta presença de turbidez ao longo da plataforma. Ainda segundo os autores, apenas as mais resistentes e mais bem adaptadas espécies de corais, com pólipos relativamente grandes, são capazes de viver em condições estressantes de turbidez como nas águas brasileiras.

Algumas espécies coralinas como *Millepora sp.*, *Favia sp.* e *Siderastrea sp.* podem ser eficientes na identificação das características dos ambientes em que vivem, proporcionando a interpretação das condições em que o recife foi, e continua sendo formado.

A *Millepora sp.* é uma espécie endêmica brasileira que predomina nas regiões a barlavento dos recifes, região predominada pela *Acropora palmata* nos recifes do Caribe (Leão et al., 2003). A espécie é um hidrocoral com crescimento ramificado e muito encontrada em regiões de alta energia e

moderada turbidez, assim como é abundante em águas com profundidades inferiores a 15 metros, sendo importante construtora das partes altas dos recifes (Leão et al., 1997b). Assim, é possível dizer que a ocorrência de *Millepora sp.* identificada, na base dos testemunhos LG-AB-DR 05 e 06, como visto nas Figuras 5 e 8, indica um topo recifal remoto, podendo, ainda, ter predominância sobre as demais espécies viventes no local.

Já as espécies *Favia sp.* e *Siderastrea sp.*, também endêmicas do Brasil, em conjunto, são as espécies mais comuns nas poças rasas do topo emerso dos recifes de corais costeiros e mesmo nos substratos consolidados não carbonáticos que afloram ao longo das praias na costa brasileira (Leão et al., 1997b) e consideradas muito resistentes às variações de temperatura, salinidade e turbidez (Leão et al., 2003). Existem registros de *Favia sp.* em profundidades de até 15 metros (Leão et al., 1997b), já a *Siderastrea sp.* é conhecida, segundo Laborel (1969), por ter papel secundário na construção da estrutura dos recifes de Abrolhos devido à provável competição por espaço com a espécie *Mussismilia braziliensis*, espécie endêmica da fauna de Abrolhos.

Desta forma pode-se vincular a presença de ambas as espécies com a baixa profundidade local, assim como a ausência de pólipos da espécie *Mussismilia braziliensis*. Apesar disso, a ausência de pólipos da espécie *Mussismilia braziliensis* é tanto quanto contraditória no cenário estudado, pois sendo ele, segundo Leão (2002) e Leão et al. (2008), o principal pólipos construtor dos “chapeirões”, o natural seria ele estar presente nos testemunhos coletados. Não necessariamente dominando a estrutura, mas no cenário hipotético, esperava-se uma maior ocorrência desta espécie ao longo da estrutura recifal, considerando os demais estudos já realizados na mesma região, onde confirmam a dominância da espécie no topo dos chapeirões modernos (Francini-Filho et al., 2013).

Outro coral conhecido por competir espacialmente com o último é o também endêmico brasileiro *Mussismilia hartii*, que ocupa, principalmente as bordas dos topos dos recifes e canais permanentemente submersos (Correia, 2010). Ainda

segundo Correia (2010), possuem crescimento ramificado e devido sua estrutura de pólipos, são bastante frágeis e encontrados em profundidades entre 2 e 20 metros. Segundo Leão et al. (1997b), esta espécie ocorre em águas rasas (2 a 3 metros de profundidade), resistindo bem à turbidez moderada, sendo também registrados em águas mais profundas (15 a 30 metros e ocasionalmente 80 metros) e, ainda segundo Veron (2000), são comuns em águas rasas e turvas. Leão et al. (2005) em estudo em um recife raso de Abrolhos identificou as espécies *Mussismilia harttii* e *Mussismilia braziliensis*, porém vivendo em momentos distintos dentro do mesmo testemunho, o que pode ratificar a competição entre elas.

Grande parte das espécies coralinas encontradas nos testemunhos possuem pólipos relativamente grandes, o que vai ao encontro do exposto por Leão et al. (2003), onde os autores sugerem que corais com pólipos maiores são mais resistentes ao estresse ambiental pelo fato dos pólipos terem um mecanismo mais eficiente para limpar-se de sedimentos (Logan, 1988); assim como corais com colônias em forma de cérebro, por apresentarem pólipos maiores e mais profundos, possuem maior resistência à dessecação durante exposições longas (Fishelson 1973).

A respeito dos briozoários, de acordo com Vieira et al. (2008), existem 271 espécies da ordem Cheilostomatida se desenvolvendo ao longo da costa brasileira em profundidades variando entre 0m e >100m, porém apenas 8 espécies (representantes de 3 gêneros) são da família Schizoporellidae. Dentre estas, apenas 3 são encontradas no estado da Bahia, são elas: *Gemelliporidra ornatissima*, *Schizoporella trimorpha* e *Stylopoma spongites* (Vieira et al., 2008), porém não foi possível realizar a identificação dos táxon a nível específico, impedindo a relação entre a espécie identificada e sua profundidade de desenvolvimento.

Sob outra perspectiva, no que se refere à flora em Abrolhos, mais especificamente às algas calcárias, todas as espécies encontradas são habitantes de pequenas profundidades, todas já encontradas em profundidades menores que 30 metros.

Algas bentônicas marinhas são componentes importantes nas comunidades de recifes rasos do Atlântico e potencialmente os maiores competidores de corais (Figueiredo et al., 2008), porém, seu desenvolvimento em recifes coralinos ainda é pouco entendido pelos especialistas (Hopley, 2011).

Villaça et al. (1997), analisou alguns recifes em Abrolhos e identificou grande abundância das algas calcárias nos chapeirões da plataforma, podendo chegar à cobertura de aproximadamente 30% dos topos recifais vivos. Já Figueiredo et al. (2000), igualmente em recifes de Abrolhos, identificou algumas espécies também encontradas aqui e todas se desenvolvendo em profundidades de até 16,5 metros, sendo as espécies dos gêneros *Mesophyllum* e *Sporolithon* dominando as maiores profundidades.

Já no que se refere à fauna com responsabilidades secundárias na construção recifal, Reis et al. (2003), a partir de análises de raios-x em fragmentos de corais de região norte da Bahia, identificaram que esponjas, moluscos bivalves e vermes formadores de galerias são os maiores praticantes da bioerosão dos recifes, uma vez que as esponjas são responsáveis por mais de 50% da bioerosão.

Deste modo, observa-se que toda a estrutura recifal se desenvolveu em ambiente de baixa profundidade (< 30 metros) e, conseqüentemente, de alta luminosidade, tendo como evidências o desenvolvimento de corais zooxantelados e a presença de algas características de ambientes rasos.

4.2 Variação composicional ao longo dos testemunhos

Variações composicionais ao longo dos testemunhos recifais podem representar variações ambientais sofridas no local, uma vez que cada organismo possui suas condições ambientais ótimas para seu crescimento e desenvolvimento.

Como visto anteriormente nas Figuras 5 e 8, os testemunhos verticais do ambiente “Deep Water” não apresentaram variação composicional significativa

ao longo de suas extensões nos últimos 1.200 anos, sugerindo uma possível estabilidade nas condições ambientais ao longo do seu desenvolvimento, possibilitando assim o crescimento das mesmas assembleias de organismos por todo o intervalo de tempo analisado.

Diferentemente dos anteriores, os testemunhos verticais do ambiente “Shallow Water” apresentaram variações composicionais ao longo de suas extensões nos últimos 855 anos, que sugerem, ou podem sugerir, modificações das condições ambientais locais.

Como visualizado nas Figuras 5 e 8, o testemunho LG-AB-DR 05 apresentou grande diversidade de organismos coloniais se desenvolvendo em conjunto, além disso, apresentou fragmentos recifais com presença característica de determinados organismos, como no intervalo entre a base e sua porção central, onde existe a presença marcante do coral *Millepora sp.*, evidenciando ali a presença do topo recifal naquele momento do desenvolvimento, uma vez que este organismo é predominante das partes altas dos recifes (Leão et al., 1997).

Ainda no testemunho LG-AB-DR 05, a partir da região central e em direção ao topo, a espécie *Millepora sp.* cede espaço ao desenvolvimento expressivo de algas incrustantes e do coral da espécies *Siderastrea sp.*, com algumas amostras de briozoários e apenas duas pequenas amostras de *Millepora sp.* Tal mudança sugere variação ambiental local, onde as condições ambientais passaram a não ser mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie *Millepora sp.* no topo recifal, e sim ao desenvolvimento de espécies, teoricamente, mais resistentes a tais modificações, como é o caso do coral *Siderastrea sp.*

Já no LG-AB-DR 06, em sua região basal, apenas uma colônia da espécie *Millepora sp.* é encontrada no último fragmento do testemunho, onde a dominância é representada pelos briozoários. Porém, o padrão de crescimento de briozoários observado se apresenta muito similar ao observado nos testemunhos LG-AB-DR 01 e 02 do ambiente “DW” (desenvolvimento dos organismos em conjunto apenas com a deposição de sedimento e poucas ou inexistentes amostras algais). É possível que o padrão evidencie ambientes

com menor incidência de radiação solar, o qual é visto atualmente no ambiente “DW”.

Porém, estratigraficamente acima da extensa ocorrência de briozoários no testemunho LG-AB-DR 06, é observado o retorno do desenvolvimento da espécie coralina *Millepora sp.*. Esta espécie coralina se desenvolve juntamente a outras espécies de corais e algas, padrão que se estende até região próxima ao topo e se mostra parecido com o encontrado no testemunho LG-AB-DR 05, caracterizado por grande diversidade de organismos, principalmente aqueles teoricamente mais adaptados às mudanças ambientais e também comuns em ambientes rasos.

Em contrapartida aos testemunhos verticais, as paredes recifais (representadas pelos testemunhos horizontais), não apresentaram grandes variações composicionais ao longo de seus comprimentos, exceto o testemunho LG-AB-DR 08, sendo composto por três intervalos de composição recifal distintas, como visto nas Figuras 10 e 12.

Os testemunhos LG-AB-DR 03 e 04, representantes do ambiente “Deep Water”, apresentaram composições distintas entre si, porém sem variações representativas ao longo de seus desenvolvimentos (apenas um maior desenvolvimento algal próximo ao topo), sugerindo, assim como os testemunhos verticais do mesmo ambiente, uma possível estabilidade nas condições ambientais ao longo do seu desenvolvimento, possibilitando o crescimento das mesmas assembleias de organismos por todo o intervalo de tempo analisado.

Da mesma forma é observado para o LG-AB-DR 07, no qual não existem variações composicionais representativas ao longo de seu desenvolvimento, porém, desenvolvimento este baseado no crescimento de briozoários.

Por fim e diferentemente dos demais, o testemunho LG-AB-DR 08 apresentou abundante variação em sua composição, porém, em todos os casos com diversidade de organismos, tendo relativa similaridade com os testemunhos verticais do mesmo ambiente. Os três intervalos distintos identificados possuem corais de ambientes rasos (zooxantelados), além de corais típicos

das partes altas dos recifes como *Siderastrea sp.* nos intervalos 2 e 3, *Millepora sp.* no intervalo 2 e o *Mussismilia hartti* nos intervalos 1 e 3, como visto nas Figuras 9 e 12. Entretanto, mesmo havendo esta variação composicional, todos os intervalos ao longo do testemunho possuem o aspecto de recifes rasos. Pela diversidade composicional e por serem os únicos testemunhos sondados não dominados por briozoários, os testemunhos LG-AB-DR 08 e LG-AB-DR 05, são os de maior similaridade com os recifes rasos já sondados na plataforma dos Abrolhos por Leão et al. (2003), Leão et al. (2005) e Leão et al. (1997a), porém, especialmente o LG-AB-DR 08, que, apesar de não possuir pólipos da espécie *Mussismilia braziliensis* ao longo de seu desenvolvimento, possui crescimento intercalado das espécies *Mussismilia hartti* e *Millepora sp.*, também encontrado nos referidos trabalhos.

4.3 Datações e Taxas de acumulação recifal

Segundo Leão et al. (2003), a partir da curva de variação relativa do nível do mar desenvolvida por Martin et al. (1985) para a costa leste brasileira, a iniciação recifal na plataforma interna de Abrolhos ocorreu entre 7 e 5 mil anos antes do presente. Além disso, Leão et al. (2003) ainda identificou a idade de 6,6 mil anos antes do presente (Cal AP) como sendo a idade dos corais mais antigos da plataforma interna, o que corrobora com a informação de iniciação recifal. Além disso, segundo Martin et al. (1985) e Ângulo et al. (2006) o nível relativo do mar na região tem decrescido nos últimos 6 mil anos. Segundo Decknik et al. (Em publicação), a compreensão da natureza e do momento do início recifal são necessários, pois podem oferecer um entendimento sobre o fatores que influenciam a iniciação e desenvolvimento recifal.

O fato dos testemunhos coletados terem sido relativamente curtos em relação ao comprimento total do chapeirão, não foi possível sondar organismos em desenvolvimento na mesma escala temporal da iniciação recifal, porém, as idades identificadas, de 1600 Cal AP até o presente, já conseguiram expor diferenças entre os dois ambientes sondados.

Os testemunhos verticais dos ambientes “Shallow Water” e “Deep Water” se apresentaram com idades distintas. O recife “DW” se apresentou mais antigo que o “SW”, o que, na realidade, vai ao encontro do exposto por Moura et al. (2013), onde os autores explanam o afogamento dos recifes da plataforma média e externa de Abrolhos (“DW”) pela elevação do nível relativo do mar. A partir disso, o início do desenvolvimento dos recifes rasos (“SW”), ocorrido em 6,6 mil anos Cal AP, segundo Leão et al. (2003). Moura et al. (2013) ainda descrevem que a morfologia recifal de ambos os ambientes é análoga.

Em contrapartida, os testemunhos horizontais de ambos os ambientes não mostraram diferença significativa em suas idades, uma vez que os testemunhos LG-AB-DR 04 e 07 registraram idades de aproximadamente 1600 Cal AP em sua região basal e os testemunhos LG-AB-DR 03 e 08, idades mais jovens. Porém, os representantes do ambiente “SW” (LG-AB-DR 07 e 08) tiveram comprimentos menores.

Como evidenciado na Figura 12, a elevada variação cronológica em apenas 22 centímetros na região basal do testemunho LG-AB-DR 07, em um cenário hipotético, poderia representar a taxa de acumulação lateral do recife, porém, quando comparada ao desenvolvimento do testemunho LG-AB-DR 08 localizado no mesmo recife, a diferença cronológica ao longo dos dois testemunhos é evidente. Assim, é possível que o primeiro tenha lidado com momento(s) de erosão ou fratura no início de sua edificação, resultando na grande diferença entre as datações avaliadas.

Em decorrência das datações observadas, as taxas de acumulação lateral dos recifes também não tiveram diferença significativa, onde foram calculadas como sendo 0,95 metros a cada mil anos no ambiente “SW” e 1,145 metros a cada mil anos nas paredes recifais do ambiente “DW”.

Já nos testemunhos verticais as taxas de crescimento, ou acumulação recifal, tiveram importante diferença, uma vez que a taxa apresentada pelo ambiente “SW” foi de 2,46 metros a cada mil anos e a apresentada pelo “DW” de 0,99 metros a cada mil anos. Tal fato evidencia que nos últimos mil anos, o maior

acúmulo do topo recifal ocorreu nos recifes ainda com crescimento ativo de coral, ou seja, no ambiente “SW”.

Sob outra perspectiva, ou seja, comparando tais taxas em um mesmo ambiente, a inferência é que no ambiente “SW” o crescimento recifal vertical é maior que o lateral (ou horizontal), porém o mesmo não é identificado no ambiente “DW”, onde as taxas de acumulação recifal possuem valores próximos.

As comparações entre taxas de acumulação citadas acima estão de acordo com o exposto por Leão et al. (2003) e Moura et al. (2013), uma vez que, corroboram como conseqüências de uma variação holocênica do nível do mar que foi responsável pelo afogamento dos recifes da plataforma média (ambiente “DW”) e possibilitou a acumulação das formações recifais da plataforma interna (ambiente “SW”) e que estão, aparentemente, em maior atividade até hoje.

Taxas de acumulação recifal já foram identificadas para a plataforma de Abrolhos, porém todas em recifes rasos/costeiros e dominados principalmente, pelos corais *Mussismilia braziliensis*, *Millepora sp.* e *Mussismilia harttii*. Leão et al. (1997), em sondagem no recife de Coroa Vermelha, identificou a interface de deposição Pleistoceno-Holoceno localizada a 10,7 metros a partir do topo do testemunho coletado. Considerando o início recifal dos recifes rasos na plataforma em 6,6 mil anos antes do presente, a taxa de acumulação é calculada como sendo de 1,78 metros a cada mil anos.

Leão et al. (2005) apresentam resultados de dois testemunhos coletados na mesma plataforma, o primeiro no Arquipélago de Abrolhos e o segundo na região costeira de Guarajuba, região mais ao norte da plataforma. Os autores identificaram idade de 6,7 mil anos antes do presente localizada a 13 metros a partir do topo do testemunho em sondagem no Arquipélago de Abrolhos e 3,9 mil anos antes do presente localizada a 7 metros a partir do topo do testemunho sondado em recife no norte da plataforma (recife de Guarajuba). Da mesma forma, as taxas calculadas foram de 1,9 metros a cada mil anos e de 1,79 metros a cada mil anos, respectivamente.

Taxas de acumulação recifal durante o Quaternário são descritas para vários lugares do mundo e Montaggioni (2005) reuniu tais informações de análises recifais holocênicas ao longo do Oceano Indo-Pacífico, como mostra a Tabela 6. As taxas calculadas são para recifes dominados por espécies coralinhas, principalmente por organismos do gênero *Acropora*, corais ausentes na costa brasileira. Por este fato, as taxas diferem das encontradas no Brasil, principalmente por serem baseadas no crescimento de diferentes espécies.

Tabela 6: Taxas de acumulação recifal localizadas na Plataforma de Abrolhos e calculadas a partir de dados de Leão et al. (1997) e Leão et al. (2005), além de exemplos das taxas de acumulação recifais identificadas no Oceano Indo-Pacífico por diversos autores e compiladas por Montaggioni (2005), além das taxas de acumulação verticais encontradas neste trabalho nos ambientes "Shallow Water" e "Deep Water".

Localidade	Taxa de acumulação recifal (metros a cada mil anos)	Referência
Ilhas Maurício	3	Camoin et al (1997)
"One Tree Island" - Austrália	6	Marshall et al (1982)
"Punta Island" - Costa Rica	1,9	Cortés et al (1994)
Abrolhos - Recife de Coroa Vermelha	1,78	Leão et al (1997)
Abrolhos - Arquipélago dos Abrolhos	1,9	Leão et al (2005)
Abrolhos - Recife de Guarajuba	1,79	Leão et al (2005)
Abrolhos - Ambiente "SW"	2,46	-
Abrolhos - Ambiente "DW"	0,99	-

Ainda segundo Montaggioni (2005), os diferentes recifes responderam diferentemente às rápidas variações climáticas e isso pode ser resultado da variação de modos de deposição em cada local (como por exemplo, assoreamento, progradação e retrogradação da linha de costa). Isso pode ter resultado também na diferença nas taxas de acumulação dos recifes de Abrolhos e dos localizados no Oceano Indo-Pacífico.

4.4 Briozoários

Briozoários, do filo Ectoprocta, são organismos formadores de colônias que se reproduzem sexuadamente ou assexuadamente, porém todos os organismos são hermafroditas e podem configurar colônias morfologicamente diversificadas (Taylor et al., 2013). O Filo Ectoprocta (antigo Bryozoa) possui apenas organismos aquáticos invertebrados (principalmente marinhos), constituindo pequenos indivíduos que ocupam pequenas câmaras exoesqueléticas (geralmente carbonáticas) que, por sua vez, se conectam edificando a colônia (Hopley, 2011).

Segundo Hopley (2011), briozoários são encontrados por todo o mundo, desde os trópicos até os pólos e da linha de costa até oceanos profundos, mas muitos deles ocorrendo em águas rasas e quentes.

Segundo Taylor e James (2013), as formas coloniais são a característica macroscópica mais marcante dos briozoários e refletem estratégias adaptativas para a vida no ambiente bentônico, visto que são colônias suspensívoras, ou seja, se alimentam de partículas em suspensão na coluna d'água.

A fim de investigar o potencial de modificação morfológica dos briozoários como produtores de carbonato desde o Ordoviciano, uma simples classificação de formas coloniais foi formulada por Taylor et al. (2013), onde são distinguidas nove categorias: incrustante, em formato de domo, palmada, foliácea, fenestrada, ramificada delicada, ramificada espessa, articulada e de vida livre, como visualizado na Figura 13, onde o autor também demonstra o tipo de sedimento formado a partir da fragmentação de cada forma colonial.

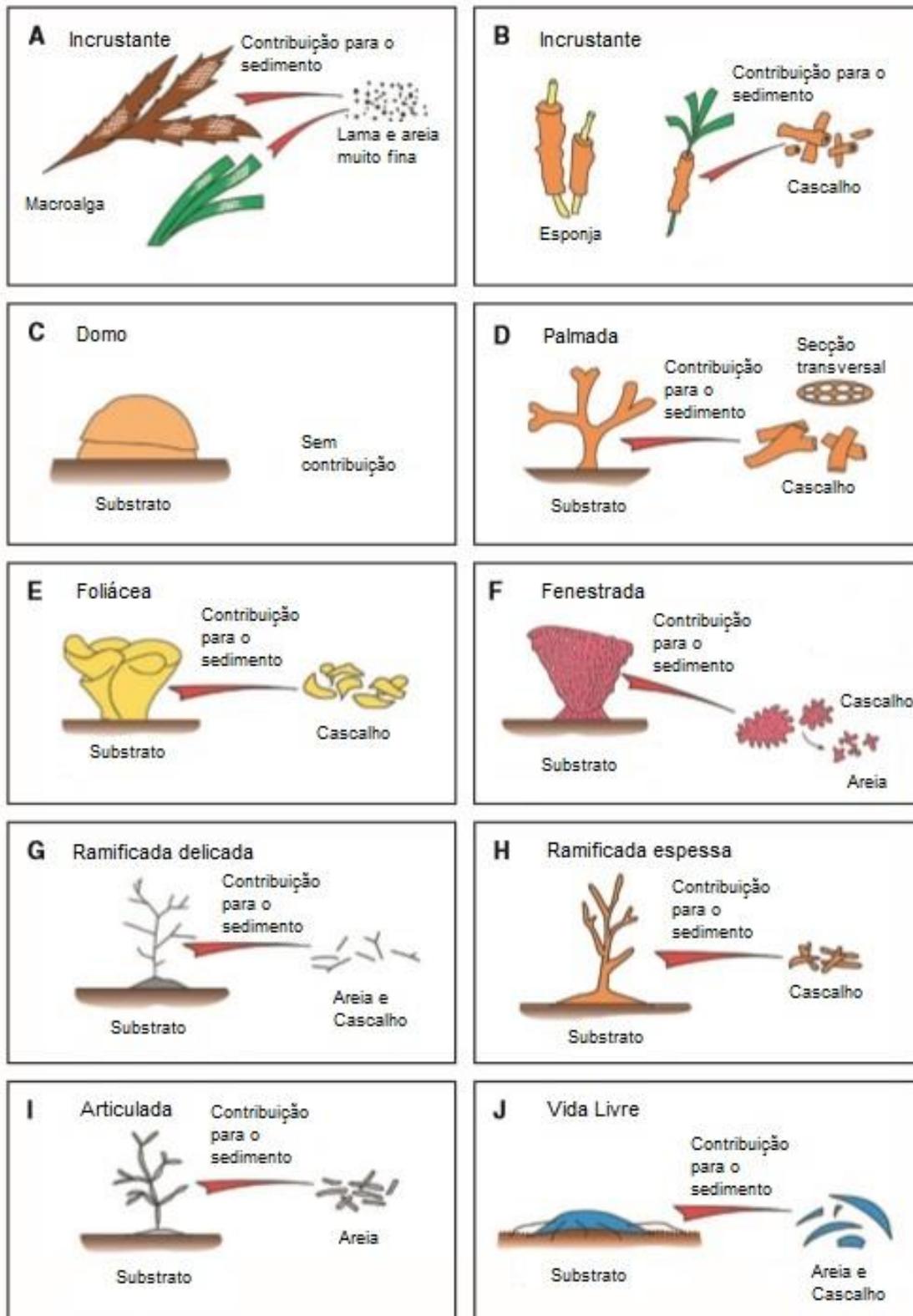


Figura 13: Típicas formas coloniais de briozoários e suas contribuições para o sedimento. Formas (A) e (B) incrustantes, (C) em formato de domo, (D) palmada, (E) foliácea, (F) fenestrada, (G) ramificada delicada, (H) ramificada espessa, (I) articulada e (J) de vida livre. Fonte: Modificada de Taylor e James (2013).

Ainda segundo Taylor e James (2013), a resistência à ruptura sob fortes correntes e o estabelecimento de um sistema eficiente de fluxo de água para alimentação por suspensão são dois dos fatores mais importantes que determinam a forma colonial. Em alguns casos a forma também pode variar dentro de uma mesma espécie, muitas vezes relacionada às condições hidrodinâmicas locais, onde a tendência à abrasão e fragmentação intensificará com o aumento da energia hidrodinâmica, especialmente em zonas neríticas rasas varridas por correntes de maré ou mesmo sujeitas à atuação de ondas (Taylor e James, 2013).

Os briozoários encontrados nos oito testemunhos sondados, além de serem identificados como pertencentes à ordem Cheilostomatida e à família Schizoporellidae, foram identificados como sendo organismos possuidores de forma incrustante com multi-camadas. Taylor e James (2013) descrevem que a ordem Cheilostomatida possui os briozoários mais abundantes nos mares e oceanos modernos, evoluindo no período Jurássico e dominando a sedimentologia dos briozoários no Cretáceo tardio e em toda a era Cenozóica.

Normalmente, briozoários incrustantes são tipicamente pobres concorrentes espaciais e geralmente são cobertos por organismos como esponjas e ascídias (Nandakumar et al., 1993). Como decorrência, os briozoários incrustantes tendem a ser mais numerosos em substratos efêmeros, onde podem se desenvolver mais rapidamente que seus concorrentes (Taylor e James, 2013). O que também é descrito por Melo et al. (1975) ao sul do Arquipélago de Abrolhos, onde o substrato inter-recifal moderno é dominado por fragmentos de briozoários.

Independentemente disso, briozoários incrustantes são presentes em número significativo em todo o éon Fanerozóico, constituindo altas proporções de espécies totais no Ordoviciano e Siluriano. Tais formas de crescimento, por sua vez, dominaram as eras Mesozóica e Cenozóica, porém com proporções ligeiramente inferiores no Neogeno (Taylor e James, 2013). Nos testemunhos de idades holocênicas sondados em Abrolhos, observou-se também uma importante dominância dos briozoários, principalmente nos testemunhos LG-

AB-DR 01, LG-AB-DR 02 e LG-AB-DR 07, e em parte do testemunho LG-AB-DR 06, além de continuado crescimento conjunto com as demais espécies em todos os testemunhos sondados.

Desde o início do desenvolvimento do filo no Ordoviciano, os esqueletos de briozoários tem sido um tipo de grão incluído nos sedimentos carbonáticos rasos, mas o seu papel como produtor de carbonato através do tempo geológico ainda é mal compreendido (Taylor e James, 2013). Trabalhos sobre distribuição e desenvolvimento de briozoários são, de certa forma, raros. Isso acontece, muitas vezes, porque briozoários são animais coloniais com uma taxonomia complexa, além de compreender dezenas de milhares de espécies extintas, muitas das quais são descritas ou pouco descritas na literatura (Taylor e James, 2013).

Segundo Hopley (2011), inicialmente, em estudos científicos dos recifes modernos, os briozoários foram negligenciados pelo fato de suas pequenas colônias incrustantes serem discretas comparadas às colônias coralinas ramificadas e em formato de domo, que dominam as superfícies recifais modernas. Porém, ainda segundo o mesmo autor, em meados dos anos setenta, estudos visaram especificamente o desenvolvimento de briozoários em recifes vivos e revelaram um valor substancial quantitativo e qualitativo de espécies de briozoários, particularmente no atol de Bermuda e nas Ilhas Marshall, além da Grande Barreira de Corais da Austrália, Bahamas e nos recifes caribenhos.

A descrição do desenvolvimento dos briozoários em relação às grandes formações coralinas nos topos recifais se deve ao fato da maioria dos briozoários encontrados em recifes modernos estarem incrustados em regiões abrigadas, ou regiões chamadas de zonas de sombra, como no interior de cavidades recifais ou mesmo em regiões basais das próprias colônias coralinas, bem como incrustando conchas de moluscos e outros substratos rígidos (Hopley, 2011). Tais briozoários podem ser descritos como habitantes de cavidades ou mesmo agentes de preenchimento de cavidades (Cuffey,

1977), onde suas incrustações calcárias podem contribuir para reforçar a composição recifal geral (Hopley, 2011).

Tal fato pode também ser a explicação para a evidente presença de briozoários na região basal do testemunho LG-AB-DR 06, dado que algum organismo adjacente de maior porte e extensão pode ter proporcionado sombreamento local que, por sua vez, proporcionou a fixação e desenvolvimento dos ectoproctas, ou mesmo a presença de cavidade recifal decorrente da edificação ou erosão do recife.

A Figura 14 ilustra a presença dos briozoários nas regiões abrigadas dos recifes modernos.

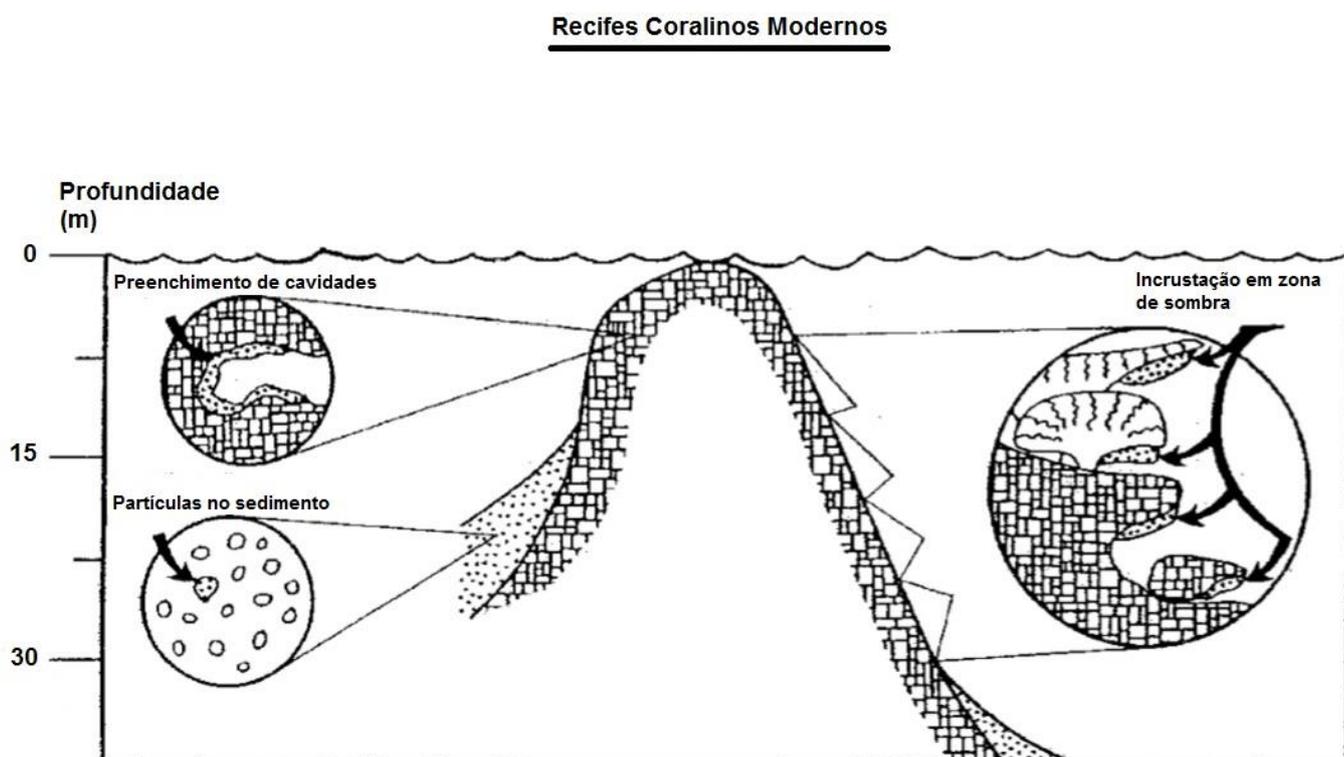


Figura 14: Ilustração da presença dos briozoários nas regiões abrigadas dos recifes modernos.
Fonte: Modificada de Cuffey (1977).

No Brasil, estudos sobre composição e desenvolvimento de briozoários nos recifes de corais ao longo da costa e plataforma brasileira ainda são escassos, porém nos últimos dez anos houve um aumento na perspectiva de tais estudos,

que resultaram na descrição de muitas espécies novas, onde 46 delas presentes nos ecossistemas recifais são endêmicas (Vieira et al., 2008).

Em Vieira et al. (2008) é possível localizar a relação de todas as espécies do filo Ectoprocta já identificadas na costa brasileira, incluindo as 271 espécies pertencentes à ordem Cheilostomatida e compondo esta, as 8 espécies da família Schizoporellidae, onde apenas 3 são presentes na costa da Bahia, e, conseqüentemente, na Plataforma dos Abrolhos. Ainda segundo o autor, 64,2% (222 de 346) das espécies de briozoários distribuídos pela costa brasileira são espécies características de águas rasas (0-20m de profundidade).

Mesmo que contraditório, briozoários incrustantes serem pobres concorrentes espaciais (Nandakumar et al., 1993) pode ser a explicação para a maior existência destes organismos nos testemunhos do ambiente “DW” comparativamente aos testemunhos do “SW”. Pólipos de organismos coralinos zooxantelados (principais formadores dos recifes de Abrolhos) podem ser desfavorecidos na competição espacial em ambientes com menor incidência de radiação solar, aumentando as taxas de fixação dos briozoários no recife. Já no ambiente “SW”, a maior radiação incidida nos topos recifais pode favorecer a fixação dos principais pólipos formadores dos recifes, aumentando a competição frente aos ectoproctas e, conseqüentemente, diminuindo sua fixação ao longo dos topos e paredes recifais.

Tendo em consideração a dominância recifal, os briozoários representam predomínio composicional em todos os testemunhos, exceto nos testemunhos LG-AB-DR 05 e 08, estes, porém, dominados por algas calcárias, contudo, com evidente presença dos ectoproctas (15,7 % no LG-AB-DR 05 e 27,2% no LG-AB-DR 08).

Já os organismos coralinos tiveram representatividade média aproximada de 8% nos topos recifais do ambiente “DW” e de 31,4% nos topos do ambiente “SW”, já nas paredes recifais de 8,85% no ambiente “DW” e de 14,9% no ambiente “SW”. A composição coralina identificada é análoga à encontrada por Leão et al. (1997c) em três recifes da Plataforma norte da Bahia, onde os pesquisadores identificaram diminuição da representatividade coralina na

cobertura dos topos recifais nos últimos 2.500 anos pela descida do nível relativo do mar, porém com maior presença coralina nos recifes com topos localizados em águas rasas (4 – 8m) frente aos recifes com topos mais profundos (12-16m).

Desta maneira, os dados coletados evidenciam que os principais organismos construtores nos últimos 1000 anos nos recifes sondados não são os corais endêmicos, mas sim os briozoários.

5. CONCLUSÕES

Os recifes sondados na Plataforma dos Abrolhos possuem, em sua maioria composicional, briozoários pertencentes à família Schizoporellidae, se desenvolvendo em conjunto com algas calcárias e algumas espécies coralinas, além de organismos com funções secundárias na estrutura recifal, como Moluscos, Equinodermatas, Cirrípedes e Serpulídeos e Poríferos, ou seja, os principais organismos construtores de ambos os recifes sondados nos últimos 1000 anos não são os corais endêmicos, mas sim os briozoários.

A grande maioria das espécies identificadas foram identificadas em ambos os ambientes, apenas a espécie algal *Amphiroa sp.* e as espécies coralinas *Porites sp.*, *Favia sp.* e *Madracis sp.* foram encontradas apenas no ambiente “Shallow Water”. Em contrapartida, a espécie *Mussismilia braziliensis*, identificada como principal edificadora dos recifes da Plataforma de Abrolhos (Leão, 2002 e Leão et al., 2008), não foi identificada em nenhum dos ambientes.

Os testemunhos do ambiente “Deep Water” não apresentaram variação composicional significativa ao longo de suas extensões. Por outro lado, os testemunhos do ambiente “Shallow Water”, apresentaram variações composicionais ao longo de suas extensões.

Toda a estrutura recifal analisada se desenvolveu em ambiente de baixa profundidade (< 30 metros) na plataforma continental e, conseqüentemente, de alta luminosidade, tendo como evidências o desenvolvimento de corais zooxantelados e a presença de algas características de ambientes rasos.

Os recifes do ambiente “DW” são mais antigos que os recifes do ambiente “SW”, o que vai ao encontro do exposto por Moura et al. (2013), onde os autores ponderam a respeito do afogamento dos recifes da plataforma média e externa (ambiente “DW”) de Abrolhos pela elevação holocênica do nível do mar. Por conseguinte, a viabilidade para o desenvolvimento e edificação dos recifes da plataforma interna, recifes do ambiente “SW”. A incontestável dominância de briozoários nos testemunhos do ambiente “DW” também

corroborar com o exposto por Moura et al. (2013), uma vez que a substituição do principal organismo edificador do recife pode indicar o afogamento do ecossistema recifal.

Recifes do ambiente “SW” expressaram crescimento vertical maior que o crescimento lateral. Por outro lado, os recifes do ambiente “DW” apresentaram crescimento vertical e lateral similares e quantitativamente inferiores aos expressos pelos recifes do ambiente “SW”. Assim, nos últimos mil anos, o maior acúmulo recifal (e principalmente no topo recifal) ocorreu nos recifes ainda com crescimento ativo de coral, ou seja, no ambiente “SW”.

A alta porcentagem de briozoários na composição recifal de todos os testemunhos evidencia a grande importância destes organismos para o ecossistema recifal da Plataforma de Abrolhos, porém, suas funções na edificação de recifes e estratégias de competição ainda são mal compreendidas.

Nos ambientes recifais descritos neste trabalho, o desenvolvimento dos briozoários pode ser análogo ao descrito por Cuffey (1977) e Hopley (2011), assim os organismos ectoproctas podem estar se desenvolvendo nas cavidades e regiões abrigadas dos recifes.

Contraditoriamente, a fraca concorrência espacial identificada nos briozoários incrustantes por Nandakumar et al. (1993) pode ser a explicação para a maior existência destes organismos nos testemunhos do ambiente “DW”. Pólipos de organismos coralinos zooxantelados (principais formadores dos recifes de Abrolhos) podem ser prejudicados na competição espacial em ambientes com menor incidência de radiação solar (ambiente “DW”), aumentando as taxas de fixação dos briozoários nos recifes, o que não pode ser afirmado para os testemunhos do ambiente “SW”.

Estudos paleoceanográficos de identificação da composição recifal, bem como sua relação com as variações ambientais sofridas durante seu desenvolvimento ainda são raros em toda a costa brasileira. Em regiões onde novas espécies e diferentes assembleias de organismos são encontradas, a

necessidade de aquisição de dados paleoceanográficos é ainda maior; bem como em regiões onde pressões antrópicas sobre os ecossistemas recifais, como sobrepesca e turismo recreacional, são mais recorrentes. Apenas desta forma será possível a compreensão da resposta recifal às variações sofridas pelo ambiente e, assim, poder até mesmo prever tais respostas frente a novas adversidades sofridas no futuro.

6. REFERÊNCIAS

- Abbey, E.; Webster, J.M.; Beaman, R.J. (2011). **Geomorphology of Submerged Reefs on the Shelf Edge of the Great Barrier Reef: The Influence of Oscillating Pleistocene Sea-levels**. Marine Geology, 288.
- Angulo, R.J.; Lessa, G.C.; Souza, M. C. (2006). **A Critical Review of Mid – to late – Holocene sea-level Fluctuations on the Eastern Brazilian Coastline**. Quaternary Science Reviews, 25.
- Camoin, G.; Collona, M.; Montaggioni, L.F.; Casanova, J.; Faure, G.; Thomassin, B.A. (1997). **Holocene Sea Level Changes and Reef Development in the Southwestern Indian Ocean**. Coral Reef, 16.
- Correia, M.D (2010). **Scleractinian Corals (Cnidaria: Anthozoa) from Reef Ecosystems on the Alagoas Coast, Brazil**. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Cortés, J.; Macintyre, I.G.; Glynn, P.W. (1994). **Holocene Growth History of an Eastern Pacific fringing reef, Punta Islotes, Costa Rica**. Coral Reef, 13.
- Cuffey, R.J. (1977). **Bryozoan Contributions to Reefs and Bioherms Through Geologic Time**. American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology, 4.
- Davidson, O. G. (1998). **The Enchanted Braid. Coming to the Terms with Nature on the Coral Reef**. Universidade de Heidelberg, Alemanha.
- Decknik, B.; Webster, J.M.; Davies, P. J.; Braga, J.C.; Reimer, P. J. (Em publicação). **Holocene “turn-on” and evolution of the Southern Great Barrier Reef: Revisiting reef cores from the Capricorn Bunker Group**. Marine Geology.
- Figueiredo, M.A.O.; Horta, P.A; Pedrini, A.G.; Nunes, J.M.C. (2008). **Benthic Marine Algae of the Coral Reefs Of Brazil: A Literature Review**. Oecologia Brasil, 12.
- Figueiredo, M.A.O.; Steneck, R.S. (2000). **Floristic and Ecological Studies of Crustose Coralline Algae on Brazil's Abrolhos Reefs**. International Coral Reef Symposium, Bali.
- Fishelson, L. (1973). **Ecological And Biological Phenomena Influencing Coral Species Composition On The Reef Tables At Eilat (Gulf Of Aqaba, Red Sea)**. Marine Biology, 19.
- Francini-Filho, R.B.; Coni, E. O. C.; Meirelles, P. M.; Amado-Filho, G. M.; Thompson, F. L.; Pereira-Filho, G. H.; Bastos, A. C.; Abrantes, D. P.; Ferreira, C. M.; Gibran, F. Z.; Guth, A. Z.; Sumida, P. Y. G.; Oliveira, N. L.; Les Kaufman, Minte-Vera, C. V.; Moura, R. L. (2013) **Dynamics of Coral Reef Benthic Assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on Natural and Anthropogenic Drivers**. Plos One, 8.

Harris, P.T.; Baker, E.K. (2011). **Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHAB Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats**. Elsevier.

Harris, D.L.; Webster, J.M.; Vila-Concejo, A.; Hua, Q.; Yokoyama, Y.; Reimer, P.J. (2014). **Late Holocene Sea-Level Fall and Turn-Off of Reef Flat Carbonate Production: Rethinking Bucket Fill and Coral Reef Growth Models**. Geological Society of America. *Geology*, 43.

Hinderstein, L. M.; Marr, J. C. A.; Martinez, F. A.; Dowgiallo, M. J.; Puglise, K. A.; Pyle, R. L.; Zawada, D. G.; Appeldoorn, R. (2010). **Theme section on "Mesophotic Coral Ecosystems: Characterization, Ecology, and Management"**. *Coral Reefs*, 29.

Hopley, D. (2011). **Encyclopedia of Modern Coral Reefs: Structure, Form and Process**. Springer Science.

Laborel, J.L. (1969). **Madreporaires et hydrocoralliaires recifaux des côtes brésiliennes**. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographie.

Leão, Z.M.A.N. (2002). **Abrolhos, BA: O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul**. Sítios Geológicos E Paleontológicos Do Brasil. Brasília.

Leão, Z.M.A.N.; Ginsburg, R.N. (1997a). **Living Reefs Surrounded by Siliciclastic: The Abrolhos Coastal Reefs, Bahia, Brazil**. *Coral Reef Symposium*, 2.

Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P. (2005). **A Relic Coral Fauna Threatened by Global Change and Human Activities, Eastern Brazil**. *Marine Pollution Bulletin*, Amsterdam.

Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P.; Engelberg, E.F. (1997b). **Internet Guide to the Corals and Hydrocorals of Brazil**. <http://www.cpgg.ufba.br/guia-corais/>

Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P.; Maia, M.P.; Lago, R.A.L. (1997c). **A Catastrophic Coral Cover Decline Since 3.000 Years B.P., Northern Bahia, Brazil**. *Coral Reef Symposium*, 1.

Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P.; Testa, V., (2003). **Corals and coral reefs of Brazil**. J. (Ed.), *Latin America Coral Reefs*. Elsevier Science.

Leão, Z. M. A. N.; Oliveira, M. D. M.; Kikuchi, R. K. P. (2008). **Os recifes de coral da APA Ponta da Baleia, Bahia**. OLAM Ciência & Tecnologia - Rio Claro / SP, Brasil.

Logan, A. (1988). **Sediment-shifting capability in the recent solitary coral *Scolymia cubensis* (Milne-Edwards and Haime) from Bermuda**. *Bulletin of Marine Science*, 43.

Marshall, J.F.; Davies, P.J. (1982). **Internal Structure and Holocene Evolution of One Tree Reef, Southern Great Barrier Reef**. *Coral Reef*, 1.

Martin, L., Flexor, J.M.; Blitzkow, D.; Suguio, K. (1985). **Geoid change indications along the Brazilian coast during the last 7000 years**. Coral Reef Congress, Tahiti 3.

Melo, U; Summerhaes, C. P.; Ellis, J. P. (1975). **Parte IV: Salvador to Vitória, Southeastern Brazil**. Contribution of Sedimentology, 4.

Montaggioni, L.F. (2005). **History of Indo-Pacific Coral Reef Systems Since the Last Glaciation: Development Patterns and Controlling Factors**. Earth Science Reviews 71.

Moura, R.L.; Secchin, N.A.; Amado-Filho, G.M.; Francini-Filho, R.B.; Freitas, M.O.; Minte-Vera, C.V.; Teixeira, J.B.; Thompson, F.L.; Dutra, G.F.; Sumida, P.Y.G.; Guth, A.Z.; Lopes, R.M.; Bastos, A.C. (2013). **Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank**. Elsevier Science.

Nandakumar, K.; Tanaka, M.; Kikuchi, T. (1993). **Interspecific competition among fouling organisms in Tomioka Bay, Japan**. Marine Ecology Progress Series 94.

Neumann, A.C.; Macintyre, I. (1985). **Reef Response to Sea Level Rise: Keep-up, catch-up or give-up**. Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, 3.

Paulay, G.; McEdward, L.R. (1990). **A Simulation Model of Island Reef Morphology: The Effects of Sea Level Fluctuations, Growth, Subsidence and Erosion**. Coral Reefs, 9.

Reis, M.A.C; Leão, Z.M.A.N. (2003). **Bioerosion rate of the sponge Cliona celata (Grat 1826) from Reefs in Turbid Waters, North Bahia, Brazil**. International Coral Reef Sym 1.

Sobreira, J.F.F.; França, R.L. (2006). **Um Modelo Tectono-Magmático para a Região do Complexo Vulcânico De Abrolhos**. Boletim de Geociências da Petrobrás, 14.

Taylor, P.D.; Ernst, A. (2004). **Bryozoans**. Em: The Great Ordovician Biodiversification Event. Columbia University Press, New York.

Taylor, P.D.; James, N.P. (2013). **Secular Changes in Colony-forms and Bryozoan Carbonate Sediments Through Geological History**. Sedimentology, 60.

Taylor, P.D.; Larwood, G.P. (1990). **Major evolutionary radiations in the Bryozoa**. Em: Major Evolutionary Radiations. Systematics Association Special, 42. London.

Veron, J. (2000). **Corals of the World**. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

Vieira, L.M.; Migotto, A.E, Winston, J.E. (2008). **Synopsis and annotated checklist of Recent marine Bryozoa from Brazil.** Zootaxa 1810. <http://www.mapress.com/zootaxa/>

Villaça, R. Pitombo, F.B. (1997). **Benthic Communities Of Shallow-Water Reefs Of Abrolhos, Brazil.** Revista Brasileira de Oceanografia, 45.

Webster, J.M.; Davies, P.J. (2003). **Coral Variation in two drill cores: Significance for the Pleistocene Development of the Great Barrier Reef.** Sedimentary Geology, 159.

Woodroffe, C.D.; Webster, J.M. (2014). **Coral Reefs and Sea-level Change.** Marine Geology, 352.

APÊNDICE

Para melhor compreensão da composição recifal e identificação dos organismos construtores do recife, a seguir são apresentados conjuntos de imagens macroscópicas dos fragmentos recifais e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas, onde os organismos responsáveis pela edificação recifal são evidenciados em ambas as imagens.

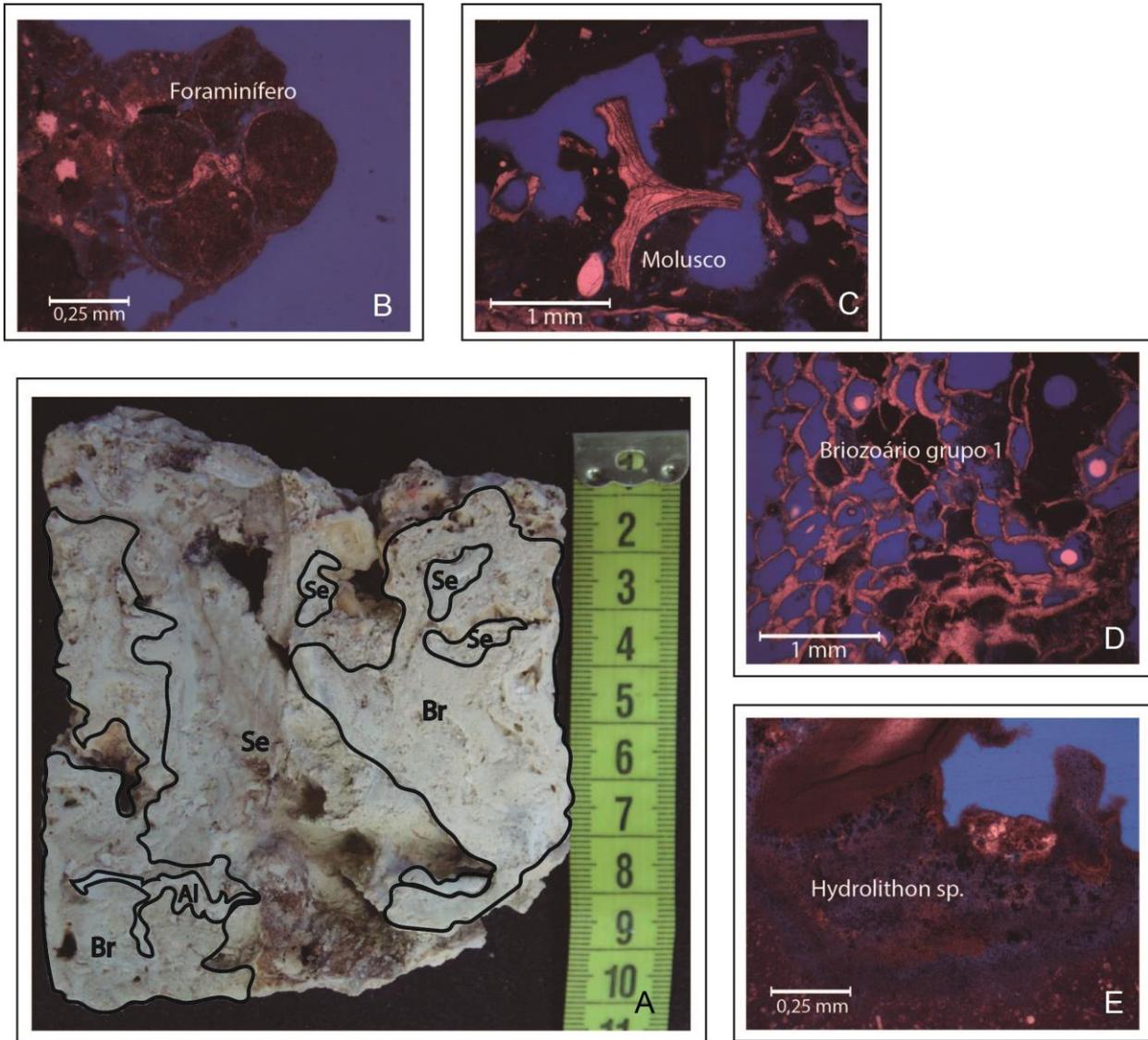


Figura 1: Fragmento 1P, localizado na base do testemunho vertical LG-AB-DR 01, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Briozoário (Br), Alga Calcária (Al) e Sedimento fino (Se). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando foraminífero incrustante. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando fragmento de molusco. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando briozoário grupo 1 e **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.*

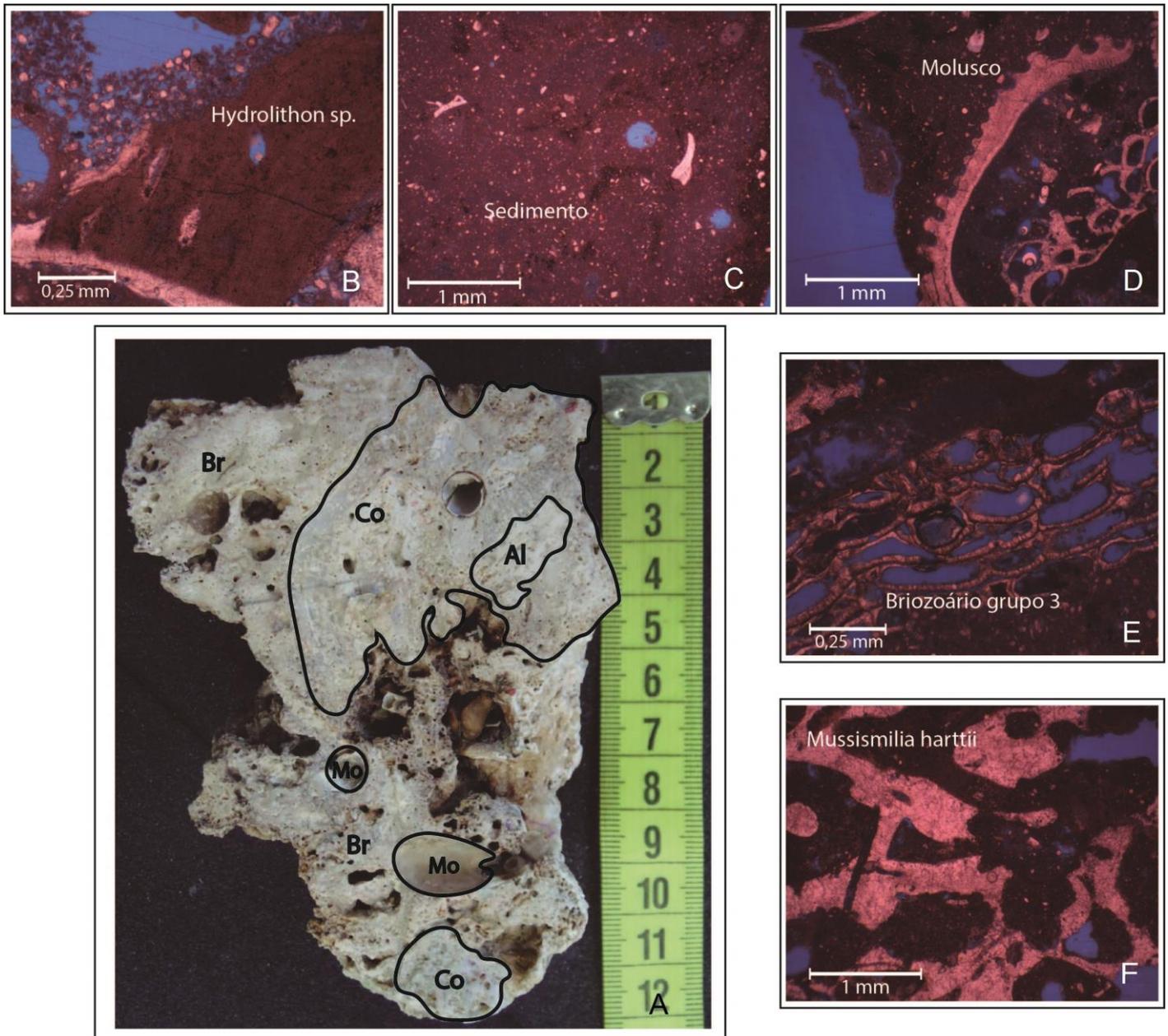


Figura II: Fragmento 2C, localizado próximo ao topo do testemunho vertical LG-AB-DR 02, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Briozoário (Br), Alga Calcária (Al), Coral (Co), e Molusco (Mo). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando sedimento fino. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Molusco, **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 3 e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Mussismilia harttii*.

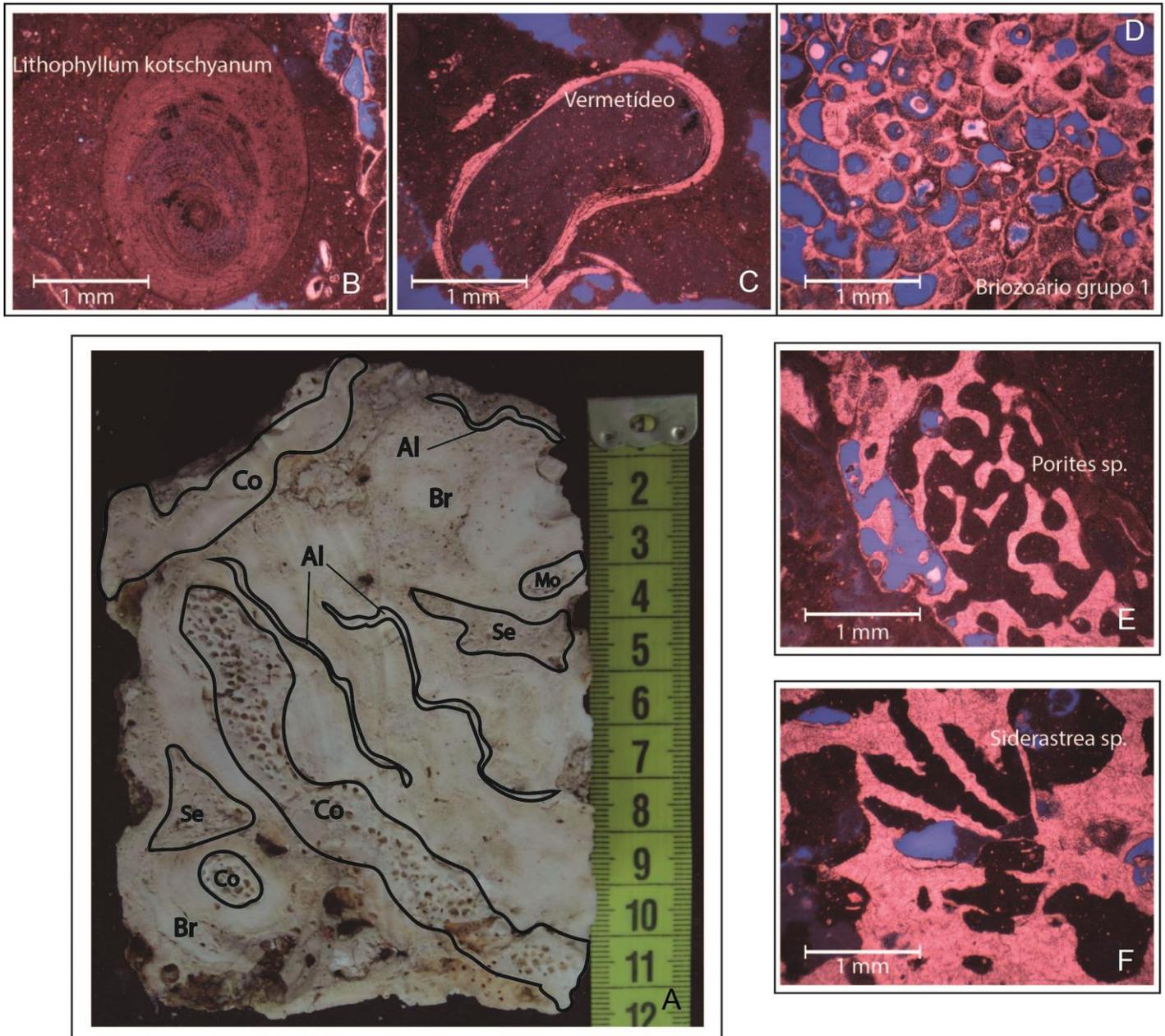


Figura III: Fragmento 5B, localizado próximo ao topo do testemunho vertical LG-AB-DR 05, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Briozoário (Br), Alga Calcária (Al), Coral (Co), Sedimento fino (Se) e Molusco (Mo). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Lithophyllum kotschyannum*. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando vermetídeo. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1, **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Porites sp.* e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Siderastrea sp.*

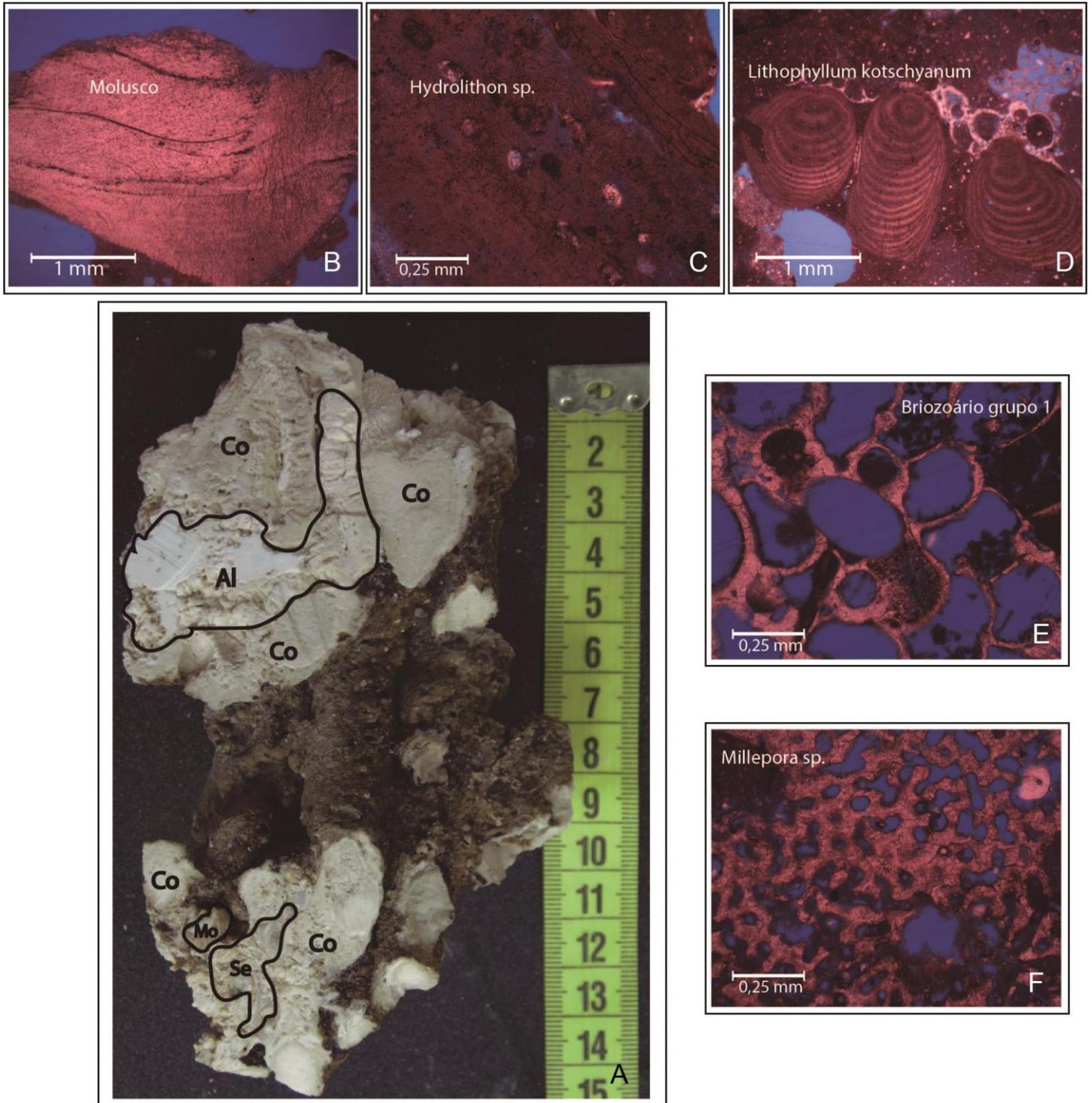


Figura IV: Fragmento 5H, localizado próximo ao centro do testemunho vertical LG-AB-DR 05, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al), Coral (Co), Sedimento fino (Se) e Molusco (Mo). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Molusco. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Lithophyllum kotschyannum*. **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1 e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Millepora sp.*

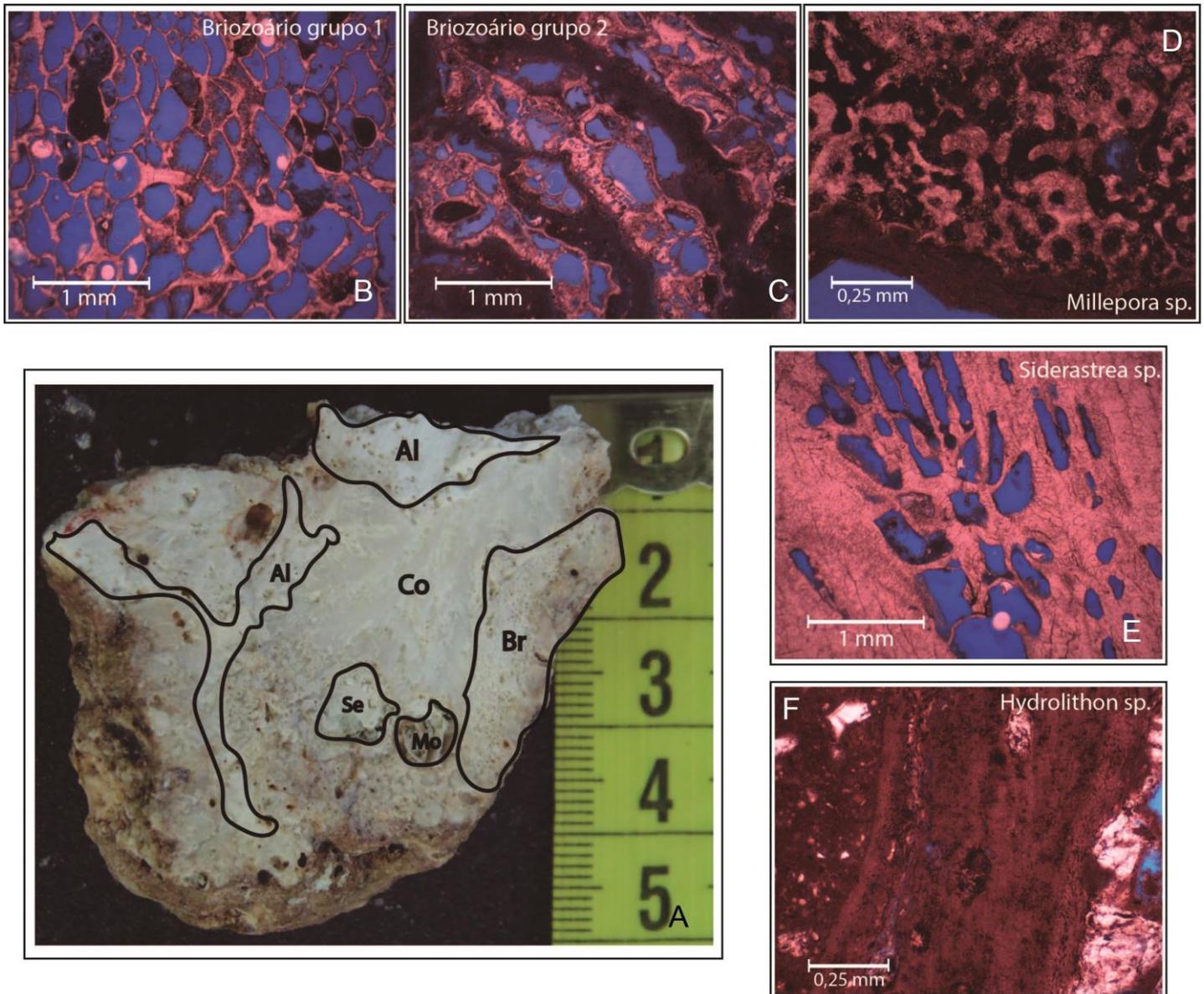


Figura V: Fragmento 6C, localizado próximo ao topo do testemunho vertical LG-AB-DR 06, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al), Coral (Co), Sedimento fino (Se), Briozoário (Br) e Molusco (Mo). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 2. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Millepora* sp. **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Siderastrea* sp. e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon* sp.

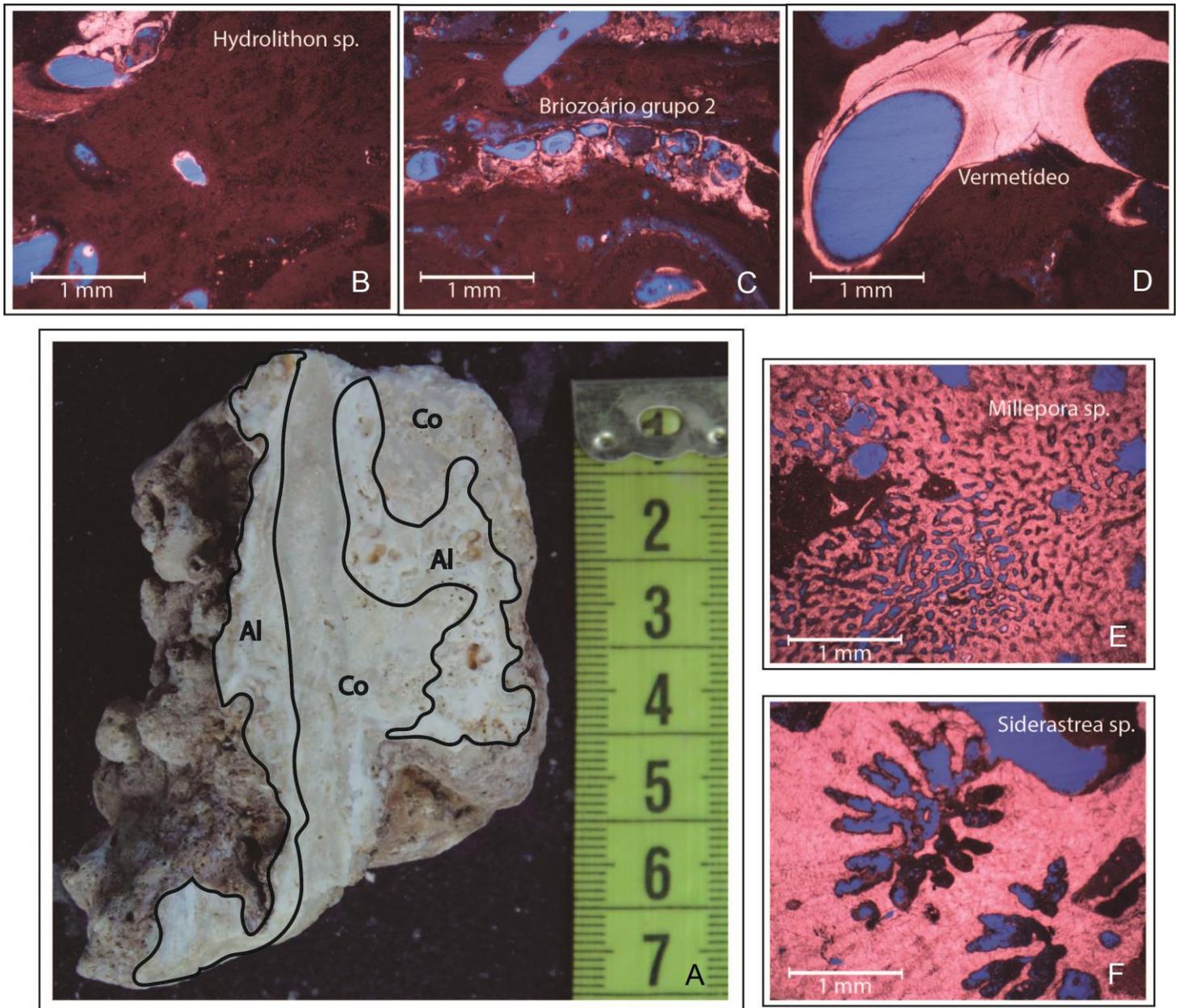


Figura VI: Fragmento 6P, localizado próximo ao centro do testemunho vertical LG-AB-DR 06, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al) e Coral (Co). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 2. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando vermetídeo. **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Millepora sp.* e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Siderastrea sp.*

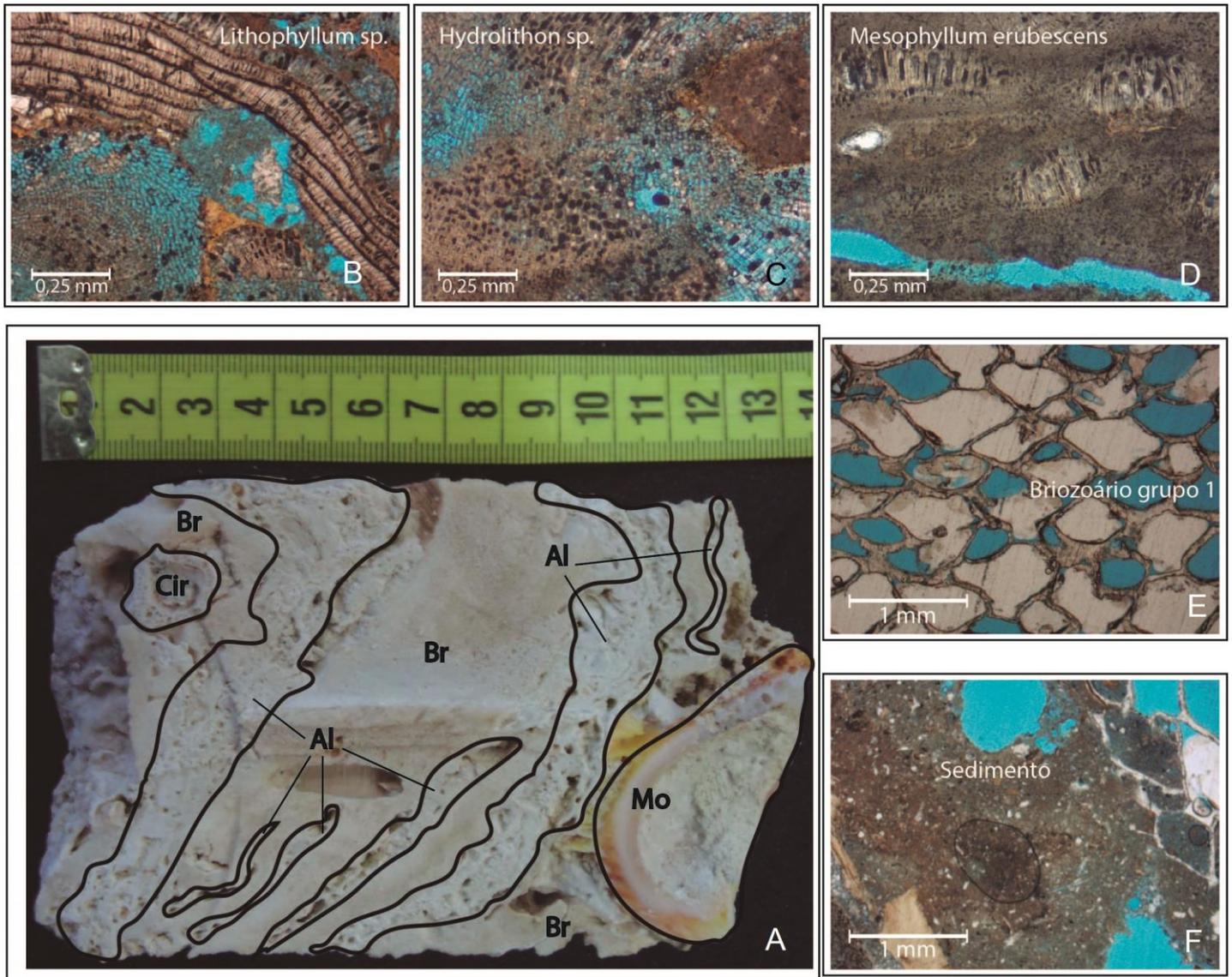


Figura VII: Fragmento 3A, localizado no topo do testemunho horizontal LG-AB-DR 03, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al), Briozoário (Br), Molusco (Mo) e Cirrípede (Cir). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Lithophyllum sp.* **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Mesophyllum erubescens.* **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1. e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando sedimento fino.

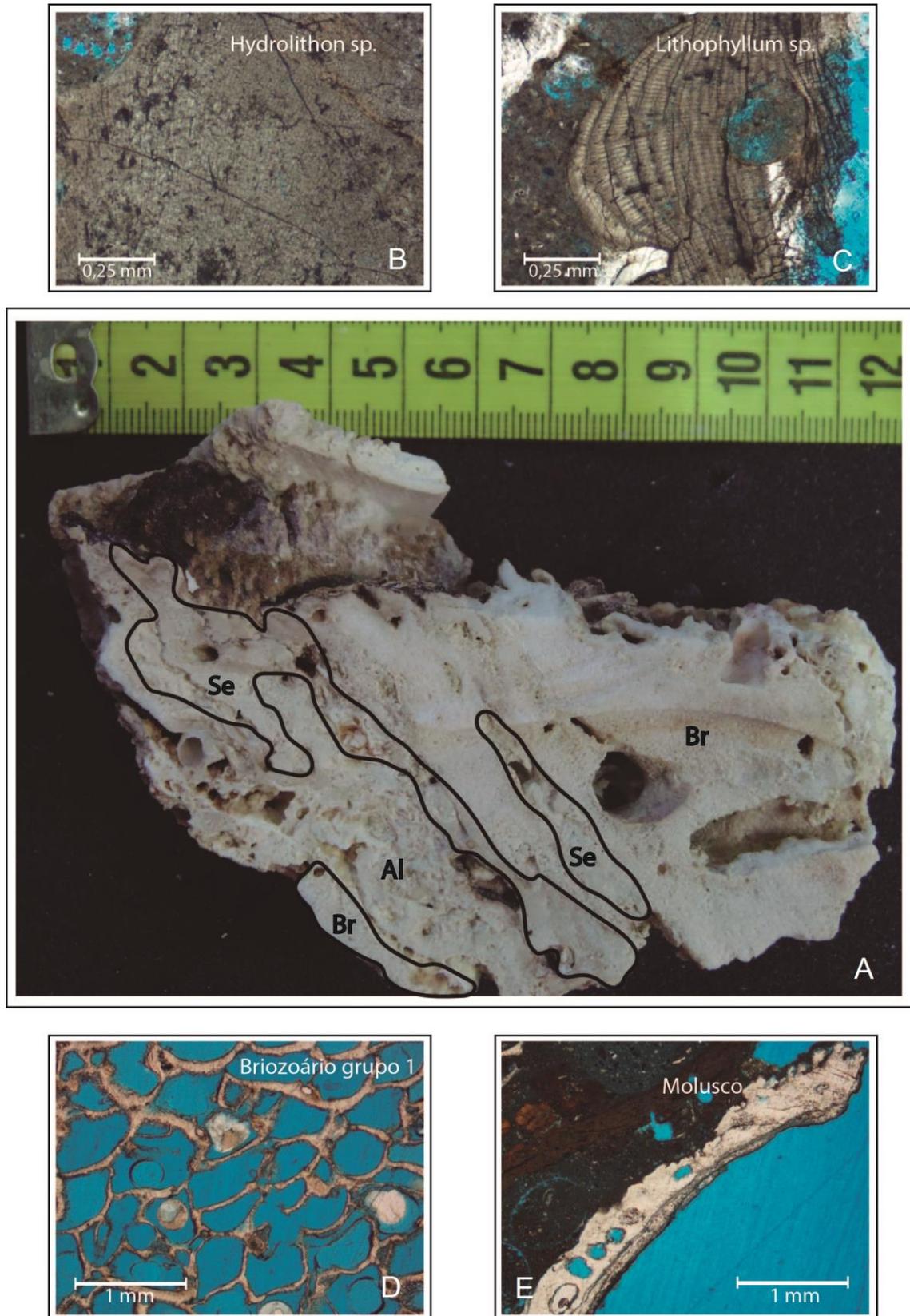


Figura VIII: Fragmento 4E, localizado próximo ao centro do testemunho horizontal LG-AB-DR 04, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al), Briozóário (Br) e Sedimento fino (Se). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon*

sp. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Lithophyllum* sp. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1. **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Molusco.

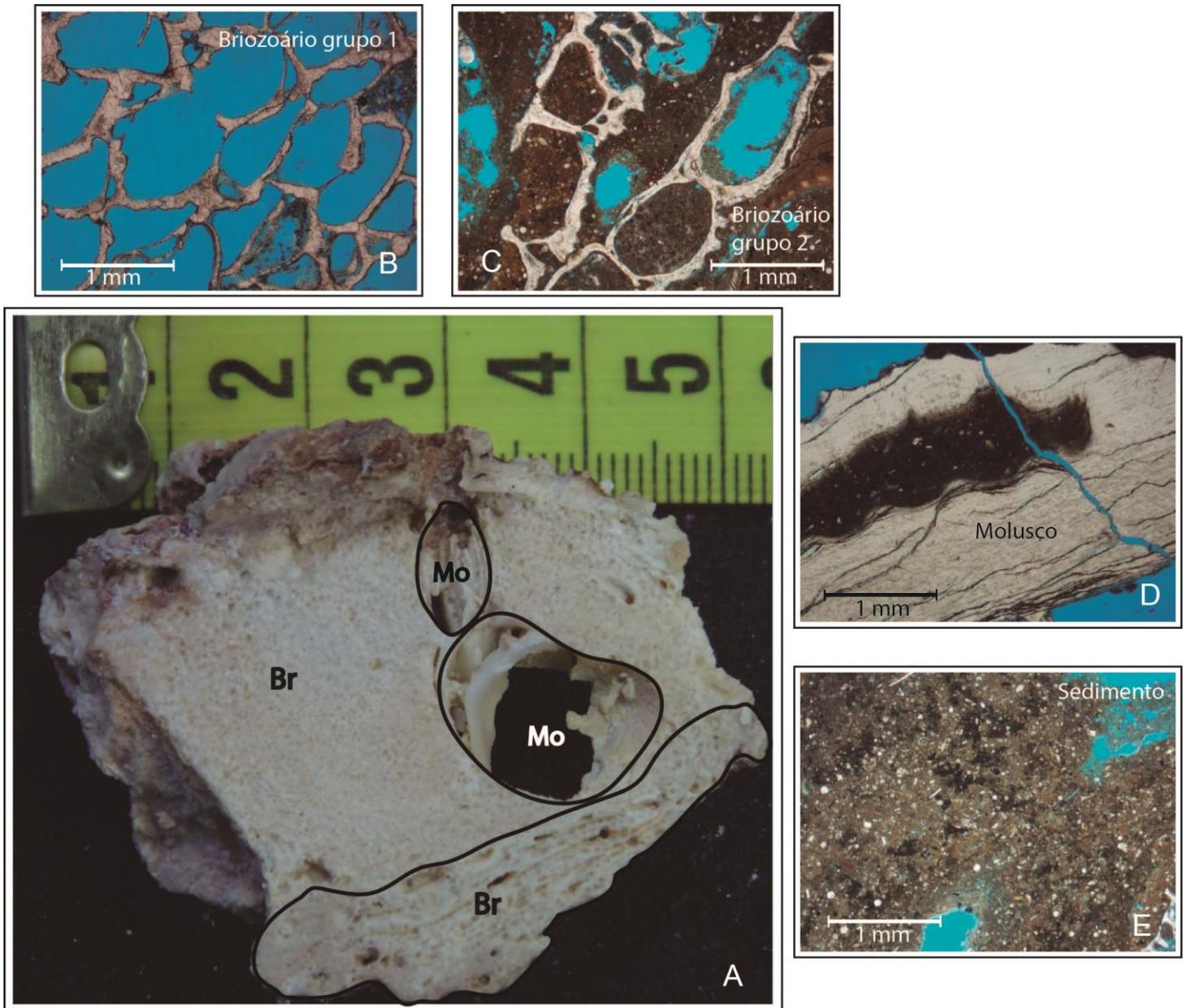


Figura IX: Fragmento 7C, localizado próximo ao topo do testemunho horizontal LG-AB-DR 07, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Briozoário (Br) e Molusco (Mo). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1. **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 2. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Molusco. e **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando sedimento fino.

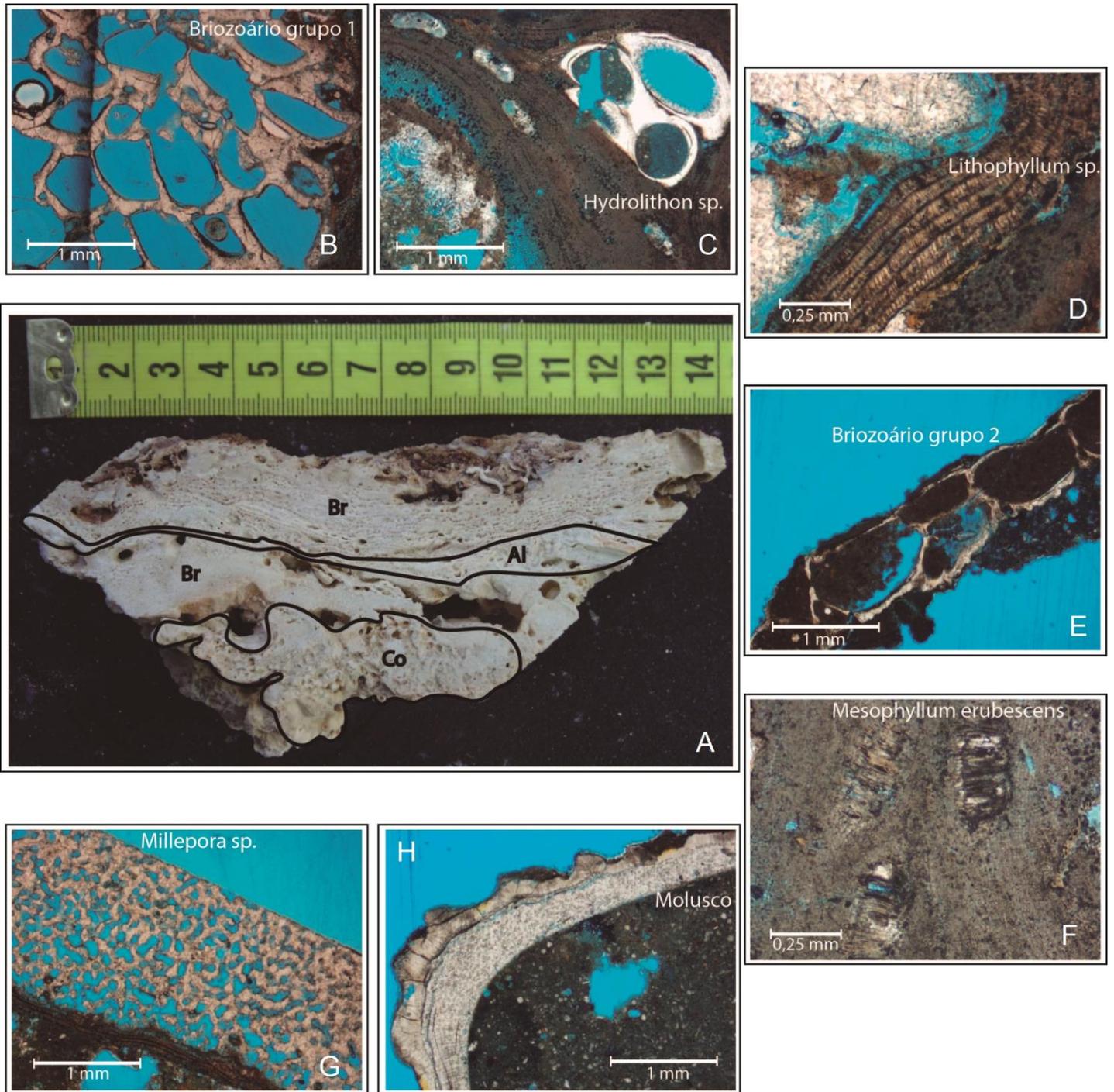


Figura X: Fragmento 8E, localizado próximo ao centro do testemunho horizontal LG-AB-DR 08, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Alga Calcária (Al), Briozoário (Br) e Coral (Co). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1 **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Lithophyllum sp.* **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 2. **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Mesophyllum erubescens*. **(G)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Millepora sp.* e **(H)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Molusco.

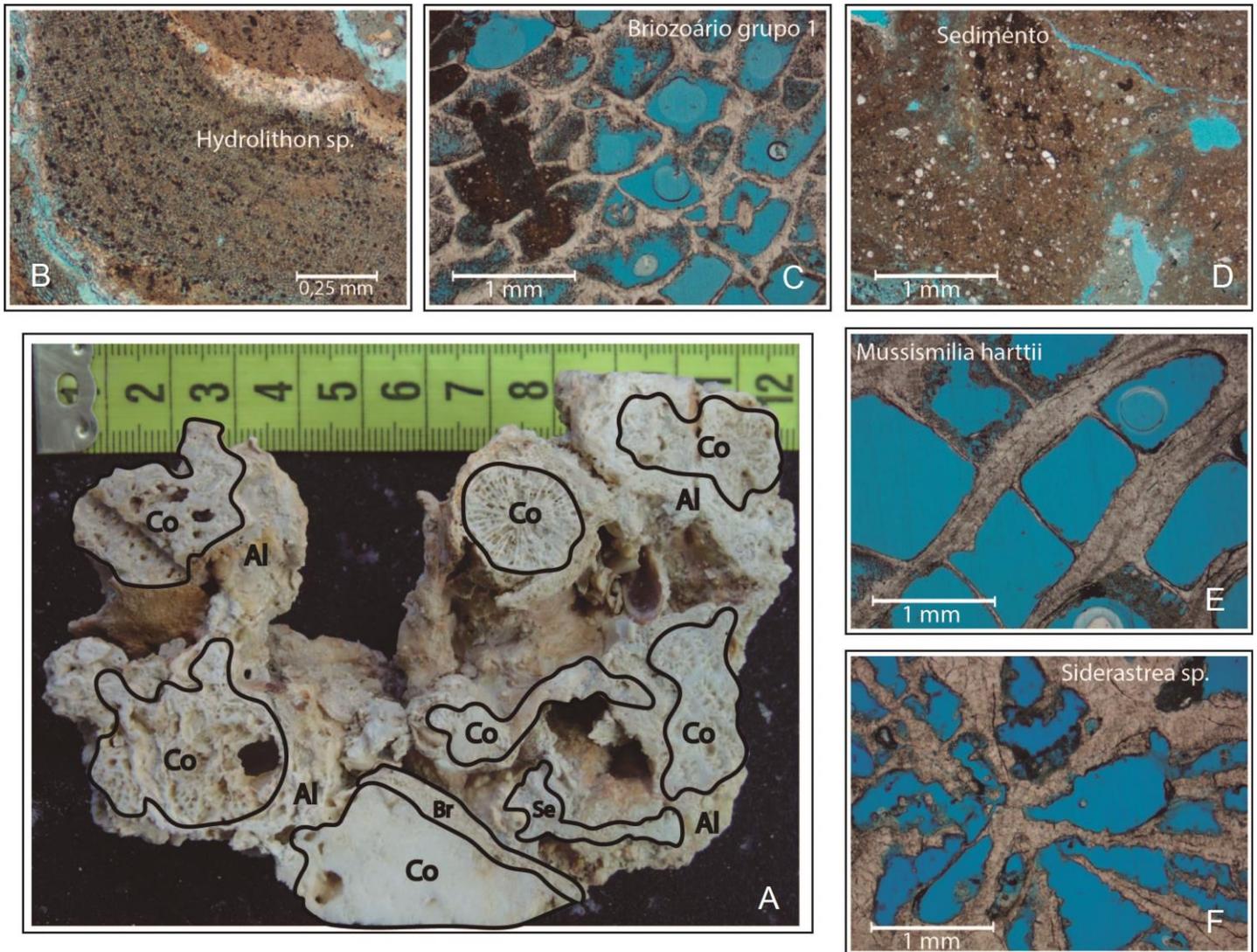


Figura XI: Fragmento 8I, localizado próximo à base do testemunho horizontal LG-AB-DR 08, e suas respectivas imagens de lâminas petrográficas. **(A)** Imagem macroscópica do fragmento recifal, onde são evidenciados Briozoário (Br), Coral (Co), Alga calcária (Al) e Sedimento fino (Se). **(B)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando alga calcária da espécie *Hydrolithon sp.* **(C)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando Briozoário grupo 1. **(D)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando sedimento fino. **(E)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Mussismilia harttii*. e **(F)** Imagem de lâmina microscópica evidenciando coral da espécie *Siderastrea sp.*