

ASSUNTO/MOTIVO

RELATÓRIO ANUAL DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA FAUNA E FLORA MARINHA NA FASE OPERACIONAL – FITOBENTOS – PERÍODO 2014

PÁGINA

1 / 55

LOCAL/DATA

Angra dos Reis, 04/03/2015

REDATOR

João Pedro Garcia Araujo

U.O./TEL.

DLMA.G/ 8839

REFERÊNCIA

Procedimento PA-AG 07

CÓDIGO ARQUIVO

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

(NOS RELATÓRIOS DE REUNIÃO INDICAR, INICIALMENTE, NO SUMÁRIO: LOCAL, DATA, COORDENADOR, PARTICIPANTES E DURAÇÃO)

Para ser providenciado Para conhecimento Prazos

55

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO
2. ESTUDOS DE ZONAÇÃO
 - 2.1. Materiais e métodos
 - 2.2. Resultados
 - 2.3. Discussão
3. COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DAS ALGAS PARDAS (PHAEOPHYCEAE, HETEROKONTOPHYTA) DO PONTO 32B
 - 3.1. Materiais e métodos
 - 3.2. Resultados
 - 3.3. Discussão
4. BIOMASSA DA RHODOPHYTA *Acanthophora spicifera* (VAHL) BØRGESSEN
 - 4.1. Materiais e métodos
 - 4.2. Resultados
 - 4.3. Discussão
5. CONCLUSÕES
6. REFERÊNCIAS
7. APÊNDICES
 - 7.1. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 23B no ano de 2014
 - 7.2. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 50B no ano de 2014
 - 7.3. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 01A no ano de 2014
 - 7.4. Lista de táxons de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) observados ao longo do monitoramento no ponto 32B de acordo com ano e mês de ocorrência

ASSINATURAS

João Pedro Garcia Araujo
 João Pedro Garcia Araujo
 Biólogo - Matr. 5853-1
 Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
 CRBio 65524/02

Rodrigo Martins
 Supervisor de Biologia - Matr. 8800-1
 Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G
 CRBio 32995/02

Aderval Ferra Vaz de Almeida
 Chefe de Divisão - Matr. 5002-1
 Divisão Laboratório de Monitoração Ambiental - DLMA.G

VERIFICADO/APROVADO

REV.	DATA	PÁG.	VERIFICADO/ APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

SM.G/SC.O/SU.O/SD.O/ST.O/GGA.G

FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática do sistema de circuitos de água das usinas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

Figura 2 – Pontos de amostragem de fitobentos na área impacto (Saco Piraquara de Fora) e controle (Saco Piraquara de Dentro). Seta vermelha – ponto de lançamento dos efluentes térmicos. CNAAA – Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

Figura 3 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da temperatura superficial da água do mar (TSM) nos pontos 23B, 50B e 01A ao longo do ano de 2014.

Figura 4 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da salinidade nos pontos 23B, 50B e 01A ao longo do ano de 2014.

Figura 5 – Frequência anual de ocorrência de Cyanobacteria nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 6 – Frequência anual de ocorrência de *Littorina* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 7 – Frequência anual de ocorrência de *Chthamalus* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 8 – Frequência anual de ocorrência de *Tetraclita* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 9 – Frequência anual de ocorrência de *Brachidontes* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 10 – Frequência anual de ocorrência de Vermetidae nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 11 – Frequência anual de ocorrência de Ectocarpales nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 12 – Frequência anual de ocorrência de *Acanthophora spicifera* nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 13 – Frequência anual de ocorrência de *Hypnea* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 14 – Frequência anual de ocorrência de *Dictyota* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 15 – Frequência anual de ocorrência de *Sargassum* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 16 – Frequência anual de ocorrência de *Padina* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 17 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da temperatura superficial da água do mar (TSM) no ponto 32B ao longo do ano de 2014. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

Figura 18 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da salinidade no ponto 32B ao longo do ano de 2014.

Figura 19 – Espécies de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) registradas no ponto 32B no ano de 2014. A) *Dictyota cervicornis* Kützing [= *Canistrocarpus cervicornis* (Kütz.) De Paula & De Clerck]; B) *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder; C) *Sphacelaria tribuloides* Menegh. Fotos de J.P. Garcia Araujo.

Figura 20 – Frequência relativa de cada grupo funcional de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) no período pré-operacional e nos quatro últimos anos operacionais, no ponto 32B. FilUni – Filamentosa unisseriada; FilPlu – Filamentosa plurisseriada; FolCor – Folhosa corticada; MaCort – Macrófita corticada; MaCori – Macrófita coriácea; Crost - Crostosa. Classificação dos grupos segue Steneck e Dethier (1994).

Figura 21 – Variação do número de táxons de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) encontradas no ponto 32B por ano, no período entre 1980 e 2014. Linha de tendência ajustada (tracejado cinza).

Figura 22 – Fisionomia do ponto 32B no ano de 2014. A) Região mesolitoral; B) Região infralitoral. C – tufos de Cyanobacteria; V – faixa de Vermetidae; CF – almofada de clorófitas filamentosas; RC – almofada de rodófitas corticada. Fotos de J.P. Garcia Araujo.



TABELAS

Tabela 1 – Dados do protocolo de coleta dos pontos do estudo de zonação no ano de 2014.

Tabela 2 – Frequência de ocorrência de organismos bentônicos nos transectos do estudo de zonação durante o ano de 2014.

Tabela 3 – Identificação de organismos bentônicos observados nos transectos do estudo de zonação durante o ano de 2014.

Tabela 4 – Dados do protocolo de coleta do ponto 32B no ano de 2014.

Tabela 5 – Ocorrência dos táxons e grupos funcionais de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) no ponto 32B durante o período pré-operacional e nos quatro últimos anos operacionais (2011 – 2014).



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) possui duas usinas em operação, Angra 1 e Angra 2, que possuem reatores do tipo *Pressurized Water Reactor* (PWR). O sistema funciona com a fissão dos átomos de urânio dentro das varetas do elemento combustível, aquecendo a água que passa pelo reator a uma temperatura de 320 °C. Para impedir a ebulição, esta água é mantida sob uma pressão 157 vezes maior que a pressão atmosférica. Existem no sistema três circuitos de água independentes e não comunicantes entre si (Figura 1). No circuito primário ocorre o aquecimento da água no reator, no circuito secundário ocorre a geração de vapor, a movimentação das turbinas e a geração de energia elétrica e no circuito de água de circulação a água do mar é utilizada para resfriar o circuito secundário. Para este resfriamento, é utilizado um grande volume de água, que é captada na Enseada de Itaorna e lançada no Saco Piraquara de Fora, em temperaturas superiores às encontradas naturalmente no ambiente.

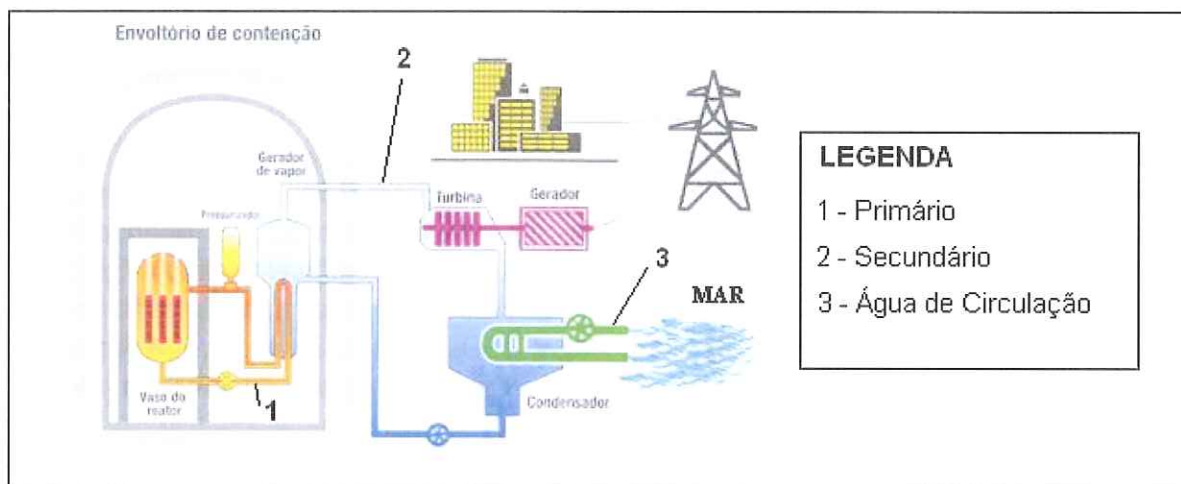


Figura 1 – Representação esquemática do sistema de circuitos de água das usinas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

O Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha (PMFFM), descrito no procedimento PA-AG 07 (ELETRONUCLEAR, 2014a), tem por objetivo avaliar, através de parâmetros biológicos e físico-químicos, as possíveis alterações nas condições do ambiente marinho no entorno da CNAAA em função da operação do empreendimento. O programa especifica as metodologias de coleta e análise empregadas, assim como os pontos de amostragem. Os táxons indicados para monitoração foram determinados com base em estudos anteriores ao início da operação da Usina de Angra 1, realizados no período compreendido entre 1980 e 1983, que é denominado de pré-operacional.

Neste relatório são apresentados os resultados do acompanhamento de populações fitobentônicas do Saco Piraquara de Fora (área de impacto da CNAAA) e do Saco Piraquara de Dentro (área controle) durante o ano de 2014. Este acompanhamento se deu através de estudos de zonação de fauna e flora bentônica, da análise da composição específica de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) e da análise da biomassa de *Acanthophora spicifera* (M.Vahl) Børgesen (Rhodophyta). Os resultados deste relatório

[Assinatura]

são comparados com resultados obtidos em anos anteriores, tanto do período pré-operacional quanto do período operacional.

2. ESTUDOS DE ZONAÇÃO

2.1. Material e métodos

Foram realizadas quatro campanhas, cada uma representativa de uma estação do ano (verão, outono, inverno e primavera). Estas campanhas sazonais foram estabelecidas a partir de 2009, em atendimento às condicionantes da Licença de Instalação nº. 591/2009 do IBAMA, baseada nas considerações apresentadas no Parecer Técnico nº. 010/2009 – COEND/CGENE/DILIC/IBAMA de 19 de fevereiro de 2009. Nos anos anteriores a 2009 estas campanhas eram mensais.

Em cada uma das campanhas foram vistoriados três pontos fixos, dos quais dois (ponto 23B e ponto 50B) se localizam no Saco Piraquara de Fora (área de impacto) e um (ponto 01A) no Saco Piraquara de Dentro (área controle), conforme ilustrado na Figura 2. Os três pontos apresentam condições semelhantes de inclinação (declives suaves) e de hidrodinamismo (modo agitado), embora os pontos 50B e 01A se tornem eventualmente mais agitados, devido ao regime de ventos da região.

A temperatura do ar foi aferida com termômetro digital *Mini data logger* Testo 174T. A temperatura superficial da água do mar (TSM) e a salinidade foram mensuradas com uma sonda multiparamétrica HACH HQ40, com exceção da campanha de outono, quando a sonda estava em manutenção e as medições foram feitas com termômetro digital Testo IP67 e refratômetro ATAGO ATC-S/Mill-E. Os dados de potência térmica das usinas foram obtidos junto às salas de controle de Angra 1 e Angra 2. Os seguintes dados registrados nos protocolos de coleta foram determinados por estimativa visual: estado do tempo, modo do mar e visibilidade da água.

Para testar as associações existentes entre a potência térmica das usinas e a TSM e entre a potência e a salinidade foi empregada a correlação linear de Pearson. Todos os testes foram realizados no programa BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007).

Foi utilizada uma escada de zonação com 21 degraus de 50x50 cm de lado, totalizando 10,5 m. A escada constitui um transecto transversal à linha d'água e seus degraus constituem os quadrados amostrais. O primeiro degrau (quadrado 01) foi posicionado sobre as marcações feitas nos pontos, de modo que a escada sempre ficou estendida do supralitoral (região do costão rochoso na qual os organismos estão apenas sob a influência de respingos d'água) até o infralitoral (região onde organismos estão permanentemente submersos). A observação dos quadrados submersos foi realizada por meio de mergulho livre.

Para descrever a distribuição vertical dos organismos bentônicos monitorados em cada quadrado, foram estimados visualmente os percentuais de cobertura (amostragem não destrutiva), que foram agrupados em três intervalos: <25%, de 25 % a 50% e >50%. Com base na presença ou ausência de um organismo em cada quadrado foi calculada sua frequência de ocorrência no transecto. Para a comparação dos valores de frequência entre os períodos pré-operacional (representado pelo ano de 1982, o único com dados

disponíveis para todas as estações) e operacional foram considerados apenas os táxons registrados em ambos os períodos.

De acordo com o procedimento PR-B 04 – Obtenção direta de dados para zonação (ELETRONUCLEAR, 2014b), a identificação da maior parte dos organismos monitorados nos estudos de zonação se dá em categorias taxonômicas supraespecíficas (p. ex. Cyanobacteria, Vermetidae, *Laurencia* spp.) ou em grupos funcionais (p. ex. clorófitas filamentosas, rodófitas corticadas). Entretanto, sempre que possível, buscou-se refinar estas identificações, alcançando menores níveis taxonômicos. Quando necessário, foram coletadas amostras dos organismos fitobentônicos para identificação em laboratório, com auxílio de microscópio estereoscópico, microscópio óptico e bibliografia especializada (CASSANO, 1997; 2009; COTO; PUPO, 2009; IHA, 2014; JESUS, 2012; JOLY, 1965; LITTLER; LITTLER, 2000). A nomenclatura dos táxons do fitobentos atualizada de acordo com Wynne (2011) é dada entre colchetes.

No âmbito do PMFFM, a captura, a coleta e o transporte de material biológico na área da Estação Ecológica de Tamoios e em zona de amortecimento foram regulamentados pelos seguintes documentos: Autorização Direta nº. 002/2013 – ESEC Tamoios/ICMBio, Ofício nº. 61/2014 – ESEC Tamoios/ICMBio e Autorização nº. 530/2014 – DILIC/IBAMA.



Figura 2 – Pontos de amostragem de fitobentos na área impactada (Saco Piraquara de Fora) e controle (Saco Piraquara de Dentro). Seta vermelha – ponto de lançamento dos efluentes térmicos. CNAAA – Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.



2.2. Resultados

Os dados dos protocolos de coleta são apresentados na Tabela 1. A variação das potências térmicas das usinas e da TSM é apresentada na Figura 3. Os dados de potência de Angra 1 não permitiram a realização de qualquer análise de correlação, pois se mantiveram constantes (100%) ao longo do período estudado, enquanto os parâmetros da água do mar variaram. Já no caso de Angra 2, estas análises não apontaram associações significativas entre a potência térmica da usina e a TSM em nenhum dos três pontos estudados (ponto 23B: $r = 0,8428$; $p = 0,1572$, ponto 50B: $r = 0,8935$; $p = 0,1065$ e ponto 01A: $0,7373$; $p = 0,2627$).

A variação das potências e da salinidade é apresentada na Figura 4. As análises de correlação também não apontaram associações significativas entre a potência térmica de Angra 2 e a salinidade em nenhum dos pontos (ponto 23B: $r = -0,0940$; $p = 0,9060$, ponto 50B: $r = -0,4171$; $p = 0,5829$ e ponto 01A: $0,2296$; $p = 0,7704$).

Tabela 1 – Dados do protocolo de coleta dos pontos do estudo de zonação no ano de 2014.

Dado	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	23B	50B	01A	23B	50B	01A	23B	50B	01A	23B	50B	01A
Data	6/2	6/2	6/2	23/5	23/5	23/5	21/8	26/8	21/8	12/11	12/11	12/11
H _{inicial}	13:52	12:40	11:12	12:50	11:08	09:20	10:56	08:35	08:47	08:50	12:13	10:25
H _{final}	14:47	13:41	12:28	14:06	12:27	10:53	12:36	10:30	10:32	10:10	13:35	11:42
T _{ar} (°C)	34,0	33,9	33,6	30,2	28,8	24,9	25,9	23,5	22,0	23,6	27,0	27,5
TSM (°C)	33,5	33,2	32,5	29,0	29,0	25,2	24,5	23,8	22,4	28,6	31,0	27,5
Salinidade	35,6	35,4	34,9	35,0	35,0	35	35,6	35,7	34,9	36,4	36,0	35,7
P _{UNA1} (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
P _{UNA2} (%)	100	100	100	100	100	100	0	0	0	83	83	83
Visibilidade	P	P	P	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB
Mar	C	A±	A	C	A±	C	C	C	C	C	A	C
Tempo	A	A	A	N±	N	C	A	A	A	A	A	A

H_{inicial} = hora de início do trabalho; H_{final} = hora de término do trabalho.

T_{ar} = temperatura do ar; TSM = temperatura superficial da água do mar.

P_{UNA1} = Potência térmica da Usina de Angra 1; P_{UNA2} = Potência térmica da Usina de Angra 2.

Visibilidade = visibilidade da água (MB - Muito boa; B - Boa; P - Prejudicada; N - Nula).

Mar = Modo do mar (C - Mar calmo; A± - Mais ou menos agitado; A - Mar agitado).

Tempo = Estado do tempo (A - Céu aberto; N± - Parcialmente nublado; N - Céu nublado; C - Com chuva).

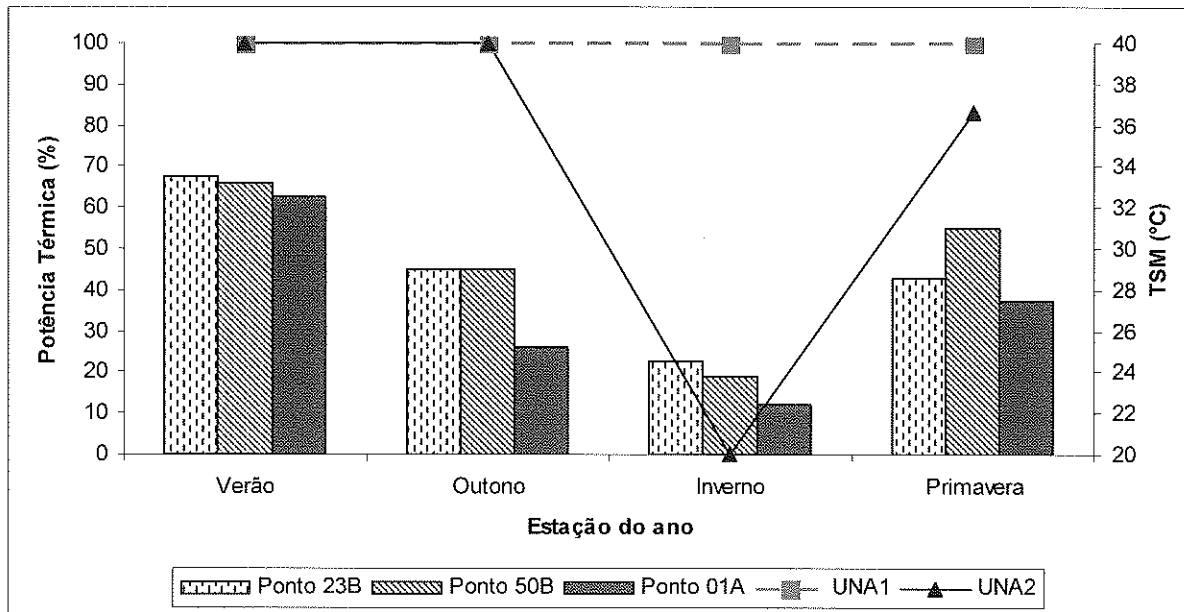


Figura 3 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da temperatura superficial da água do mar (TSM) nos pontos 23B, 50B e 01A ao longo do ano de 2014.

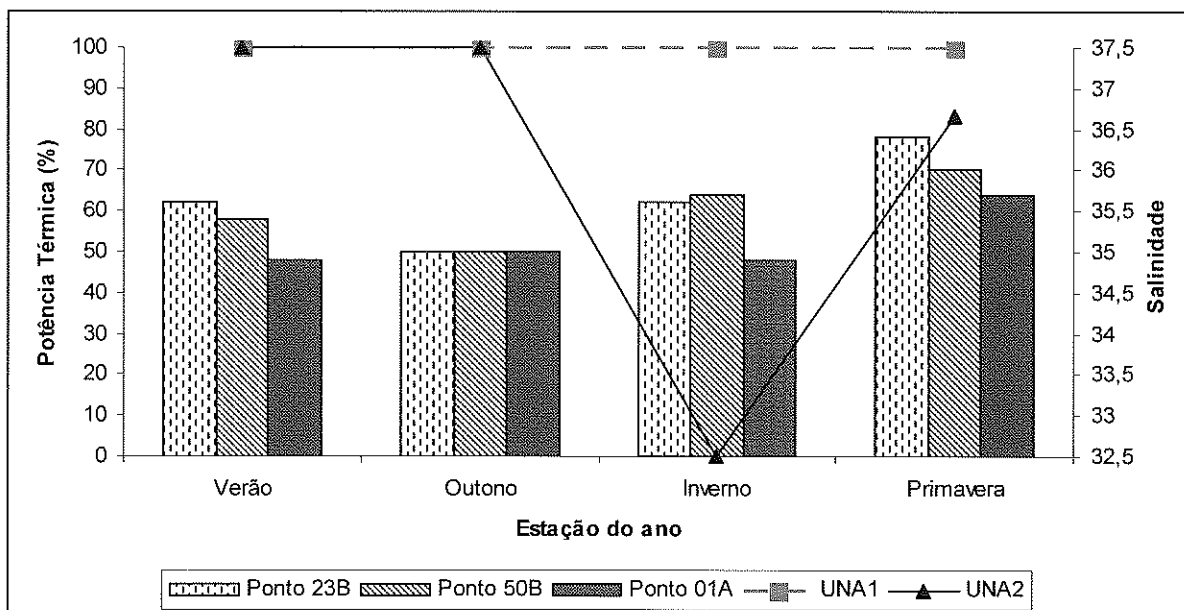


Figura 4 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da salinidade nos pontos 23B, 50B e 01A ao longo do ano de 2014.

A representação diagramática da distribuição vertical dos organismos monitorados ao longo do ano de 2014 nos transectos dos pontos 23B, 50B e 01A é apresentada nos Apêndices 7.1 a 7.3.

Com base nesta distribuição, é observado um padrão de zonação para os pontos estudados no qual a região supralitoral é delimitada pela presença de cianobactérias e *Littorina* spp.; a região mesolitoral possui uma faixa de *Chthamalus* spp., *Tetraclita* spp. e *Brachidontes* spp., seguida por uma faixa de Vermetidae com rodófitas corticadas e depois por um tapete de calcárias articuladas (*Amphiroa* spp. e *Jania* spp.); na região infralitoral há continuação do tapete de calcárias articuladas, com a presença de algas pardas (*Dictyota* spp. e *Padina* spp.). Entretanto, durante o verão observou-se uma extensão e um adensamento da faixa de cianobactérias nos três pontos, a redução das faixas de rodófitas corticadas, a redução ou ausência de calcárias articuladas e a ausência das algas pardas nos pontos 23B e 50B.

A diversidade (número de táxons e/ou grupos funcionais) variou em cada ponto ao longo das estações do ano. Somadas as estações e os pontos, foram monitorados, ao todo, 31 táxons e/ou grupos funcionais. O verão foi a estação com menor diversidade nos três pontos ($n_{23B} = 14$, $n_{50B} = 15$ e $n_{01A} = 17$), o inverno foi a estação com maior diversidade nos pontos 50B ($n = 24$) e 01A ($n = 27$) e a primavera foi a estação com maior diversidade no ponto 23B ($n = 24$).

A variação sazonal da frequência de ocorrência dos organismos nos transectos ao longo do ano de 2014 é dada na Tabela 2. As médias anuais destas frequências para 1982 e os quatro últimos anos operacionais são apresentadas nas Figuras 5 a 16. A Tabela 3 detalha as identificações dos organismos monitorados em 2014, apresentado os menores níveis taxonômicos alcançados, bem como presença destes táxons por ponto e por estação do ano. É importante salientar que não foi possível detalhar a identificação de todos os organismos classificados em categorias supraespecíficas e grupos funcionais, de modo que os dados da Tabela 3 não devem ser considerados como representativos da real diversidade contida nas categorias supraespecíficas e nos grupos funcionais listados.

Tabela 2 – Frequência de ocorrência de organismos bentônicos nos transectos do estudo de zonação durante o ano de 2014.

Organismo	Ponto 23B				Ponto 50B				Ponto 01A			
	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri
Cyanobacter	85,71	76,19	52,38	80,95	100,00	52,38	33,33	57,14	85,71	95,24	66,67	66,67
<i>Littorina</i>	14,29	38,10	33,33	33,33	14,29	57,14	52,38	61,90	33,33	57,14	52,38	47,62
<i>Chthamalus</i>	28,57	38,10	38,10	42,86	28,57	38,10	57,14	61,90	33,33	47,62	38,10	47,62
<i>Tetraclita</i>	14,29	19,05	23,81	19,05	14,29	19,05	19,05	23,81	19,05	19,05	9,52	9,52
<i>Brachidontes</i>	4,76	14,29	23,81	33,33	9,52	42,86	42,86	47,62	19,05	28,57	28,57	19,05
Vermetidae	52,38	38,10	33,33	42,86	42,86	47,62	47,62	47,62	19,05	19,05	14,29	28,57
<i>Isognomon</i>	23,81	33,33	19,05	33,33	38,10	38,10	33,33	33,33	14,29	19,05	23,81	9,52
Ectocarpales	0,00	0,00	4,76	4,76	0,00	0,00	4,76	0,00	4,76	4,76	14,29	9,52
<i>Laurencia</i>	0,00	9,52	14,29	28,57	0,00	33,33	47,62	47,62	4,76	4,76	23,81	28,57
<i>Acanthophora</i>	4,76	28,57	28,57	28,57	0,00	19,05	28,57	19,05	0,00	23,81	23,81	23,81
<i>Hypnea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	4,76	9,52	0,00
<i>Dictyota</i>	0,00	19,05	0,00	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	4,76	0,00
<i>Sargassum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	4,76
<i>Padina</i>	0,00	33,33	23,81	19,05	0,00	4,76	14,29	9,52	14,29	23,81	19,05	19,05
<i>Colpomenia</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,52
<i>Ulva</i>	0,00	0,00	28,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	4,76	9,52	9,52
Chloro filam	14,29	47,62	0,00	38,10	19,05	47,62	47,62	33,33	19,05	33,33	28,57	23,81
Rhodo filam	0,00	0,00	9,52	23,81	0,00	0,00	14,29	4,76	0,00	4,76	23,81	33,33
Rhodo cortic	38,10	42,86	52,38	52,38	19,05	42,86	57,14	52,38	38,10	38,10	28,57	23,81
<i>Amphiroa</i>	4,76	28,57	23,81	23,81	23,81	0,00	4,76	0,00	33,33	19,05	14,29	23,81
<i>Jania</i>	0,00	33,33	28,57	33,33	4,76	19,05	23,81	23,81	33,33	38,10	33,33	28,57
Plumulariidae	0,00	4,76	0,00	4,76	4,76	4,76	14,29	0,00	0,00	19,05	33,33	9,52
Ascidiacea	4,76	14,29	19,05	9,52	0,00	23,81	14,29	0,00	0,00	9,52	4,76	0,00
Porifera laranj	4,76	9,52	4,76	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	19,05	9,52	9,52
Fissurellidae	0,00	0,00	23,81	14,29	0,00	9,52	28,57	23,81	0,00	0,00	4,76	0,00
Acmaeidae	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Actiniaria	0,00	19,05	23,81	14,29	0,00	0,00	0,00	9,52	0,00	0,00	9,52	0,00
<i>Echinometra</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	19,05	23,81	28,57	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Thais</i>	0,00	0,00	0,00	14,29	0,00	0,00	4,76	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Morula</i>	23,81	19,05	14,29	0,00	4,76	14,29	4,76	23,81	33,33	4,76	4,76	14,29
Gastropoda	0,00	23,81	33,33	4,76	9,52	19,05	9,52	19,05	0,00	4,76	19,05	14,29

Ver = verão; Out = outono; Inv = inverno; Pri = primavera; Cyanobacter = Cyanobacteria; *Acanthophora* = *A. spicifera*; *Colpomenia* = *C. sinuosa*; Chloro filam = Chlorophyta filamentosa; Rhodo filam = Rhodophyta filamentosa; Rhodo cortic = Rhodophyta corticada; Porifera laranj = Porifera laranja; *Echinometra* = *E. lucunter*; *Morula* = *M. nodulosa*; Gastropoda = Outros Gastropoda.

Tabela 3 – Identificação de organismos bentônicos observados nos transectos do estudo de zonação durante o ano de 2014.

Identificação		Ocorrência											
		23B				50B				01A			
Geral	Detalhada	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri	Ver	Out	Inv	Pri
Ectocarpales	<i>Feldmannia indica</i>			+									
	<i>Feldmannia irregularis</i>							+					
	<i>Hincksia mitchelliae</i>									+		+	+
Laurencia spp.	<i>Laurencia caduciramulosa</i>			+	+			+	+			+	+
	<i>Palisada perforata</i> ¹				+			+	+			+	+
Hypnea spp.	<i>Hypnea spinella</i>							+					
Chlorophyta filamentosa	<i>Caulerpella ambigua</i>									+			
	<i>Cladophora</i> sp.	+											
	<i>Cladophoropsis membranacea</i>					+							
	<i>Rhizoclonium</i> sp.					+							
Rhodophyta filamentosa	<i>Centroceras clavulatum</i>							+					+
	<i>Wrangelia argus</i>											+	+
Rhodophyta corticada	<i>Champia parvula</i>							+					
	<i>Chondracanthus acicularis</i>							+					
	Gelidiaceae	+								+			
	<i>Gelidiella</i> sp.					+							
	<i>Gelidiella ligulata</i>							+					
	<i>Pterocladia capillacea</i>					+							
Ascidiacea	<i>Botrylloides nigrum</i>			+	+			+			+	+	
Fissurellidae	<i>Fissurella</i> sp.			+				+				+	
Acmaeidae	<i>Collisella</i> sp.			+					+				
<i>Thais</i> spp.	<i>Thais haemastoma</i>							+					
Outros	<i>Anachis</i> sp.			+									
Gastropoda	<i>Bittium</i> sp.		+										
	<i>Bittium varium</i>												+
	<i>Cerithium atratum</i>		+	+		+	+						+
	<i>Mangelia</i> sp.		+										
	<i>Mitrella argus</i>							+					
	<i>Pisania auritula</i>												+
	<i>Siphonaria</i> sp.		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+

Ver = verão; Out = outono; Inv = inverno; Pri = primavera.

Presença do organismo: +

¹ *Laurencia papillosa* (C. Agardh) [= *Palisada perforata* K.W.Nam].

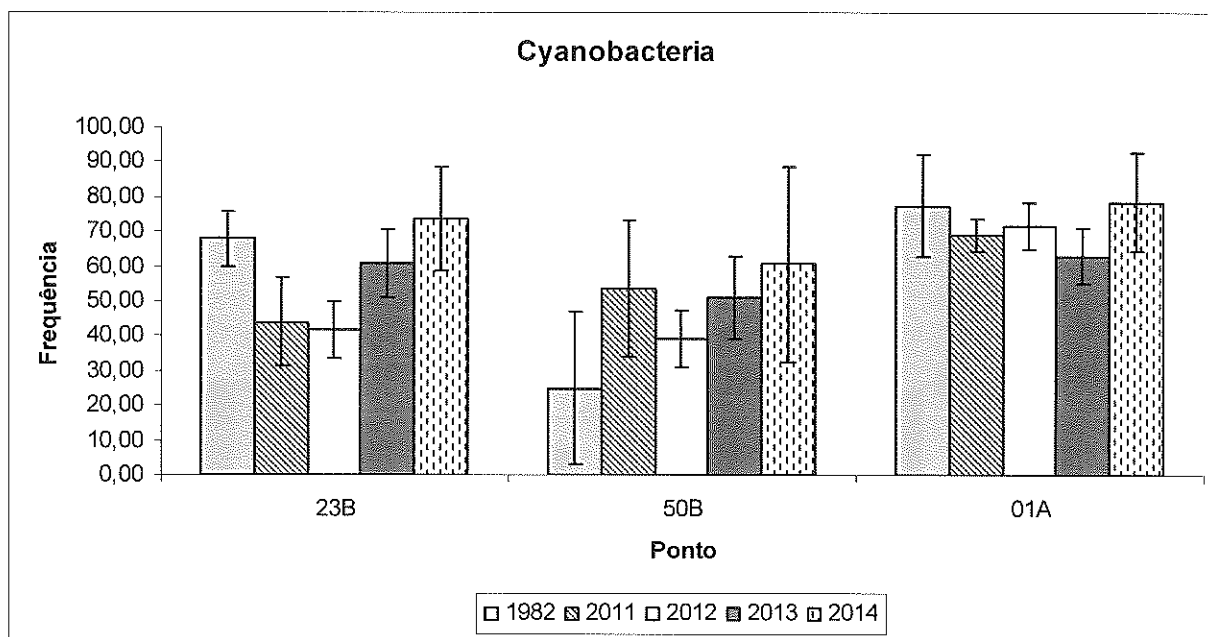


Figura 5 – Frequência anual de ocorrência de Cyanobacteria nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

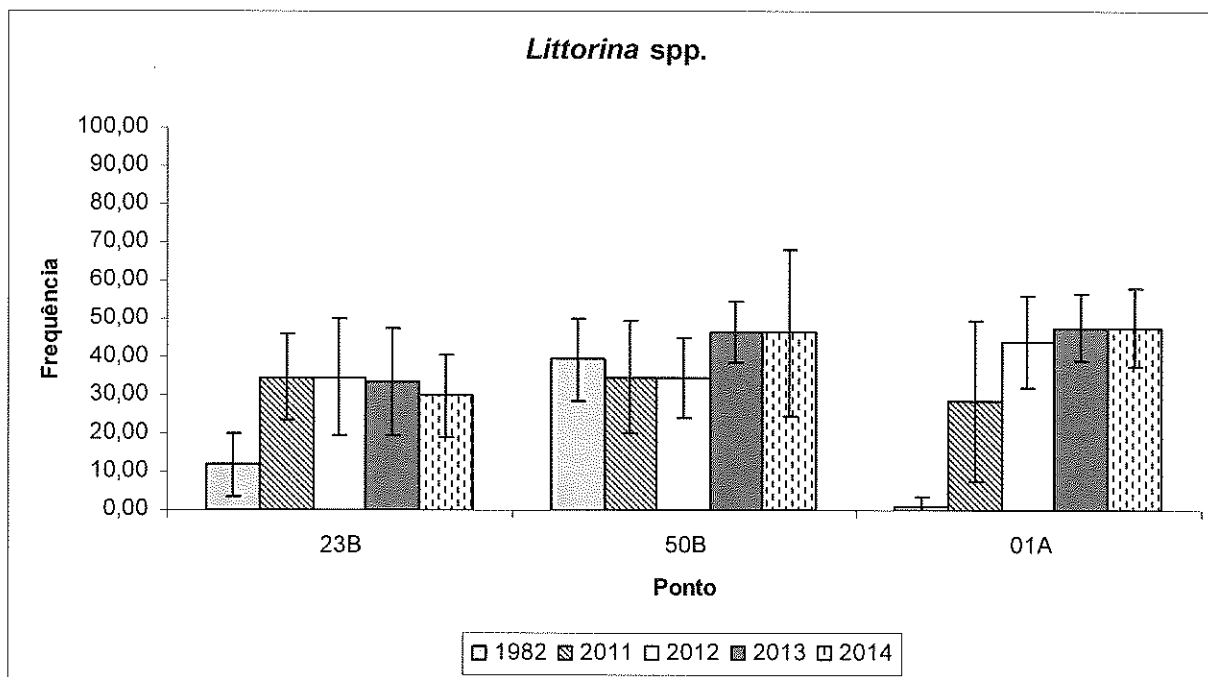


Figura 6 – Frequência anual de ocorrência de *Littorina* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

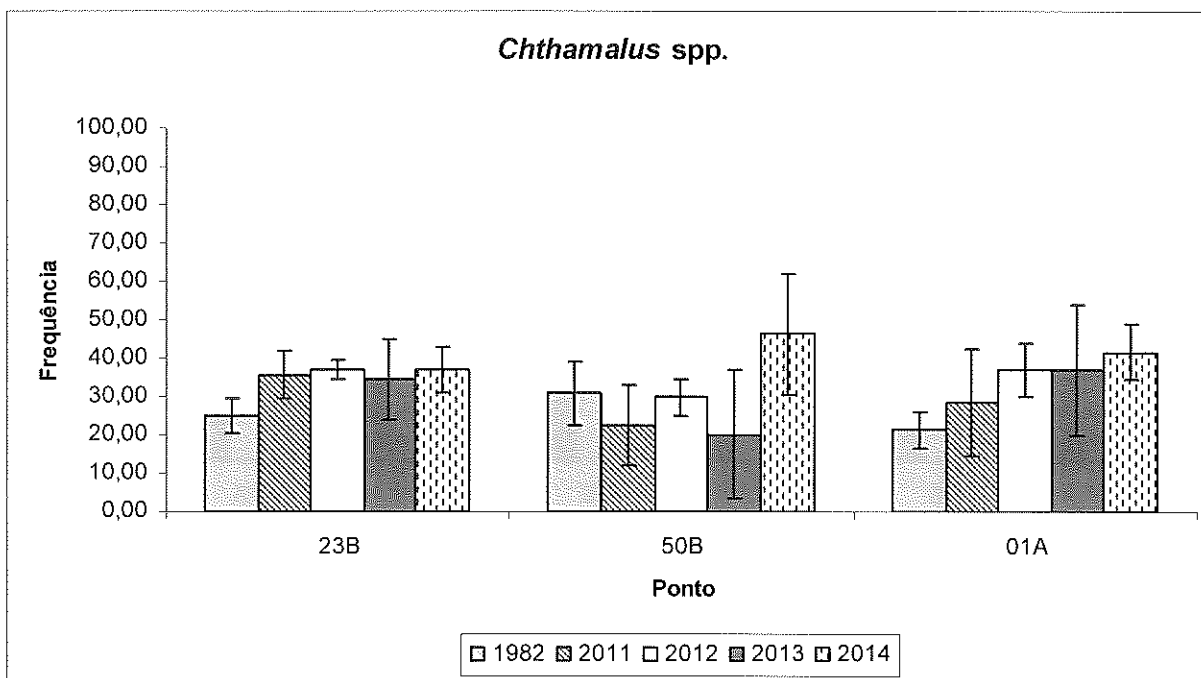


Figura 7 – Frequência anual de ocorrência de *Chthamalus* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

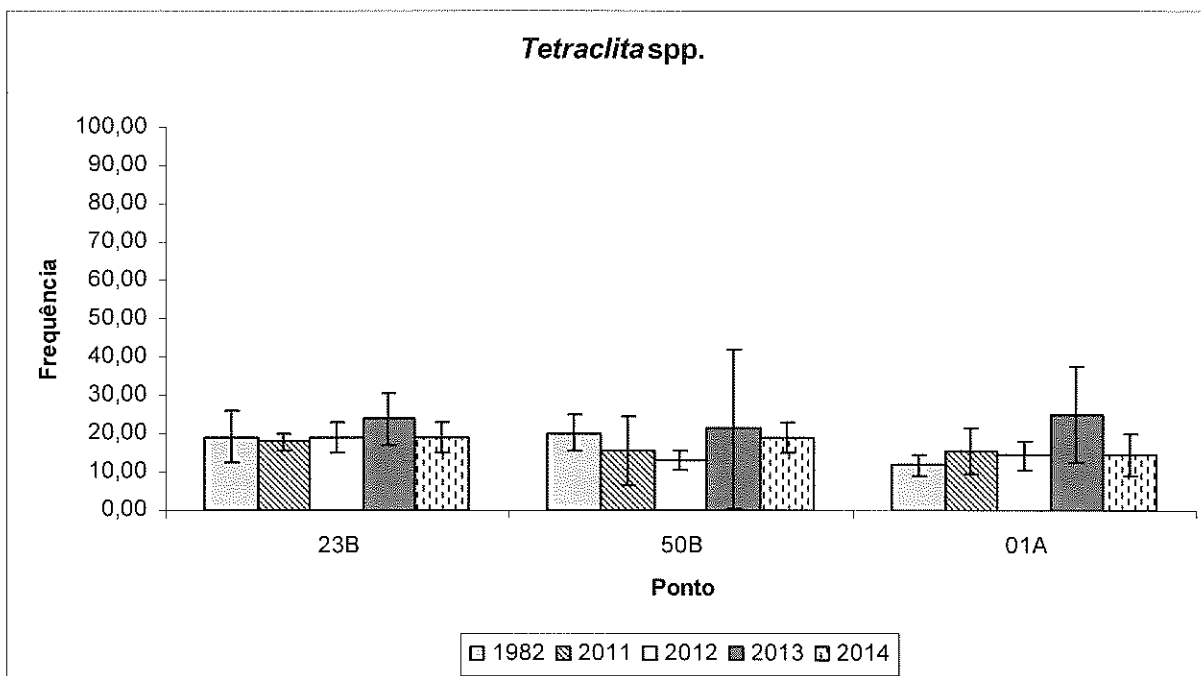


Figura 8 – Frequência anual de ocorrência de *Tetraclita* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

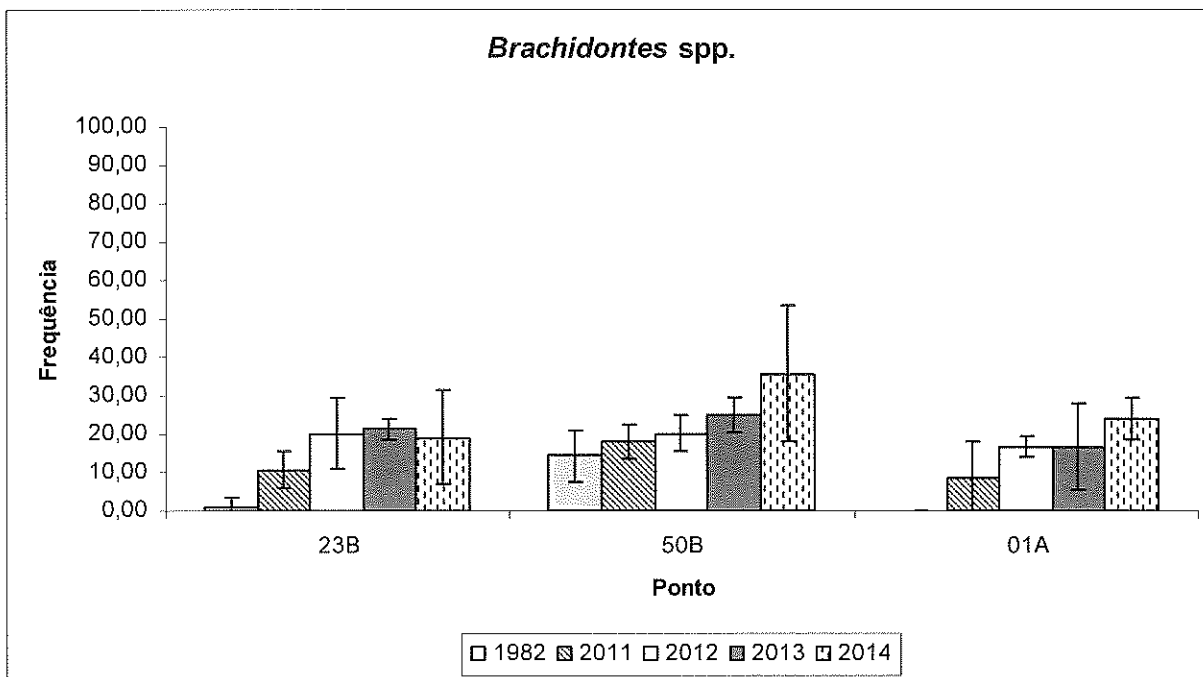


Figura 9 – Frequência anual de ocorrência de *Brachidontes* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

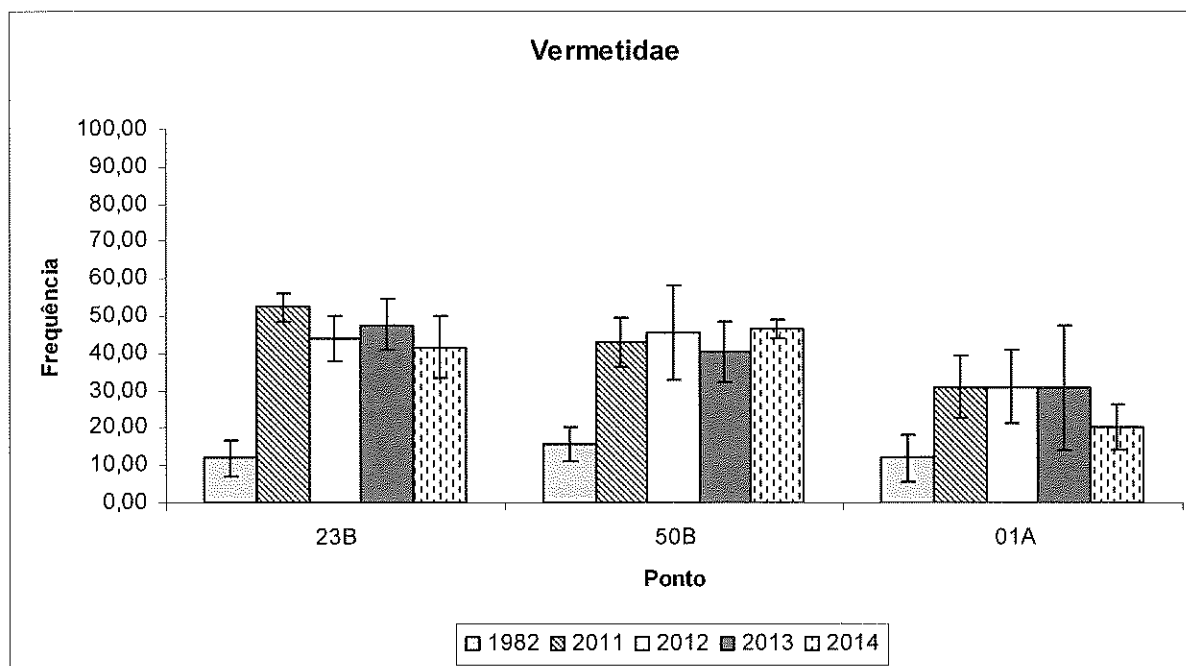


Figura 10 – Frequência anual de ocorrência de Vermetidae nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

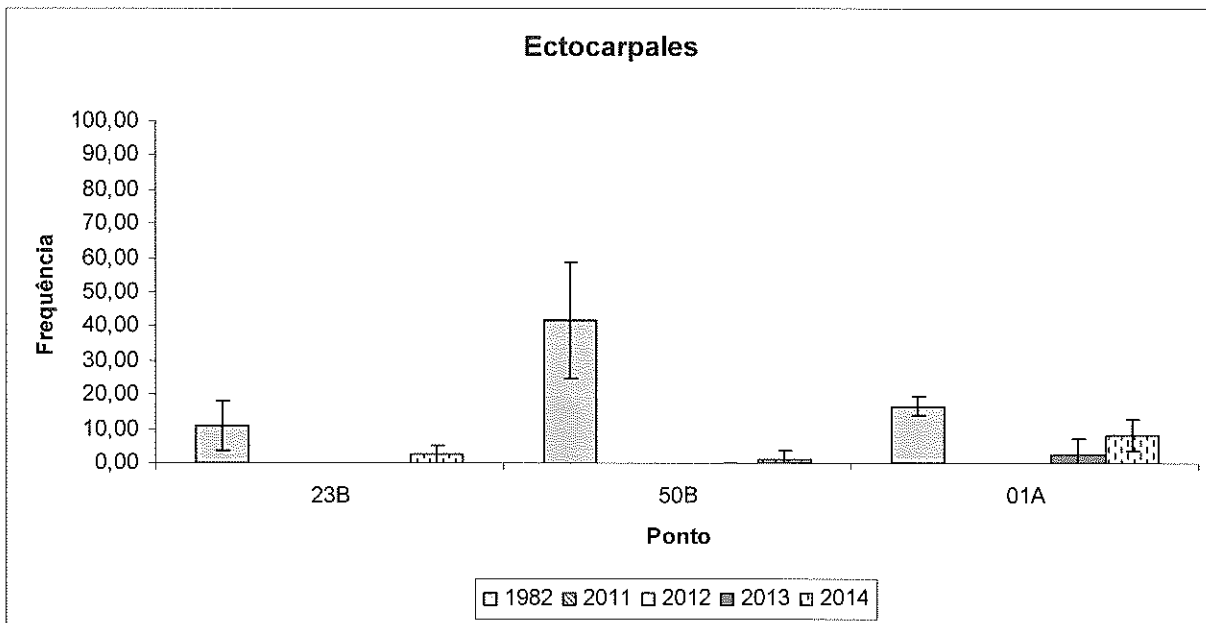


Figura 11 – Frequência anual de ocorrência de Ectocarpales nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

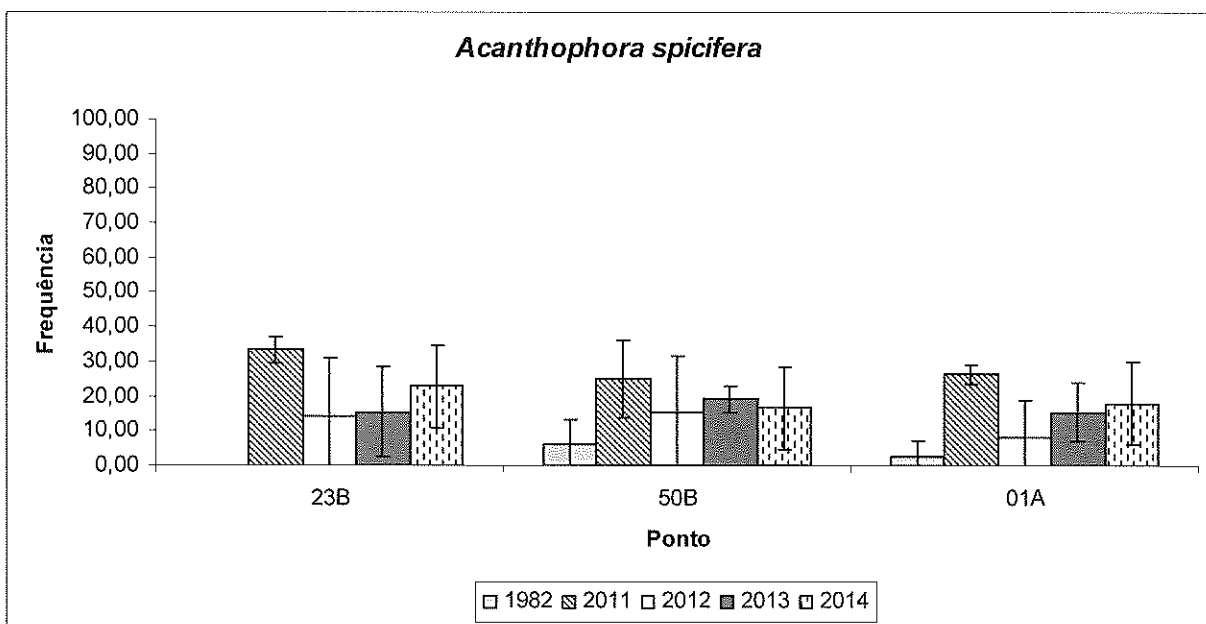


Figura 12 – Frequência anual de ocorrência de *Acanthophora spicifera* nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

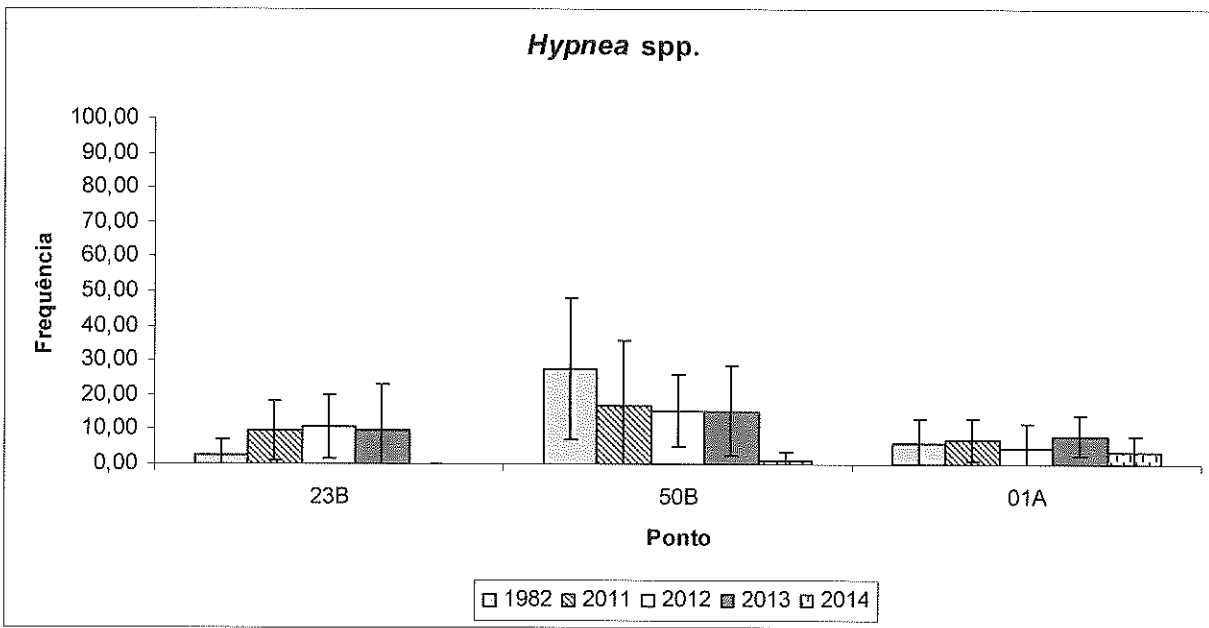


Figura 13 – Frequência anual de ocorrência de *Hypnea* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

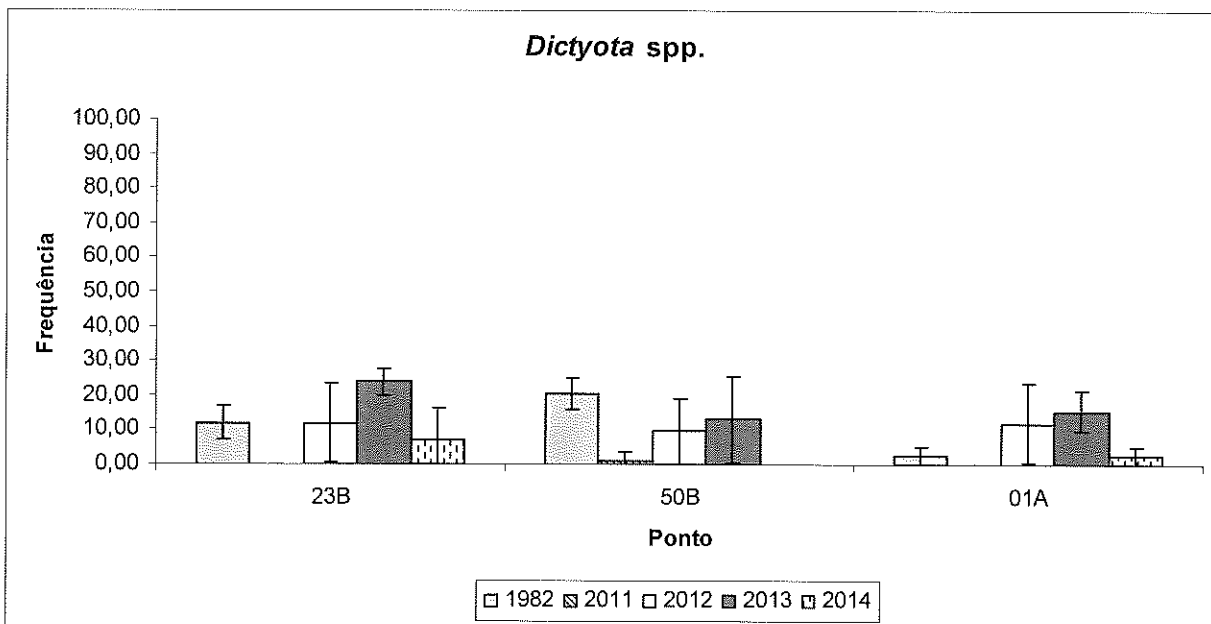


Figura 14 – Frequência anual de ocorrência de *Dictyota* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

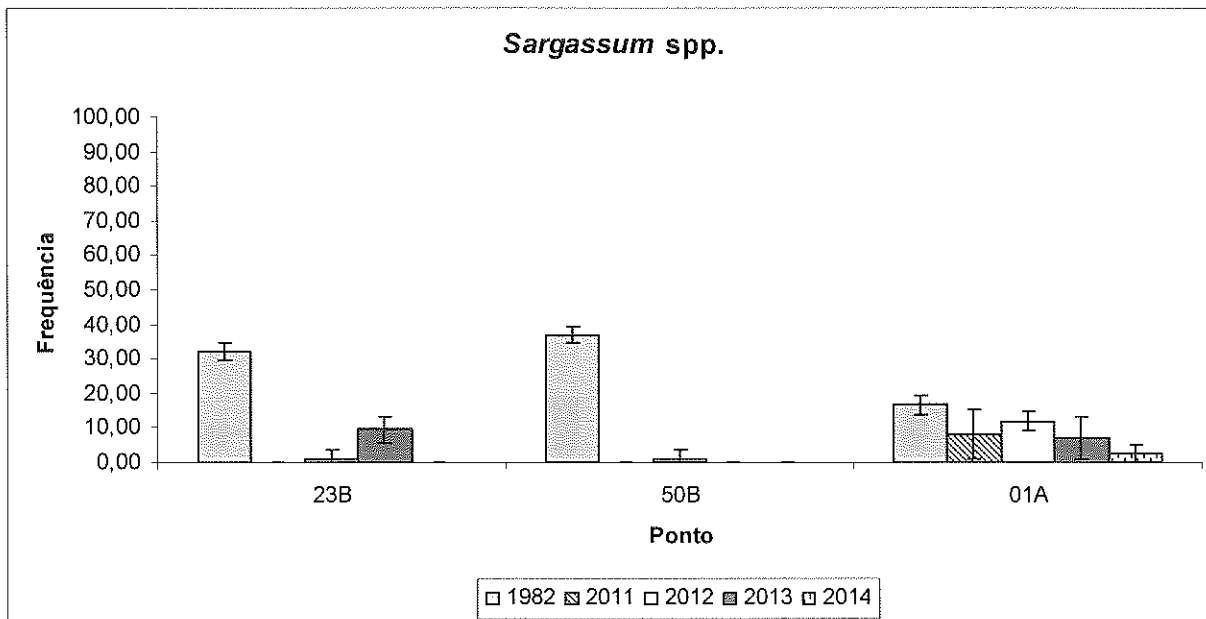


Figura 15 – Frequência anual de ocorrência de *Sargassum* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

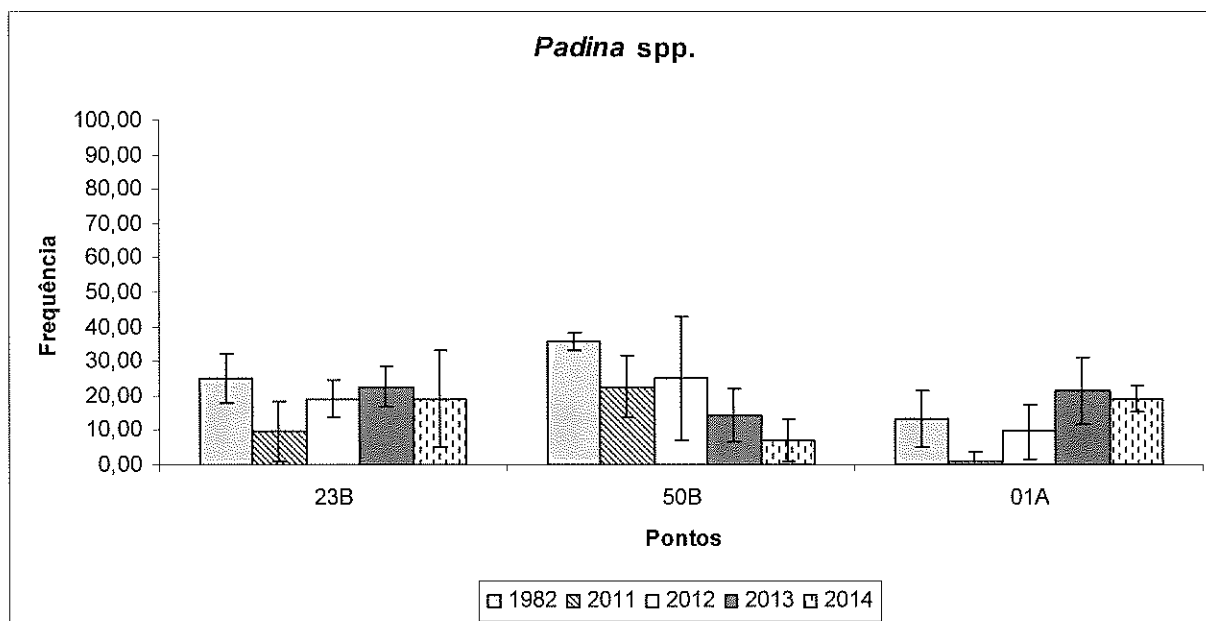


Figura 16 – Frequência anual de ocorrência de *Padina* spp. nos transectos do estudo de zonação no ano de 1982 e nos quatro últimos anos operacionais. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

2.3. Discussão

Apesar dos resultados das análises de associação não apontarem correlação significativa entre as potências das usinas e a TSM nos três pontos estudados, a TSM na área controle (ponto 01A) foi inferior à TSM na área impacto (ponto 23B e 50B) em todas as estações do ano. Este padrão está de acordo com as simulações da temperatura da água do mar no Saco Piraquara de Fora em função do lançamento do efluente térmico da CNAAA, feitas por ocasião do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Usina de Angra 3 (ELETRONUCLEAR, 2005).

Também não houve correlação significativa entre as potências das usinas e a salinidade em nenhum dos pontos estudados. Com exceção do outono, quando a salinidade nos três pontos foi igual (resultado obtido com uso de refratômetro, diferentemente das demais estações, quando foi usada a sonda multiparamétrica), a salinidade na área controle foi menor que na área impacto. De acordo com o EIA de Angra 3 (ELETRONUCLEAR, 2005), a utilização de águas oceânicas no sistema de resfriamento da CNAAA não provoca alteração significativa nas condições químicas das águas do Saco Piraquara de Fora. Isto sugere que a diferença de salinidade observada entre o ponto 01A e os pontos 23B e 50B não deve ser atribuída à operação da Central Nuclear.

O padrão de zonação observado no ano de 2014 é muito semelhante ao descrito nos anos de 2013, 2012 e 2011 (ELETRONUCLEAR, 2012; 2013; 2014c). No entanto, estes padrões diferem do observado no período pré-operacional no que diz respeito à faixa de Ectocarpales (mesolitoral) e à faixa de *Sargassum* spp. (infralitoral).

Durante o período pré-operacional, as Ectocarpales, juntamente com *Tetraclita* spp. e Vermetidae, formavam uma faixa bem definida na região do mesolitoral (FUJB, 1981). No entanto, durante os últimos quatro anos operacionais, as primeiras tornaram-se raras, sendo encontradas sempre em baixa densidade. Em 2011 e 2012 não houve registro de Ectocarpales nos pontos estudados e em 2013 elas estiveram presentes apenas no ponto 01A, na primavera e no verão (ELETRONUCLEAR, 2014c). Já em 2014 elas estiveram presentes no ponto 01A, em todas as estações, no ponto 23B, no inverno e na primavera, e no ponto 50B, apenas no inverno. Na faixa ocupada anteriormente pelas Ectocarpales, agora se observam rodófitas corticadas (com destaque para ordem Gelidiales), presentes, em densidades variáveis, em todos os pontos em todas as estações.

A densa faixa de *Sargassum* spp. que caracterizava o início da região infralitoral durante o período pré-operacional (FUJB, 1981) foi bastante reduzida, conforme indica a atual frequência de ocorrência desta alga. A região ocupada anteriormente pela faixa de *Sargassum* spp. é ocupada atualmente por um tapete de calcárias articuladas (*Amphiroa* spp. e *Jania* spp.). Em 2014 este tapete esteve presente, com diferentes percentuais de cobertura, no ponto 23B, do outono à primavera, no ponto 50B, no verão, no inverno e na primavera, e no ponto 01A, em todas as estações.

A tendência de redução observada na frequência anual de ocorrência de *Sargassum* spp. no transecto do ponto 01A (área controle) sugere que as mudanças na faixa de *Sargassum* spp. podem não estar relacionadas à influência da CNAAA. Em um estudo sobre macrófitas aquáticas sob a influência da central nuclear de Olkiluoto na Finlândia foi registrado o desaparecimento da alga *Fucus vesiculosus* (pertencente à ordem Fucales, assim como o *Sargassum*) no transecto mais próximo à descarga do efluente e a presença

de indivíduos com talos menores e menos ramificados nos pontos de amostragem próximos à descarga (KESKITALO; ILUS, 1987). Entretanto, nos pontos mais distantes da descarga os bancos de *F. vesiculosus* foram descritos como “limpos, uniformes e luxuriantes” (KESKITALO; ILUS, 1987, p. 14).

A redução dos bancos de *Sargassum* na Baía da Ilha Grande parece não estar restrita às áreas amostradas pelo Programa de Monitoração Ambiental da CNAEA (ELETRONUCLEAR, 2014d). Na verdade, este fenômeno não se limita ao litoral sul fluminense ou mesmo à costa brasileira. Estudos têm apontado o desaparecimento de bancos de *Sargassum* em diferentes partes do mundo, como o sudoeste da França (THIBAUT *et al.*, 2005) e o leste da Austrália (PHILLIPS; BLACKSHAW, 2011). Nestes estudos, embora não tenha sido possível indicar precisamente as causas do desaparecimento da alga, há indícios de que ele esteja ligado, entre outros fatores, à eutrofização e urbanização.

É provável que a extensão e o adensamento da faixa de cianobactérias nos três pontos, a redução ou ausência das faixas de rodófitas corticadas e de calcárias articuladas e a ausência das algas pardas nos pontos 23B e 50B, observadas durante o verão estejam associadas às anomalias climáticas registradas no período compreendido entre janeiro e abril de 2014. Neste período, a temperatura média global dos oceanos foi a terceira mais quente do registro histórico, que compreende os últimos 135 anos, devido, principalmente, ao aquecimento recorde em partes de cada uma das principais bacias oceânicas, incluindo o Atlântico Sul (NOAA, 2014).

A comparação entre a diversidade de organismos observada em cada um dos pontos ao longo das estações do ano indica que em 2014, no geral, os maiores valores de diversidade ocorreram no inverno e os menores no verão. O ponto 01A foi o mais diverso dos pontos em todas as estações. Para os pontos estudados, os valores mais baixos de diversidade durante o verão em 2014 são condizentes com as observações feitas nos três anos anteriores (ELETRONUCLEAR, 2012; 2013; 2014c). Nestes anos, porém, não houve um padrão claro quanto à estação com maior diversidade.

Em 2014 não foi observado um padrão geral de sazonalidade para nenhum dos organismos estudados (este padrão é definido aqui como uma mesma tendência de crescimento, redução ou estabilidade na frequência de ocorrência de um dado organismo entre as estações do ano, para todos os pontos). Este padrão geral foi observado em 2013 apenas para Cyanobacteria, não foi observado para nenhum organismo em 2012 e só foi observado em 2011 para *Jania* spp. (ELETRONUCLEAR, 2012; 2013; 2014c). A ausência e os poucos padrões gerais de sazonalidade observados nos quatro últimos anos operacionais podem ser um indicativo de que os fatores que determinam a ocorrência dos organismos nos pontos 23B, 50B e 01A atuam em escala local, isto é, em cada ponto.

3. COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DE ALGAS PARDAS (PHAEOPHYCEAE, HETEROKONTOPHYTA) DO PONTO 32B

3.1. Material e métodos

Foram realizadas 12 vistorias, uma em cada mês do ano, no ponto 32B do Saco Piraquara de Fora, que se localiza a aproximadamente 200 m do ponto de lançamento dos

efluentes térmicos da CNAAA (Figura 2). A cada vistoria, por meio de mergulho livre e autônomo, foram realizadas duas transecções de aproximadamente 70 m cada, sendo uma na porção inferior do mesolitoral, em profundidades de até 1 m, e outra na porção superior do infralitoral, em profundidades de até 3 m.

A temperatura do ar foi aferida com termômetro digital *Mini data logger* Testo 174T. A temperatura superficial da água do mar (TSM) e a salinidade foram mensuradas com uma sonda multiparamétrica HACH HQ40, com exceção das campanhas de maio, junho e julho, quando a sonda estava em manutenção e as medições foram feitas com termômetro digital Testo IP67 e refratômetro ATAGO ATC-S/Mill-E. Os dados de potência térmica das usinas foram obtidos junto às salas de controle de Angra 1 e Angra 2. Os seguintes dados registrados nos protocolos de coleta foram determinados por estimativa visual: estado do tempo, modo do mar e visibilidade da água.

Os valores mensais da TSM apresentados nesta seção representam a média entre os valores obtidos durante as vistorias de composição específica de algas pardas no ponto 32B e os valores obtidos quinzenalmente no ponto 114 do mapeamento hidrotérmico (o mais próximo do ponto 32B) realizado pelo Laboratório de Monitoração Ambiental. Os valores de potência térmica representam a média dos três dias em que houve mensuração de temperatura. Para testar as associações existentes entre a potência térmica das usinas e a TSM e entre a potência e a salinidade foi empregada a correlação linear de Pearson. Para testar as associações entre a TSM e o número de táxons de algas pardas foi empregada a correlação de Spearman. Todos os testes foram realizados no programa BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007).

Foram observadas *in situ* as espécies de algas pardas presentes no ponto e, quando necessário, foram coletadas amostras, para confirmação da identificação em laboratório. Neste último caso, as amostras foram identificadas com auxílio de microscópio estereoscópico, microscópio óptico e bibliografia especializada (CRISPINO, 2000; JOLY, 1965; LITTLER; LITTLER, 2000; NUNES; PAULA, 2000; 2001; 2004; PAULA, 2007). A conservação das amostras se deu em via seca (herborização) ou úmida (formalina a 4% diluída em água do mar), em função das características de cada táxon. Para facilitar a comparação entre os dados da série histórica, foi mantida a nomenclatura dos táxons adotada nos anos anteriores. A nomenclatura atualizada de acordo com Wynne (2011) é dada entre colchetes. A classificação dos táxons em grupos funcionais segue a proposta de Steneck e Dethier (1994).

Nas análises que envolveram o número de táxons, para evitar uma superestimativa dos valores totais (anuais e mensais), foram descartadas as identificações supraespecíficas (a maioria delas devido à insuficiência de caracteres diagnósticos) toda vez que mais de um representante de um mesmo gênero foi observado.

3.2. Resultados

Os dados dos protocolos de coleta são apresentados na Tabela 4. A variação das potências térmicas das usinas e da TSM é apresentada na Figura 17. As análises de correlação revelaram associações significativas entre a potência térmica de Angra 2 e a TSM no ponto 32B ($r = 0,7472$; $p = 0,0052$), porém o mesmo não foi observado para as correlações feitas com a potência de Angra 1 ($r = 0,1196$; $p = 0,7113$). A variação das



potências e da salinidade é apresentada na Figura 18. As análises de correlação não apontaram associações significativas entre as potências térmicas das usinas e a salinidade (Angra 1: $r = 0,1591$; $p = 0,6213$ e Angra 2: $r = -0,0016$; $p = 0,9961$).

Tabela 4 – Dados do protocolo de coleta do ponto 32B no ano de 2014.

Dado	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dia	8	6	28	30	30	19	14	22	12	24	10	12
H _{inicial}	09:47	09:13	09:05	09:44	09:30	09:06	09:00	09:40	08:58	08:52	09:15	09:05
H _{final}	11:10	10:50	10:31	11:20	11:12	10:43	10:41	11:02	11:05	11:04	10:40	10:43
T _{ar} (°C)	31,9	27,3	27,3	25,9	24,6	23,7	21,6	25,5	23,9	24,1	23,8	26,1
TSM (°C)	36,8	32,9	35,1	31,4	31,5	32,6	29,6	24,4	30,9	31,4	33,2	30,3
Salinidade	35,0	36,3	35,3	35,3	35,0	34,0	35,0	36,0	36,4	36,6	36,5	36,8
P _{UNA1} (%)	100	100	86	0	100	100	100	100	100	100	100	100
P _{UNA2} (%)	100	100	100	100	100	92	74	0	100	100	100	99,8
Visibilidade	P	P	MB	P	B	MB	B	P	MB	MB	MB	MB
Mar	A±	C	C	C	C	C	C	A	C	C	C	C
Tempo	A	A	A	A	A	N	A	A	N	A	N	A

H_{inicial} = hora de início do trabalho; H_{final} = hora de término do trabalho.

T_{ar} = temperatura do ar; TSM = temperatura superficial da água do mar.

P_{UNA1} = Potência térmica da Usina de Angra 1; P_{UNA2} = Potência térmica da Usina de Angra 2.

Visibilidade = visibilidade da água (MB - Muito boa; B - Boa; P - Prejudicada; N - Nula).

Mar = Modo do mar (C - Mar calmo; A± - Mais ou menos agitado; A - Mar agitado).

Tempo = Estado do tempo (A - Céu aberto; N± - Parcialmente nublado; N - Céu nublado; C - Com chuva).

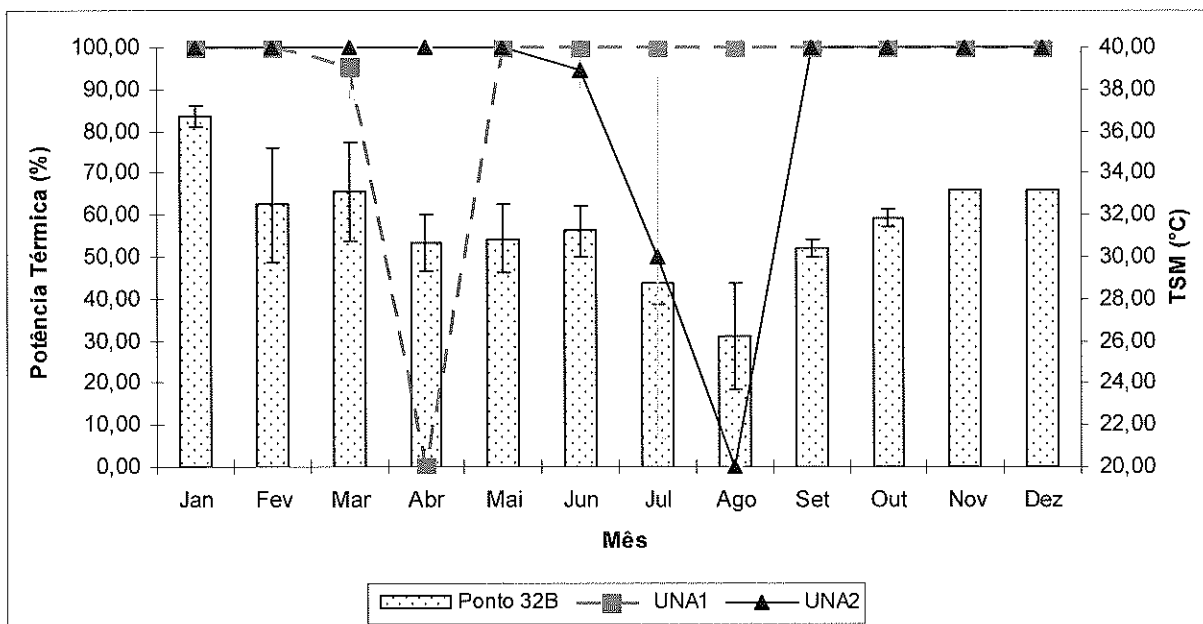


Figura 17 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da temperatura superficial da água do mar (TSM) no ponto 32B ao longo do ano de 2014. Barra de erros de ± 1 desvio padrão.

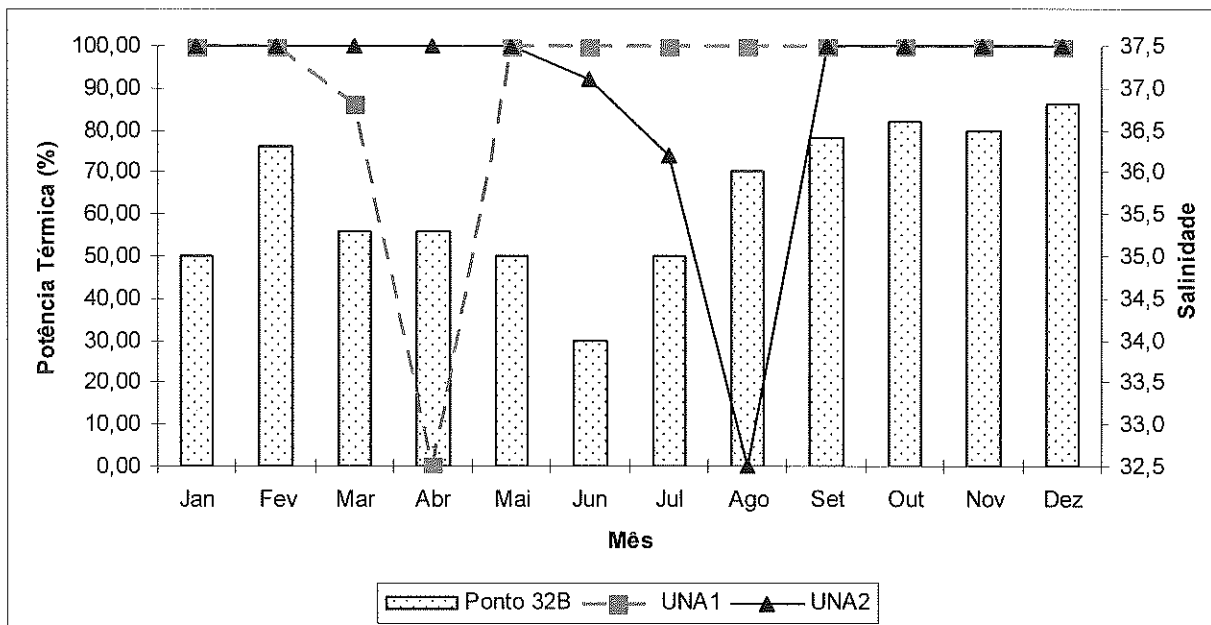


Figura 18 – Variação da potência térmica das Usinas de Angra 1 (UNA1) e Angra 2 (UNA2) e da salinidade no ponto 32B ao longo do ano de 2014.

No ano de 2014 foram registrados no ponto 32B três gêneros de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta): *Dictyota* J. V. Lamour., 1809, *Padina* Adans., 1763 e *Sphacelaria* Lyngb., 1818. Dentre estes, foram identificadas as espécies *Dictyota cervicornis* Kützinger [= *Canistrocarpus cervicornis* (Kütz.) De Paula & De Clerck], *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder e *Sphacelaria tribuloides* Menegh. (Figura 19) Em agosto, foi observado em campo um único indivíduo do gênero *Padina*, que não foi coletado, sendo identificado como *Padina* sp. Em setembro, as amostras de *Sphacelaria* coletadas que não possuíam estruturas reprodutivas (elemento fundamental para taxonomia do gênero) também foram identificadas apenas em nível genérico. Os registros de algas pardas ocorreram entre os meses de abril e dezembro, não sendo observado nenhum representante do grupo entre janeiro e março.

A Tabela 5 apresenta a composição específica e o grupo funcional das algas pardas observadas no ponto 32B nos últimos quatro anos operacionais e no período pré-operacional. A frequência relativa de cada grupo funcional no período citado anteriormente é apresentada na Figura 20. A Figura 21 apresenta a variação do número de táxons de algas pardas no ponto ao longo de todo o período de monitoração. A relação nominal de todos os táxons já registrados durante a monitoração, com mês e ano de ocorrência, é apresentada no Apêndice 7.4.

A análise de correlação revelou associações significativas entre os valores mensais do número de algas pardas e a TSM ($r_s = -0,5045$; $p = 0,0003$) durante os quatro últimos anos operacionais.

A fisionomia da região mesolitoral no ponto 32B (Figura 22A), em 2014, pode ser descrita pela presença de extensas faixas de moluscos vermetídeos (*Petalconchus* sp.) e extensos tapetes de cianobactérias. Em meio a estes organismos espalham-se tufo e almofadas de rodófitas corticadas (com destaque para os representantes da ordem

Gelidiales) e clorófitas filamentosas (com destaque para os gêneros *Cladophora*, *Cladophoropsis*, *Chaetomorpha* e *Ulva*). As faixas de vermetídeos estendem-se até a região infralitoral (Figura 22B), porém nesta região a presença das cianobactérias não é tão conspícua. No infralitoral também são observadas rodófitas corticadas (com destaque para as Gelidiales e os gêneros *Acanthophora* e *Hypnea*) e clorófitas filamentosas (mesmos gêneros indicados para o mesolitoral), além de almofadas de calcárias articuladas (gênero *Jania*) e feofíceas (com destaque para os gêneros *Dictyota* e *Padina*). Em ambas as regiões do ponto 32B é notória a presença de grande quantidade de sedimento fino.

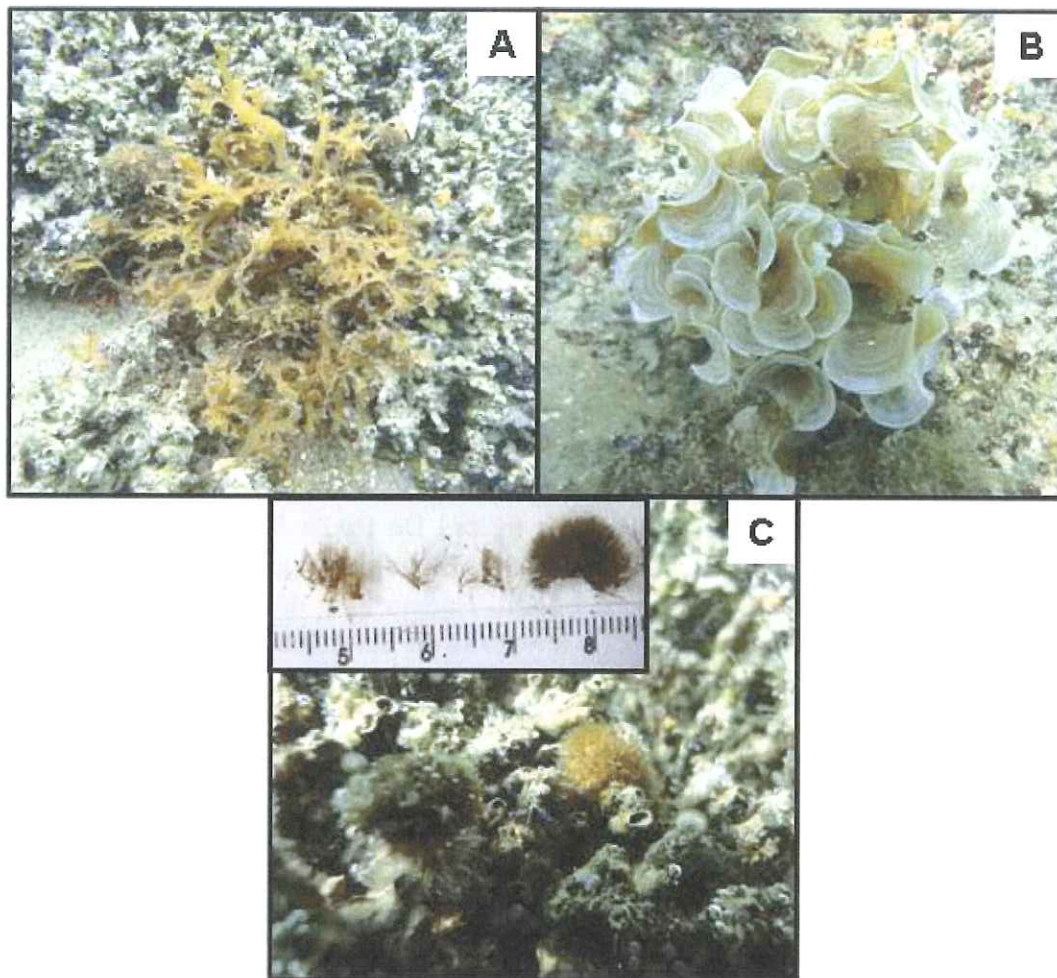


Figura 19 – Espécies de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) registradas no ponto 32B no ano de 2014. A) *Dictyota cervicornis* Kützinger [= *Canistrocarpus cervicornis* (Kütz.) De Paula & De Clerck]; B) *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder; C) *Sphacelaria tribuloides* Menegh. Fotos de J.P. Garcia Araujo.

Tabela 5 – Ocorrência dos táxons e grupos funcionais de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) no ponto 32B durante o período pré-operacional e nos quatro últimos anos operacionais (2011 – 2014).

Grupo Funcional ¹	Táxon	Pré-operacional				Operacional			
		1980	1981	1982	1983	2011	2012	2013	2014
FilUni	<i>Bachelotia antillarum</i>	+	+	+					
MaCort	<i>Colpomenia sinuosa</i>	+		+					
FolCor	<i>Dictyopteris delicatula</i>	+	+	+	+				
FolCor	<i>Dictyopteris plagiogramma</i>	+	+	+	+				
FolCor	<i>Dictyota cervicornis</i>	+	+	+	+		+	+	+
FolCor	<i>Dictyota ciliolata</i>		+	+	+				
FolCor	<i>Dictyota mertensii</i>			+	+				
FolCor	<i>Dictyota sp.</i>							+	
FilUni	<i>Feldmannia indica</i>						+		
FilUni	<i>Feldmannia irregularis</i>	+	+	+	+				
FilUni	<i>Hincksia mitchelliae</i>	+	+	+	+				
FolCor	<i>Padina antillarum</i>	+	+	+	+				
FolCor	<i>Padina gymnospora</i>	+		+		+	+	+	+
FolCor	<i>Padina sp.</i>						+	+	+
Crost	<i>Ralfsia expansa</i>			+					
MaCort	<i>Rosenvingea sanctae-crucis</i>	+							
MaCori	<i>Sargassum filipendula</i>			+	+				
MaCori	<i>Sargassum sp.</i>	+						+	
MaCori	<i>Sargassum stenophyllum</i>		+	+	+				
FilPlu	<i>Sphacelaria rigidula</i>	+	+	+	+				
FilPlu	<i>Sphacelaria sp.</i>					+			+
FilPlu	<i>Sphacelaria tribuloides</i>	+	+	+			+		+
	Total	13	11	16	11	2	4	3	3

Presença do organismo: +

¹ Classificação dos grupos segue Steneck e Dethier (1994). FilUni – Filamentosa unisseriada; FilPlu – Filamentosa plurisseriada; FolCor – Folhosa corticada; MaCort – Macrófita corticada; MaCori – Macrófita coriácea; Crost - Crostosa.



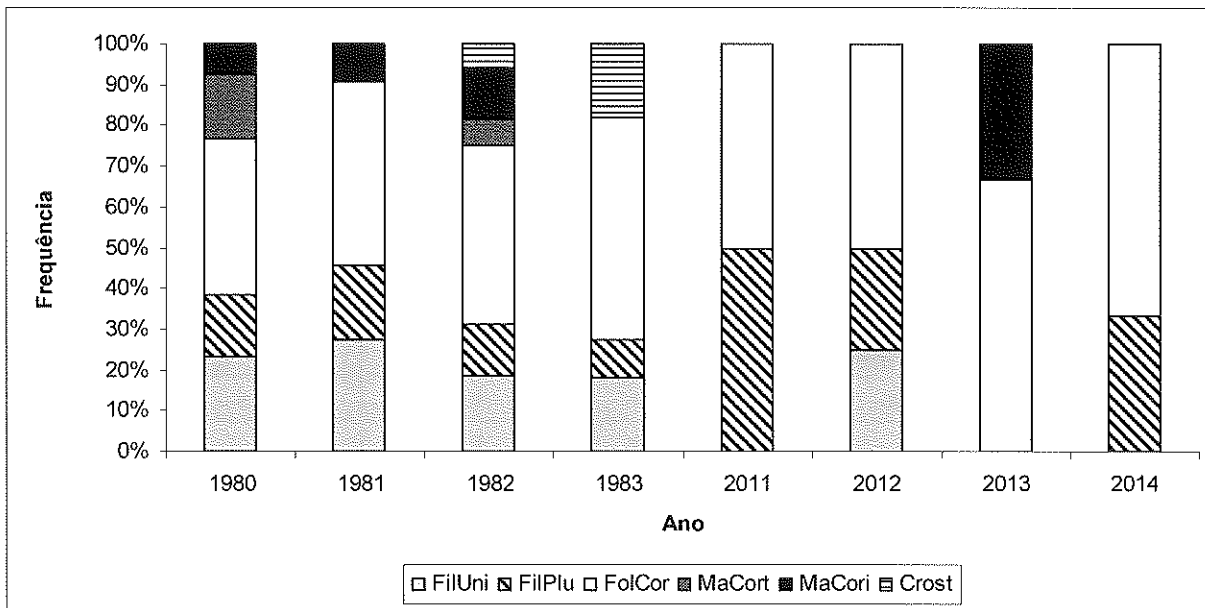


Figura 20 – Frequência relativa de cada grupo funcional de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) no período pré-operacional e nos quatro últimos anos operacionais, no ponto 32B. FilUni – Filamentosa unisseriada; FilPlu – Filamentosa plurisseriada; FolCor – Folhosa corticada; MaCort – Macrófita corticada; MaCori – Macrófita coriácea; Crost – Crostosa. Classificação dos grupos segue Steneck e Dethier (1994).

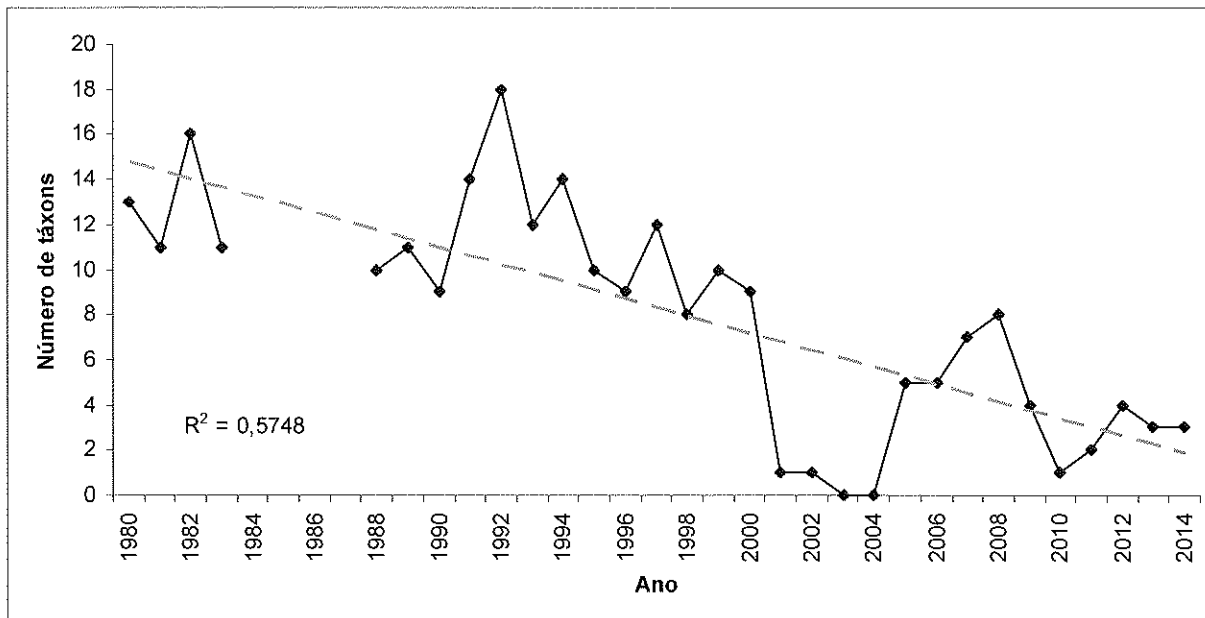


Figura 21 – Variação do número de táxons de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) encontradas no ponto 32B por ano, no período entre 1980 e 2014. Linha de tendência ajustada (tracejado cinza).

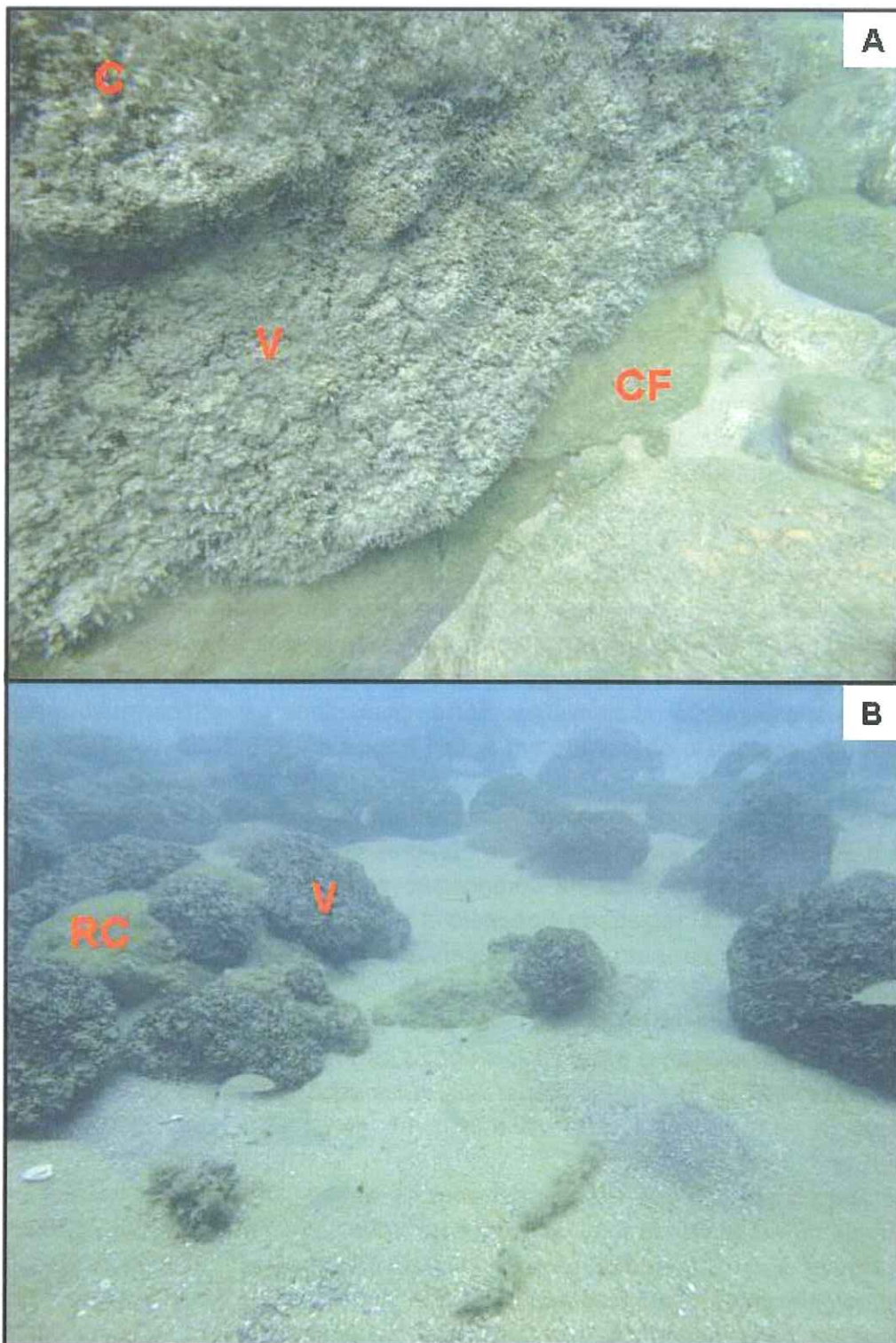


Figura 22 – Fisionomia do ponto 32B no ano de 2014. A) Região mesolitoral; B) Região infralitoral. C – tufos de Cyanobacteria; V – faixa de Vermetidae; CF – almofada de clorófitas filamentosas; RC – almofada de rodófitas corticadas. Fotos de J.P. Garcia Araujo.

3.3. Discussão

Os resultados das análises de correlação entre a potência das usinas de Angra 1 e Angra 2 e a TSM podem ser explicados pela diferença de potência existente entre as usinas. Enquanto Angra 1 possui potência térmica nominal de 1.882 MWt, Angra 2 possui potência térmica nominal de 3.371 MWt, ou seja, sua potência é 1,79 vezes maior. As diferentes capacidades térmicas acarretam também em diferentes volumes de água do mar utilizados no sistema de água de circulação de cada usina: a plena potência, Angra 1 libera 40 m³/s de água do mar aquecida no Saco Piraquara de Fora, enquanto Angra 2 libera 80 m³/s.

Os resultados das análises de correlação entre potência e salinidade estão de acordo com o EIA de Angra 3 (ELETRONUCLEAR, 2005), no qual foi observado que utilização de águas oceânicas no sistema de resfriamento da CNAAA não provoca alteração significativa nas condições químicas das águas do Saco Piraquara de Fora.

Com o critério adotado para a redução da superestimativa do total de táxons de algas pardas, houve redução nos valores apresentados em relatórios anteriores para os anos de 1998 (10 para 8), 1999 (11 para 10), 2000 (11 para 9), 2005 (6 para 5), 2006 (7 para 5), 2008 (10 para 8), 2009 (5 para 4), 2012 (5 para 4) e 2013 (5 para 3).

O resultado da análise de correlação indica que valores mais elevados na TSM estão associados a uma menor diversidade taxonômica de feofíceas na área de estudo. Este tipo de associação é coerente com o padrão global de distribuição deste grupo, que apresenta em águas frias, especialmente no hemisfério norte, diversidade específica muito maior e mais tipos morfológicos que o observado em águas tropicais (LEE, 2008; NASSAR *et al.*, 2013).

O número de táxons de algas pardas observado no ano de 2014 é o mesmo que o observado em 2013. Nestes anos, embora os números de gêneros de espécies tenham sido idênticos, houve uma mudança na composição específica: em 2013 foi registrado *Sargassum* sp. e em 2014 foi registrada *Sphacelaria tribuloides*. A manutenção do número de táxons de um ano para outro já foi observada anteriormente, nos períodos de 2001/2002, 2003/2004 e 2005/2006. A tendência de recuperação das algas pardas no ponto 32B, descrita nos relatórios de 2011 e 2012 (ELETRONUCLEAR, 2012; 2013), apresentou uma ligeira redução e estabilizou-se entre os anos de 2013 e 2014. O total de táxons observado em 2014 (n = 3) foi inferior aos totais observados nos anos do período pré-operacional (n = 13, n = 11, n = 16 e n = 11, para 1980, 1981, 1982 e 1983, respectivamente).

Comparando o período pré-operacional com os quatro últimos anos operacionais, observa-se também a redução do total de grupos funcionais presentes no ponto 32B entre os períodos. Houve ainda aumento da frequência relativa de grupos funcionais de pequeno porte e baixa complexidade anatômico-morfológica (filamentosas) e redução na ocorrência de grupos de maior porte e complexidade (macrófitas coriáceas). Devido às condições nas quais *Sargassum* sp. foi encontrado em 2013 (ELETRONUCLEAR, 2014c), não há comprometimento do quadro descrito acima. Essas mudanças estão de acordo com a hipótese de Steneck e Dethier (1994), a qual prevê que, se mantidos os níveis de produtividade e distúrbio (ainda que este último seja elevado), não há mudança na

estrutura da comunidade em relação aos grupos funcionais, mesmo que haja uma alta taxa de substituição de espécies.

O período de ocorrência de algas pardas em 2014 (abril a dezembro) revelou-se ligeiramente mais extenso que o observado em 2013 (maio a dezembro) e 2012 (maio a dezembro, com exceção de um único registro de *Padina* sp. em janeiro) e ainda mais extenso que o observado em 2011 (agosto a dezembro). Contudo, os períodos observados nos últimos quatro anos operacionais são menos extensos que os observados no pré-operacional, quando os táxons presentes nestes anos operacionais também foram registrados entre janeiro e março (FURNAS, 1983). Como observado por Costa (1995), em um raio de aproximadamente 200 m da descarga do efluente da CNAAA, os efeitos do aumento de temperatura da água do mar se tornam mais críticos durante o verão, sendo posteriormente atenuados em função das flutuações sazonais da temperatura água do mar.

Verlaque e colaboradores (1981) observaram características fisionômicas semelhantes às descritas para o ponto 32B em um local submetido ao efluente térmico de uma termelétrica no Mar Mediterrâneo. Os autores citam a abundância de macroalgas de pequeno porte e ciclo de vida curto, ressaltando a importância de representantes do gênero *Cladophora* e da ordem Gelidiales.

Na localidade de Diablo Cove (Califórnia, EUA), também submetida ao efluente térmico de uma central nuclear, Schiel e colaboradores (2004) observaram grandes mudanças na diversidade de macroalgas nos pontos sob influência da pluma térmica. Dentre estas mudanças estão a redução de cerca de 40% da riqueza dos táxons de algas (com destaque para as algas pardas *Pterygophora californica* e *Laminaria setchellii*, que declinaram quase 90%) e o aumento de 62% das algas crostosas não calcificadas.

Um estudo da comunidade de macroalgas das áreas adjacentes à central nuclear de Uljin, costa leste da Coréia, também apontou o menor índice de diversidade (H') de algas e a menor riqueza de algas pardas no ponto mais próximo da descarga do efluente térmico, quando este foi comparado com a tomada d'água e com um ponto mais distante da descarga (YIN *et al.* 2008).

De acordo com Fernandes e colaboradores (2009), as cianobactérias são capazes de manter altas taxas de crescimento mesmo quando a intensidade luminosa é baixa (devido à turbidez ou à sazonalidade, por exemplo) e seu crescimento máximo é alcançando em temperaturas superiores a 25°C. Estas características devem ser consideradas entre os fatores explicativos da presença das extensas faixas de cianobactérias no ponto 32B.

4. BIOMASSA DA RHODOPHYTA *Acanthophora spicifera* (VAHL) BØRGESEN

4.1. Material e métodos

Durante as vistorias de composição específica de algas pardas no ponto 32B (ver detalhes no item 3.1), também foi observada a situação da população local de *A. spicifera*.

A análise de biomassa deve ser realizada por meio de amostragem destrutiva não seletiva, na qual se coloca um quadrado de aço inoxidável (40x40 cm de lado) sobre a



franja de *A. spicifera* e, em seguida, todos os organismos encontrados em seu interior devem ser retirados com as mãos ou raspados com auxílio de espátula.

Em laboratório, as amostras devem ser triadas e limpas e todos os organismos devem ser identificados até o nível taxonômico mais baixo possível, com auxílio de microscópio estereoscópico, microscópio óptico e bibliografia especializada. Em seguida, devem ser realizadas as pesagens, somente da alga monitorada, aferindo-se primeiro a massa úmida e depois a massa seca, esta última após alga ser desidratada em estufa.

4.2. Resultados

Não foi possível a realização das análises de biomassa de *Acanthophora spicifera*, pois, no ano de 2014, não ocorreu no ponto 32B uma faixa desta alga que sustentasse as coletas para realização destas análises.

4.3. Discussão

No período pré-operacional, no início da década de 1980, *A. spicifera* foi descrita como uma alga muito comum no Saco Piraquara de Fora, sendo encontrada praticamente em todos os pontos de coleta, incluindo o 32B, geralmente em grande abundância. As faixas conspicuas e bem definidas desta alga constituíam, inclusive, a referência para demarcação da porção inferior do mesolitoral. Por causa destas características, *A. spicifera* foi a alga selecionada para as análises de biomassa do PMFFM (FUJB, 1981).

Entretanto, ainda no ano de 1983, foi constatado que a periodicidade da variação de biomassa de *A. spicifera* não era suficientemente conhecida e parecia não estar associada à variação da temperatura da água do mar. Com base na escassez de dados e frente à proximidade do início da operação da Usina de Angra 1, foi feita a recomendação de que a biomassa desta alga não fosse utilizada como parâmetro de monitoração para comparação entre os períodos pré-operacional e operacional (FURNAS, 1983). Esta recomendação, porém, não foi seguida e as análises continuaram a ser executadas sempre que havia coleta de material suficiente.

No ponto 32B, desde o ano 2000 não se observa uma faixa de *A. spicifera* que permita a coleta de material para a análise de biomassa (ELETRONUCLEAR, 2001). Nos anos de 2009 e 2011, foram observados indícios de uma discreta recolonização desta alga no ponto (ELETRONUCLEAR, 2010; 2012). Durante o ano de 2014, foram observados indivíduos de *A. spicifera* crescendo no infralitoral, sobre túbulos de vermetídeos que se destacavam em meio a uma ampla faixa de areia, nos meses de janeiro, junho, outubro, novembro e dezembro. Estes indivíduos, contudo, apresentavam padrão de distribuição agregado e formavam apenas pequenas manchas disjuntas, não sendo observada uma faixa densa e contínua como outrora.

Murray e colaboradores (2006) apontam que a quantificação da abundância de organismos bentônicos por meio da análise de biomassa não deve ser utilizada em estudos de habitats pequenos e ecologicamente sensíveis e/ou em programas de monitoramento de longa duração que requeiram amostragens repetidas na mesma área de estudo, devido aos impactos causados por esta metodologia. Segundo os autores, nestes casos, deve-se dar preferência a métodos não destrutivos, como análise de densidade ou

de cobertura. A preferência pela utilização de amostragens não destrutivas para a monitoração de fauna e flora marinha no entorno da CNAAA foi enfatizada por um comitê formado por representantes de universidades (UERJ, UFF e UFRJ), da Estação Ecológica de Tamoios (ICMBio) e da própria Eletronuclear (ICMBIO, 2014).

Assim, para atender aos órgãos ambientais, a Eletronuclear continuará a informar em seus relatórios anuais a situação da população de *A. spicifera* no ponto 32B. Caso haja um crescimento expressivo da população local que permita a coleta de material para as análises de biomassa do PMFFM, deverá ser discutida a pertinência de realização das coletas em função do impacto causado por elas e da validade destas análises na monitoração ambiental da CNAAA.

5. CONCLUSÕES

- O padrão de zonação observado em 2014 é muito semelhante aos observados nos três anos operacionais anteriores (2011-2013), porém todos estes diferem do padrão observado no período pré-operacional, no que diz respeito à faixa de Ectocarpales e à faixa de *Sargassum* spp.
- A comparação entre os pontos controle (01A) e impacto (23B e 50B) sugere que as mudanças na faixa de *Sargassum* spp. podem não estar relacionadas à influência da CNAAA.
- Os menores valores de diversidade (táxons e/ou grupos funcionais) observados no estudo de zonação em 2014 ocorreram no verão de forma semelhante ao observado nos três anos operacionais anteriores (2011-2013). Contudo, não foi possível identificar um padrão para os maiores valores.
- O número de táxons de algas pardas observado no ponto 32B em 2014 ($n = 3$) foi inferior aos números observados nos anos do período pré-operacional ($n = 14$, $n = 11$, $n = 16$ e $n = 11$, para 1980, 1981, 1982 e 1983, respectivamente), porém semelhante aos anos operacionais anteriores ($n = 2$, $n = 4$ e $n = 3$, para 2011, 2012 e 2013, respectivamente).
- A tendência de recuperação do número de táxons de algas pardas no ponto 32B, observada durante os anos de 2010 e 2012, teve uma ligeira queda no ano de 2013 e manteve-se estável em 2014.
- A fisionomia do ponto 32B é semelhante às fisionomias descritas para locais sob a influência de efluentes térmicos oriundos de centrais nucleares e termelétricas.
- Devido às condições atuais das populações de *Acanthophora spicifera*, as análises de biomassa devem permanecer suspensas.
- O monitoramento do fitobentos continuará sendo realizado em 2015.

6. REFERÊNCIAS

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; DOS SANTOS, A.S. **Bioestat**: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Publicações Avulsas Mamirauá. Acompanha CD-ROM para PC. Belém: Instituto Sustentável Mamirauá – IDSM/MCT/CNPq, 2007. 384 p.

CASSANO, V. **Taxonomia e morfologia de *Ectocarpus breviarticulatus*, *Feldmannia indica*, *Feldmannia irregularis*, *Hincksia conifera* e *Hincksia mitchelliae* (Ectocarpaceae, Phaeophyta) no Estado do Rio de Janeiro.** 1997. 214 f. Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas – Botânica) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **Taxonomia e filogenia do complexo *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta), com ênfase no estado do Rio de Janeiro, Brasil.** 2009. 328 p. Tese de Doutorado (Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 2009.

COSTA, D.A. Variação na composição específica das Phaeophyta na área de descarga de efluentes líquidos da Usina Nuclear Angra *In: Encontro Nacional de Aplicações Nucleares*, 3, 1995, Belo Horizonte. Anais do 3º Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, 1995, p. 163-170.

COTO, A.C.S.P.; PUPO, D. **Flora ficológica do Estado de São Paulo – Ulvophyceae.** v. 3. São Carlos: RiMa Editora. 86 p.

CRISPINO, L.M.B. **Feofíceas do litoral do Estado do Espírito Santo.** 2000. 193 p. Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas – Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2000.

ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A. – ELETRONUCLEAR. **Relatório do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2000, 2001.** 64 p.

_____. **Estudo de Impacto Ambiental: Diagnóstico ambiental do Meio Físico.** v. 2 Relatório elaborado pela empresa MRS Estudos Ambientais Ltda. 2005. 714 p.

ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR – ELETRONUCLEAR. **Relatório anual do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2009, 2010.** 78 p.

_____. **Relatório anual do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2010, 2011.** 66 p.

_____. **Relatório anual do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2011, 2012.** 63 p.

_____. **Relatório anual do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2012, 2013.** 64 p.

_____. **Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – PA-AG 07.** Rev. 4, 2014a. 18 p.

_____. **Obtenção direta de dados para estudos de zonação – PR-B 04. Rev. 8, 2014b. 8 p.**

_____. **Relatório anual do Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional – Fitobentos – período 2013, 2014c. 61 p.**

_____. **Coleta da alga parda *Sargassum* para análises radiométricas do Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional (PMARO) no primeiro semestre de 2014 – DLMA.G-RE-0035/14. 2014d. 7 p.**

FERNANDES, V.O.; CAVATI, B.; OLIVEIRA, L.B.; SOUZA, B.A. Ecologia de cianobactérias: fatores promotores e consequências das florações. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 247-258, 2009.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA JOSÉ BONIFÁCIO – FUJB. **Análise biológica na área da CNAAA - Unidade I - Relatório conclusivo de benthos. Vol. 1, 1981. 125 p.**

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. – FURNAS. **Relatório Operacional PCFFM – Fitobentos – período outubro 1981 a fevereiro 1983, 1983. 73 p.**

IHA, C. **Diversidade de Gelidiales (Rhodophyta) baseada em marcadores moleculares e estudos morfoanatômicos para região sudeste do Brasil. 2014. 210 p.** Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas – Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Seminário Científico para elaboração de Termo de Referência para o novo Programa Integrado de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear em atendimento à Condicionante 2.9 da ALA ICMBio 06/2013. Ofício nº. 080/2014 – ESEC Tamoios. 2014. 23 p.**

JESUS, P.B. **O gênero *Hypnea* J.V. Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta) no litoral do Estado da Bahia, Brasil: aspectos morfológicos e anatômicos. 2012. 185 p.** Dissertação de Mestrado (Ciências Biológicas – Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2012.

JOLY, A.B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Série Botânica**, v. 21, p. 1-393, 1965.

KESKITALO, J.; ILUS, E. Aquatic macrophytes outside the Olkiluoto nuclear power station, west coast of Finland. **Annales Botanici Fennici**, v. 24, p. 1-21, 1987.

LEE, R.E. **Phycology**. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2008. 547 p.



LITTLER, D.S.; LITTLER, M.M. **Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico.** Washington D.C.: OffShore Graphics Inc., 2000. 542 p.

MURRAY, S.N.; AMBROSE, R.F.; DETHIER, M.N. **Monitoring rocky shores.** Berkeley, Los Angeles, Londres: University of California Press, 2006. 220 p.

NASSAR, C.A.G.; PEDRINI, A.G.; NUNES, J.M.C. Características gerais das algas pardas. In: PEDRINI, A.G. (Org.). **Macroalgas (Ocrófitas Multicelulares) marinhas do Brasil.** 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2013. p. 35-52.

NATIONAL OCEAN AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **State of the climate: global analysis for April 2014.** National Climatic Data Center. Maio de 2014. Disponível em <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2014/4>. Acesso em 27 de junho de 2014.

NUNES, J.M.C.; PAULA, E.J. Estudos taxonômicos do gênero *Padina* Adanson (Dictyotaceae – Phaeophyta) no litoral do Estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, v. 25, p. 21-43, 2000.

_____. O gênero *Dictyota* Lamouroux (Dictyotaceae – Phaeophyta) no litoral do Estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, v. 26, p. 5-18, 2001.

_____. Chnoosporaceae, Scytosiphonaceae, Sporochneaceae e Sphacelariaceae (Phaeophyta) no Estado da Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 7-28, 2004.

PAULA, J.C. **Química e morfologia de espécies brasileiras da tribo Dictyoteae (Phaeophyceae) e avaliação dos diterpenos como marcadores químicos.** 2007. 147 p. Tese de Doutorado (Ciências Biológicas – Botânica) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

PHILLIPS J.A.; BLACKSHAW J.K. Extirpation of macroalgae (*Sargassum* spp.) on the subtropical east Australian coast. **Conservation Biology**, v. 25, n. 5, p. 913-921, 2011.

SCHIEL, D.R.; STEINBECK, J.R.; FOSTER, M.S. Ten years of induced ocean warming causes comprehensive changes in marine benthic communities. **Ecology**, v. 85, n. 7, p. 1833-1839, 2004.

STENECK, R.S.; DETHIER, M.N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos**, v. 69, n. 3, p. 476-498, 1994.

THIBAUT, T.; PINEDO, S.; TORRAS, X.; BALLESTEROS, E. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, p. 1472-1489, 2005.



VERLAQUE, M.; GIRAUD, G.; BOUDOURESQUE, C.F. Le phytobenthos de la zone de décollement de la tache thermique d'une centrale électrique méditerranéenne. **Botanica Marina**, v. 24, p. 69-87, 1981.

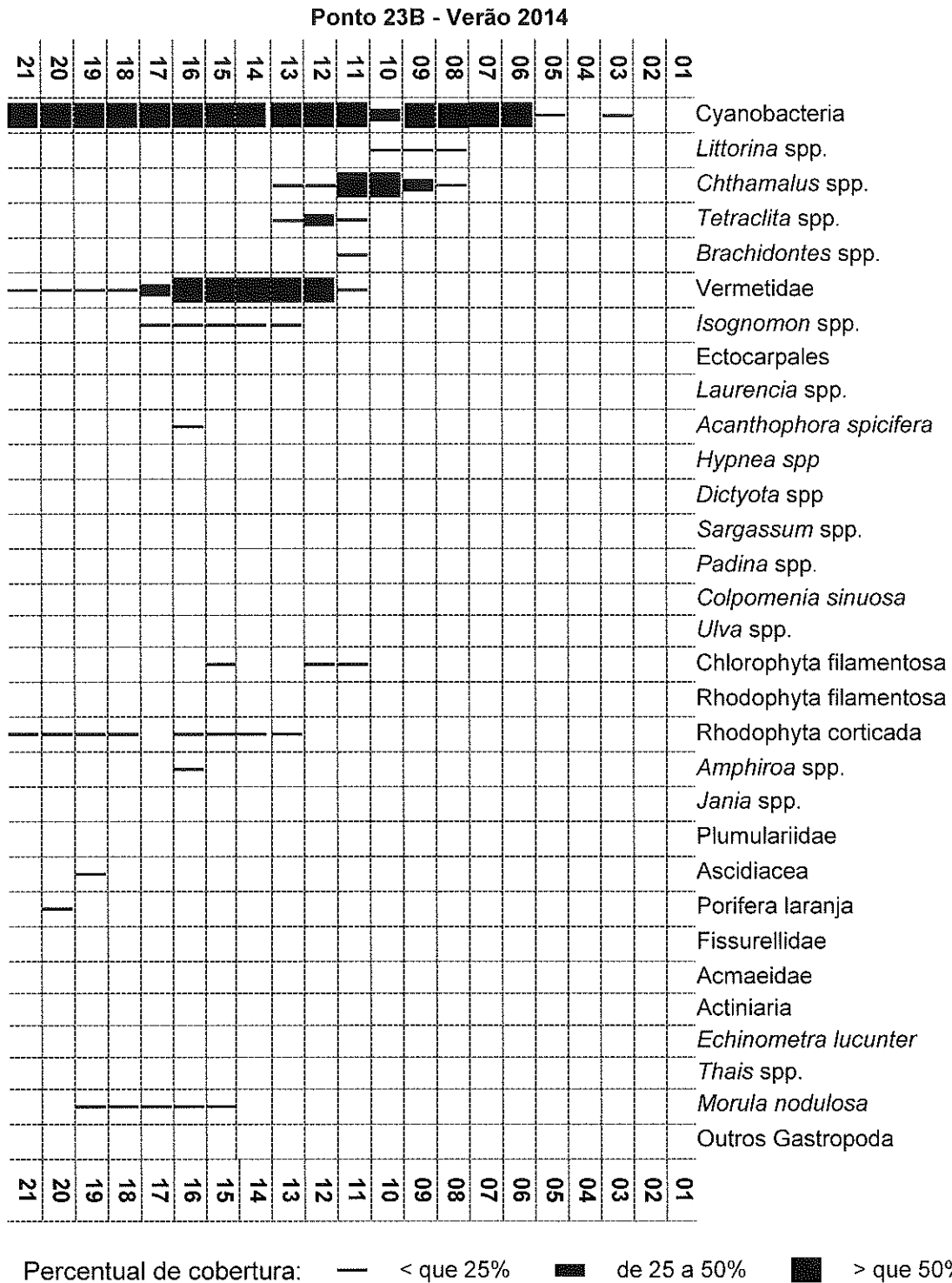
WYNNE, M.J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: third revision. **Nova Hedwigia**, supl. 140, 2011. 166 p.

YIN, Y.S.; CHOI, H.G.; NAM, K.W. Seasonal variations of the marine algal community in the vicinity of Uljin nuclear power plant, Korea. **Journal of Environmental Biology**, v. 29, n. 4, p. 493-499, 2008.

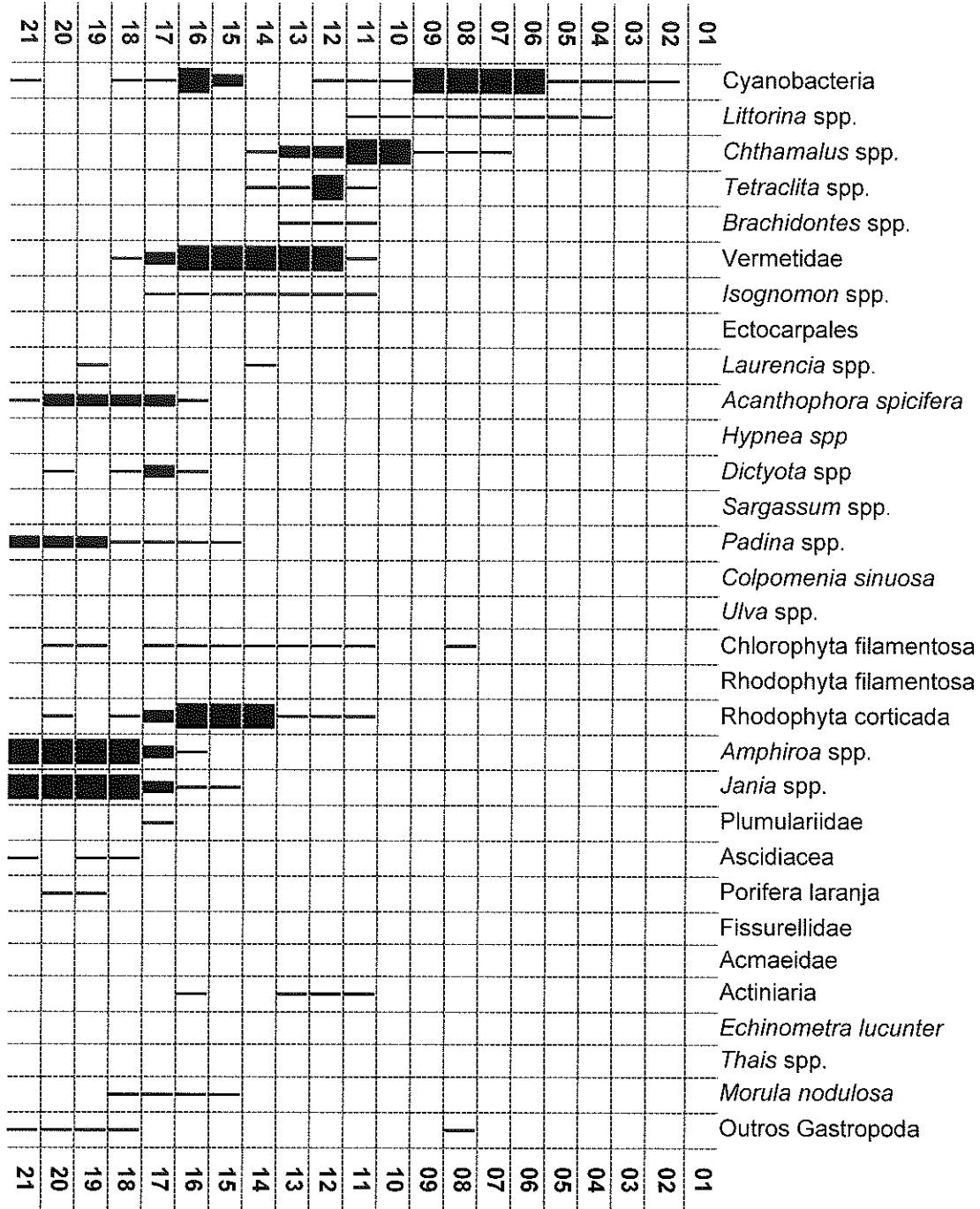


7. APÊNDICES

7.1. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 23B no ano de 2014.

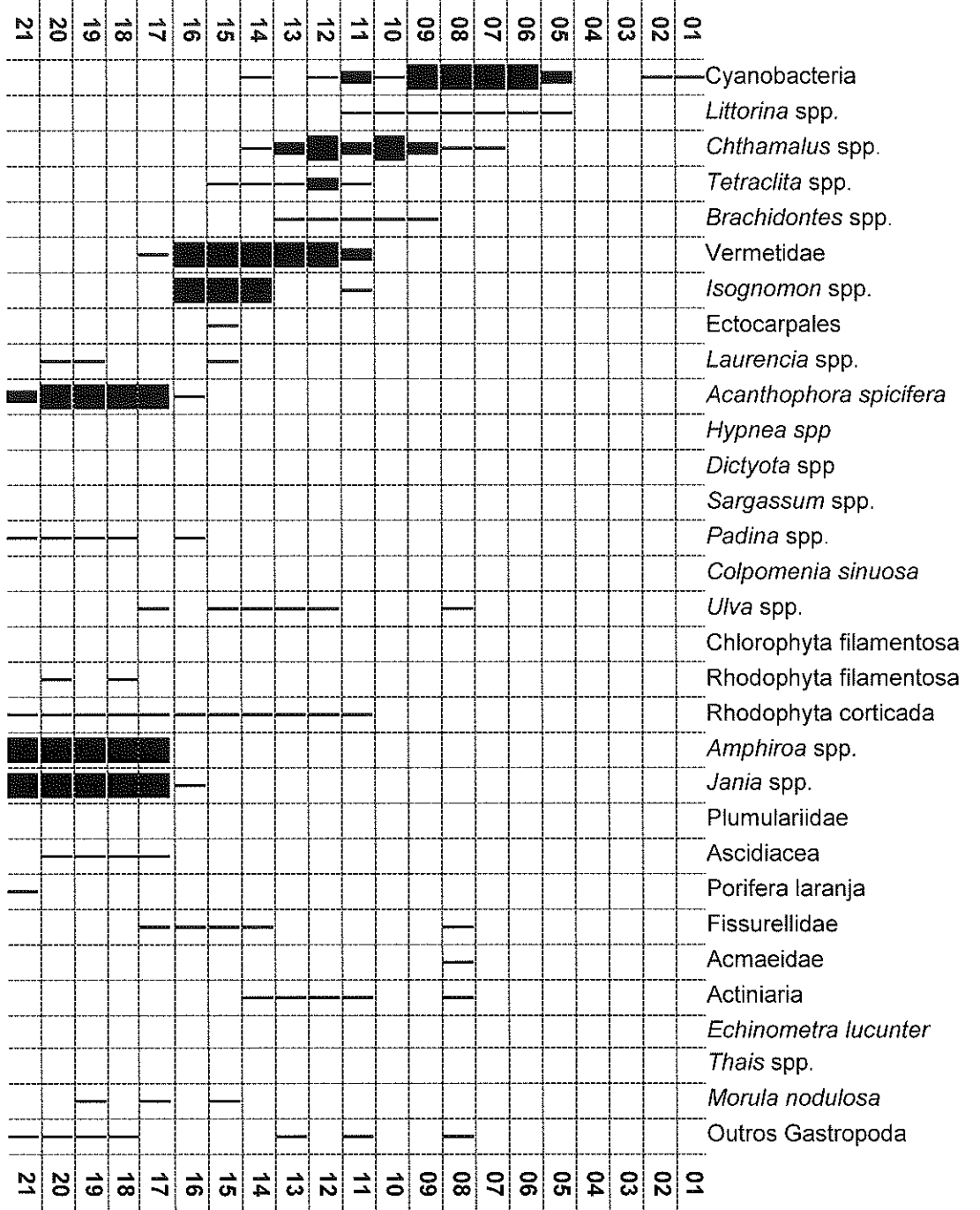


Ponto 23B - Outono 2014



Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

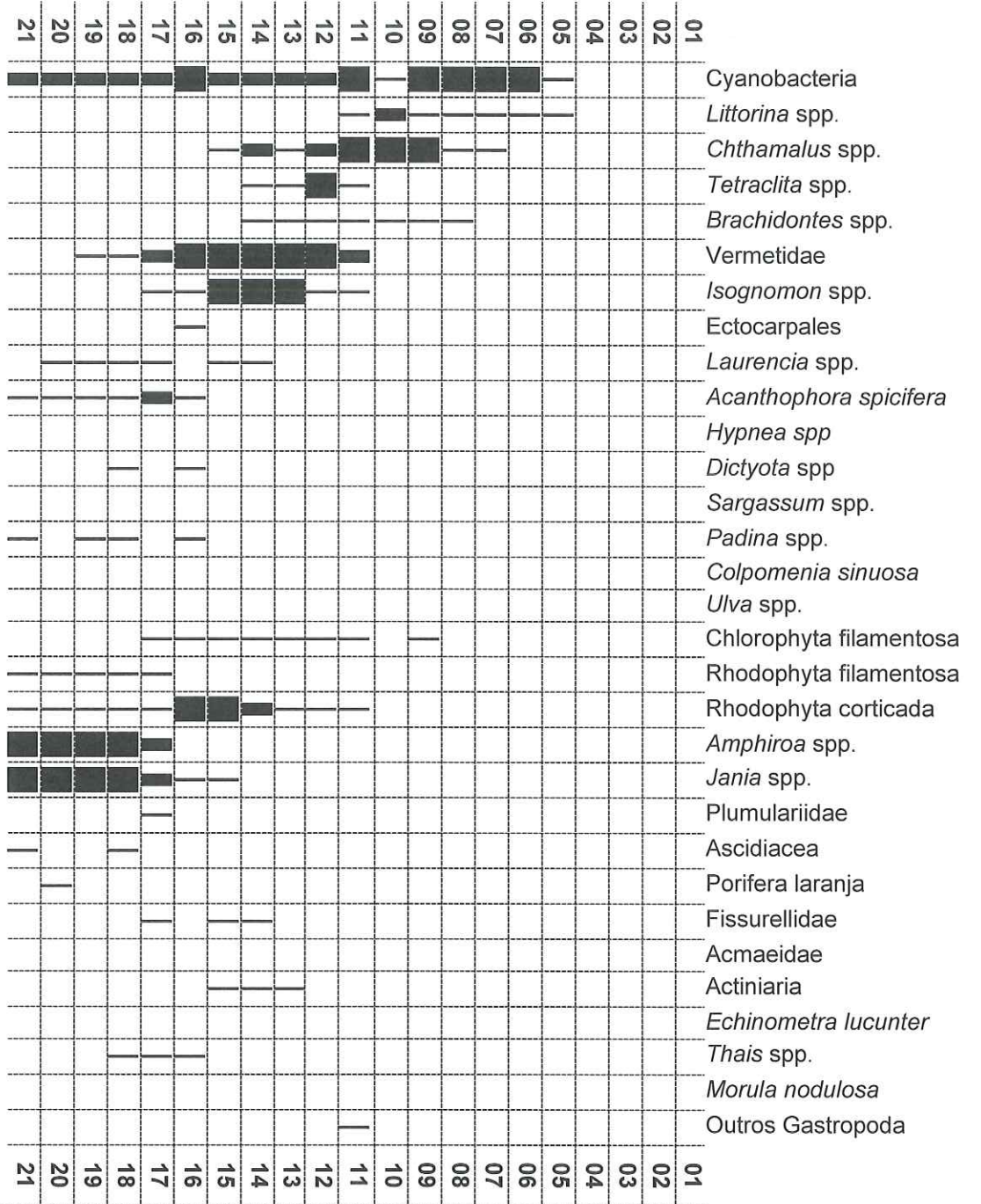
Ponto 23B - Inverno 2014



Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

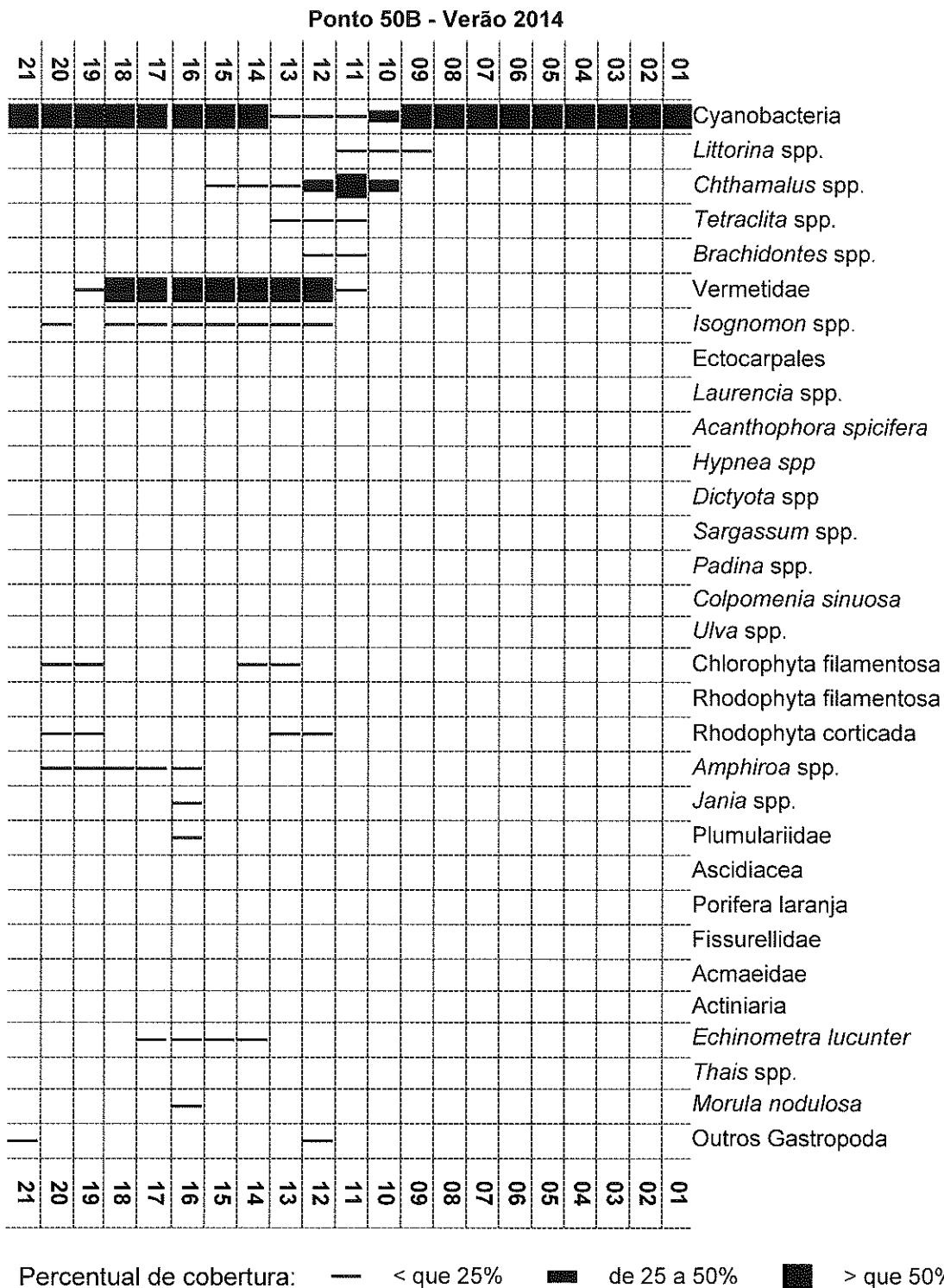
*

Ponto 23B - Primavera 2014

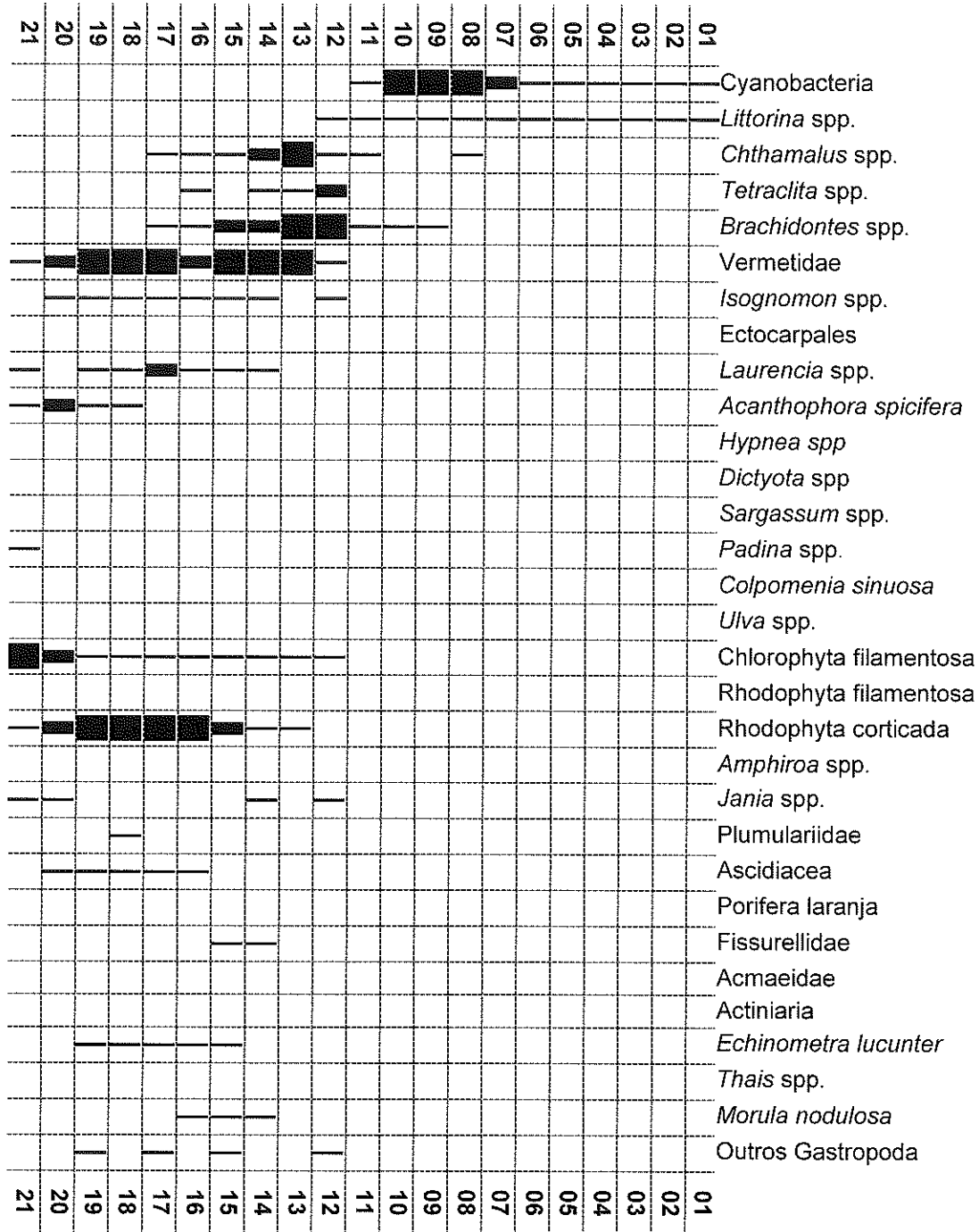


Percentual de cobertura: — < que 25% █ de 25 a 50% █ > que 50%

7.2. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 50B no ano de 2014.

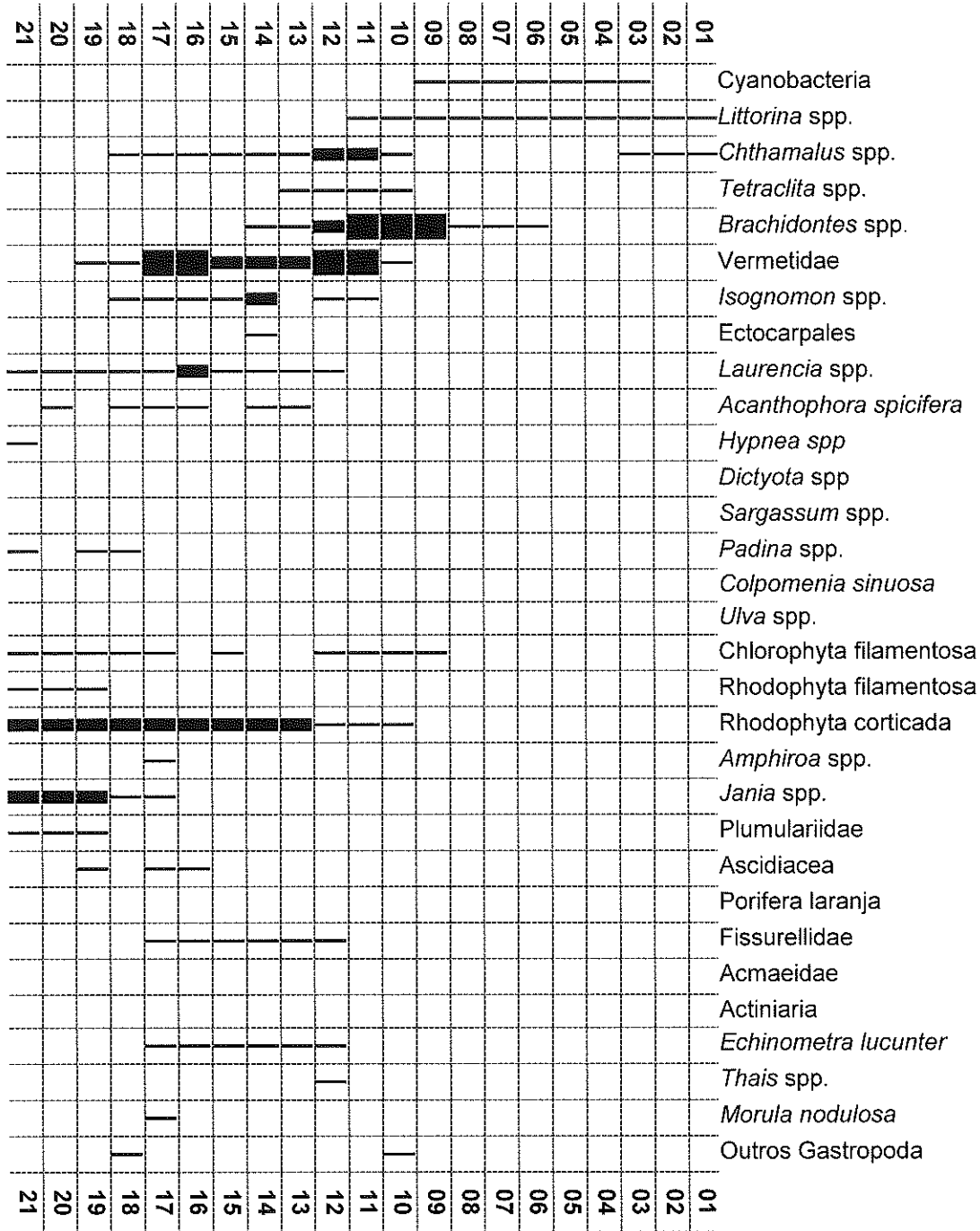


Ponto 50B - Outono 2014



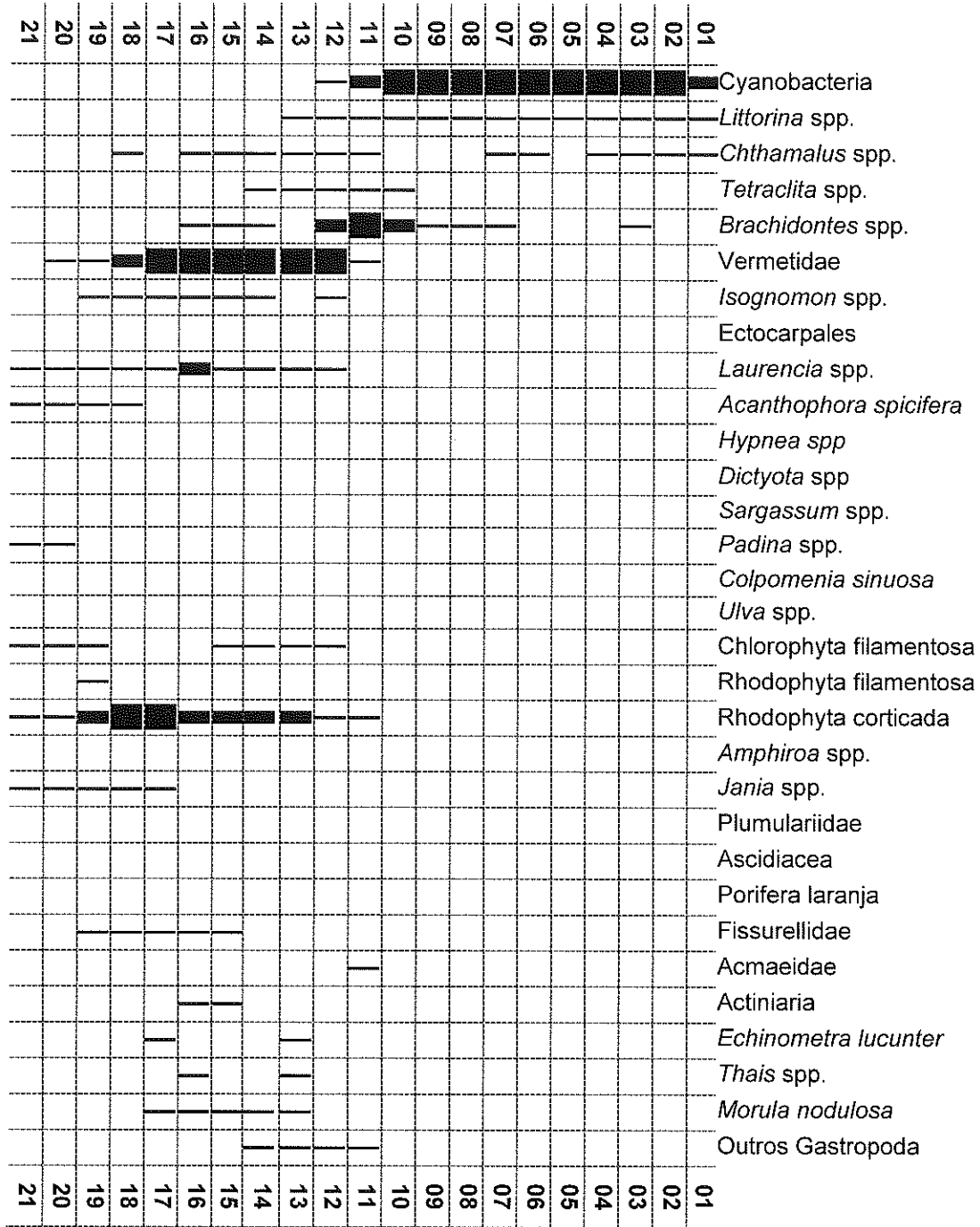
Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

Ponto 50B - Inverno 2014



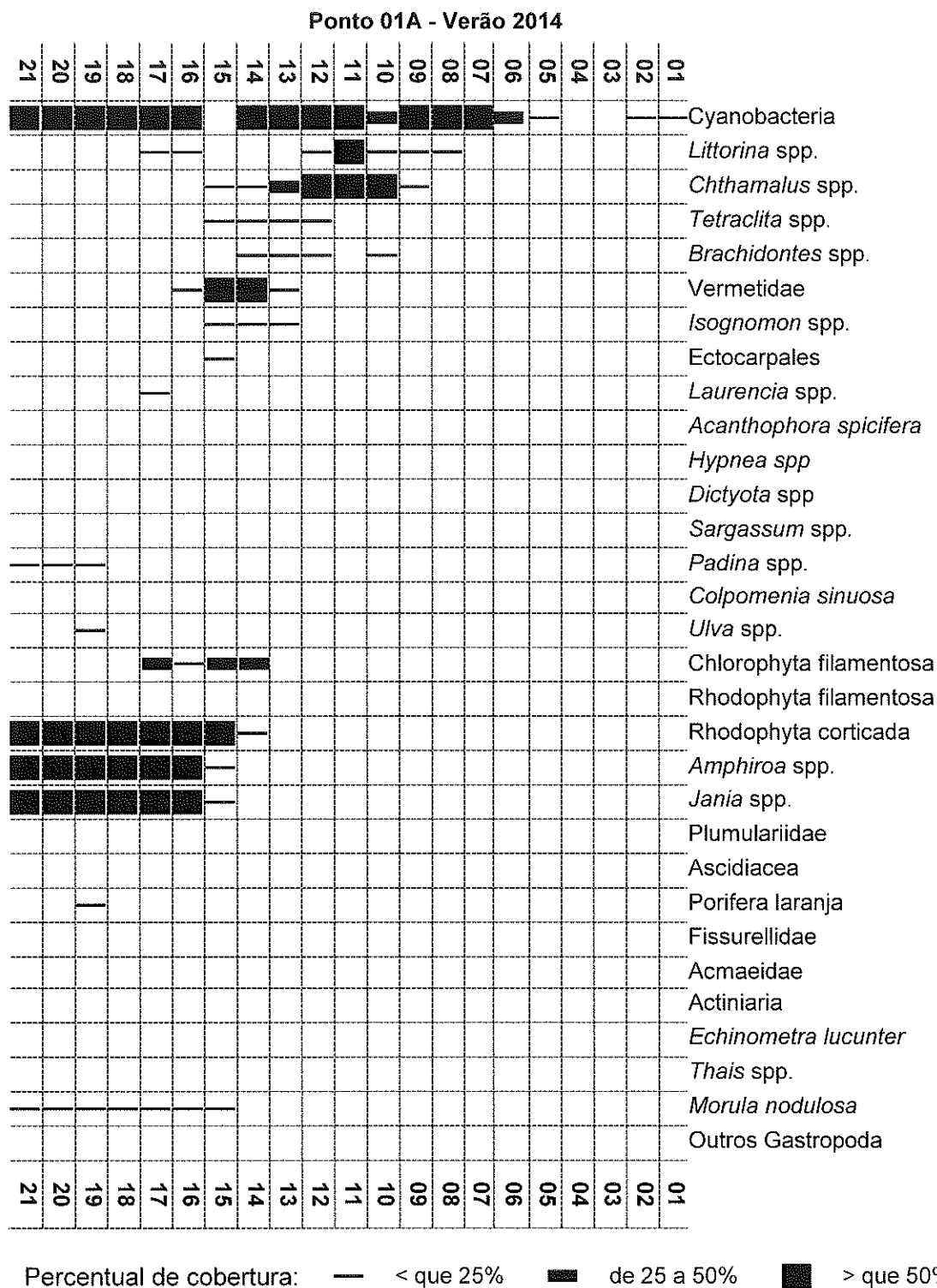
Percentual de cobertura: — < que 25% █ de 25 a 50% █ > que 50%

Ponto 50B - Primavera 2014

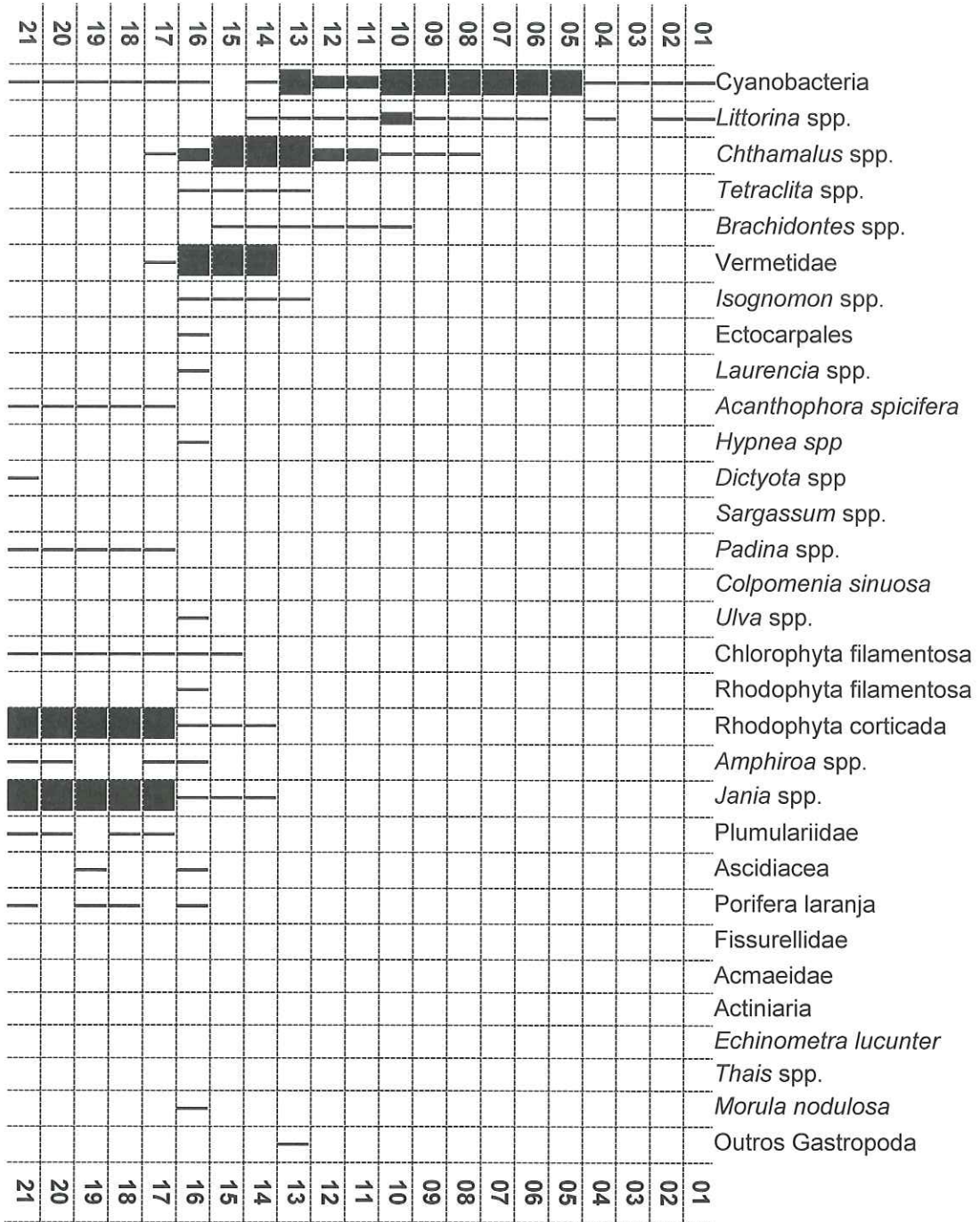


Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

7.3. Distribuição vertical de organismos bentônicos no ponto 01A no ano de 2014.

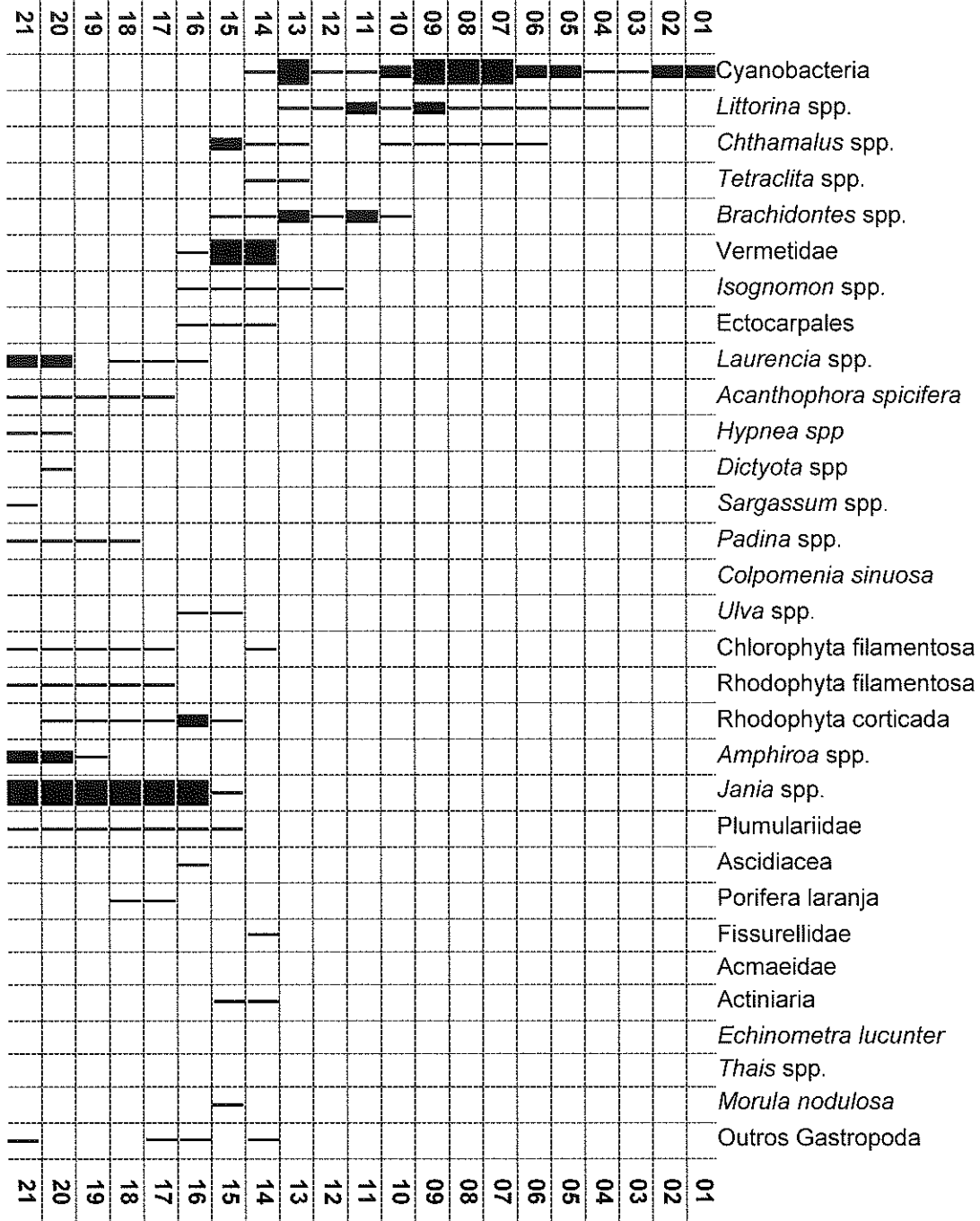


Ponto 01A - Outono 2014



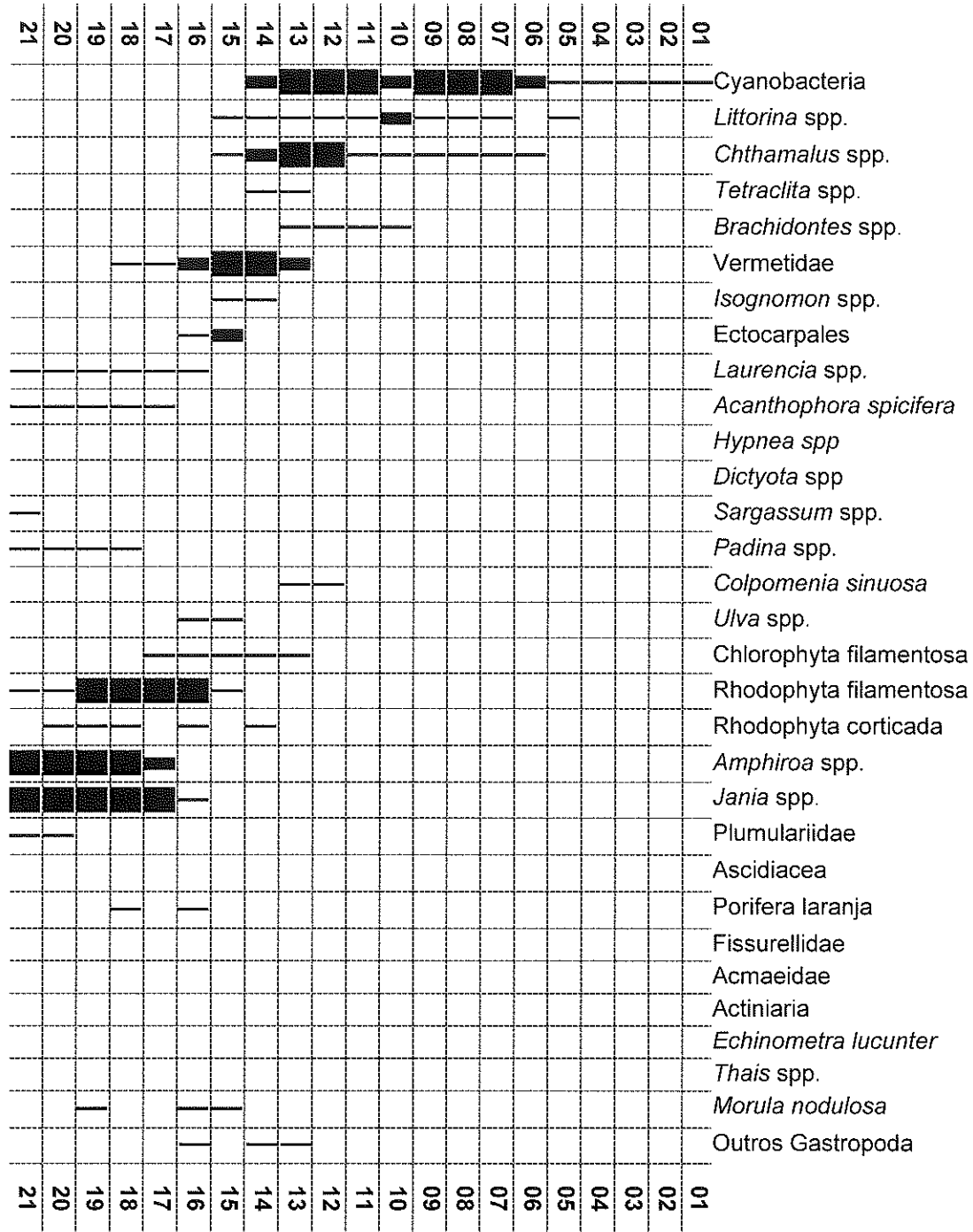
Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

Ponto 01A - Inverno 2014



Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

Ponto 01A - Primavera 2014



Percentual de cobertura: — < que 25% ■ de 25 a 50% ■ > que 50%

7.4. Lista de táxons de algas pardas (Phaeophyceae, Heterokontophyta) observados ao longo do monitoramento no ponto 32B, de acordo com ano e mês de ocorrência.

Obs.: a nomenclatura atualizada de acordo com Wynne (2011) é dada entre colchetes.

Filo **Heterokontophyta**

Classe **Phaeophyceae**

Ordem **Dictyotales**

Família **Dictyotaceae**

Dictyopteris J. V. Lamouroux, 1809

Dictyopteris delicatula Lamouroux

1980 - 05, 07, 08, 11

1981 - 10, 12

1982 - 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12

1983 - 01, 02

1988 - 07

1990 - 06, 07

1991 - 10

1992 - 03, 06, 08, 09, 10, 11, 12

1993 - 01, 02, 03, 06, 07, 08, 11, 12

1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1995 - 09, 11

1996 - 01

1997 - 05, 10, 12

2006 - 10, 11

2007 - 09, 10

2008 - 09, 10

2009 - 08, 10

Dictyopteris plagiogramma (Montagne) Vickers

1980 - 07, 08, 09, 10

1981 - 10, 11, 12

1982 - 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11

1983 - 01, 02

1990 - 08

1991 - 11, 12

1992 - 01, 06, 08

1994 - 05

2008 - 02

Dictyota J. V. Lamouroux, 1809

***Dictyota* sp.**

1998 - 09, 10, 11

2000 - 11

2005 - 05, 06

2006 - 02, 07, 08, 10

2008 - 09, 10, 12

2009 - 01, 09, 10



2013 - 07

Dictyota bartayresiana Lamouroux

1991 - 11, 12

1992 - 01, 02, 03, 08

2007 - 01

Dictyota cervicornis Kuetzing [= ***Canistrocarpus cervicornis*** (Kütz.) De Paula & De Clerck]

1980 - 07, 08, 09, 10, 11, 12

1981 - 01, 10, 11, 12

1982 - 01, 02, 03, 04, 05, 08, 09, 11, 12

1983 - 01, 02

1988 - 06, 07

1989 - 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1990 - 01, 02, 03, 04, 06, 07, 08, 10

1991 - 02, 03, 04, 05, 07, 08, 10, 11, 12

1992 - 01, 02, 03, 06, 08, 09, 10, 11, 12

1993 - 01, 02, 03, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1995 - 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1996 - 01, 05, 08, 09, 12

1997 - 01, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 12

1998 - 08, 09, 10, 11, 12

1999 - 01, 04, 06, 08, 09, 10, 12

2000 - 04, 06, 07, 09, 10, 11

2005 - 02, 03, 05, 06, 08, 11, 12

2006 - 01

2007 - 02, 05, 06, 09, 10

2008 - 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 12

2009 - 01, 08, 10, 11

2012 - 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12

2013 - 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12

2014 - 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12

Dictyota ciliolata Kuetzing

1981 - 12

1982 - 12

1983 - 02

1989 - 01

1997 - 02, 05

2005 - 02, 03

2008 - 07, 09

Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert

1998 - 11, 12

1999 - 10, 12

2000 - 09

2005 - 02, 03, 06, 08, 12



2006 - 01, 11

2007 - 01

2008 - 05, 07

Dictyota mertensii (Martius) Kuetzing

1982 - 09

1983 - 02

1996 - 05

Dictyota pulchella Hörnig & Schnetter

1993 - 02

1994 - 01, 02

Padina Adanson, 1763

Padina sp.

1997 - 07

1998 - 01, 08

2006 - 02

2007 - 04, 09, 10

2008 - 03, 04, 05, 06, 07, 08

2012 - 01

2013 - 07, 09

2014 - 08

Padina antillarum (Kuetzing) Piccone.

1980 - 01

1982 - 11

Padina gymnospora (Kuetzing) Sonder

1980 - 05, 06, 08, 10, 12

1981 - 01, 10, 11, 12

1982 - 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 10, 11, 12

1983 - 01, 02

1988 - 06, 07

1989 - 03, 04, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1990 - 01, 02, 03, 04, 06, 07, 08, 10

1991 - 02, 03, 04, 05, 07, 08, 10, 11, 12

1992 - 01, 02, 03, 06, 08, 09, 10, 11, 12

1993 - 01, 02, 03, 06, 07, 08, 11, 12

1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1995 - 01, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1996 - 01, 05, 08, 09, 12

1997 - 02, 05, 06, 08, 09, 10, 12

2000 - 02, 04, 06, 07, 09, 10, 11, 12

2005 - 02, 03, 05, 06, 08, 11, 12

2006 - 01, 07, 08, 10, 11, 12

2008 - 09, 10, 12

2009 - 01, 08, 09, 10, 11

2010 - 12

2011 - 09, 10, 11, 12

2012 - 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12

2013 - 10, 11

2014 - 09, 10, 11, 12

Spatoglossum Kuetzing, 1843

Spatoglossum schroederi (C. Agardh) Kuetzing

1992 - 06

Ordem **Ectocarpales**
Família **Acinetosporaceae**

Feldmannia Hamel, 1939

Feldmannia sp.

1998 - 11, 12

Feldmannia indica (Sonder) Womersley & A. Bailey *

2012 - 12

Hincksia J.E. Gray, 1864

Hincksia sp.

2000 - 06, 07, 09

2001 - 06, 08, 09

2002 - 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10

Hincksia breviarticulata (J. Agardh) P.C. Silva [= ***Asteronema breviarticulata*** (J. Agardh) Ouriques & Bouzon]

1995 - 06

Hincksia irregularis (Kützing) C. Amsler [= ***Feldmannia irregularis*** (Kuetzing) Hamel]

1980 - 05, 08, 12

1981 - 01, 10, 11, 12

1982 - 02, 08, 09, 10, 11, 12

1983 - 01

1988 - 06

1989 - 01

1992 - 01, 02

1993 - 06, 07, 08, 10, 11

1994 - 05, 06, 11

1995 - 07, 08

1999 - 01, 08

Hincksia mitchelliae (Harvey) P. C. Silva

1980 - 05, 07, 10

1981 - 10, 11, 12

1982 - 01, 02, 03, 04, 08, 09, 10, 11, 12

1983 - 01, 02

1988 - 06, 07

1989 - 01, 06, 12

1990 - 01, 02

1991 - 10, 12

1992 - 01, 02, 03, 10, 11, 12

1993 - 01, 06, 08, 10, 11, 12

1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1995 - 06, 07, 08

1996 - 12

1997 - 01, 08

1999 - 12

2007 - 01, 03, 04, 10

2008 - 04, 05, 06

Família **Ectocarpaceae**

Bachelotia (Bornet) Kuckuck ex Hamel, 1939

Bachelotia antillarum (Grunow) Gerloff

1980 - 05

1981 - 10

1982 - 01, 08, 12

1989 - 08, 09

1991 - 05, 10, 11, 12

1992 - 01, 02

1993 - 08, 10

1994 - 07

1999 - 12

Família **Scytosiphonaceae**

Colpomenia (Endlicher) Derbés & Solier in Castagne, 1851

Colpomenia sinuosa (Roth) Derbés & Solier

1980 - 08

1982 - 07, 08, 09, 10, 11

1991 - 10, 12

1992 - 03, 06, 09

1994 - 07, 08, 10, 11

1995 - 08, 09

1997 - 09, 10, 12

1998 - 08, 12

1999 - 08, 10, 12

2000 - 06, 07, 09, 10

Rosenvingea Boergesen, 1914

Rosenvingea intricata (J. Agardh) Boergesen

1991 - 12

1992 - 03, 06

1993 - 10

Rosenvingea sanctae-crucis Boergesen

1980 - 08, 10

1991 - 10, 12

1992 - 02, 03

1999 - 10

Ordem **Fucales**

Família **Sargassaceae**

Sargassum C. Agardh, 1820



***Sargassum* sp.**

1980 - **

1995 - 04, 05

1996 - 02, 03, 08

1997 - 07

1998 - 09

1999 - 10, 12

2000 - 11

2005 - 02, 03

2009 - 08, 09

2013 - 07

***Sargassum filipendula* C. Agardh**

1982 - 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 11

1983 - 02

1988 - 06, 07

1989 - 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1990 - 01, 02, 03, 04, 06, 07, 08, 10

1991 - 02, 03, 04, 05, 07, 08, 10, 11, 12

1992 - 01, 02, 03, 06, 08, 09, 10, 11, 12

1993 - 01, 02, 03, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 11, 12

1995 - 01, 02, 03, 06, 07, 08, 09, 11, 12

1996 - 01, 09, 12

1997 - 02, 05, 06, 09, 10

2000 - 09

***Sargassum stenophyllum* (Martens) Martius**

1981 - 11

1982 - 06, 07, 08, 09, 10, 12

1983 - 01

***Sargassum vulgare* C. Agardh**

1988 - 06

1989 - 07, 08

1991 - 02

1992 - 09, 10, 11, 12

1993 - 01, 10

1994 - 05

1997 - 01, 06, 08, 09, 10, 12

2000 - 09

Ordem Ralfsiales

Família Ralfsiaceae

***Ralfsia* Berkeley in Smith & Sowerby, 1843**

***Ralfsia expansa* (J. Agardh) J. Agardh**

1982 - 10, 12

1988 - 07

1989 - 01, 08, 09, 11, 12



1990 - 01, 02
1992 - 06, 08, 09, 12
1994 - 06, 08, 10, 11, 12
2007 - 03, 04, 09, 10
2008 - 02, 03

Ordem **Sphacelariales**
Família **Sphacelariaceae**

Sphacelaria Lyngbye, 1819

Sphacelaria sp.

1993 - 07
1998 - 08
1999 - 10
2006 - 11, 12
2011 - 08, 09, 10, 11
2014 - 09

Sphacelaria brachygona Montagne [*brachygonia*]

1997 - 01
1998 - 12
1999 - 12
2000 - 04, 09

Sphacelaria rigidula Kuetzing

1980 - 05, 07, 08, 09, 10
1981 - 10, 11, 12
1982 - 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12
1983 - 01, 02
1988 - 07
1989 - 01, 07, 08, 09, 11
1990 - 02, 03
1991 - 11
1992 - 01, 03, 06, 10
1993 - 01, 02, 06, 08, 12
1994 - 01
1995 - 03, 04

Sphacelaria tribuloides Meneghini

1980 - 05
1981 - 01, 10
1982 - 03, 04, 07, 09, 10
1988 - 06, 07
1989 - 01, 07, 08, 11
1990 - 01, 02, 08, 10
1991 - 08, 10, 11, 12
1992 - 01, 02, 03, 06, 10, 11, 12
1993 - 01, 02, 06, 08, 10, 11, 12
1994 - 01, 02, 04, 05, 06, 07, 10, 11
1995 - 01, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12



1996 - 01, 05, 08, 09, 12

1997 - 08

2012 - 09

2014 - 09, 10, 12

* Individuo identificado em nível de espécie; possibilidade de ser o referido como *Feldmannia* spp. do pré-operacional.

** Meses não informados.

