

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região
Marinha e Costeira Adjacente**

**RELATÓRIO ANUAL:
Anexo 3 Marinho - Fitoplâncton**

RT-19F RRDM/NOV19

Coordenação Geral

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Novembro de 2019

COORDENAÇÕES

Anexo 1

Adalto Bianchini (FURG)

Anexo 3

Edmilson Costa Teixeira (UFES)

Fabian Sá (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

Subprojetos

Alessandra Delazari Barroso (FAESA)

Alex Cardoso Bastos (UFES)

Ana Cristina Teixeira Bonecker (UFRJ)

Anderson Geyson Alves de Araújo (UFES)

Björn Gücker (UFSJ)

Camilo Dias Júnior (UFES)

Daniel Rigo (UFES)

Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna (UFOP)

Gilberto Amado Filho (IPJB) *in memoriam*

Gilberto Fonseca Barroso (UFES)

Iola Gonçalves Boechat (UFSJ)

Leila Lourdes Longo (UFRB)

Leonardo Tavares Salgado (IPJB)

Luís Fernando Loureiro (UFES)

Marco Aurélio Caiado (UFES)

Renato David Ghisolfi (UFES)

Renato Rodrigues Neto (UFES)

Rodrigo Leão de Moura (UFRJ)

Valéria da Silva Quaresma (UFES)

Valéria de Oliveira Fernandes (UFES)

Vanya Marcia Duarte Pasa (UFMG)

Anexo 4

Jacqueline Albino (UFES)

Subprojetos

Karla Costa (UFES)

Maria Tereza Carneiro (UFES)

Anexo 5

Diolina Moura Silva (UFES)

Mônica Tognella (UFES)

Anexo 6

Agnaldo Silva Martins (UFES)

Subprojetos

Ana Paula Cazerta Farro (UFES)

Leandro Bugoni (FURG)

Sarah Vargas (UFES)

Anexo 7

Maurício Hostim (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

Subprojetos

Carlos W. Hackradt (UFSB)

Fabiana Felix Hackradt (UFSB)

Jean-Christophe Joyeux (UFES)

Luis Fernando Duboc (UFV)

Anexo 8

Heitor Evangelista (UERJ)

Coordenação Técnica (CTEC)

Alex Cardoso Bastos

Lara Gabriela Magioni Santos

Laura Silveira Vieira Salles

Tarcila Franco Menandro

Coordenação Escritório de Projetos

Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro

Patrícia Bourguignon Soares

Paulo Roberto Filgueiras

Valdemar Lacerda Junior

Walter Luiz Alda Junior

Coordenação Núcleo de Atuação Integrada em Rede (NAIR)

Edmilson Costa Teixeira

Karla Libardi Gallina

Andressa Christiane Pereira

Anna Paula Lage Ribeiro

Caroline De Marchi Pignaton

Paulo Eduardo Marques

SUMÁRIO

1	Metodologia.....	24
2	Resultados e discussão	25
2.1	Setor Abrolhos.....	25
2.1.1	Densidade Numérica.....	25
2.1.2	Classes de Tamanho	29
2.1.3	Composição Quantitativa	30
2.1.4	Biomassa (Clorofila- <i>a</i>) e Feopigmentos.....	31
2.1.5	Equabilidade e Diversidade Específica.....	35
2.1.6	Número de táxons e Composição Qualitativa.....	37
2.2	Setor Norte	39
2.2.1	Densidade Numérica.....	39
2.2.2	Classes de Tamanho	42
2.2.3	Composição Quantitativa	45
2.2.4	Biomassa (Clorofila- <i>a</i>) e Feopigmentos.....	46
2.2.5	Equabilidade e Diversidade Específica.....	50
2.2.6	Número de táxons e Composição Qualitativa.....	53
2.3	Setor Foz (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul)	56
2.3.1	Densidade Numérica (Foz Norte)	56
2.3.2	Classes de Tamanho (Foz Norte).....	72
2.3.3	Composição Quantitativa (Foz Norte).....	73
2.3.4	Biomassa (Clorofila- <i>a</i>) e Feopigmentos (Foz Norte)	74
2.3.5	Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Norte)	78
2.3.6	Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Norte)	80
2.3.7	Densidade Numérica (Foz Central).....	81
2.3.8	Classes de Tamanho (Foz Central)	86

2.3.9	Composição Quantitativa (Foz Central).....	92
2.3.10	Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos (Foz Central).....	96
2.3.11	Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Central).....	105
2.3.12	Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Central)	113
2.3.13	Densidade Numérica (Foz Sul)	119
2.3.14	Classes de Tamanho (Foz Sul).....	122
2.3.15	Composição Quantitativa (Foz Sul)	123
2.3.16	Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos.....	126
2.3.17	Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Sul)	130
2.3.18	Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Sul).....	132
2.4	Setor Costa das Algas	135
2.4.1	Densidade Numérica.....	135
2.4.2	Classes de Tamanho	141
2.4.3	Composição Quantitativa	144
2.4.4	Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos.....	148
2.4.5	Equabilidade e Diversidade Específica.....	154
2.4.6	Número de táxons e Composição Qualitativa.....	159
2.5	Setor Sul.....	162
2.5.1	Densidade Numérica.....	162
2.5.2	Classes de Tamanho	165
2.5.3	Composição Quantitativa	166
2.5.4	Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos.....	168
2.5.5	Equabilidade e Diversidade Específica.....	173
2.5.6	Número de táxons e Composição Qualitativa.....	175
3	Discussão integrada.....	178
4	Referências	183

5 Apêndices..... 188

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	27
Figura 2: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	27
Figura 3: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	29
Figura 4: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	29
Figura 5: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	30
Figura 6: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	31
Figura 7: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	31
Figura 8: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	32
Figura 9: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	33
Figura 10: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$), e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	33

Figura 11: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).	34
Figura 12: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).	34
Figura 13: Concentrações médias (%) de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).	35
Figura 14: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).	36
Figura 15:Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).	36
Figura 16: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	37
Figura 17: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	37
Figura 18: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Abrolhos obtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018) e 7 (abril de 2019), durante o PMBA1.	39
Figura 19: Composição qualitativa (%) dos grupos fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor de Abrolhos, durante o PMBA1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019 , respectivamente).....	39
Figura 20: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot\text{L}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	40
Figura 21:Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot\text{L}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	41
Figura 22: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton($\times 10^3$ organismos $\cdot\text{L}^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	41
Figura 23: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S)	

do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 44

Figura 24: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 44

Figura 25: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 45

Figura 26: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo(F) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 46

Figura 27: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 47

Figura 28: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 48

Figura 29: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 48

Figura 30: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 49

Figura 31: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 49

Figura 32: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 50

Figura 33: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 51

Figura 34: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	51
Figura 35: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	52
Figura 36: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	52
Figura 37: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.	54
Figura 38: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7, 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	55
Figura 39: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos} \cdot \text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a dezembro de 2016) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações amostrais da foz do rio Doce e plataforma continental adjacente. Tal figura ilustra as concentrações médias das abundâncias totais obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2016.	58
Figura 40: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos} \cdot \text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).	59
Figura 41: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos} \cdot \text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).	60
Figura 42: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a dezembro de 2016) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações amostrais da foz do rio Doce e plataforma continental	59

adjacente. Tal figura ilustra as médias da composição quantitativa do fitoplâncton obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2016. 61

Figura 43: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3 e 4 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)..... 62

Figura 44: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 5, 6, 7 e 8 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)..... 63

Figura 45: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)..... 64

Figura 46: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre, ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce (julho e agosto de 2013 a março e abril de 2014), e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a junho de 2017) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações de amostragem da foz do rio Doce e plataforma continental adjacente. Tal figura ilustra as concentrações médias dos pigmentos e a clorofila ativa obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2017..... 65

Figura 47: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3 e 4 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)..... 66

Figura 48: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 5, 6, 7 e 8, do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)..... 67

Figura 49: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz

Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1). 68

Figura 50: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 71

Figura 51: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 71

Figura 52: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do Setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 72

Figura 53: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 73

Figura 54: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). . 73

Figura 55: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 74

Figura 56: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 74

Figura 57: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 75

Figura 58: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 76

Figura 59: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$), feopigmentos ($\mu g \cdot L^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019). 76

Figura 60: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	77
Figura 61: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	77
Figura 62: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	78
Figura 63: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	78
Figura 64: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	79
Figura 65: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	79
Figura 66: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	80
Figura 67: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Norte obtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.....	81
Figura 68: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	81
Figura 69: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos}\cdot\text{L}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	83
Figura 70: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos}\cdot\text{L}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	84
Figura 71: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos}\cdot\text{L}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações extras do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).....	85

Figura 72: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01 e SD 01 fora da pluma do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).....	85
Figura 73: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 dentro da pluma do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).....	86
Figura 74: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	86
Figura 75: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	88
Figura 76: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	89
Figura 77: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais extras na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em outubro de 2018, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).....	90
Figura 78: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais SD 01 e SD 01 fora da pluma na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em outubro de 2018, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).....	90
Figura 79: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) da estação SDP 01 na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em fevereiro de 2019, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).	91
Figura 80: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	93

Figura 81: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	94
Figura 82: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).	95
Figura 83: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais SD 01 e SD 01 fora da pluma na superfície(S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).	95
Figura 84: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton na estação SDP 01 na superfície(S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).	96
Figura 85: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	99
Figura 86: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	100
Figura 87: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	101
Figura 88: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações SD 01, SDPf e SD 02 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).	102
Figura 89: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações SD 01, SD 01 fora da pluma do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).	102
Figura 90: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) da estação SDP 01 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).	103
Figura 91: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	103
Figura 92: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	104

Figura 93: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	104
Figura 94: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	106
Figura 95: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	107
Figura 96: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) das estações amostrais SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).	108
Figura 97: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) das estações amostrais SD 01, SD 01 fora da pluma do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018). .	108
Figura 98: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).	109
Figura 99: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	110
Figura 100: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	111
Figura 101: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 do setor Foz Central, em outubro, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).	112
Figura 102: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01 e SD 01 fora da pluma Foz Central, em novembro, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).	112
Figura 103: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 Foz Central, em fevereiro, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019). ..	113
Figura 104: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.	115
Figura 105: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	116

Figura 106: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central obtidas durante as coletas da campanha 1 (outubro de 2018) dentro da pluma em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1) e estações extras coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e da estação SDPf coletada fora da pluma.....	117
Figura 107: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 2, coletadas dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma.	117
Figura 108: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 5, coletadas fora (SD 01) e dentro (SDP 01) da pluma.	118
Figura 109: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 1, coletadas dentro da pluma em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1) e estações extras coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e da estação SDPf coletada fora da pluma.	118
Figura 110: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 2, coletadas dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma.	119
Figura 111: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 5, coletadas fora (SD 01) e dentro (SDP 01) da pluma.	119
Figura 112: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	121
Figura 113: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor da Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	121
Figura 114: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).....	122
Figura 115: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	123
Figura 116: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019)....	123

Figura 117: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	125
Figura 118: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	126
Figura 119: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	127
Figura 120: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	127
Figura 121: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	128
Figura 122:Concentrações médias($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	128
Figura 123:Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	129
Figura 124: Concentrações médias (%)de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	129
Figura 125: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	130
Figura 126: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	131
Figura 127: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	131
Figura 128: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	132

Figura 129: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Sul obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.	133
Figura 130: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a julho de 2019).	134
Figura 131: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	137
Figura 132: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	138
Figura 133: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na estação CA 15 superfície(S) e fundo (F) e CA 15 Bloom superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).	139
Figura 134: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	139
Figura 135: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	142
Figura 136: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	143
Figura 137: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) da estação CA 15 na superfície (S) e no fundo (F) e CA 15 Bloom na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).	144
Figura 138: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	147

Figura 139: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	147
Figura 140: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton da estação CA 15 na superfície (S) e no fundo (F) e CA 15 Bloom na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).	148
Figura 141: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	150
Figura 142: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	151
Figura 143: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	152
Figura 144: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	153
Figura 145: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	153
Figura 146: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	154
Figura 147: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	155
Figura 148: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	156
Figura 149: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	157

Figura 150: Variações da diversidade específica (bits•organismo ⁻¹) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	158
Figura 151: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas durante as coletas das campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.	160
Figura 152: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7, 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	161
Figura 153: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton (x10 ³ organismos•L ⁻¹) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	162
Figura 154: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton (x10 ³ organismos•L ⁻¹) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	163
Figura 155: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton (x10 ³ organismos•L ⁻¹) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	163
Figura 156: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	165
Figura 157: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	166
Figura 158: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	167
Figura 159: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	167

Figura 160: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	170
Figura 161: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	170
Figura 162: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	171
Figura 163: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	171
Figura 164: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas de 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente). 172	
Figura 165: Concentrações médias (%) de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	172
Figura 166: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	173
Figura 167: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	174
Figura 168: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	174
Figura 169: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	175
Figura 170: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.	176

Figura 171: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente)..... 177

Figura 172: Associação ecológica entre a espécie de diatomácea *Chaetoceros coarctatus* (Bacillariophyta, Mediophyceae) e *Vorticella oceânica* (Ciliophora, Peritrichia)..... 182

Figura 173: Associação ecológica entre *Proboscia alata* (Bacillariophyta, Coscinodiscophyceae) e *Richelia intracellularis* (Cyanobactéria, Cyanophyceae). 183

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Abrolhos monitorados nas campanhas semestrais 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).....	28
Tabela 2: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Norte monitorados nas campanhas 1,4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	43
Tabela 3: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) da Foz do Rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) monitorados nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).	69
Tabela 4: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Costa das Algas, monitorados nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).....	140
Tabela 5: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Sul, monitorados nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).	164

1 METODOLOGIA

As amostras do fitoplâncton na área de estudo do PMBA 1 foram coletadas entre o período de Outubro de 2018 e Setembro de 2019 na superfície e próximo do fundo, nas estações de amostragem dos setores de Abrolhos, Norte, Foz (Foz Norte, Central e Sul), Costa das Algas e Sul. Estas amostras foram submetidas às análises quantitativas, qualitativas e também à quantificação da concentração de clorofila-a e feopigmentos em laboratório. Também foram coletadas e analisadas amostras do meio da coluna d'água em todas as estações dos setores para os parâmetros clorofila-a, feopigmentos e clorofila ativa.

As amostragens quantitativas foram realizadas com o uso de garrafa oceanográfica e fixadas com solução formalina a 2% neutralizada com hexametilenotetramina. A contagem do fitoplâncton foi realizada utilizando-se câmara de sedimentação de Uthermöhl (UTHERMÖHL, 1958) em microscópio invertido, após um tempo mínimo de 24 horas de sedimentação. O procedimento de contagem escolhido foi o dos campos aleatórios, descrito por UEHLINGER (1964). As coordenadas dos campos foram geradas por programa de computador e os campos então, foram localizados na platina do microscópio. Para cada contagem foi gerado um sistema de campos aleatórios diferente. O critério utilizado para determinação do número de campos a serem contados é o que procura alcançar 100 indivíduos da espécie mais abundante. De acordo com LUND, KIPLING E LE CREN (1958), isto permite trabalhar com intervalos de confiança de $\pm 20\%$ da média, a um nível de significância de 95%, o que é considerado como suficiente para estudos dessa natureza.

As amostras para análise qualitativa foram coletadas através de arrastos verticais com o uso de rede de plâncton com malha de 60 μm de abertura, à baixa velocidade, em superfície e foram separadas em dois grupos: amostras fixadas com soluções de formalina a 2% e amostras fixadas com solução de lugol neutro. Em laboratório foi empregado o uso de microscópio biológico óptico, equipado com câmera USB para registros de imagens e ocular de medição. Os organismos foram esquematizados e identificados, analisando-se as suas características morfológicas e morfométricas e utilizando-se bibliografia especializada. Os nomes científicos das espécies encontradas nas amostras são consultados junto ao banco de dados internacional ALGAEBASE (<http://www.algaebase.org/>).

Para cada amostra são contadas duas réplicas, tendo como resultado final uma média entre as duas contagens. Os resultados são expressos em indivíduos por mL (densidade de organismos), conforme Equação 1 demonstrada adiante:

$$N = n \times Aa \times 1 V \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

N = Número de organismos por mL

n = número de organismos contados

a = Área contada

A = Área total da câmara

V = Volume total sedimentado

Os organismos foram classificados em duas frações de tamanho durante as contagens: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm). Os índices de diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) foram calculados a partir dos valores de densidade numérica do fitoplâncton, conforme o método proposto por SHANNON E WEAVER (1949). Tal índice fornecerá uma medida do grau médio de incerteza em prever que espécies e indivíduos serão escolhidos aleatoriamente de um total de S espécies e N indivíduos (DAJOZ, 1973). MARGALEF (1976) ressalta que em comunidades naturais, os valores numéricos do índice de diversidade de Shannon-Weaver raramente excedem 5 bits (unidade de medida de H, sem dimensões vinculadas) por indivíduo. Ademais, a diversidade em comunidades fitoplanctônicas, em bits por célula, está normalmente entre 1 e 2,5 em águas costeiras e entre 3,5 e 4,5 em águas oceânicas.

A equabilidade das espécies foi obtida através da expressão de PIELOU (1977; 1966), cujos valores se enquadram entre 0 e 1, sendo considerado alto ou equitativo os índices superiores a 0,50, o qual representa uma distribuição uniforme dos táxons na amostra analisada. Logo, quanto mais igualmente distribuído estiver o total de indivíduos nas n espécies, maiores serão a equabilidade e a diversidade.

As amostras de clorofila-a e feopigmentos foram analisadas por réplicas, tendo como resultado final uma média entre estas. As análises de clorofila-a e feopigmentos foram realizadas seguindo-se os métodos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da APHA/AWWA/WEF (2005), enquanto que a determinação espectrofotométrica da concentração de pigmentos fotossintéticos foi obtida através das duas equações monocromáticas de LORENZEN (1967). Além disso, a clorofila ativa (%) foi estimada a partir da razão dos valores de clorofila-a pela concentração total de pigmentos (clorofila-a e feopigmentos).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 SETOR ABROLHOS

2.1.1 Densidade Numérica

Dados da comunidade fitoplanctônica durante o monitoramento do impacto crônico (janeiro-fevereiro e abril 2016) do setor de Abrolhos nas estações ABR 01, ABR 02 e ABR4 demonstraram uma tendência de redução da densidade fitoplanctônica de janeiro-fevereiro para abril no ano de 2016, exceto para as estações ABR 04 superfície e ABR 01 fundo, nas quais se observou um aumento.

Segundo DE SOUZA (2010), a densidade numérica no banco de Abrolhos no inverno de 2007 variou de $2,01 \times 10^4$ células•L⁻¹ e $3,05 \times 10^5$ células•L⁻¹. A fração nanofitoplanctônica dominava de 80 a 100% da comunidade fitoplanctônica amostrada. Nessa fração, predominavam os grupos dos flagelados e Cocolitoforídeos. Entre a parcela microfitoplanctônica, destacavam-se as Diatomáceas e Dinoflagelados. Com base nisso, nota-se uma mudança na composição dos grupos fitoplanctônicos e uma diminuição da fração nanofitoplanctônica em comparação aos atuais dados do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1) que podem estar relacionadas com mudanças na composição físico-química da água.

A densidade numérica no setor **Abrolhos**, durante o PMBA 1, foi relativamente maior nas estações ABR 01 e ABR 02 (a primeira mais costeira e a segunda mais oceânica) nas duas campanhas semestrais realizadas (campanhas 1 e 7) sendo o maior e menor valores observados na campanha 1 e superfície de ABR 02 (1634×10^3 organismos•L⁻¹) e também no fundo da estação ABR 05 (178×10^3 organismos•L⁻¹), com as maiores densidades de fitoplâncton em superfície (Figura 1 e Figura 2). A primeira campanha semestral - superfície (outubro de 2018 - campanha 1) apresentou valores de densidade maiores que a segunda campanha semestral - superfície (abril de 2019 - campanha 7) em todas as estações analisadas (Figura 3).

Nota-se também uma significativa redução da densidade numérica total em superfície entre as campanhas 1 e 7. Semelhantemente, a concentração de clorofila-a e clorofila ativa foi menor em abril de 2019 (campanha 7) do que em outubro de 2018 (campanha 1), ao passo que a concentração de feopigmentos aumentou entre as campanhas semestrais analisadas. Tais parâmetros indicam um ambiente exposto a maior estresse ambiental em abril de 2019, campanha 7. Ainda, próximo a esse período houve a ocorrência de uma tempestade tropical na região, fenômeno associado a maiores temperaturas na superfície da água e ressuspensão de material sedimentado.

Vale a pena ressaltar que dados de abril de 2019 (campanha 7) se apresentaram 1,02 e 1,22 vezes superiores aos dados do ano de 2016 nas estações ABR 01 e ABR 02, respectivamente, e em superfície, ao passo que no fundo 3,69 e 1,76 nas estações ABR 02 e ABR 04.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para o setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7.

Figura 1: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

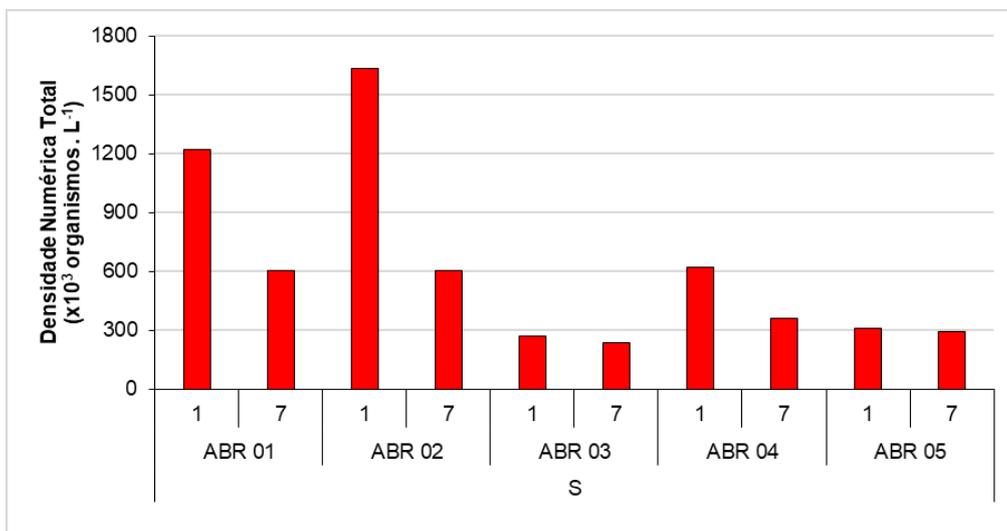


Figura 2: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

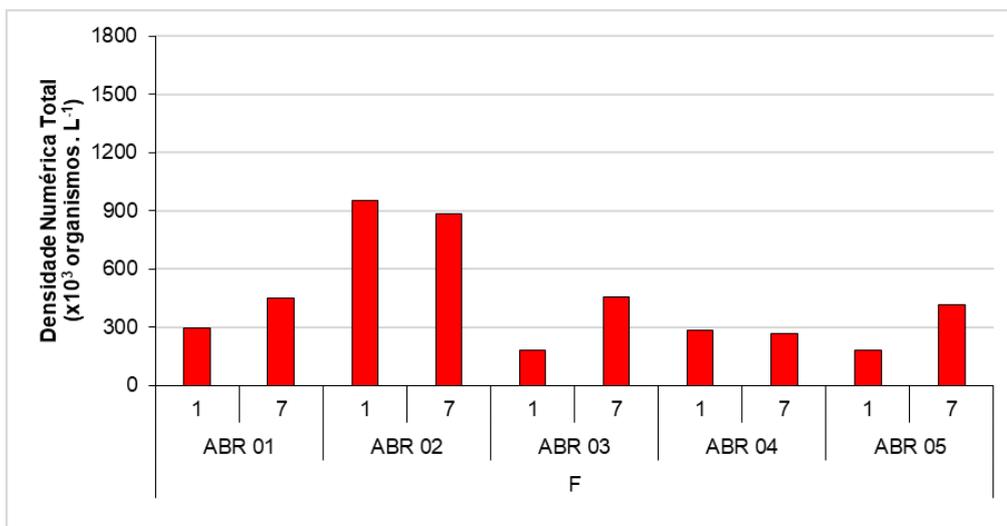
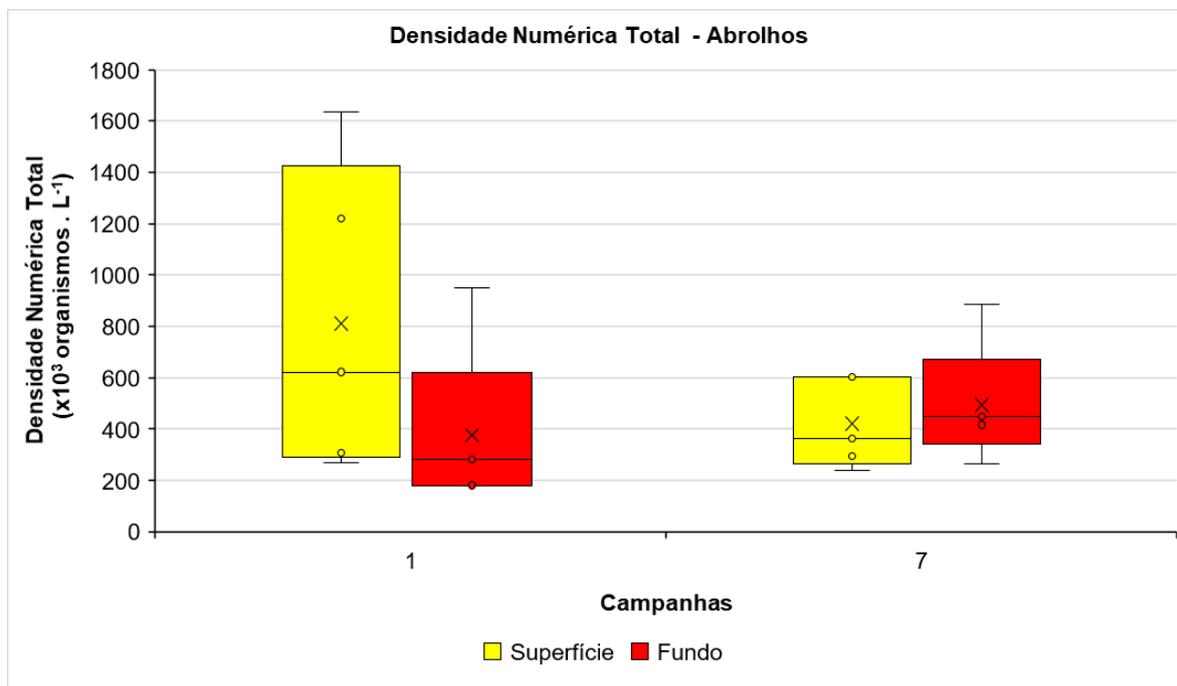


Tabela 1: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Abrolhos monitorados nas campanhas semestrais 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

Campanha	Estatística Descritiva	Abrolhos																		
		Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)		
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
1	Tamanho (n)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Mínimo	270	178	263	166	8	4	1,71	3,27	0,43	0,79	0,07	0,13	0,07	0,08	0,03	0,01	47,62	47,62	50,00
	Máximo	1634	950	1332	765	301	185	4,26	4,44	0,87	0,88	0,62	0,84	0,68	0,25	0,25	0,40	73,81	95,24	97,62
	Média	811	377	710	318	101	59	3,29	3,78	0,69	0,85	0,29	0,37	0,39	0,16	0,13	0,13	60,82	69,92	73,93
	Desvio Padrão	597	325	483	253	121	74	0,96	0,47	0,18	0,04	0,22	0,31	0,24	0,08	0,09	0,16	11,97	20,38	21,26
	Erro Padrão	267	145	216	113	54	33	0,43	0,21	0,08	0,02	0,10	0,14	0,11	0,04	0,04	0,07	5,35	9,11	9,51
7	Tamanho (n)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Mínimo	239	266	174	193	4	8	3,26	2,19	0,69	0,59	0,07	0,07	0,13	0,15	0,34	0,36	28,57	14,29	42,86
	Máximo	602	884	583	830	104	243	3,99	3,45	0,87	0,85	0,41	0,20	0,27	0,67	0,58	0,57	73,81	50,00	50,00
	Média	420	494	304	407	49	87	3,64	2,85	0,82	0,68	0,22	0,16	0,23	0,37	0,44	0,45	48,23	35,71	48,10
	Desvio Padrão	172	231	160	258	40	91	0,31	0,48	0,07	0,11	0,13	0,06	0,06	0,19	0,11	0,09	16,86	13,36	3,10
	Erro Padrão	77	103	72	115	18	41	0,14	0,22	0,03	0,05	0,06	0,03	0,03	0,09	0,05	0,04	7,54	5,98	1,39

Figura 3: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.1.2 Classes de Tamanho

A fração nanofitoplânctônica, que variou de 47% (campanha 7, fundo de ABR 03) a 99% (campanha 7, superfície de ABR 01) foi numericamente superior ao microfitoplâncton nas duas profundidades analisadas, com percentual (Figura 4 e Figura 5)

Figura 4: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

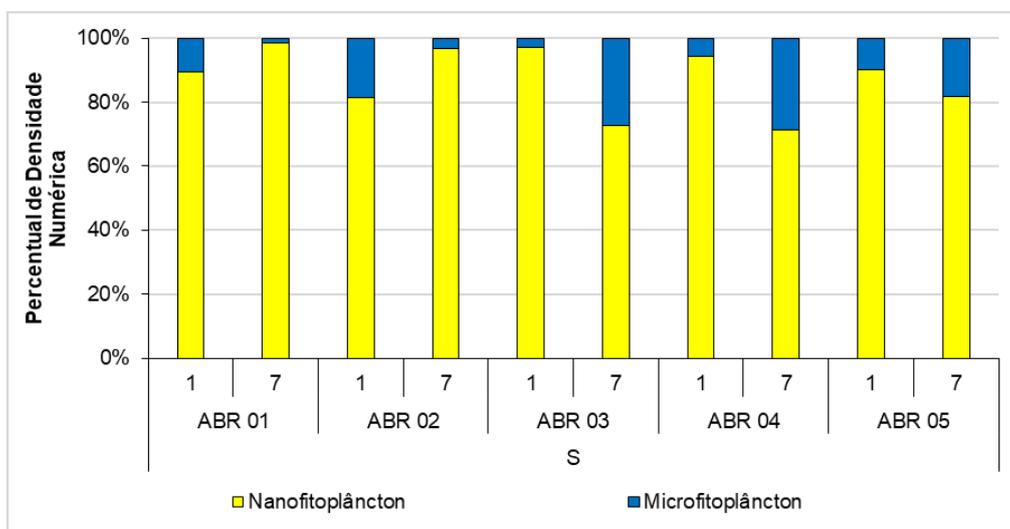
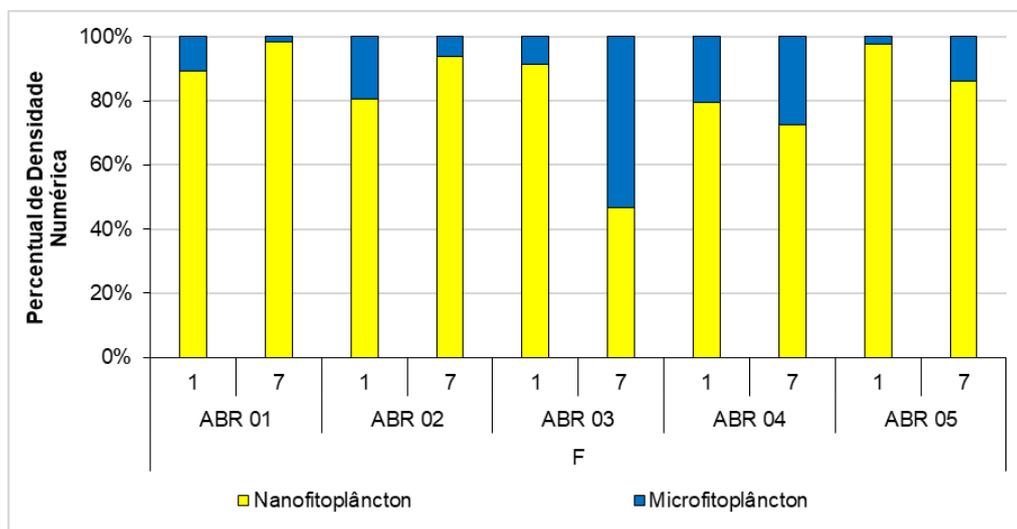


Figura 5: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfítoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.1.3 Composição Quantitativa

No que diz respeito aos grupos que compõem o fitoplâncton do setor de Abrolhos, houve uma alternância na dominância numérica entre o grupo Cyanophyceae, que teve contribuição variando entre 5% (campanha 1, fundo de ABR 02) e 75% (campanha 7, superfície de ABR 04) e o grupo Algas Verdes que variou de 9% (campanha 7, fundo de ABR 03) a 54% (campanha 1, fundo de ABR 05). Ainda assim, as Algas Verdes foram numericamente mais expressivas na maioria das estações amostradas. Somente na campanha 7 no fundo da estação ABR 03 esse padrão de alternância foi quebrado pela maior contribuição das Diatomáceas (52%). De maneira geral, as Diatomáceas foram mais expressivas numericamente nas estações ABR 03 e ABR 04, especialmente na campanha semestral realizada em abril de 2019 (campanha 7) (Figura 6 e Figura 7).

Figura 6: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

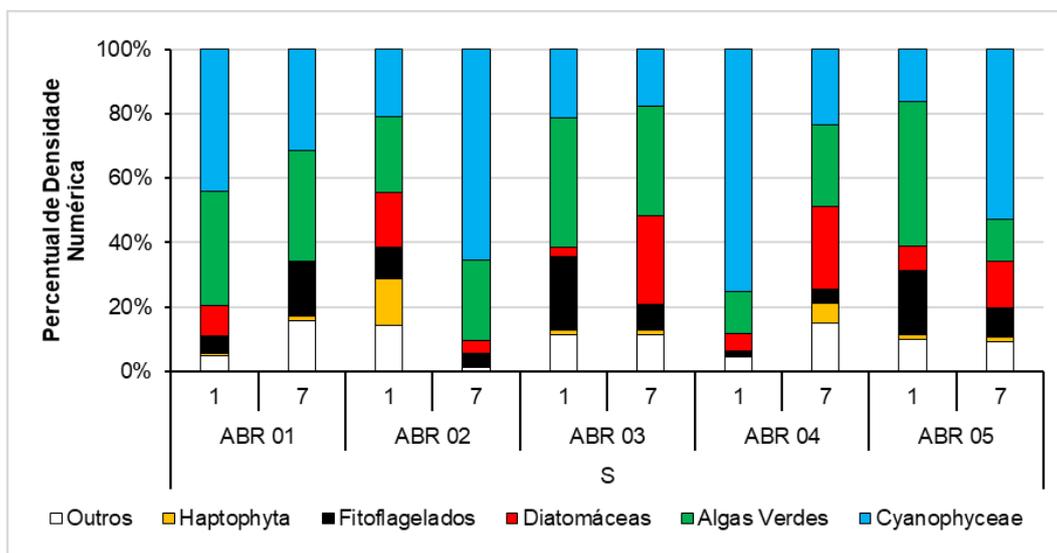
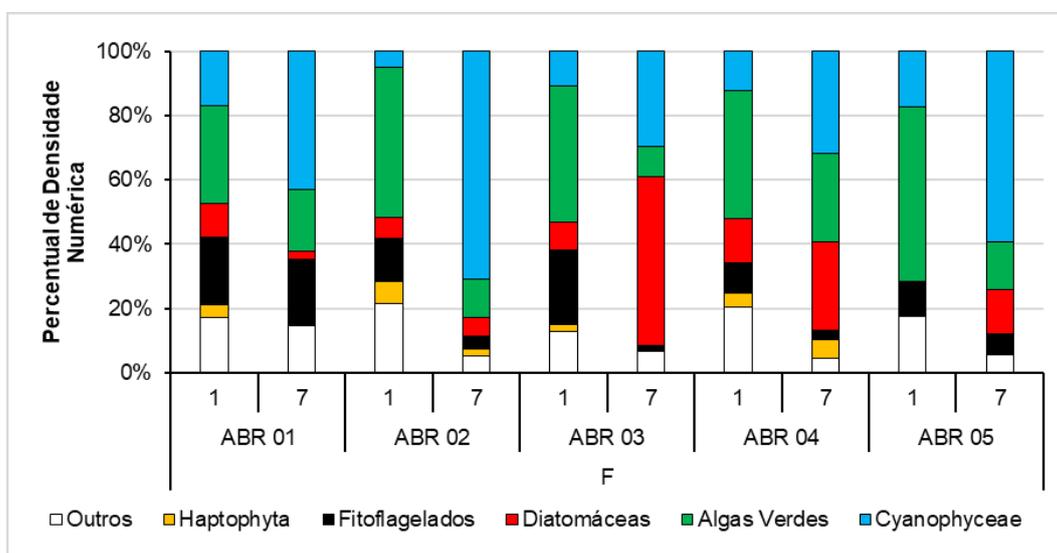


Figura 7: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.1.4 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos

É possível observar um padrão temporal nas concentrações de clorofila-a e de feopigmentos no setor Abrolhos, em quase todas as estações e profundidades amostradas (Figura 8, Figura 9 e Figura 10). Em outubro (campanha 1), observa-se que as concentrações de clorofila-a foram mais elevadas quando comparadas as concentrações de feopigmentos, o que se inverteu em abril (campanha 7), no qual as concentrações de feopigmentos superaram as de clorofila-a. Este padrão fica claramente

demonstrado quando se observam os gráficos de média, principalmente para a clorofila ativa que confirma o melhor estado fisiológico desta comunidade durante o mês de outubro de 2018, que configura a campanha 1 (Figura 11, Figura 12 e Figura 13). Em relação a biomassa, em termos de clorofila-a, constatou-se que as maiores concentrações ocorreram nas amostras de meia água.

A maior concentração de feopigmentos indica elevado grau de senescência da comunidade fitoplanctônica, essa inversão no padrão de concentração sugere que a comunidade fitoplanctônica passou por uma deterioração de seu estado fisiológico. Inúmeros fatores podem estar relacionados a essa perda de saúde fisiológica, como por exemplo o surgimento de uma tempestade tropical na região analisada no início de abril de 2019 (campanha 7), que pode ter causado ressuspensão de sedimento aumentando assim a turbidez. A superioridade nos valores da primeira campanha semestral pode ser relacionada ao aumento da vazão no rio Doce e rio Mucuri nesse período, que carregam nutrientes para a região costeira incrementando a produtividade primária.

Figura 8: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

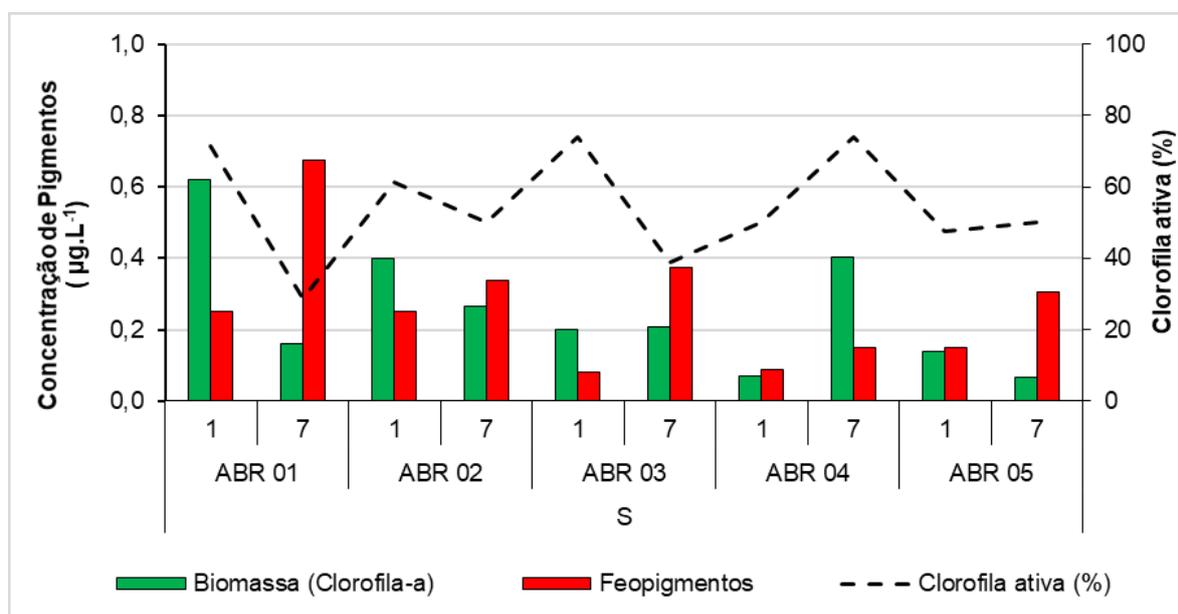


Figura 9: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

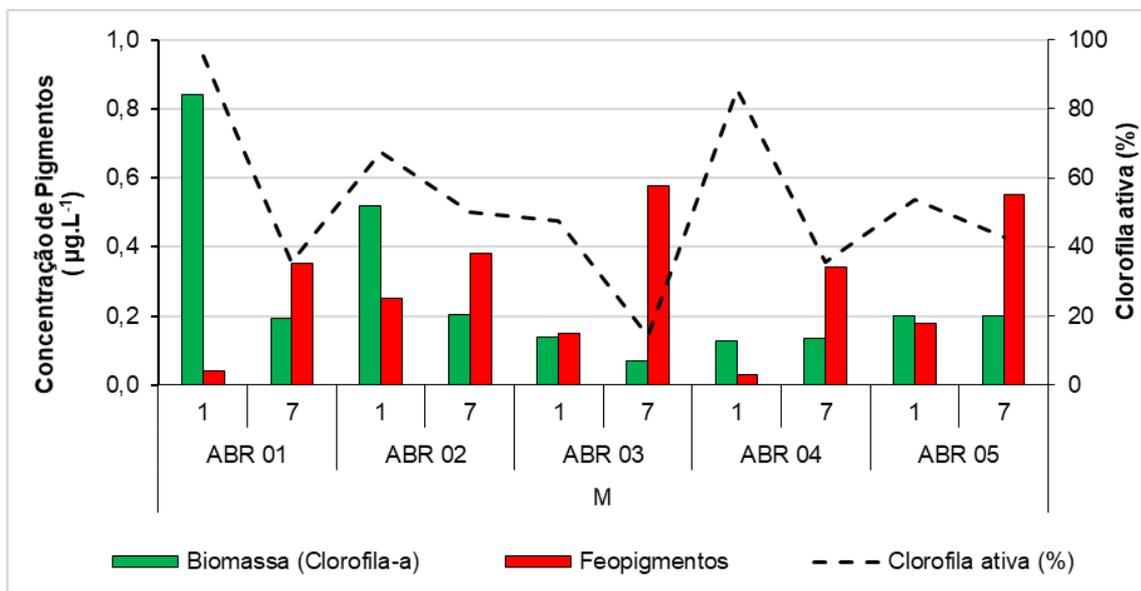


Figura 10: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

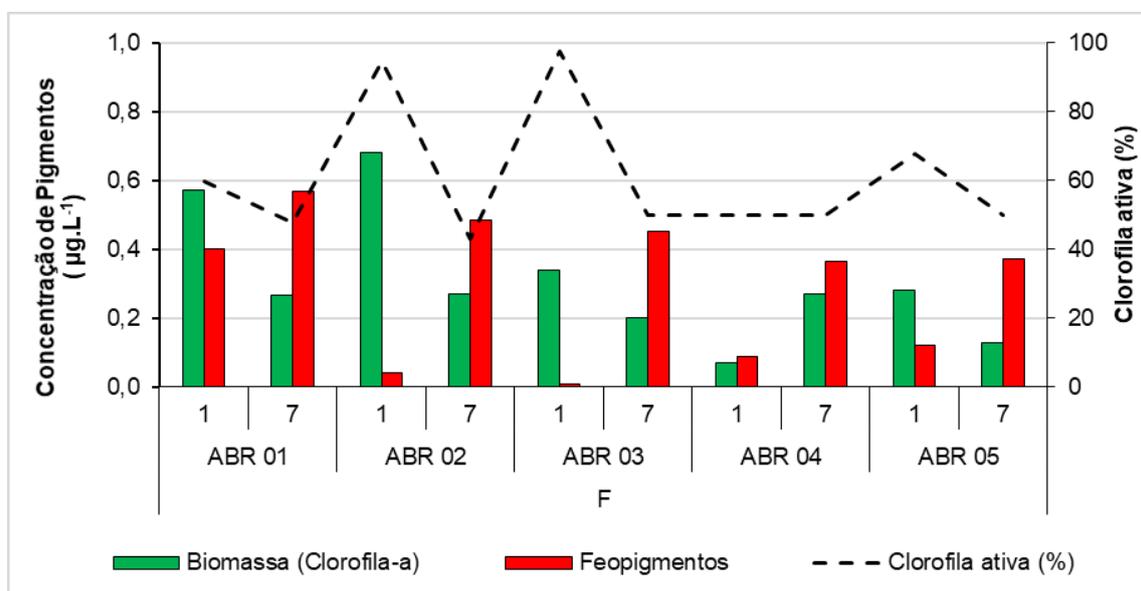


Figura 11: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

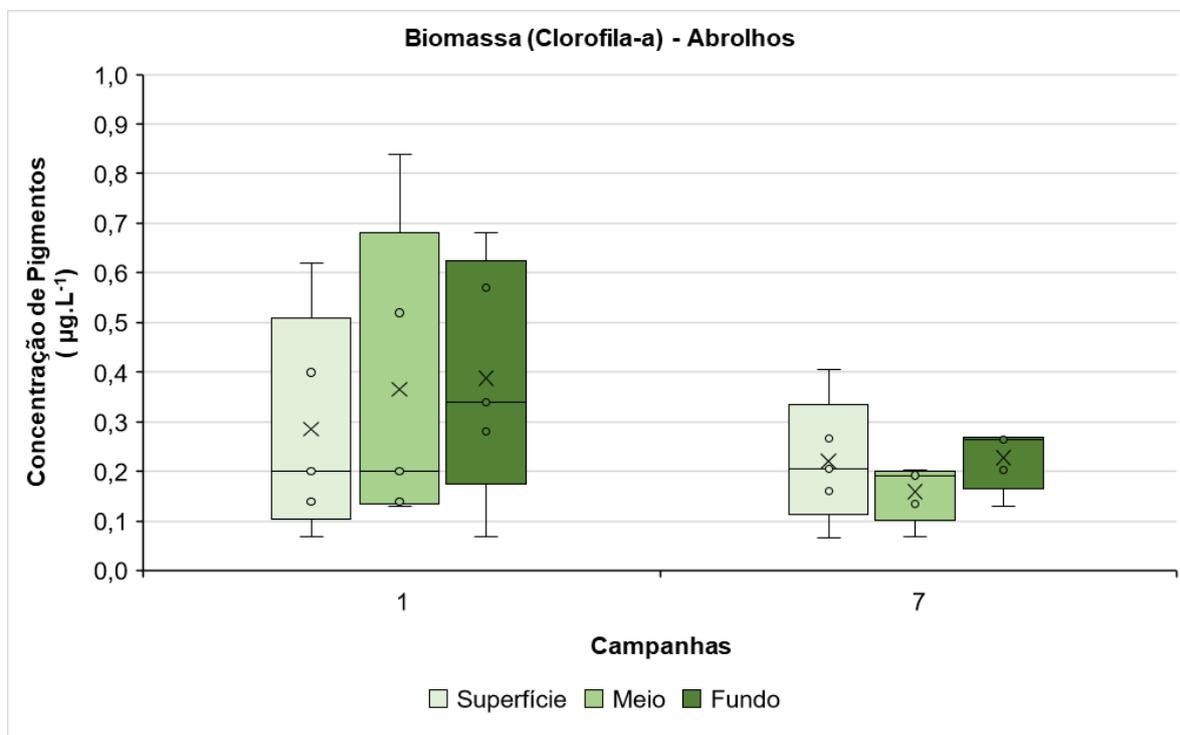


Figura 12: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

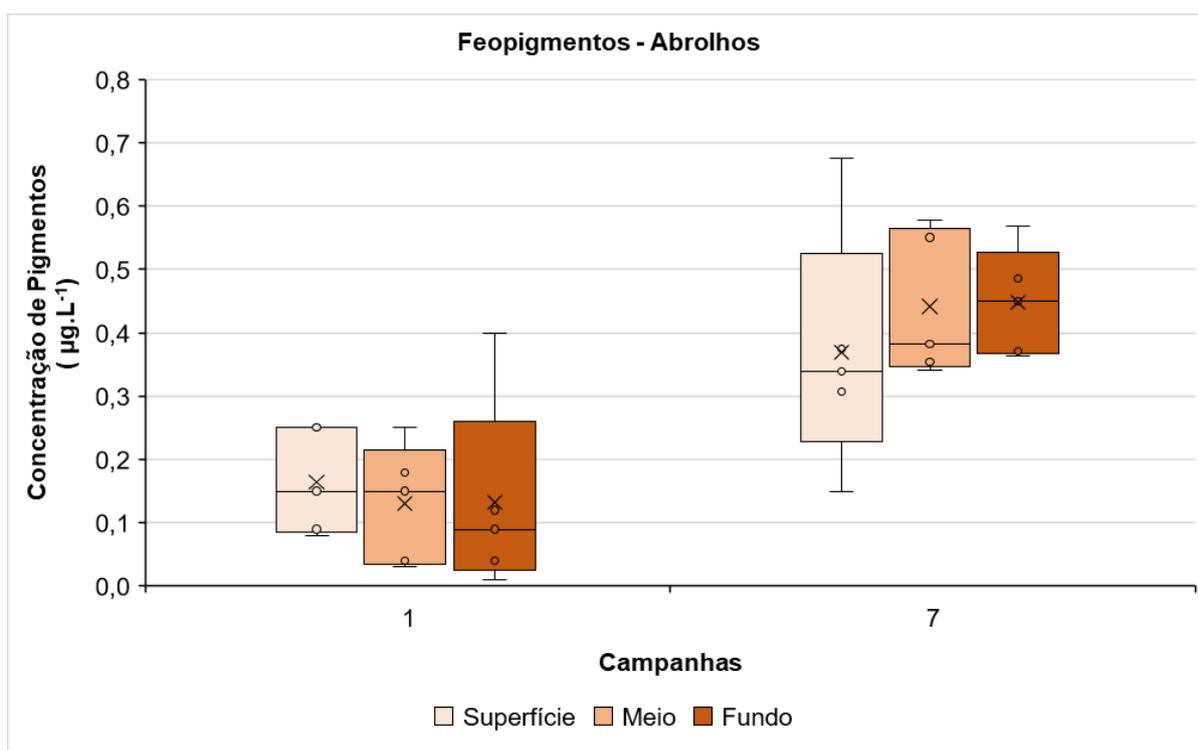
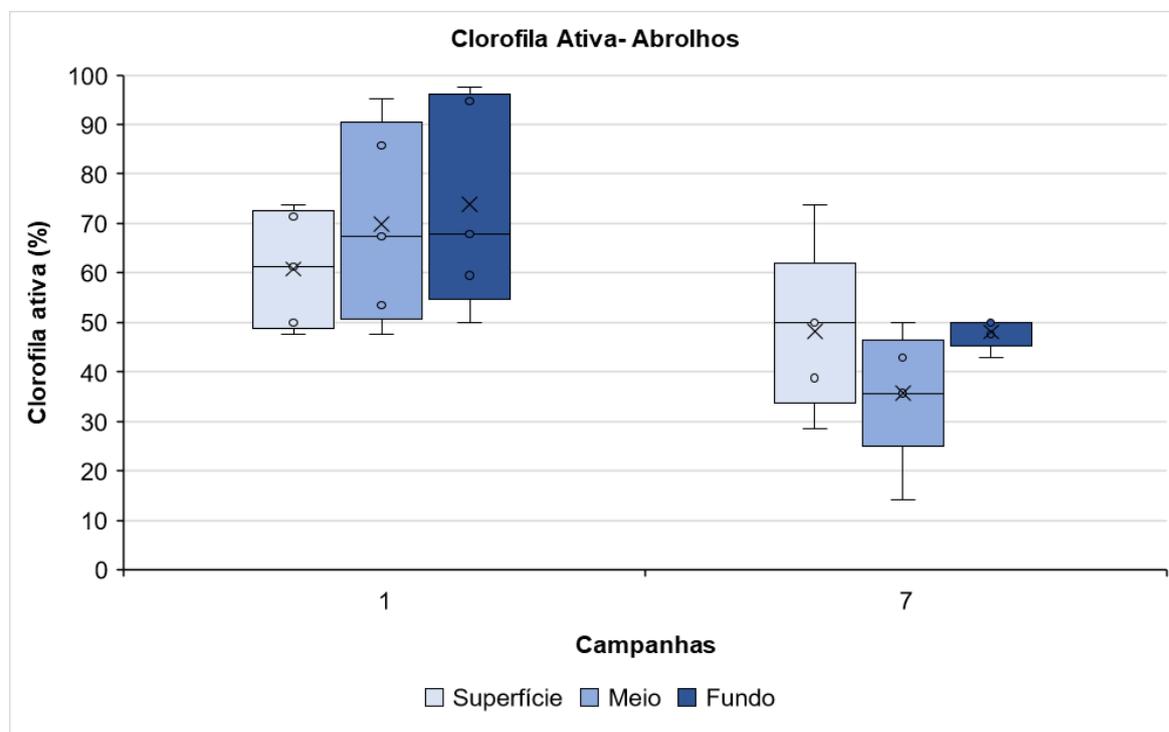


Figura 13: Concentrações médias (%) de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Abrolhos nas campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.1.5 Equabilidade e Diversidade Específica

Em relação à equabilidade, os valores encontrados estiveram acima de 0,5, exceto na ABR 04 superfície (campanha 1, em outubro de 2018) (Figura 14). Embora em superfície esse parâmetro não tenha demonstrado um padrão de variação, no fundo os valores obtidos na campanha 1 foram maiores que o valores da campanha 7 em todas as estações analisadas, da mesma forma que a diversidade específica. Em superfície os valores obtidos variaram entre 1,71 bits•organismos-1 (ABR 04 superfície – campanha 1) e 4,26 bits•organismos-1 (ABR 02 superfície – campanha 1), (Figura 15, Figura 16 e Figura 17).

Figura 14: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

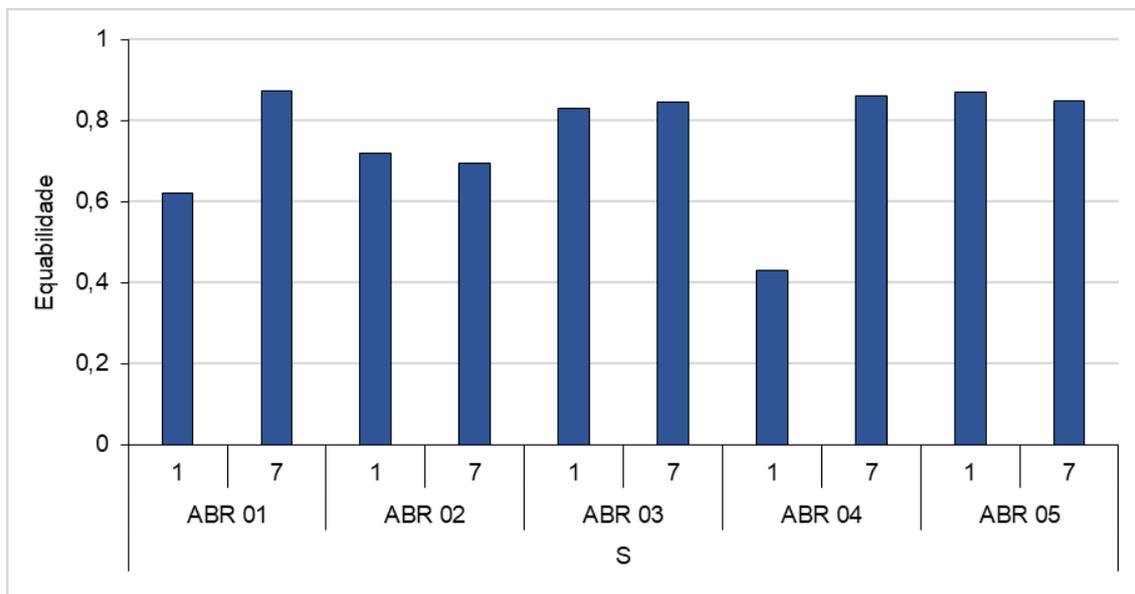


Figura 15: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

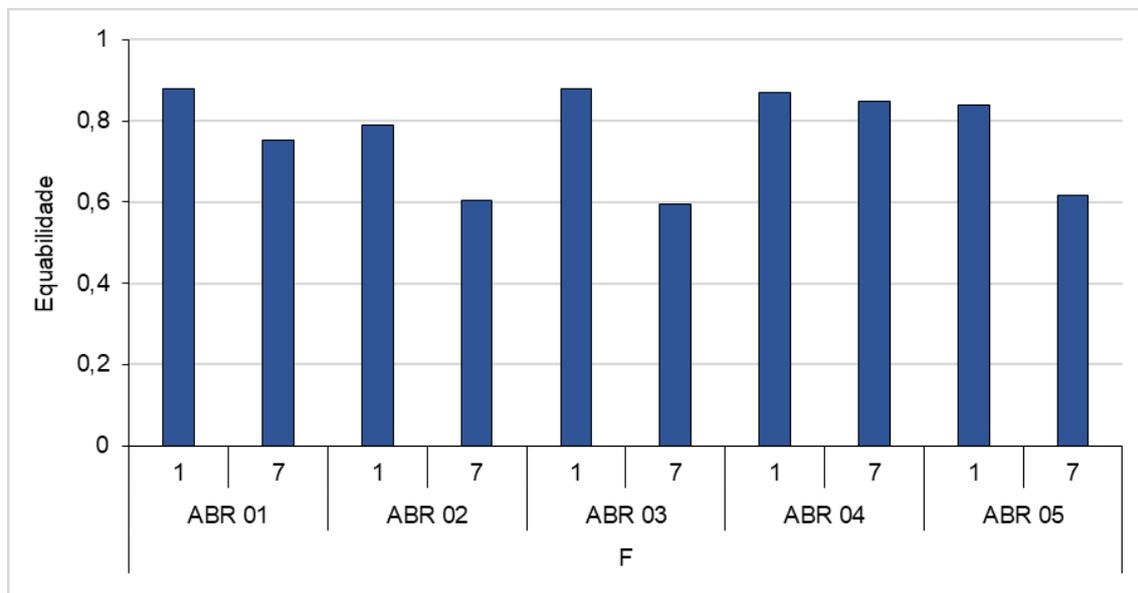


Figura 16: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor de Abrolhos, durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).

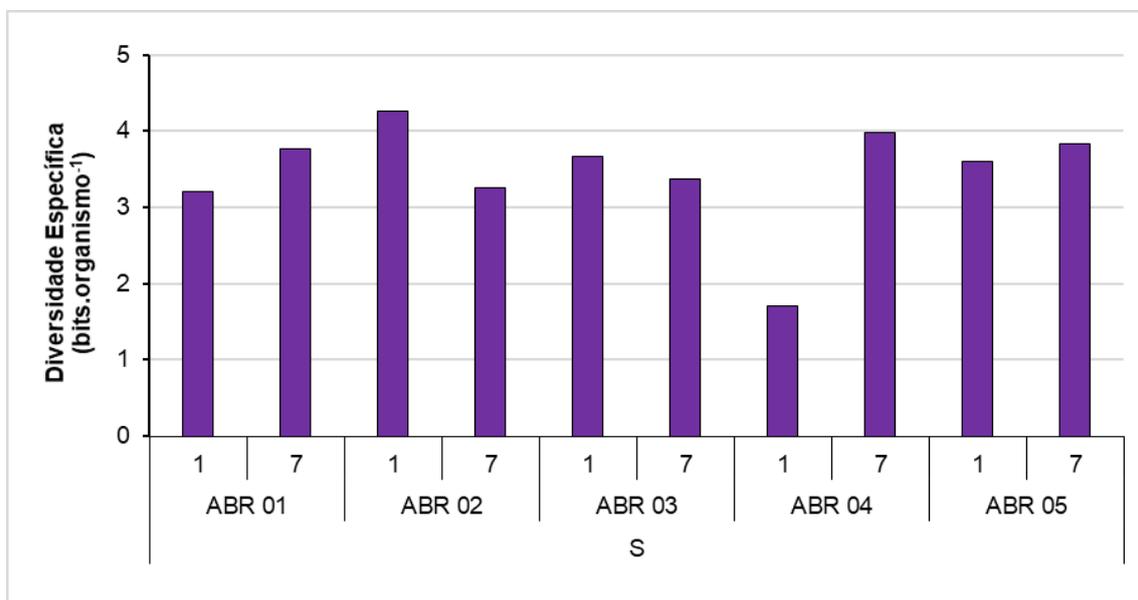
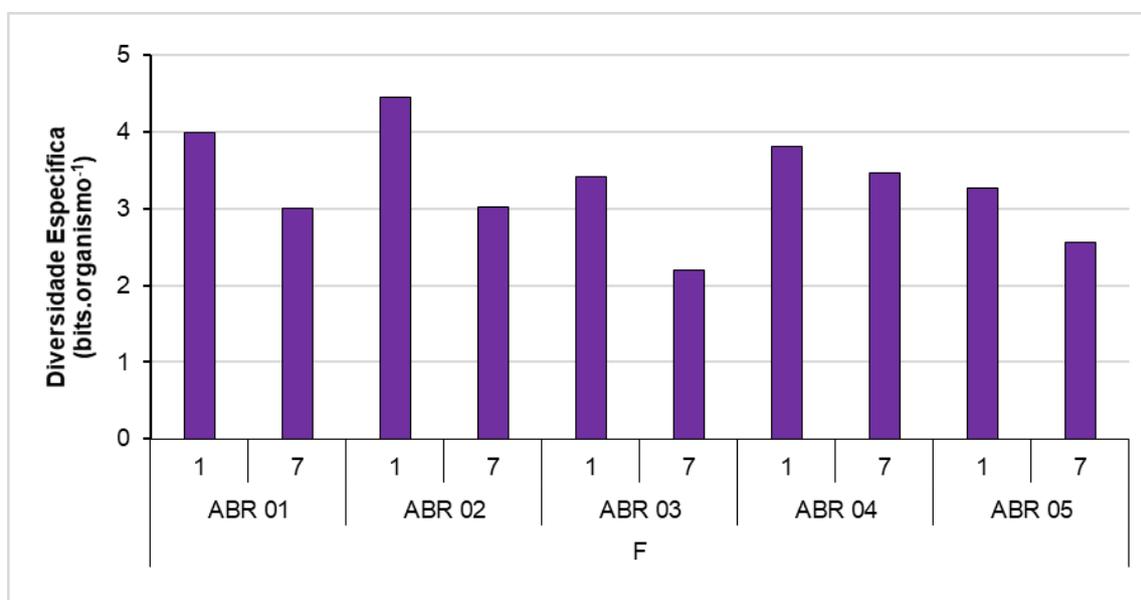


Figura 17: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos durante o PMBA 1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.1.6 Número de táxons e Composição Qualitativa

Com relação às análises qualitativas, o APÊNDICE 1, exibe a listagem de organismos identificados somente à nível de gênero e espécie para todos os setores deste relatório, nas campanhas de outubro a dezembro de 2018 e de janeiro a julho de 2019. Para o setor Abrolhos, foram obtidos 218 taxa pertencentes a 14 classes taxonômicas diferentes, considerando somente os organismos identificados

à nível de gênero e de espécie. Do total de organismos identificados, 53 pertencem à Classe Bacillariophyceae, 52 à Classe Dinophyceae, 44 à Classe Mediophyceae, 26 à Classe Coscinodiscophyceae, 14 à Classe Chlorophyceae, 13 à Classe Cyanophyceae, 4 à Classe Pyramimonadophyceae, 3 nas classes Trebouxiophyceae e Euglenophyceae cada, 2 à Classe Chlorodendrophyceae e 1 às Classes Nephroselmidophyceae, Noctilucophyceae, Mesostigmatophyceae e Dictyochophyceae.

Levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os de gênero e espécie apresentados acima, foram verificados 329 táxons nas cinco estações amostradas neste setor. Deste modo, a estação ABR 02 durante a Campanha 1 apresentou o maior número de táxons identificados para esta campanha (131) e o menor (52) foi registrado nas estações ABR 02 durante a Campanha 7 e ABR 05 na Campanha 1. As estações ABR 01, ABR 03 e ABR 04 apresentaram número de táxons muito similares nas duas campanhas realizadas neste setor, sendo a estação ABR 02 a que apresentou maior diferença nos valores entre as duas campanhas (Figura 18).

Com relação às contribuições dos principais grupos para a composição qualitativa do fitoplâncton, observa-se uma maior contribuição por parte das Diatomáceas (50%), sendo 29,1% das Diatomáceas penadas e 20,9% das Diatomáceas cêntricas na estação ABR 01 durante a Campanha 1, seguidas pelos grupos das Algas Verdes (32,7%) na estação ABR 02 na Campanha 7 e dos Dinoflagelados (28,8%) na estação ABR 01 durante a Campanha 7. É nítida também a maior contribuição do grupo Dinoflagelados em todas as estações durante a Campanha 7 quando comparados à Campanha 1 (Figura 19).

A espécie *Cylindrothecaclosterium* (Bacillariophyceae) e o gênero *Chlorella* sp. (Trebouxiophyceae) foram os táxons mais frequentes, estando presentes em 100% das estações nas duas campanhas realizadas. Também se destacam as espécies *Hemiaulus membranaceus* e *Leptocylindrus danicus* (Mediophyceae), *Tripos furca* e *Tripos trichoceros* (Dinophyceae) e *Trichodesmium erythraeum* e *Trichodesmium thiebautii* (Cyanophyceae) que apresentaram frequência de ocorrência de 80 a 90% nas estações do setor.

Figura 18: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Abrolhos obtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018) e 7 (abril de 2019), durante o PMBA1.

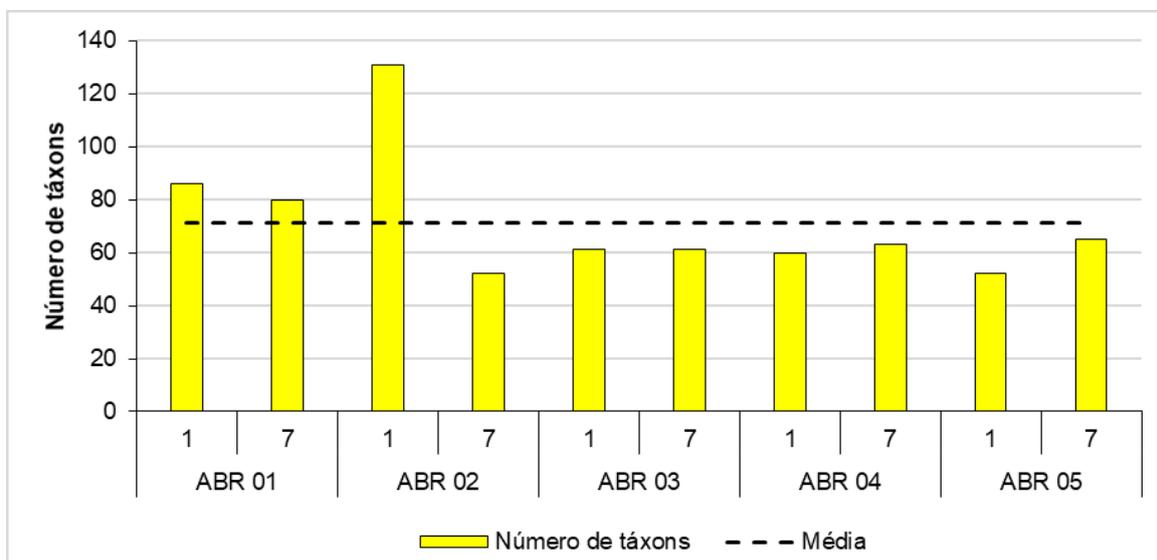
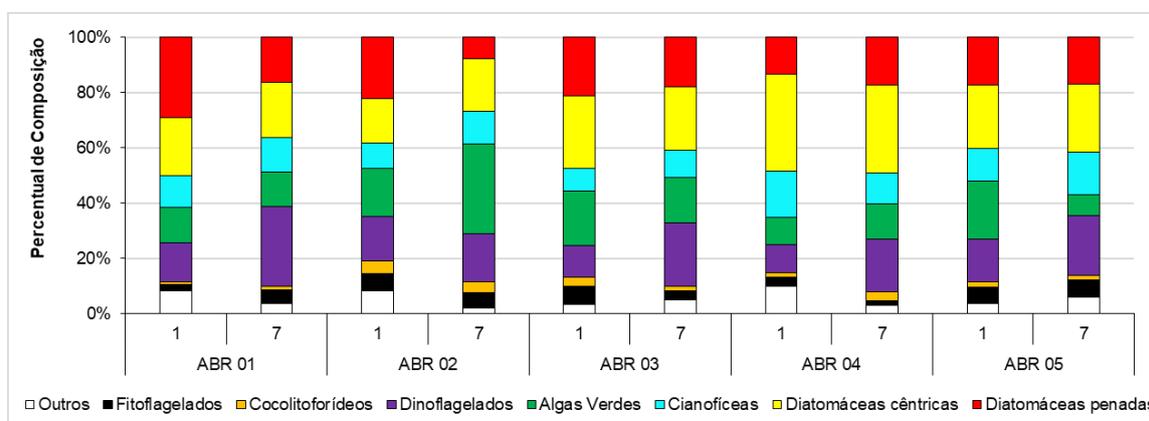


Figura 19: Composição qualitativa (%) dos grupos fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor de Abrolhos, durante o PMBA1, campanhas 1 e 7 (outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente).



2.2 SETOR NORTE

2.2.1 Densidade Numérica

A densidade fitoplanctônica do Setor Norte apresentou em dados do monitoramento pré-PMBA 1, relativo ao ano de 2016, um padrão de redução de janeiro-fevereiro para abril nas estações BN 01 e BN 02, semelhante ao encontrado em Abrolhos. Esse mesmo padrão também foi observado em DEG 01, de abril para dezembro, enquanto que DEG 02 ocorreu um aumento, com concentrações da superfície maiores que do fundo.

Durante o PMBA 1, considerando a densidade numérica em superfície, os maiores valores foram encontrados nas campanhas 1 e 10 (exceto para BN 02 que apresentou o maior valor em janeiro – campanha 4), chegando ao máximo 1532×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$ no BN 01 na campanha 10 e segunda trimestral. Em relação às amostras de fundo, observa-se que em DEG 01 os valores de densidade numérica de fundo foram maiores que os de superfície em todo o monitoramento. Algumas estações apresentaram picos com maiores valores em julho e/ou outubro, representado pelas campanhas 10 e 1 (BN 01, BN 02 e DEG 01), chegando ao máximo de 1186×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$ na primeira campanha semestral - campanha 1 no BN 01 (Figura 20 e Figura 22). Através da Figura 22 é possível notar que, em superfície, no início do monitoramento haviam valores maiores em relação a densidade numérica, que foram reduzidos nas campanhas 4 e 7 (janeiro e abril de 2019), voltando a subir na campanha 10 que ocorreu em julho de 2019, este mês inclusive com maior dispersão dos dados (ou seja, maior variabilidade entre as estações). No fundo, se considerarmos a campanha 4 adiante, que representa a primeira trimestral, temos que a mediana cresceu temporalmente, junto com a dispersão dos dados.

Quanto às amostras de fundo, observa-se que em DEG 01 (estação mais costeira) os valores de densidade numérica foram maiores que os de superfície em todo o monitoramento. Isto poderia estar associado ao fato de ser uma estação de baixa profundidade e haver ressuspensão de nutrientes do sedimento (em local com alta incidência de luminosidade), ou mesmo a inibição luminosa em superfície.

Figura 20: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos \cdot L $^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

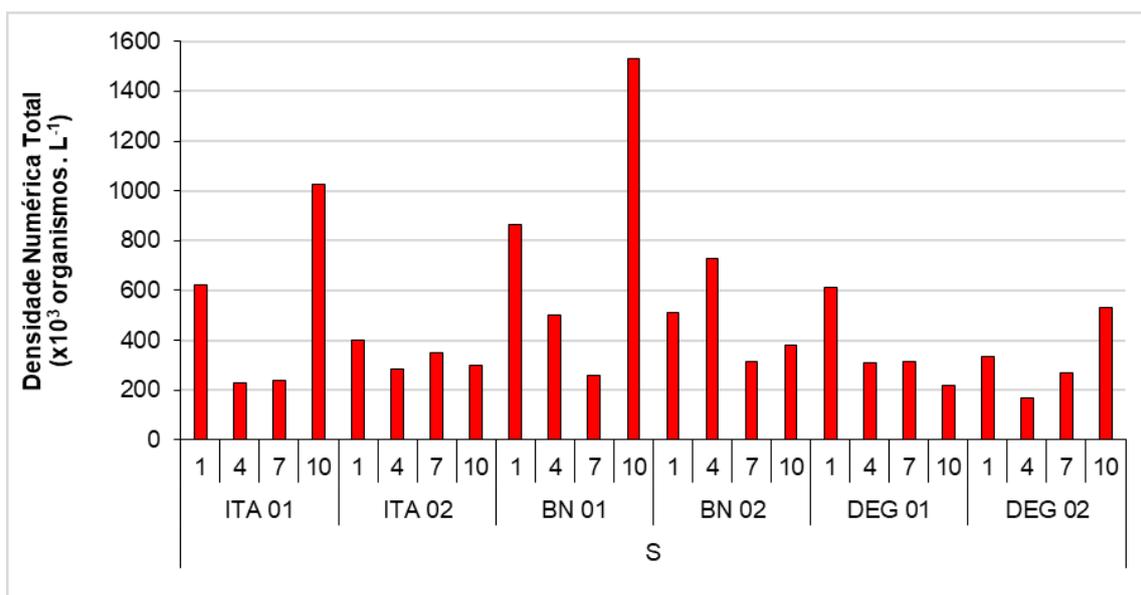


Figura 21: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

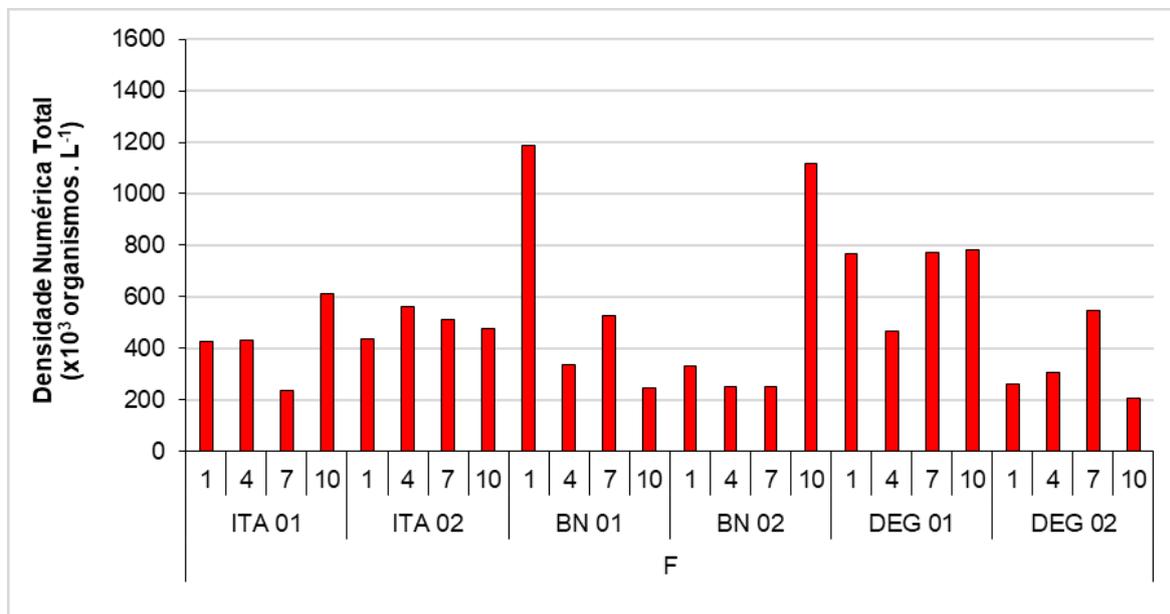
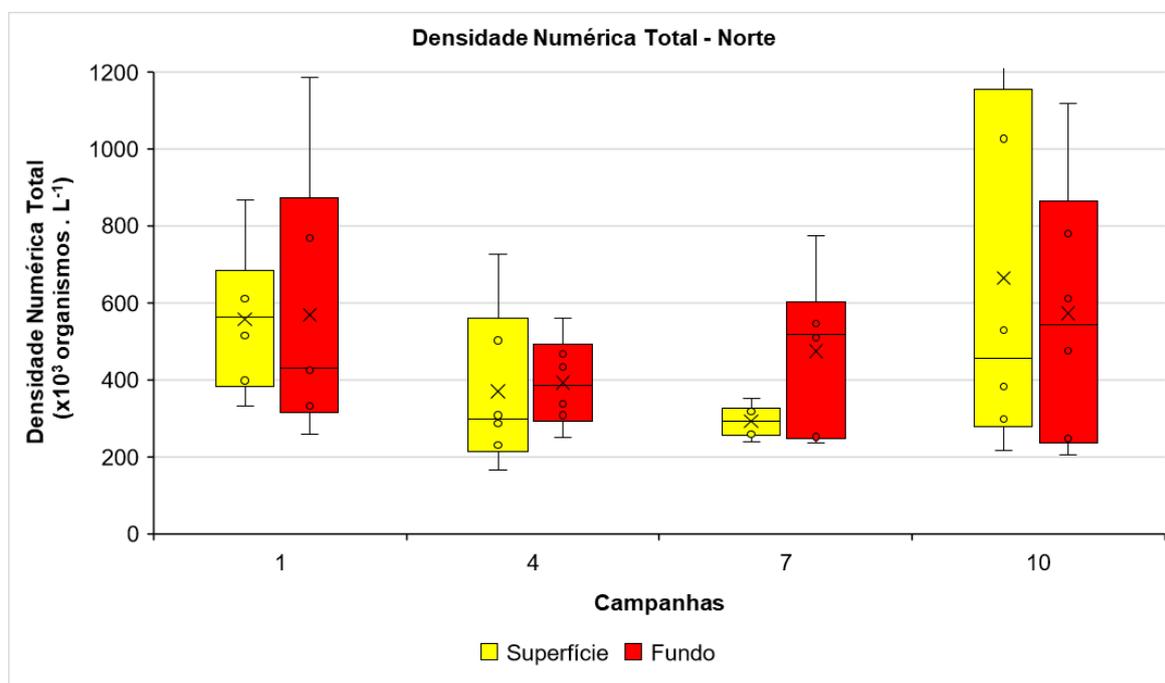


Figura 22: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para o setor Norte nas campanhas de outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019.

2.2.2 Classes de Tamanho

Quanto às classes de tamanho, o nanofitoplâncton dominou em todo setor (60-100%), tendo uma maior contribuição da fração microfitoplanctônica nas estações mais costeiras e na profundidade de superfície (destaque para BN 02 em superfície, com 36% e 29%, na campanha 4na superfície de DEG 01), e mínimo 0% em ITA 01 no fundo (Figura 23e Figura 24).

Observa-se como esperado que em estações costeiras (BN 02, ITA 01 e DEG 01) há uma maior contribuição de microfitoplâncton – quanto mais próximo à costa a tendência é ter mais nutrientes e sustentar organismos maiores. Esta observação sugere que na primeira campanha trimestral (campanha 4), a estação DEG 01 apresentou aumento na proporção de Diatomáceas de pequeno tamanho, que chegaram a 43% enquanto a fração microfitoplanctônica foi apenas de 7%. Isso pode indicar um evento de sucessão. Segundo a revisão de JEFFREY et al., 2005, o crescimento rápido das Diatomáceas geralmente garante que sejam as primeiras a aparecer na coluna d'água em caso de enriquecimento de nutrientes inorgânicos (nitrato). A sucessão inicia-se com algas pequenas, crescimento rápido, Diatomáceas formadoras de cadeia, depois grandes Diatomáceas cêntricas, e então, quando a sílica se torna deplecionada, as Diatomáceas declinam e os Flagelados dominam.

Tabela 2: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Norte monitorados nas campanhas 1,4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

Campanha	Estatística Descritiva	Norte																			
		Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)			
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
1	Tamanho (n)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mínimo	332	259	328	243	8	15	2,80	2,47	0,63	0,58	0,27	0,14	0,13	0,00	0,11	0,05	50,00	50,00	35,71	
	Máximo	865	1186	850	1155	185	70	4,58	4,74	0,90	0,85	3,80	8,79	2,67	1,18	2,67	1,14	100,00	75,32	85,71	
	Média	557	568	511	536	46	32	3,20	3,35	0,71	0,73	1,37	2,20	0,93	0,43	0,74	0,44	77,12	68,51	65,08	
	Desvio Padrão	190	349	207	342	69	20	0,69	0,87	0,10	0,11	1,48	3,35	0,91	0,45	0,99	0,38	16,56	9,20	16,28	
	Erro Padrão	77	143	84	140	28	8	0,28	0,35	0,04	0,04	0,60	1,37	0,37	0,18	0,40	0,15	6,76	3,76	6,65	
4	Tamanho (n)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mínimo	166	251	166	224	4	0	2,61	0,55	0,62	0,28	0,00	0,00	0,12	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	35,71	
	Máximo	726	560	707	545	90	35	3,96	3,67	0,89	0,78	0,97	1,01	0,79	0,31	0,25	0,24	85,71	85,71	85,71	
	Média	370	392	345	377	24	16	3,21	2,79	0,78	0,68	0,31	0,26	0,31	0,18	0,14	0,14	47,62	42,86	59,52	
	Desvio Padrão	208	115	212	115	33	13	0,44	1,12	0,11	0,20	0,38	0,38	0,25	0,08	0,07	0,07	39,30	38,60	21,03	
	Erro Padrão	85	47	86	47	13	5	0,18	0,46	0,04	0,08	0,16	0,16	0,10	0,03	0,03	0,03	16,04	15,76	8,58	
7	Tamanho (n)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mínimo	239	236	197	201	4	8	2,57	2,91	0,66	0,65	0,26	0,14	0,26	0,00	0,00	0,00	85,71	50,00	71,43	
	Máximo	351	772	317	699	42	73	3,81	3,84	0,85	0,86	0,81	0,93	1,87	0,11	0,28	0,36	100,00	100,00	100,00	
	Média	292	473	270	442	21	31	3,37	3,24	0,78	0,74	0,50	0,67	0,83	0,04	0,12	0,12	95,24	81,75	85,71	
	Desvio Padrão	43	202	48	191	15	23	0,43	0,37	0,07	0,09	0,27	0,29	0,58	0,05	0,10	0,13	5,83	18,05	9,04	
	Erro Padrão	18	83	19	78	6	9	0,18	0,15	0,03	0,03	0,11	0,12	0,24	0,02	0,04	0,05	2,38	7,37	3,69	
10	Tamanho (n)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mínimo	216	205	189	158	9	35	2,59	3,84	0,60	0,82	0,64	0,53	0,63	0,03	0,00	0,00	59,52	38,55	56,12	
	Máximo	1532	1116	1523	1062	39	54	4,50	4,24	0,93	0,93	1,93	2,19	2,22	0,62	0,96	0,51	97,62	100,00	100,00	
	Média	664	572	643	527	21	45	3,88	4,08	0,81	0,86	1,21	1,38	1,09	0,24	0,22	0,22	82,79	84,66	80,22	
	Desvio Padrão	513	344	520	338	11	8	0,70	0,16	0,12	0,05	0,56	0,63	0,58	0,24	0,37	0,21	15,57	23,40	17,29	
	Erro Padrão	210	140	212	138	4	3	0,29	0,07	0,05	0,02	0,23	0,26	0,24	0,10	0,15	0,09	6,36	9,55	7,06	

Figura 23: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

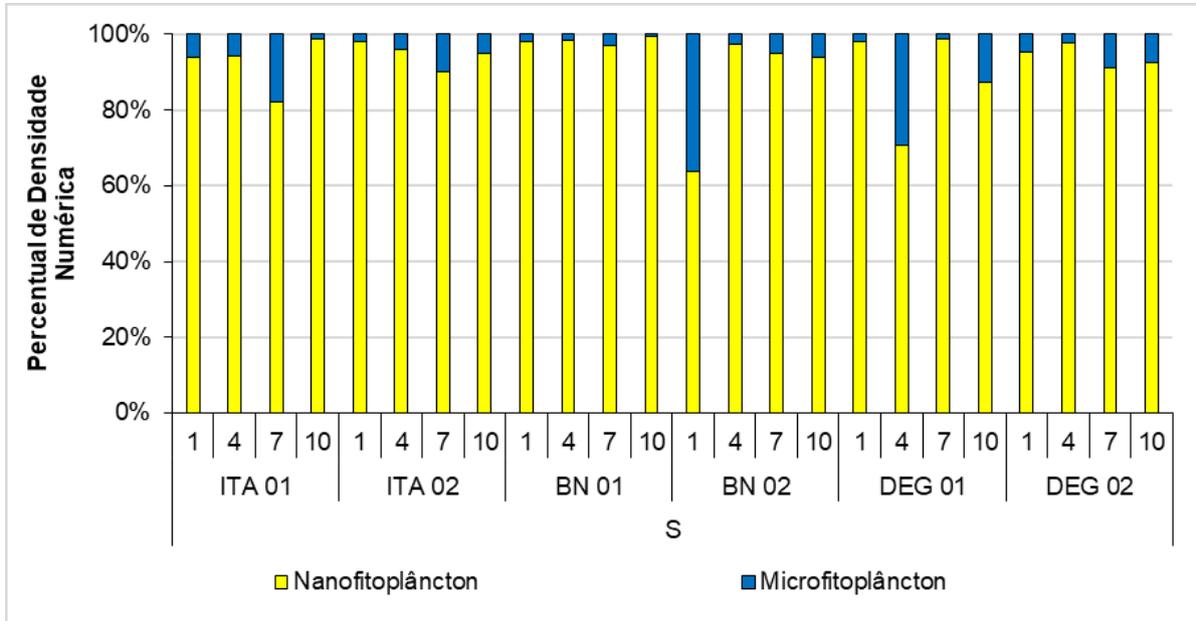
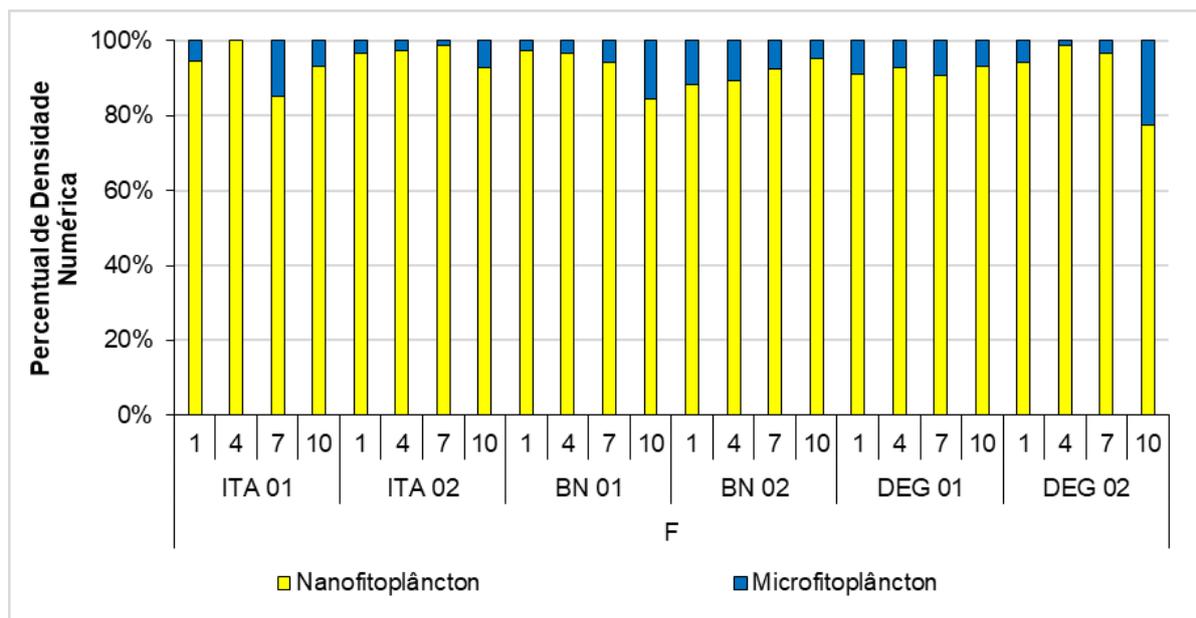


Figura 24: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.2.3 Composição Quantitativa

Em relação ao percentual densidade numérica dos grupos, é notada em praticamente todas as amostras grande contribuição de Algas verdes e Cianofíceas, estas compreenderam mais de 50% na maioria das amostras, com destaque para ITA 01 na primeira campanha trimestral (campanha 4), na qual a contribuição de Cianofíceas chegou a 96,4% e no BN 02 na campanha 4 (82%) e campanha 7 (78%). Observa-se que nas estações costeiras BN 02, ITA 01 e DEG 01 há uma maior contribuição do micrfitoplâncton (Figura 25 e Figura 26).

Figura 25: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

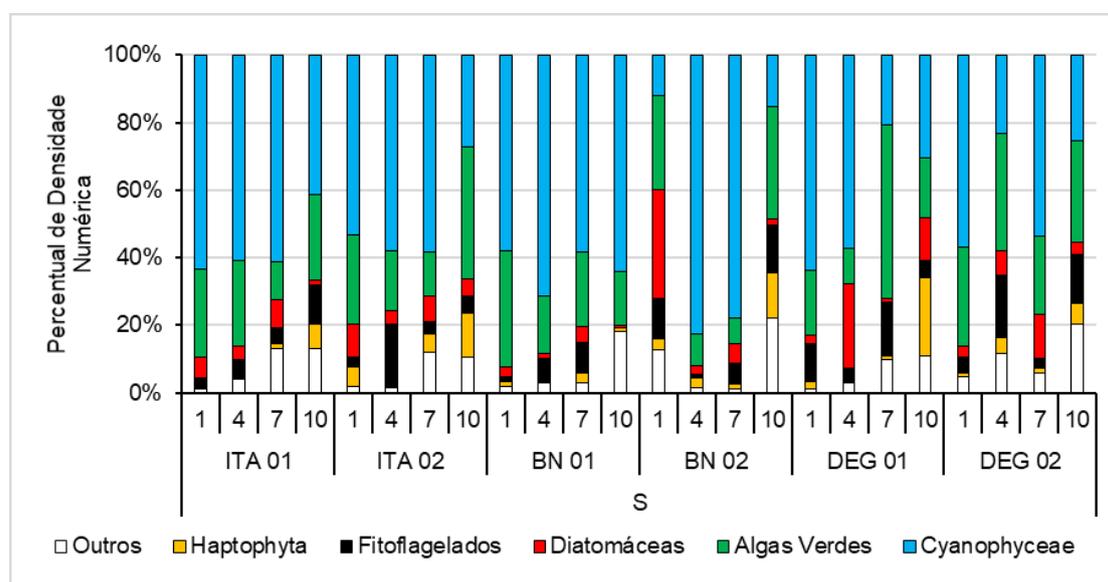
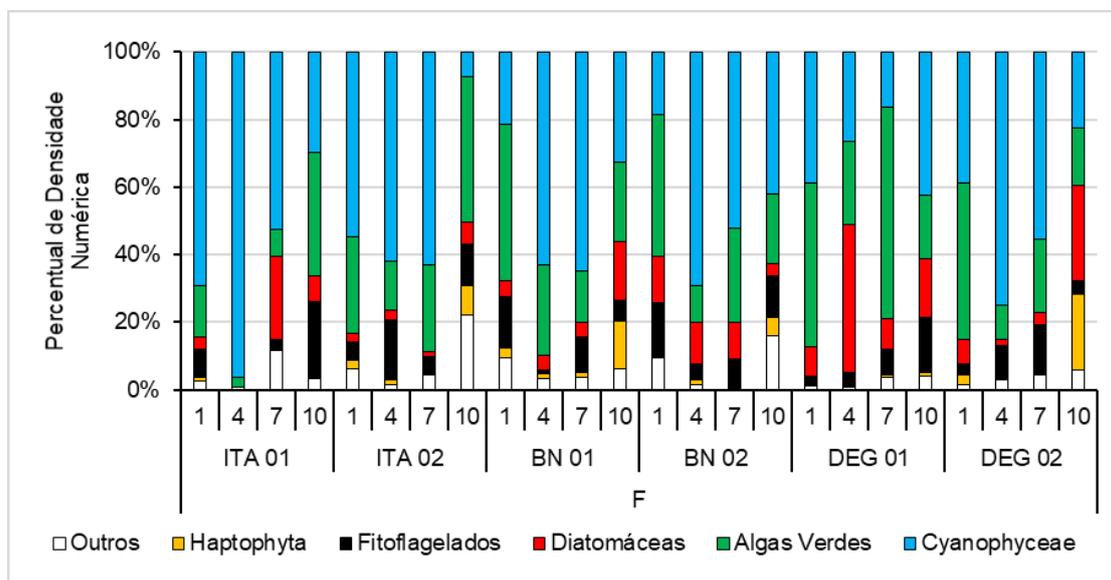


Figura 26: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo(F) do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.2.4 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos

Nestas estações costeiras (BN 02, ITA 01 e DEG 01) também foram encontrados os maiores valores para clorofila-a, na qual observam-se picos de biomassa nas campanhas 1 e 10, com destaque para BN 02 que na campanha 1 (primeira semestral) apresentou valores chegando a $8,79 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ no meio da coluna d'água e $3,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ em superfície. Em janeiro de 2019 (campanha 4 e primeira trimestral), BN 01 e DEG 02 apresentaram os menores valores de clorofila-a acompanhados da redução da clorofila ativa em superfície e meio da coluna d'água (Figura 27, Figura 28 e Figura 29). No Setor Norte houve uma tendência à redução dos feopigmentos e aumento da clorofila ativa ao longo do monitoramento, sendo menos evidente nas estações de fundo. Desta forma, foi observado que a campanha 1 apresentou as maiores médias de clorofila-a em todas as profundidades e que da campanha 4 (primeira trimestral) a 10 (segunda trimestral) houve uma leve tendência de aumento da concentração de clorofila-a, mas ainda assim bem abaixo dos valores observados em outubro de 2018 que representa a campanha 1. Os maiores valores de clorofila ativa foram observados em julho de 2019 (campanha 10) (Figura 30, Figura 31 e Figura 32).

Figura 27: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

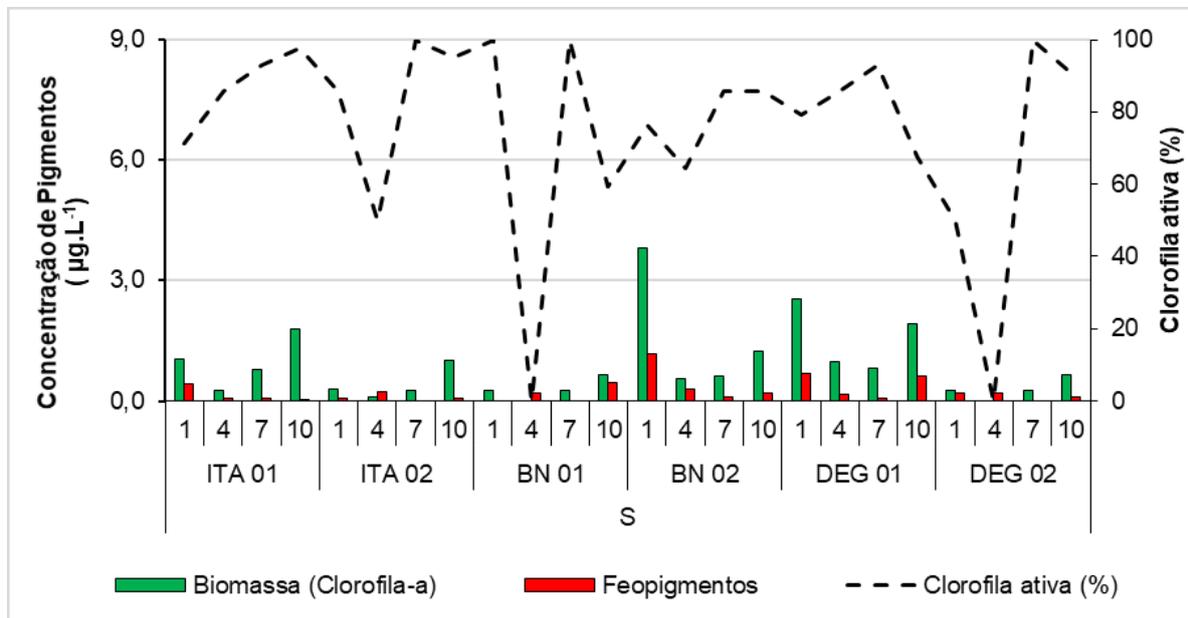


Figura 28: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

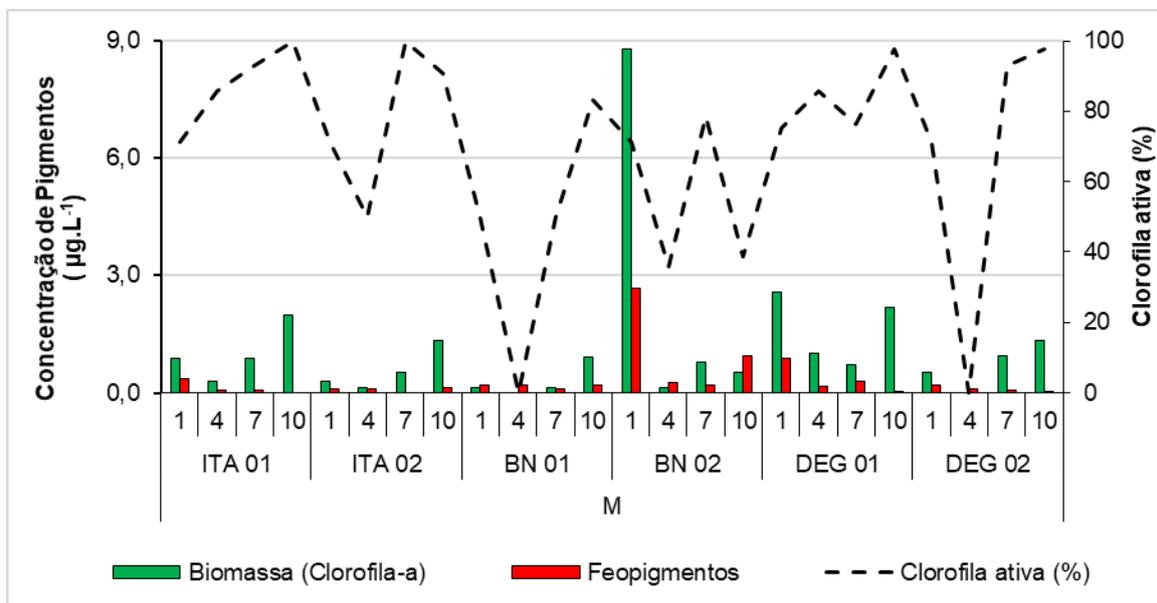


Figura 29: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

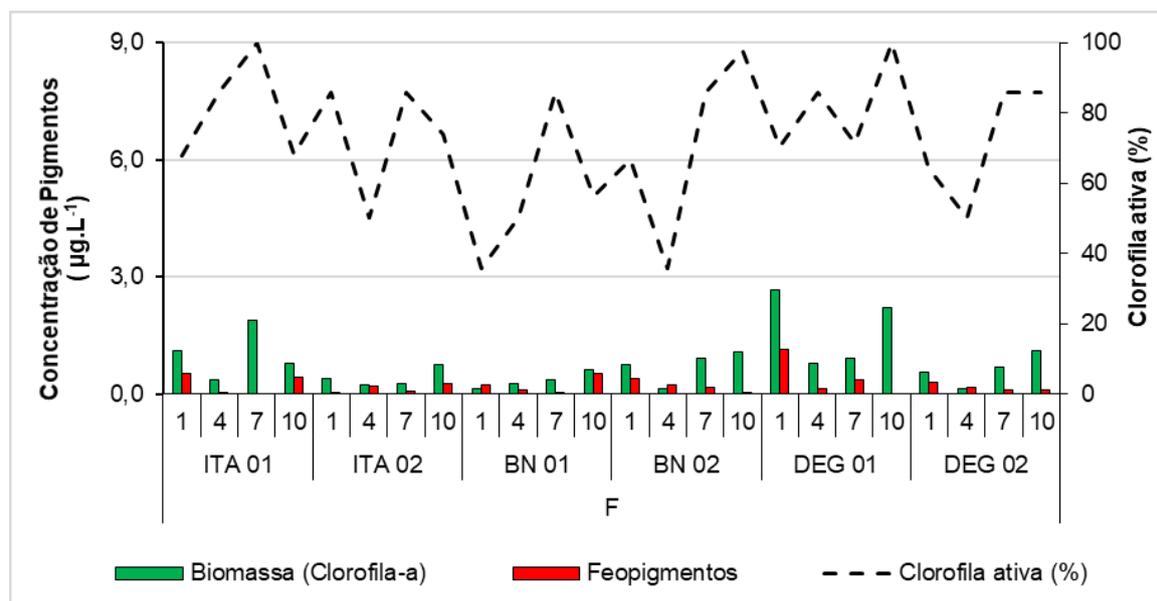


Figura 30: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

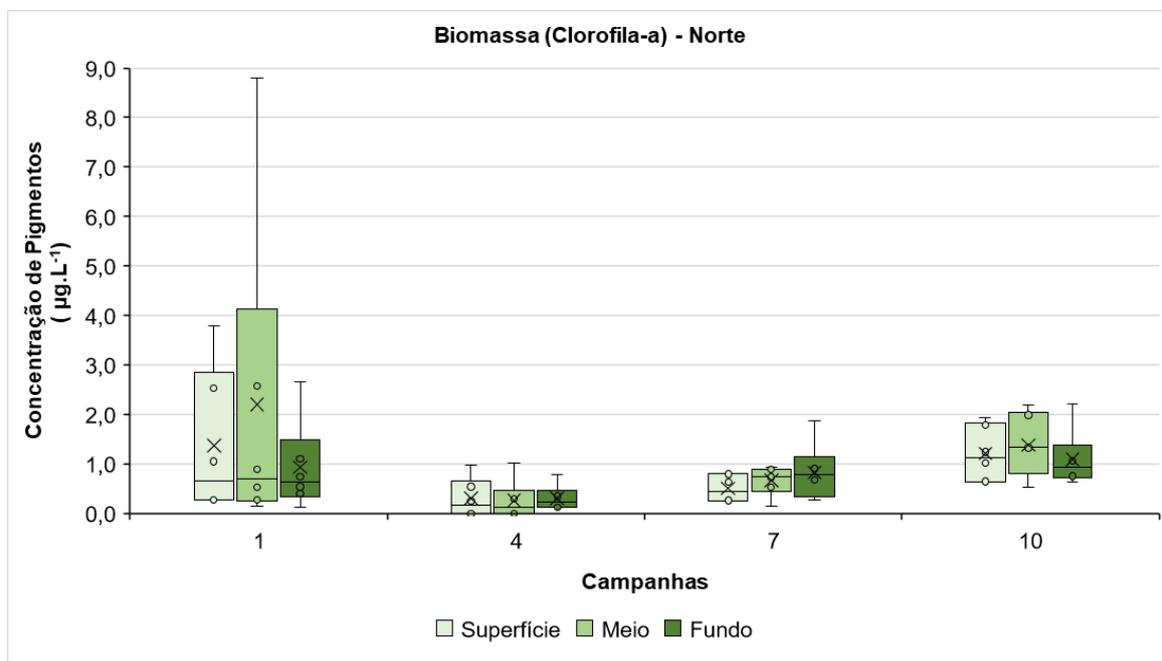


Figura 31: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

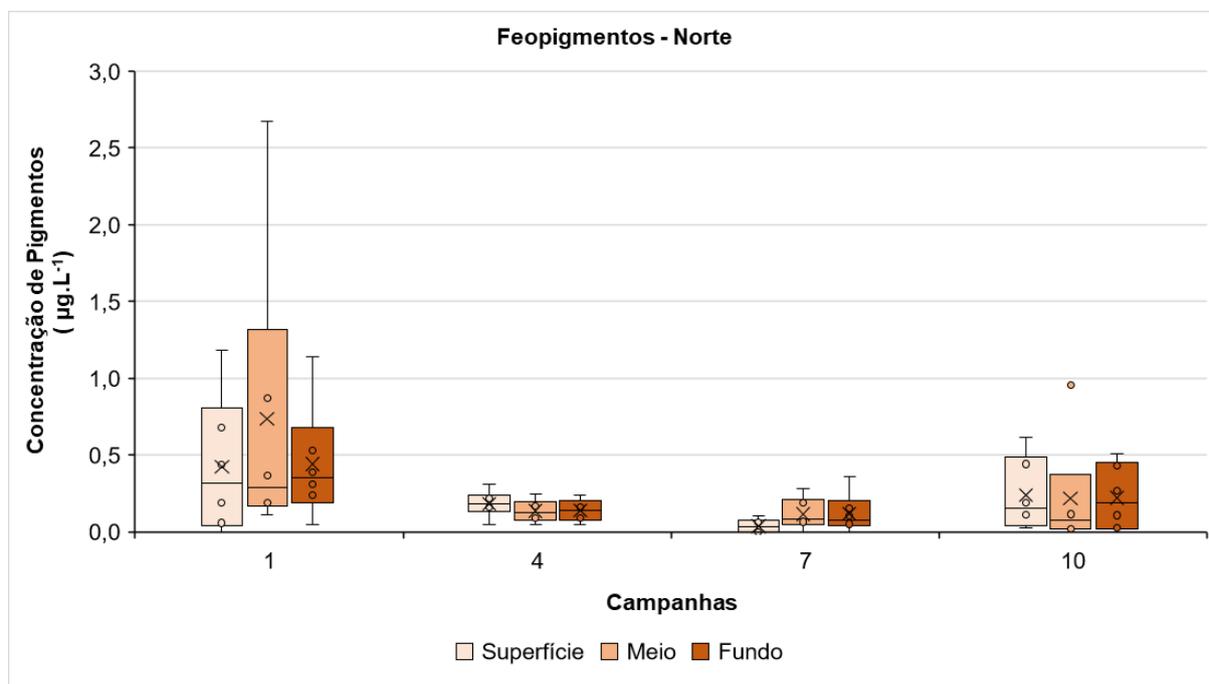
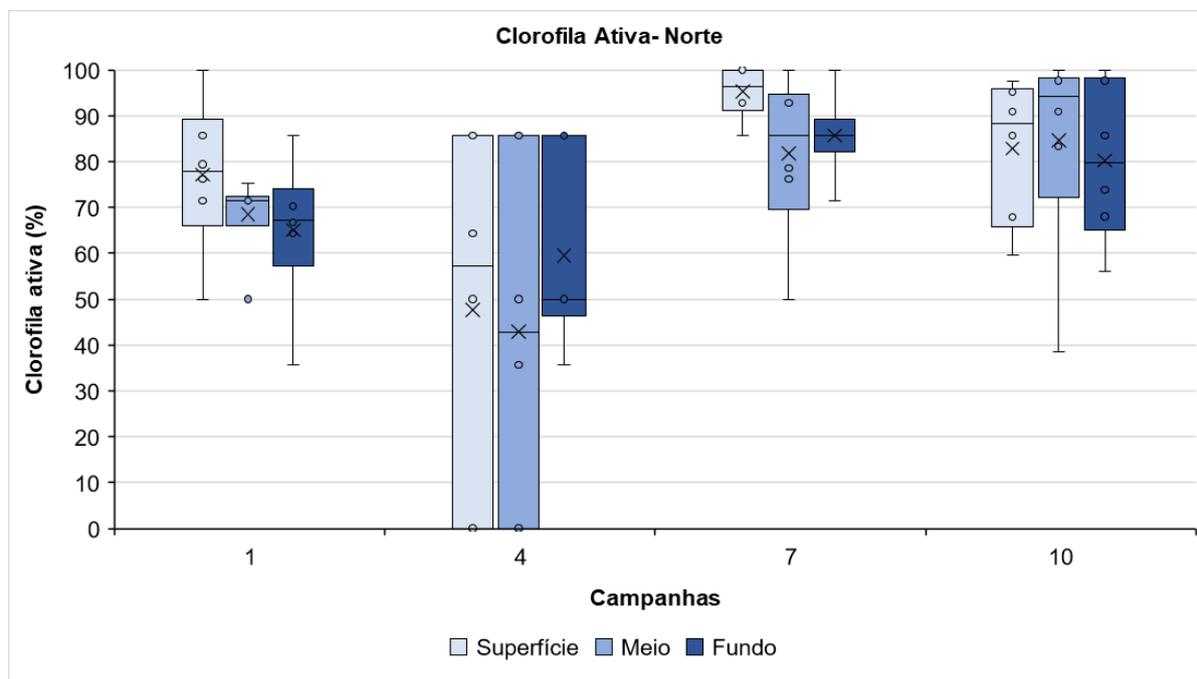


Figura 32: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Norte nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.2.5 Equabilidade e Diversidade Específica

Em relação a equabilidade nas amostras de superfície, houve uma tendência ao aumento (exceção BN 02) do parâmetro ao longo do tempo. As amostras de fundo não demonstraram um padrão. O maior valor é no DEG 01 chegando a 0,93 em julho de 2019 (campanha 10 e segunda trimestral) em superfície e mínimo em 0,28 em ITA 01 em janeiro (campanha 4 e primeira trimestral) no fundo com destaque para ITA 01 em fundo, onde ocorreu a predominância da Cianofíceas do Gênero *Synechocystis* sp. O comportamento da diversidade foi similar, atingindo um máximo 4,58 bits.organismo⁻¹ no BN 01 na amostra de superfície e 4,74 bits.organismo⁻¹ no BN 01 na amostra de fundo e com o mínimo de 0,55 bits.organismo⁻¹ em ITA 01 na campanha 4 e na amostra de fundo (Figura 33, Figura 34, Figura 35 e Figura 36).

Figura 33: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

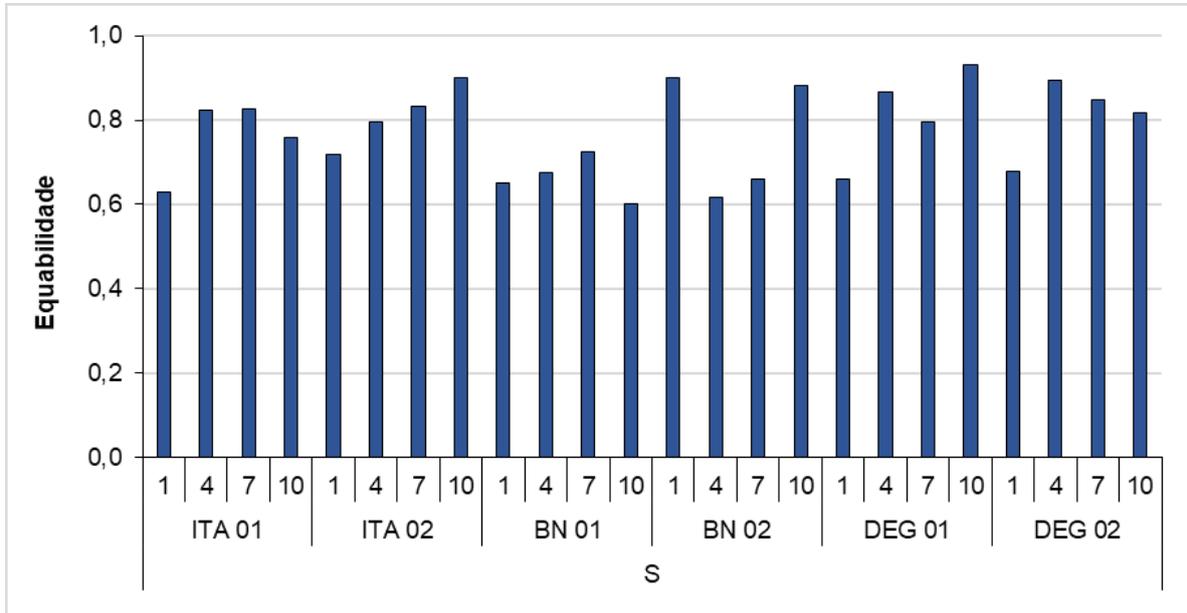


Figura 34: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

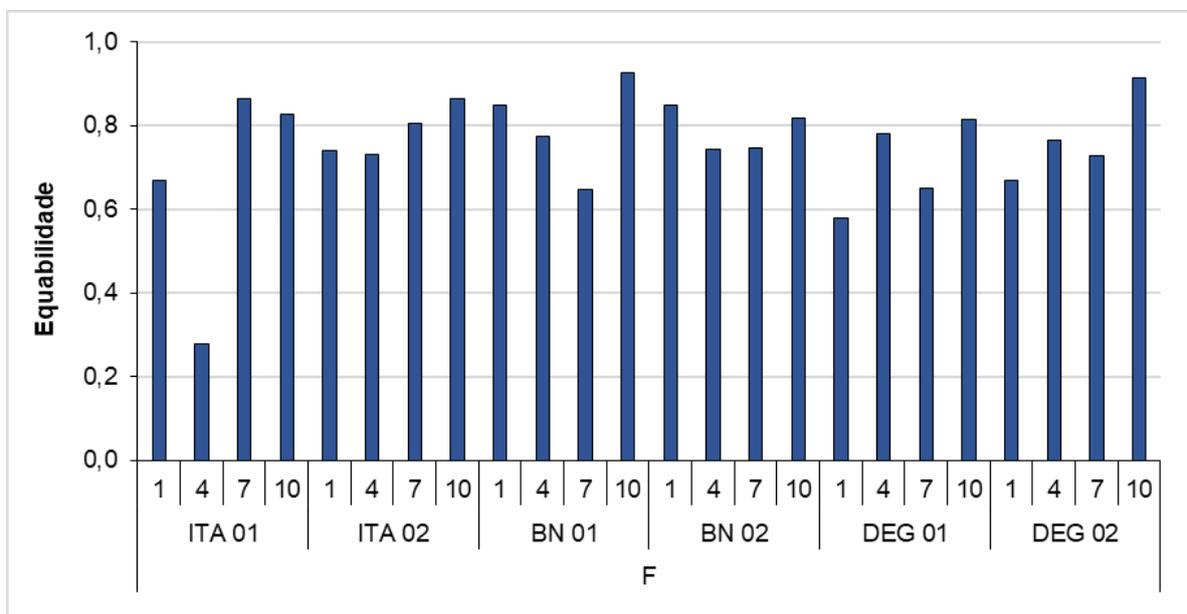


Figura 35: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

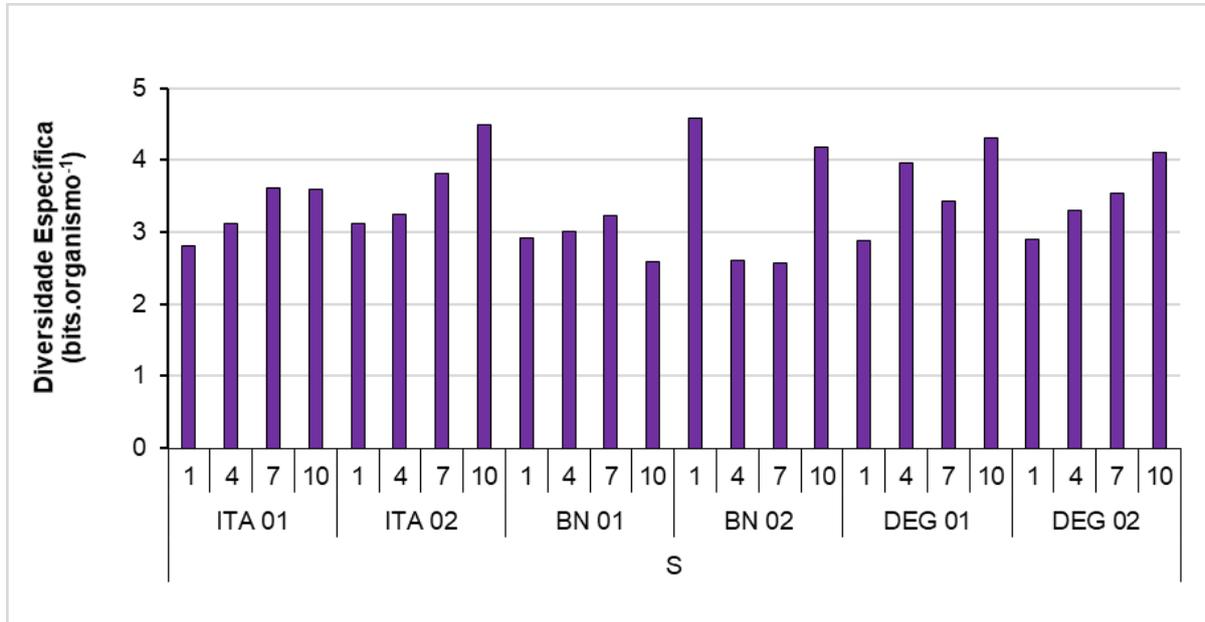
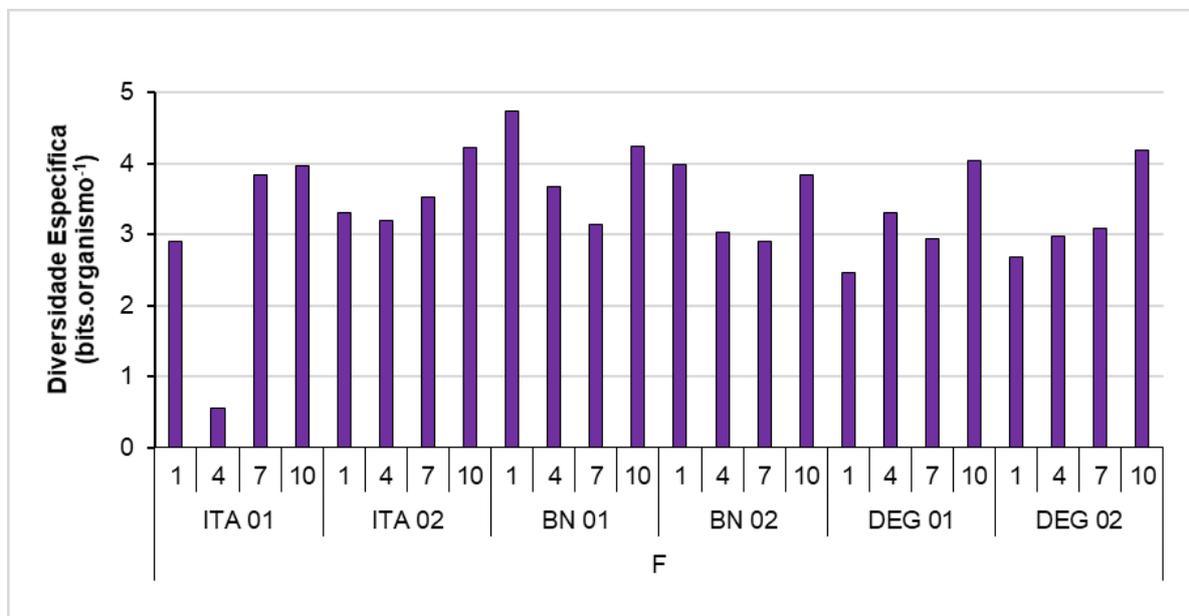


Figura 36: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.2.6 Número de táxons e Composição Qualitativa

Através das análises qualitativas, no setor Norte, foram obtidos 337 taxa pertencentes a 15 Classes taxonômicas diferentes, considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de Espécie. Do total de organismos identificados, 80 pertencem à Classe Dinophyceae, 75 à Classe Bacillariophyceae, 63 à Classe Mediophyceae, 40 à Classe Coscinodiscophyceae, 25 à Classe Cyanophyceae, 19 à Classe Chlorophyceae, 9 à Classe Pyramimonadophyceae, 6 à Classe Chlorodendrophyceae, 5 às Classes Trebouxiophyceae e Euglenophyceae cada, 3 à Classe Pedinophyceae, 2 às Classes Nephrophyceae, Coccolithophyceae e Dictyochophyceae cada, e 1 à Classe Mesostigmatophyceae (APÊNDICE 1).

Neste setor foram registrados 542 táxons, quando se consideram todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de espécie ou gênero nas seis estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019). Os maiores números de táxons (94 e 93) foram registrados na estação ITA 01 durante a Campanha 7 e na estação BN 01 durante a Campanha 1, respectivamente. O menor número de táxons (35) foi registrado na estação BN 01 na Campanha 10. Observa-se que nas estações ITA 01, BN 01 e BN 02 os maiores valores foram verificados durante as Campanhas 1 e 7 (Figura 37).

A composição qualitativa do fitoplâncton apresentou, de maneira geral, uma maior contribuição do grupo Diatomáceas nas Campanhas 1, 4 e 7 e contribuições relativamente menores na Campanha 10. É possível notar que nas estações com menor contribuição das diatomáceas foram as Algas Verdes que as superaram, com exceção as estações DEG 01 e BN 02. Também durante a Campanha 10, em todas as estações, foram verificadas as menores contribuições do grupo Dinoflagelados, quando comparadas às campanhas anteriores deste setor (Figura 38).

O gênero *Chlorella* sp. (Trebouxiophyceae) foi o táxon mais frequente, estando presente em 100% das estações nas quatro campanhas realizadas. A espécie *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae) também foi frequente com ocorrência acima de 90% das estações amostradas, assim como o gênero *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae) que apresentou frequência de ocorrência acima de 80% nas estações do setor.

Figura 37: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Norteobtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.

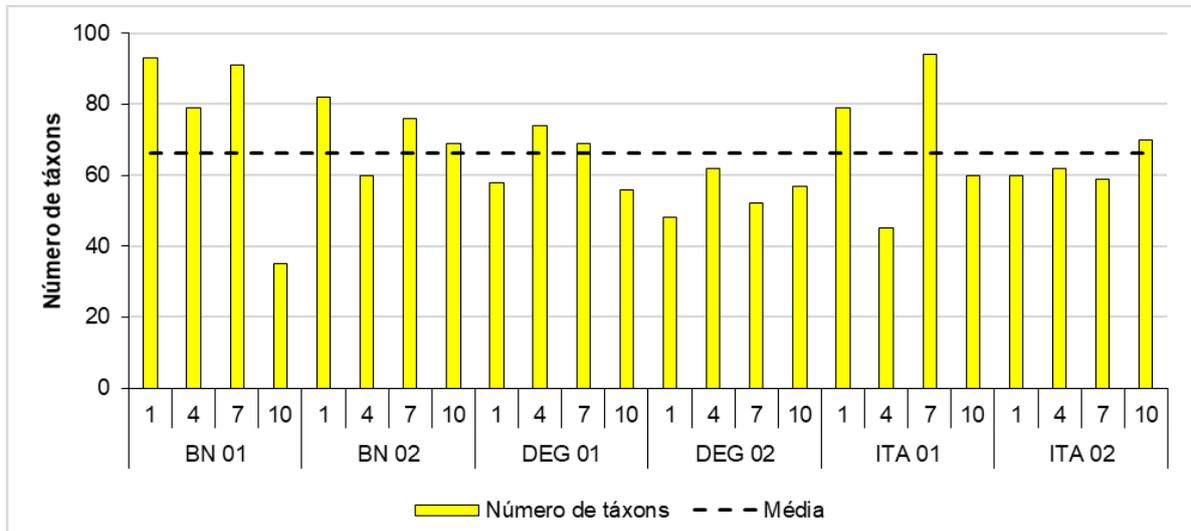
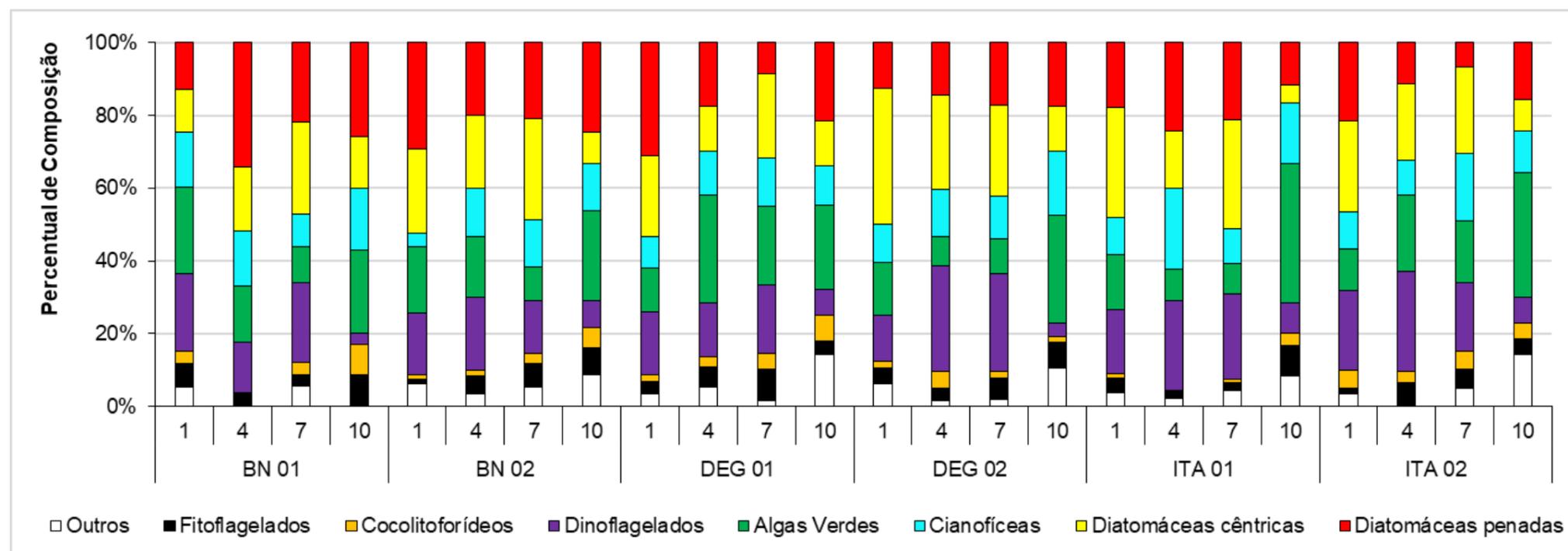


Figura 38: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subperfície do setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas ,1, 4, 7, 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.3 SETOR FOZ (FOZ NORTE, FOZ CENTRAL E FOZ SUL)

2.3.1 Densidade Numérica (Foz Norte)

Dados da comunidade fitoplanctônica durante o monitoramento pré-PMBA 1 em suas fases aguda (novembro e dezembro de 2015) e crônica (janeiro-fevereiro, abril e dezembro de 2016) (Figura 39, Figura 40 e Figura 41) demonstraram um aumento da densidade fitoplanctônica e tendências para as três regiões da Foz do Rio Doce. Observou-se uma redução das médias da densidade de janeiro-fevereiro para dezembro de 2016, em superfície, nas estações localizadas frente à Foz do Rio Doce, ao passo que na região mais ao norte da Foz a maior ocorreu em abril de 2016, também em superfície, enquanto no fundo se deu em dezembro desse mesmo ano. Ainda, de modo geral, as médias da densidade na superfície do setor Sul foram menores em todo monitoramento nos anos de 2015 e 2016, com exceção de dezembro 2016. Observou-se também nítida alteração da composição quantitativa dos grupos do fitoplâncton, que apresentavam no período pré-desastre uma maior contribuição do grupo Haptophyta, do qual fazem parte os Cocolitofórideos, que desapareceram ou estavam presentes em baixas concentrações durante o período de coletas pré-PMBA 1 (Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Figura 45). Nos pigmentos (Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49), foi observado aumento imediato na clorofila-a, assim como o aumento dos feopigmentos, que indicaram uma comunidade de grande biomassa, porém senescente, que seria o efeito agudo e que foi reduzido até abril de 2016.

Para os dados referentes ao monitoramento nas campanhas de outubro a dezembro de 2018 e de janeiro a setembro de 2019 do PMBA 1, a Tabela 3 apresenta a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para a Foz do Rio Doce, englobando Foz Norte, Foz Central e Foz Sul.

No que se trata especificamente do Setor Foz Norte, quando analisamos o parâmetro densidade numérica total (Figura 50 e Figura 51), referente ao monitoramento dos anos de 2018 e 2019, o maior valor foi observado no fundo de SDN 20 na mensal de maio de 2019 (908×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$), representada pela campanha 8 e o menor valor na superfície do SND 20 na mensal de dezembro de 2018 (162×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$), campanha 3. De maneira geral, no SDN 30 na maioria das campanhas, as maiores densidades do fitoplâncton foram observadas em superfície. Observamos na superfície desta mesma estação nas campanhas 1, 4 e 6 um aumento da fração nanofitoplanctônica comparando aos outros períodos, com maiores contribuições de grupos majoritariamente nanofitoplanctônicos.

A Figura 52 mostra que esse parâmetro tem oscilado muito nas diferentes campanhas da Foz Norte, ora com maior densidade na superfície ora com maior densidade no fundo. Entretanto, o valor máximo (908×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$) considerando todas as campanhas ocorreu na campanha 8 na amostra de fundo e o valor mínimo (162×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$) na campanha 3, na amostra de superfície.

De maneira geral, no SDN 30, na maioria das campanhas, as maiores densidades de fitoplâncton foram observadas em superfície, o que pode ser devido a maior profundidade, que poderia

proporcionar uma coluna mais estratificada ou pela menor influência fluvial quando comparadas as estações mais rasas e próximas a costa. A influência fluvial pode agir diluindo a densidade ou contribuindo com espécies dulcícolas e com a fertilização de nutrientes continentais, que pode tornar a comunidade mais dinâmica.

Figura 39: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a dezembro de 2016) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações amostrais da foz do rio Doce e plataforma continental adjacente. Tal figura ilustra as concentrações médias das abundâncias totais obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2016.

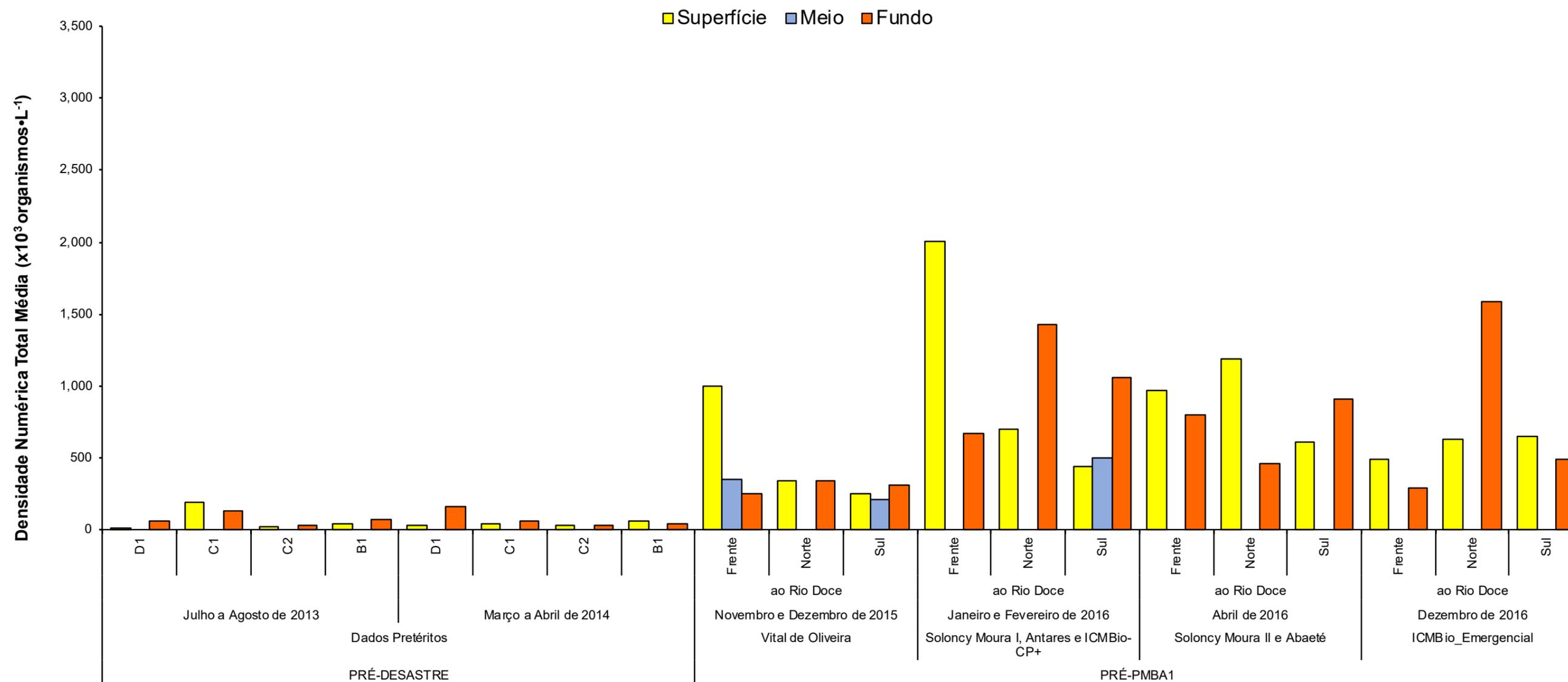


Figura 40: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

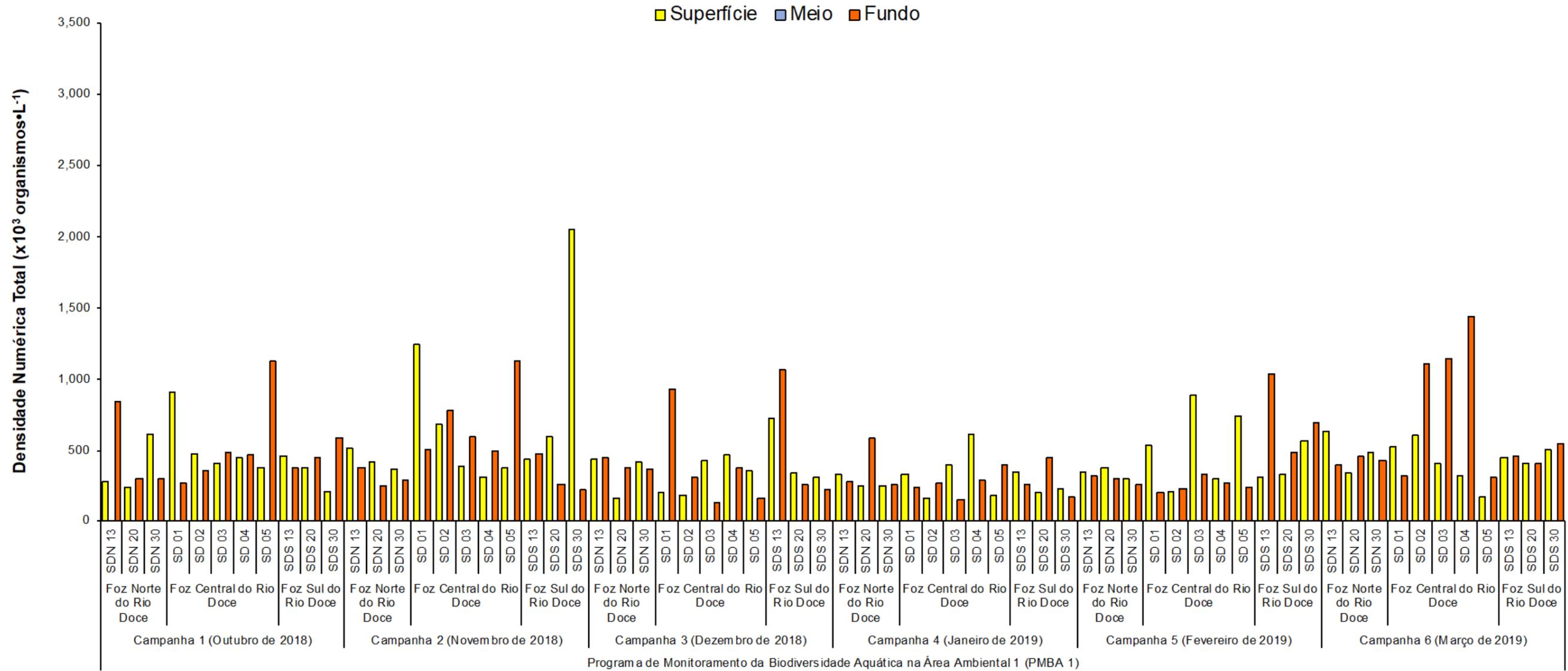


Figura 41: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

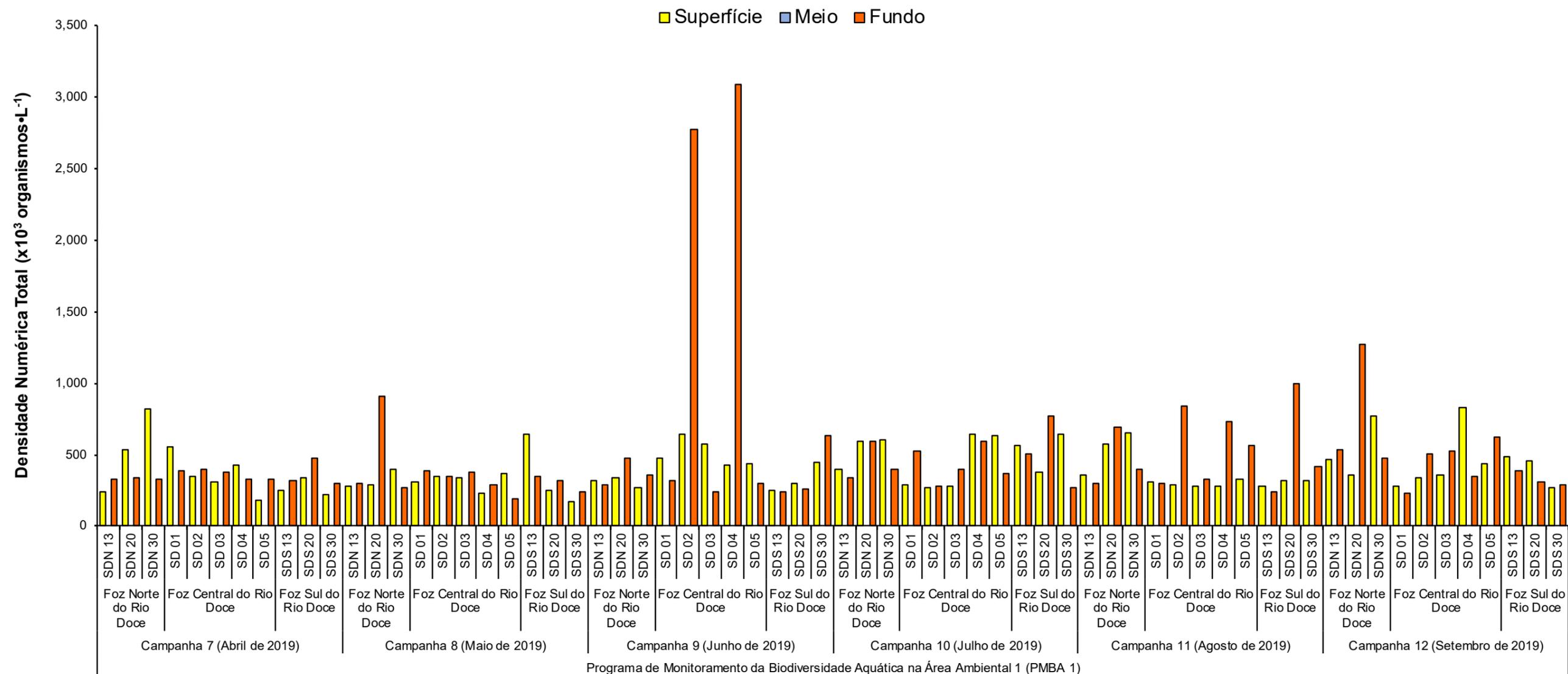


Figura 42: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a Dezembro de 2016) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações amostrais da foz do rio Doce e plataforma continental adjacente. Tal figura ilustra as médias da composição quantitativa do fitoplâncton obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2016.

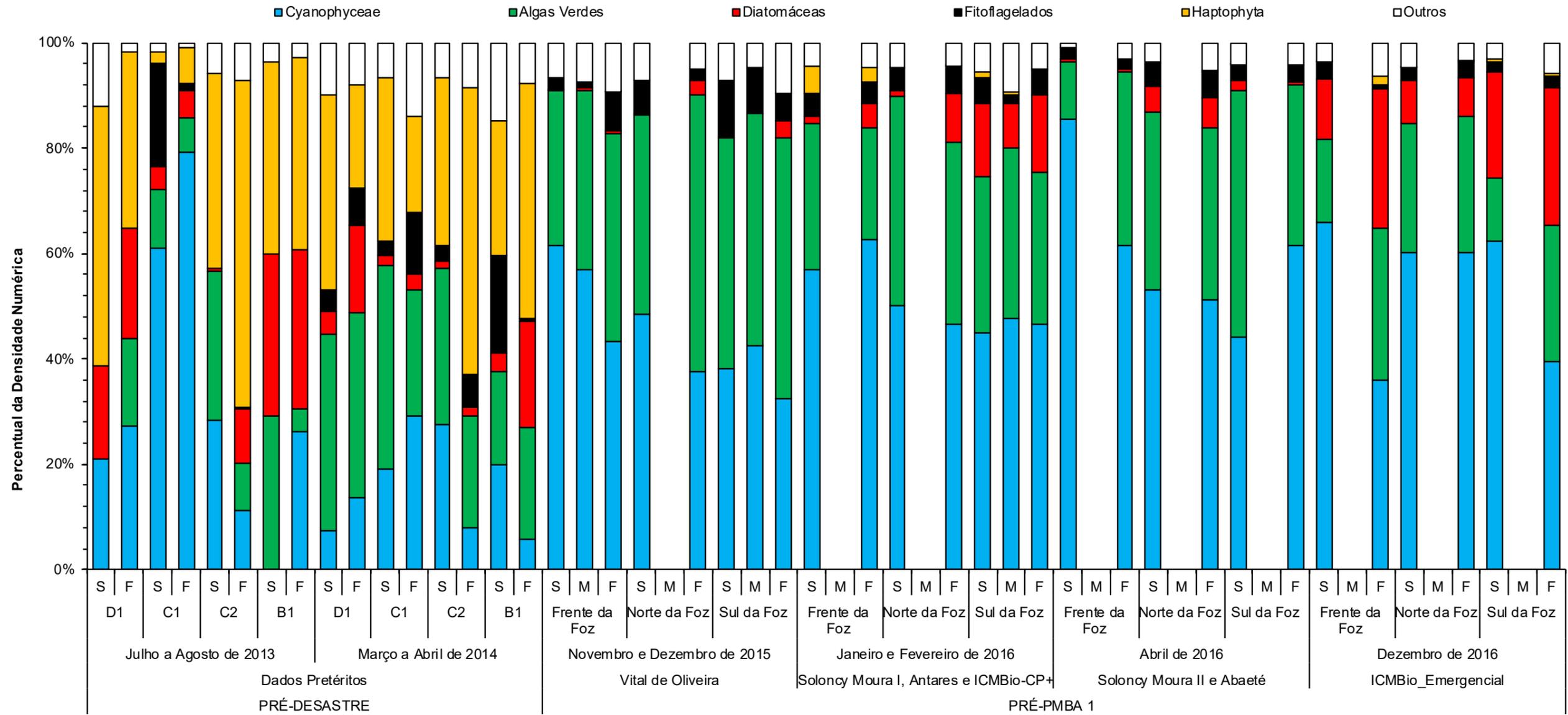


Figura 43: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3 e 4 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1)

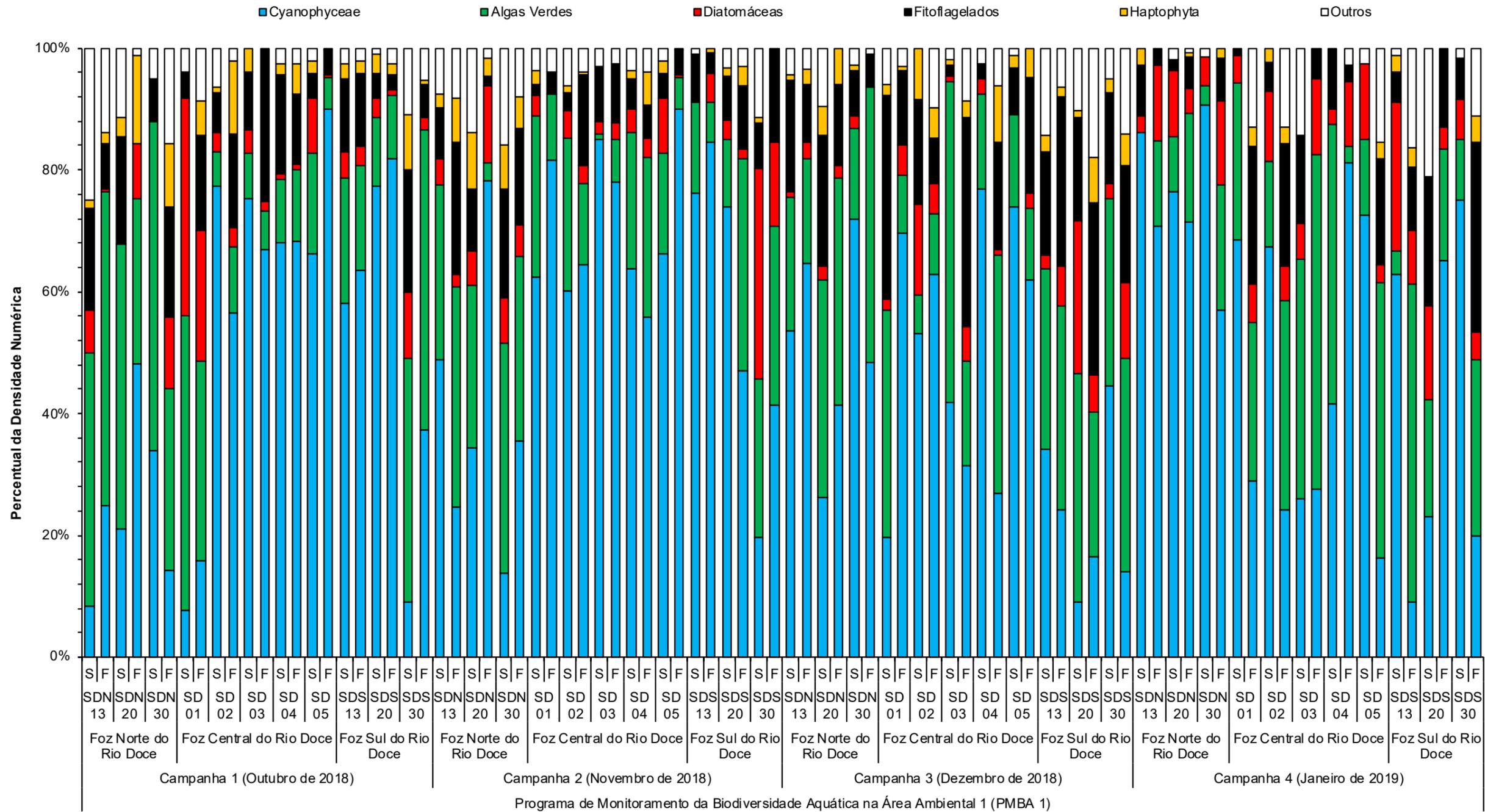


Figura 44: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 5, 6, 7 e 8 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

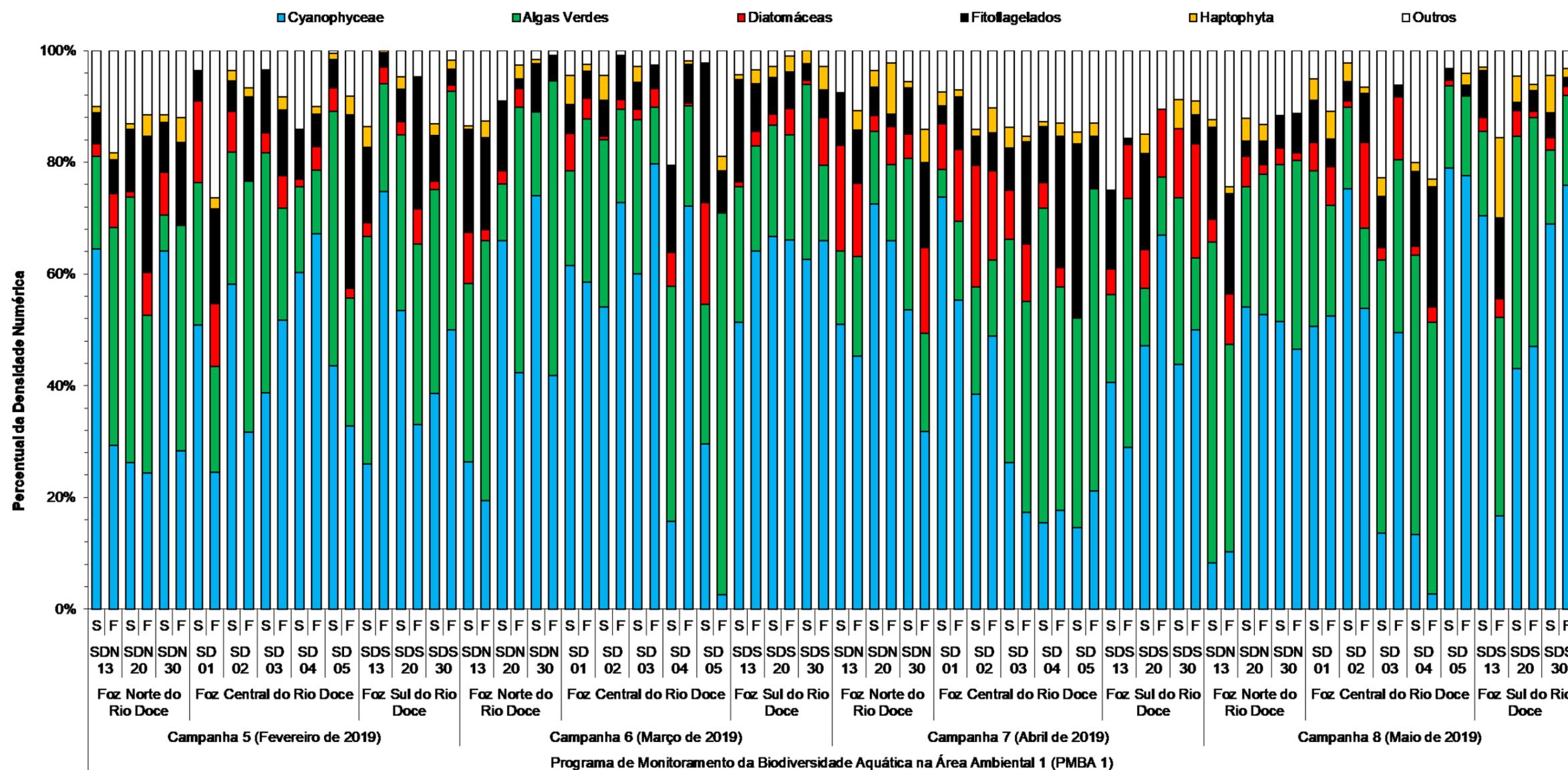


Figura 45: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a composição quantitativa do fitoplâncton nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S) e no fundo (F), durante as campanhas 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

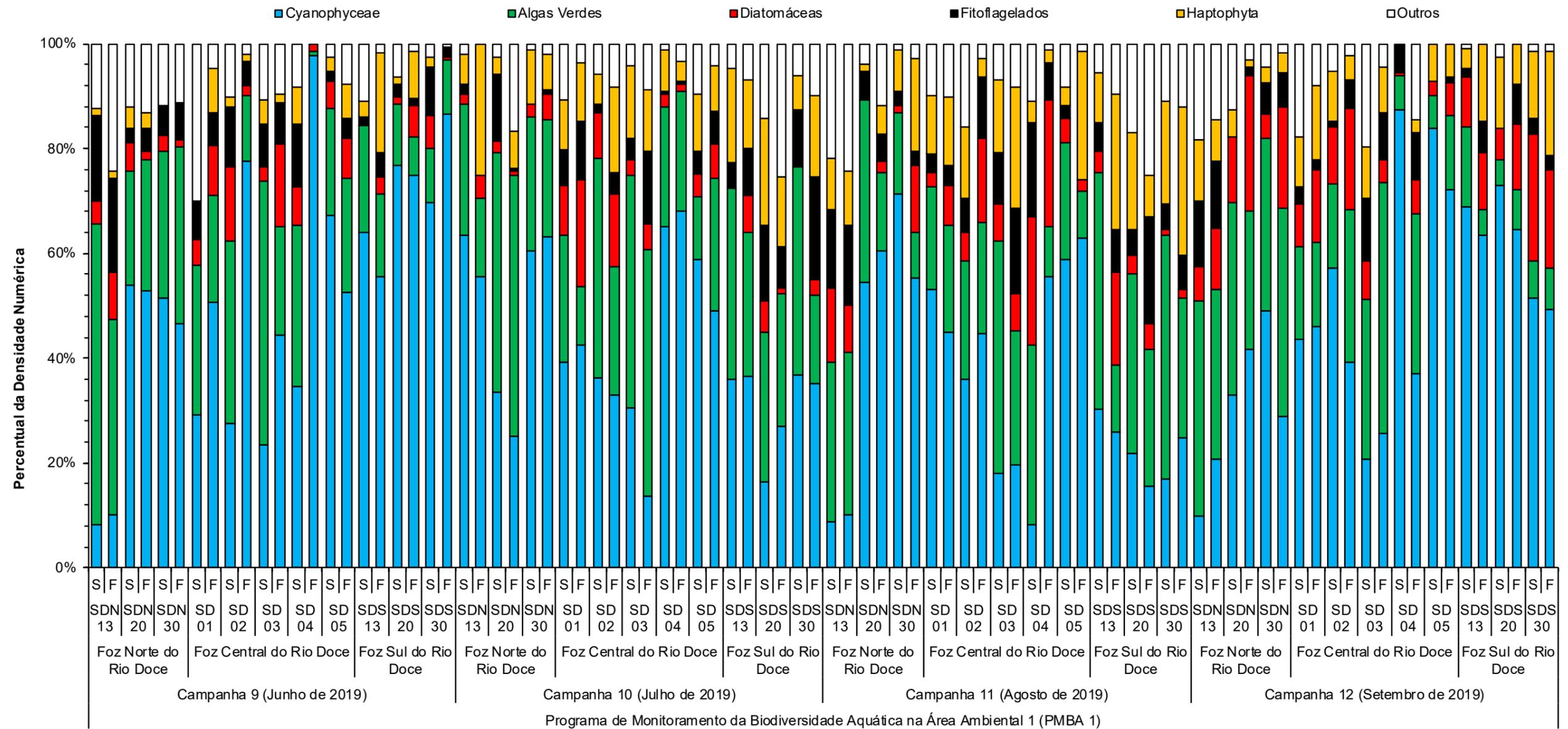


Figura 46: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados pré-desastre, ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce (julho e agosto de 2013 a março e abril de 2014), e pré-PMBA 1 (novembro de 2015 a junho de 2017) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) das estações de amostragem da foz do rio Doce e plataforma continental adjacente. Tal figura ilustra as concentrações médias dos pigmentos e a clorofila ativa obtidas nas expedições oceanográficas de 2015 a 2017.

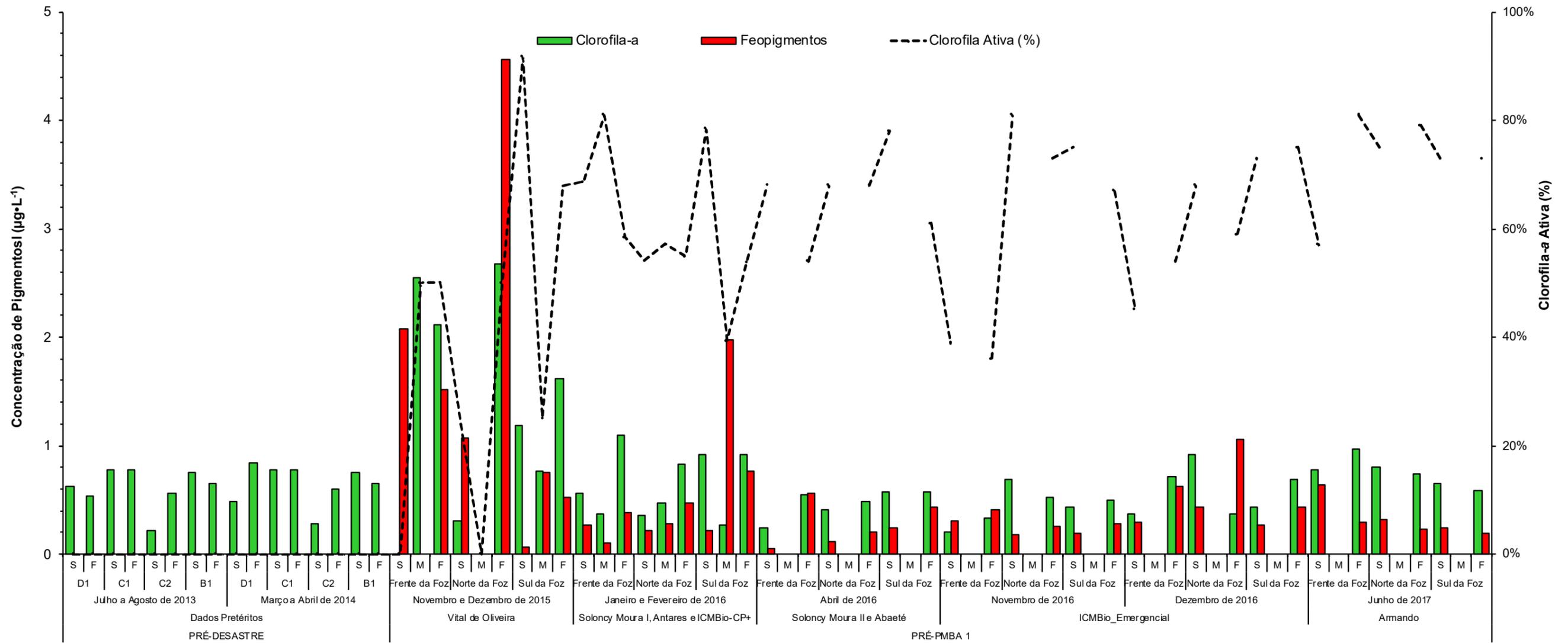


Figura 47: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplancônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 1, 2, 3 e 4 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

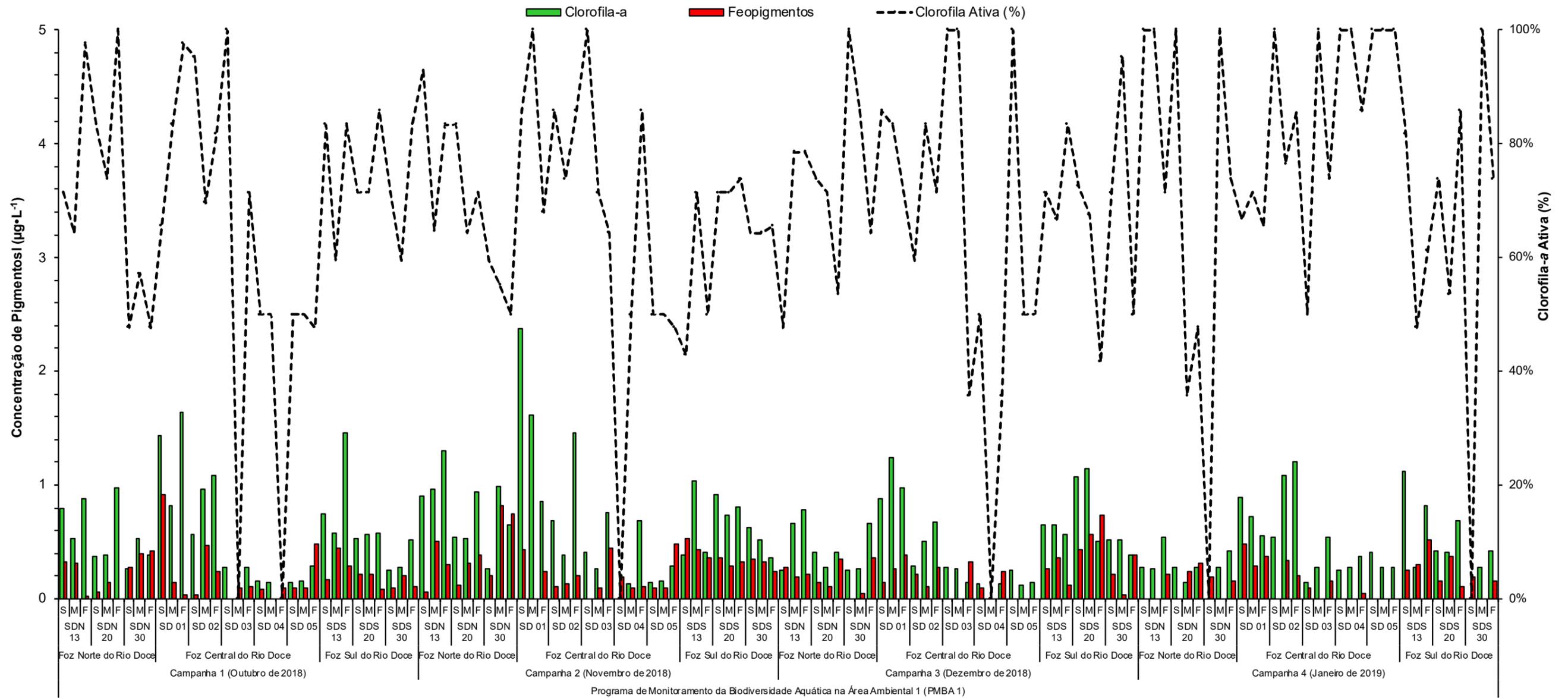


Figura 48: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplancônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 5, 6, 7 e 8, do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

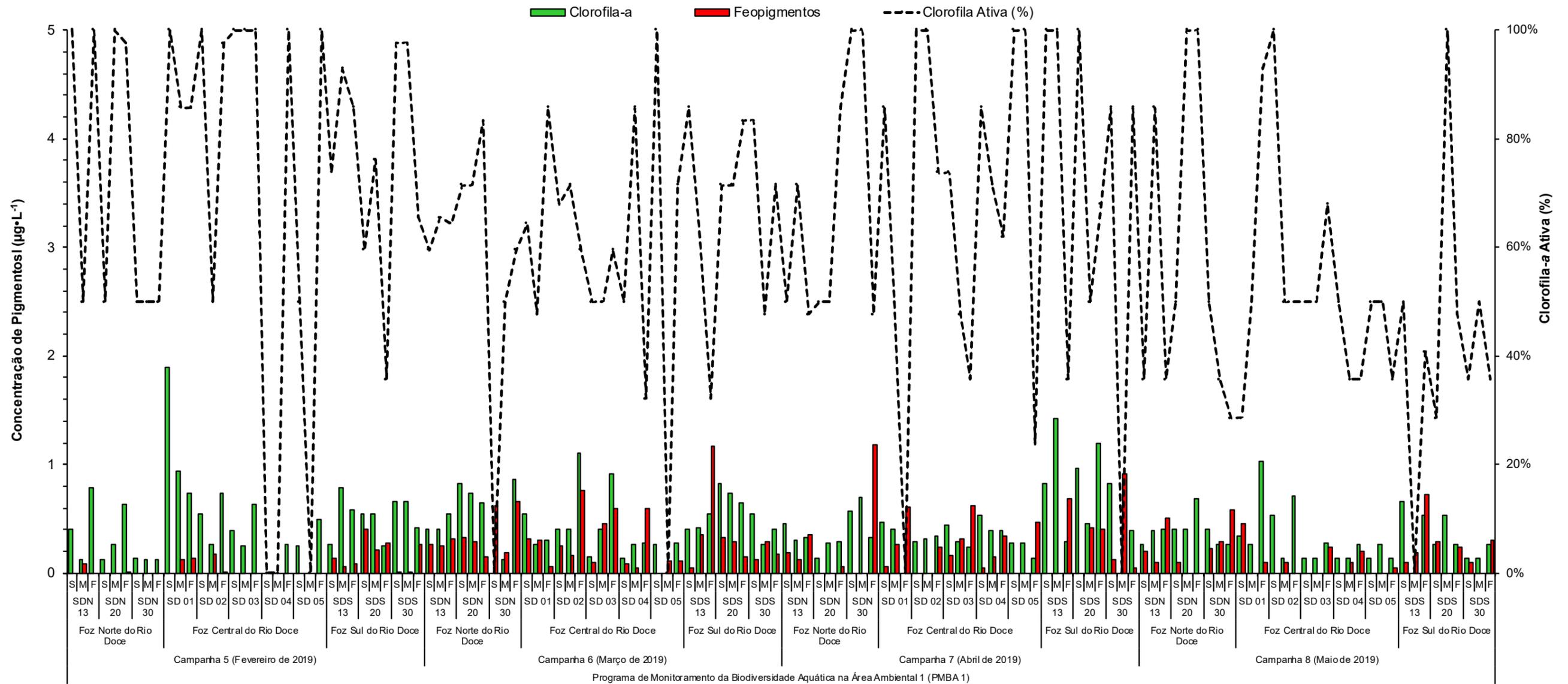


Figura 49: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a biomassa fitoplanctônica (clorofila-a, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), a clorofila ativa (%) e seu produto de degradação celular (feopigmentos, em $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) nos monitoramentos marinhos realizados nas estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F), durante as campanhas 9, 10, 11 e 12 do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1).

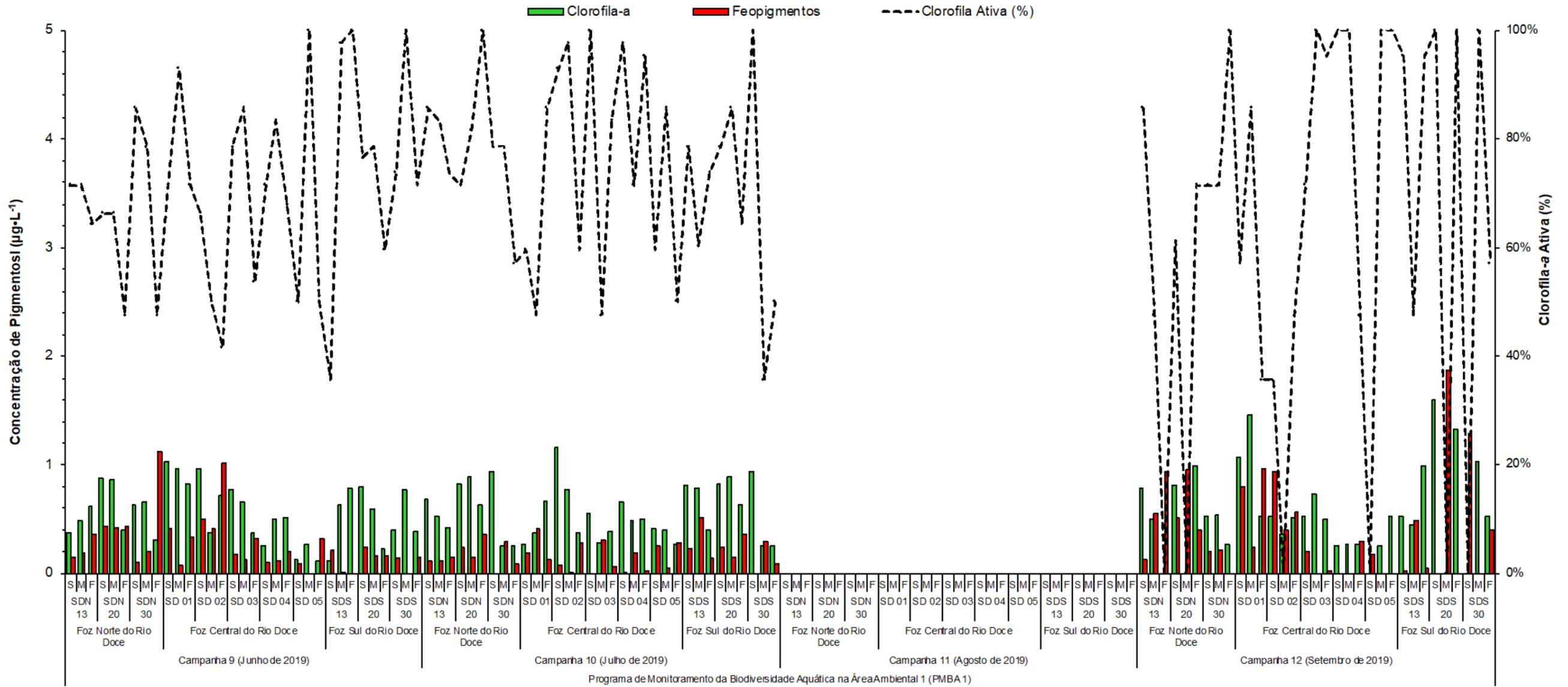


Tabela 3: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) da Foz do Rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) monitorados nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

Campanha	Estatística Descritiva	Foz do Rio Doce																			
		Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)			
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
1	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	212	270	205	212	0	4	2,81	1,00	0,65	0,30	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,62	0,00	0,00
	Máximo	904	1124	614	1120	332	58	3,79	3,90	0,89	0,87	1,43	0,96	1,64	0,91	0,47	0,48	100,00	83,33	100,00	
	Média	435	504	394	490	40	14	3,25	2,98	0,75	0,70	0,50	0,45	0,73	0,20	0,23	0,17	71,75	58,06	72,36	
	Desvio Padrão	193	261	130	270	97	17	0,31	0,85	0,08	0,16	0,38	0,29	0,52	0,26	0,16	0,16	17,85	21,78	30,01	
	Erro Padrão	58	79	39	81	29	5	0,09	0,26	0,03	0,05	0,11	0,09	0,16	0,08	0,05	0,05	5,38	6,57	9,05	
2	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	309	224	0	178	0	4	2,01	1,00	0,52	0,30	0,00	0,13	0,29	0,00	0,00	0,11	0,00	50,00	47,62	
	Máximo	2051	1124	2035	1120	42	70	4,18	3,74	0,87	0,83	2,37	1,61	1,46	0,53	0,82	0,75	100,00	100,00	85,71	
	Média	670	488	650	468	20	20	3,35	2,96	0,71	0,68	0,66	0,66	0,77	0,22	0,28	0,35	66,88	66,95	67,75	
	Desvio Padrão	527	271	525	279	14	19	0,62	0,82	0,09	0,16	0,64	0,45	0,37	0,17	0,24	0,17	28,58	13,90	14,11	
	Erro Padrão	159	82	158	84	4	6	0,19	0,25	0,03	0,05	0,19	0,14	0,11	0,05	0,07	0,05	8,62	4,19	4,25	
3	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	162	135	158	127	0	0	2,04	2,45	0,55	0,64	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	47,62	0,00	35,71	
	Máximo	726	1070	684	1047	42	31	4,20	4,39	0,89	0,90	1,07	1,24	0,98	0,43	0,56	0,73	100,00	100,00	83,33	
	Média	365	423	355	411	11	13	3,20	3,31	0,77	0,78	0,45	0,51	0,49	0,16	0,15	0,31	75,64	71,07	57,79	
	Desvio Padrão	161	302	153	295	12	11	0,53	0,55	0,09	0,08	0,30	0,40	0,28	0,14	0,18	0,18	19,06	27,42	16,95	
	Erro Padrão	49	91	46	89	4	3	0,16	0,17	0,03	0,02	0,09	0,12	0,08	0,04	0,05	0,06	5,75	8,27	5,11	
4	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	166	154	136	73	15	4	0,82	2,00	0,32	0,46	0,00	0,14	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	35,71	47,62	
	Máximo	614	579	572	552	108	81	3,78	4,03	0,89	0,89	1,12	1,08	1,21	0,48	0,37	0,52	100,00	100,00	100,00	
	Média	300	304	262	271	38	34	2,83	3,12	0,72	0,77	0,39	0,39	0,55	0,12	0,14	0,20	70,19	80,44	74,91	
	Desvio Padrão	128	124	127	135	26	25	0,91	0,60	0,17	0,14	0,35	0,27	0,27	0,15	0,16	0,15	38,55	24,88	14,18	
	Erro Padrão	39	37	38	41	8	8	0,28	0,18	0,05	0,04	0,11	0,08	0,08	0,05	0,05	0,04	11,62	7,50	4,28	
5	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	212	205	185	166	0	4	3,29	3,05	0,74	0,70	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,71	
	Máximo	888	1039	869	741	145	297	4,04	3,95	0,92	0,89	1,89	0,94	0,79	0,40	0,22	0,28	100,00	100,00	100,00	
	Média	447	397	413	352	34	45	3,68	3,43	0,83	0,80	0,47	0,36	0,52	0,05	0,06	0,07	71,00	63,85	83,44	
	Desvio Padrão	211	255	201	192	44	85	0,27	0,29	0,05	0,06	0,51	0,32	0,22	0,12	0,08	0,11	32,52	37,36	22,87	
	Erro Padrão	64	77	61	58	13	26	0,08	0,09	0,02	0,02	0,15	0,10	0,07	0,04	0,02	0,03	9,81	11,26	6,89	
6	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	170	305	139	305	0	0	0,00	0,06	0,62	0,57	0,00	0,00	0,28	0,00	0,05	0,06	0,00	0,00	32,14	
	Máximo	629	1440	602	1421	62	29	0,62	1,17	0,84	0,84	0,83	0,74	1,11	0,62	0,45	1,17	100,00	85,71	85,71	
	Média	440	635	419	621	21	14	0,22	0,43	0,75	0,72	0,41	0,37	0,59	0,22	0,25	0,43	63,96	56,60	63,85	
	Desvio Padrão	133	394	133	389	22	9	0,18	0,35	0,07	0,08	0,27	0,22	0,28	0,18	0,11	0,35	26,03	22,51	18,49	
	Erro Padrão	40	119	40	117	7	3	0,05	0,11	0,02	0,02	0,08	0,07	0,08	0,05	0,03	0,11	7,85	6,79	5,58	

Campanha	Estatística Descritiva	Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)			
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
7	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	185	301	185	236	0	0	2,24	2,64	0,55	0,69	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	50,00	0,00	0,00	
	Máximo	818	479	782	421	77	66	3,92	4,09	0,88	0,88	0,96	1,43	1,20	0,19	0,92	1,18	100,00	100,00	85,71	
	Média	383	355	351	317	33	38	3,32	3,47	0,78	0,81	0,53	0,44	0,36	0,05	0,20	0,46	84,63	67,32	51,41	
	Desvio Padrão	188	51	183	47	24	20	0,52	0,45	0,09	0,06	0,26	0,37	0,30	0,07	0,28	0,32	19,24	31,82	26,76	
	Erro Padrão	57	15	55	14	7	6	0,16	0,14	0,03	0,02	0,08	0,11	0,09	0,02	0,08	0,10	5,80	9,59	8,07	
8	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	174	189	170	189	4	0	2,56	2,29	0,61	0,64	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	28,57	0,00	28,57	
	Máximo	641	908	629	869	23	54	3,88	3,99	0,86	0,87	0,66	0,53	1,03	0,45	0,29	0,73	100,00	100,00	100,00	
	Média	329	362	317	337	12	25	3,26	3,44	0,76	0,78	0,31	0,24	0,44	0,13	0,07	0,27	48,05	55,19	51,87	
	Desvio Padrão	122	190	121	182	6	20	0,44	0,53	0,08	0,07	0,18	0,16	0,27	0,15	0,10	0,24	19,45	29,81	24,46	
	Erro Padrão	37	57	37	55	2	6	0,13	0,16	0,03	0,02	0,05	0,05	0,08	0,04	0,03	0,07	5,87	8,99	7,37	
9	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	247	243	236	209	4	0	2,28	0,47	0,65	0,18	0,12	0,27	0,11	0,09	0,00	0,00	35,71	50,00	41,67	
	Máximo	645	3089	591	3047	124	138	4,69	4,19	0,87	0,87	1,03	0,97	0,83	0,51	0,43	1,12	85,71	100,00	100,00	
	Média	408	817	374	787	33	30	3,36	2,85	0,76	0,70	0,58	0,62	0,48	0,24	0,16	0,40	67,93	82,22	61,36	
	Desvio Padrão	126	1054	121	1026	37	39	0,80	1,03	0,08	0,20	0,34	0,21	0,23	0,15	0,15	0,35	13,93	15,59	16,45	
	Erro Padrão	38	318	37	309	11	12	0,24	0,31	0,02	0,06	0,10	0,06	0,07	0,04	0,04	0,11	4,20	4,70	4,96	
10	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	266	274	193	247	0	12	2,73	2,60	0,60	0,61	0,27	0,26	0,26	0,00	0,02	0,03	59,52	35,71	50,00	
	Máximo	641	768	641	755	73	106	4,30	4,34	0,91	0,89	1,16	0,89	0,67	0,26	0,52	0,36	100,00	97,62	100,00	
	Média	481	458	462	431	20	26	3,45	3,43	0,77	0,79	0,73	0,54	0,44	0,13	0,23	0,18	82,03	70,47	72,08	
	Desvio Padrão	159	153	175	155	22	28	0,61	0,60	0,11	0,09	0,25	0,25	0,15	0,11	0,15	0,12	14,77	19,79	17,47	
	Erro Padrão	48	46	53	47	7	8	0,18	0,18	0,03	0,03	0,08	0,08	0,05	0,03	0,05	0,04	4,45	5,97	5,27	
11	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	278	239	193	197	8	0	2,68	2,65	0,58	0,67										
	Máximo	649	994	641	936	89	135	4,49	4,36	0,91	0,89										
	Média	362	528	337	493	26	45	3,81	3,58	0,84	0,79										
	Desvio Padrão	127	252	138	244	25	33	0,52	0,52	0,10	0,08										
	Erro Padrão	38	76	41	73	8	10	0,16	0,16	0,03	0,02										
12	Tamanho (n)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Mínimo	270	226	201	185	4	4	1,96	2,82	0,49	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Máximo	826	1274	823	1139	70	135	4,38	4,50	0,89	0,91	1,60	1,46	1,32	1,28	1,87	0,96	100,00	100,00	100,00	
	Média	458	499	426	455	32	45	3,34	3,54	0,75	0,79	0,60	0,51	0,59	0,39	0,43	0,33	61,63	59,31	68,18	
	Desvio Padrão	184	285	200	261	21	33	0,87	0,57	0,14	0,08	0,46	0,43	0,38	0,44	0,57	0,37	36,24	42,77	33,44	
	Erro Padrão	55	86	60	79	6	10	0,26	0,17	0,04	0,02	0,14	0,13	0,11	0,13	0,17	0,11	10,93	12,90	10,08	

Figura 50: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

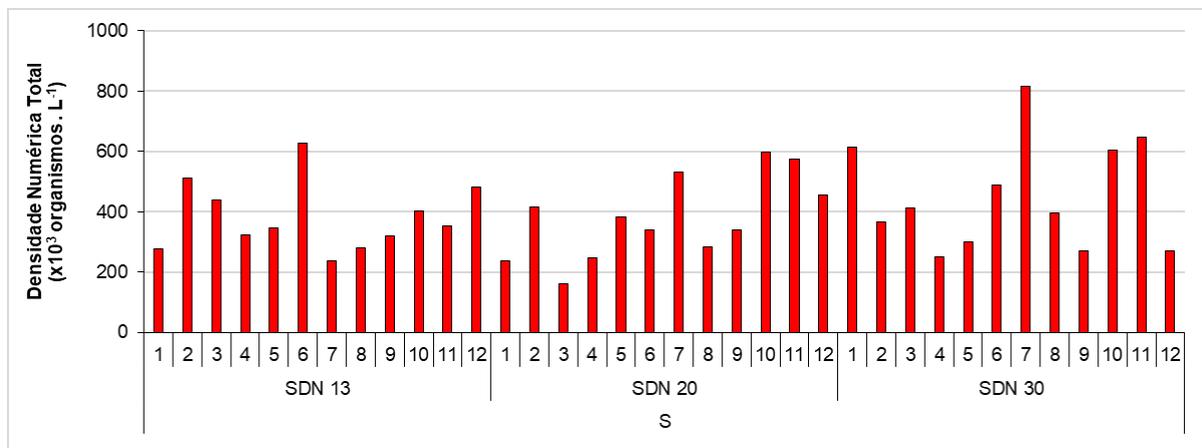


Figura 51: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

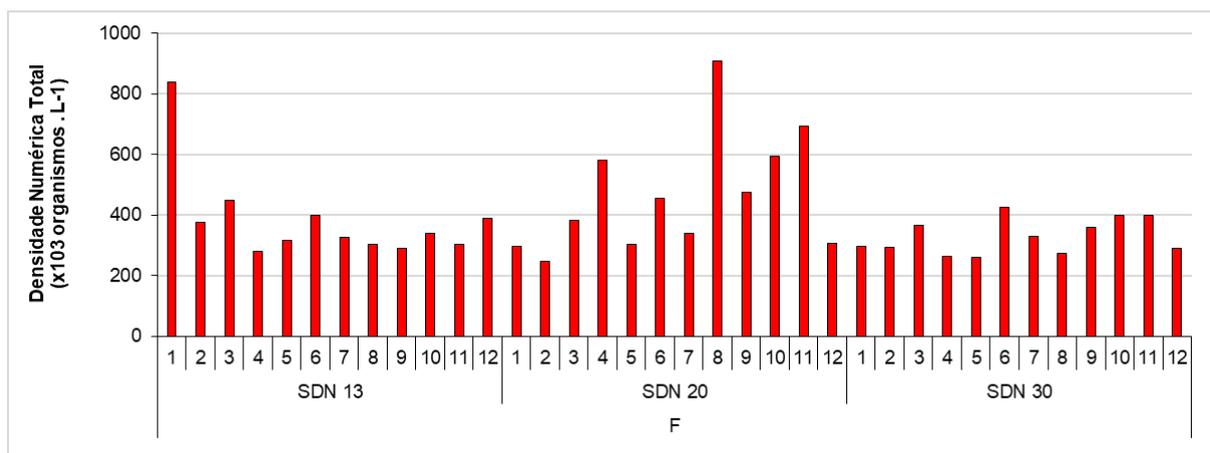
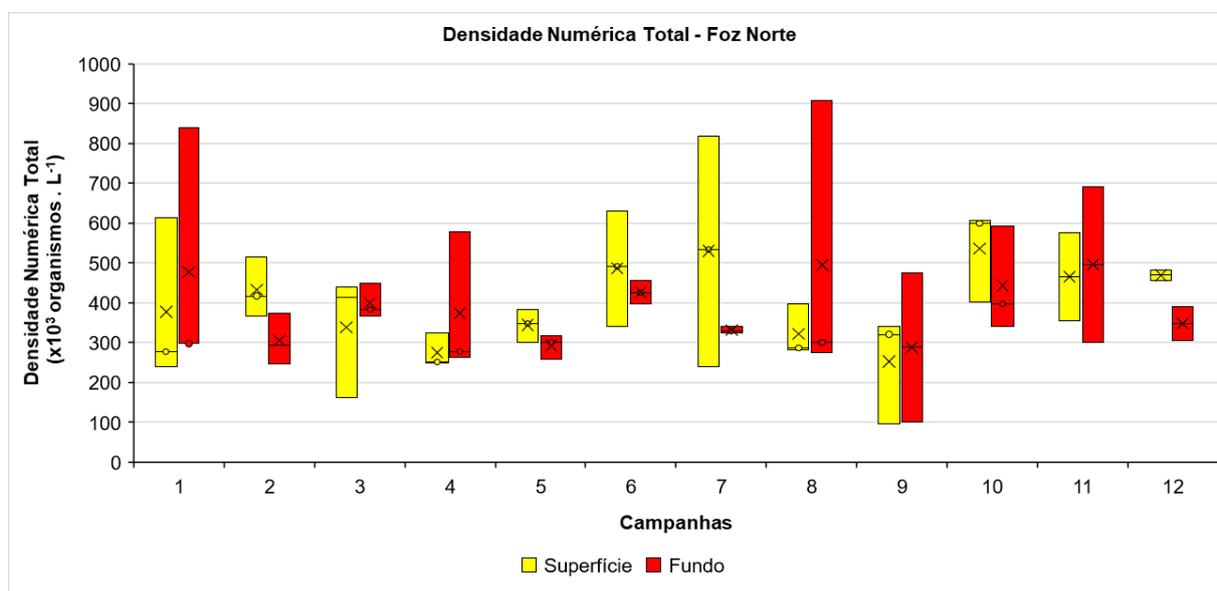


Figura 52: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do Setor Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.2 Classes de Tamanho (Foz Norte)

Ainda em relação ao Setor Foz Norte e PMBA 1, dados do percentual de densidade numérica por classe de tamanho demonstraram que o nanofitoplâncton dominou a fração de tamanho, tendo em geral uma contribuição discretamente maior do microfitoplâncton nas estações mais costeiras SDN 13 e SDN 20, com exceção da campanha 12, onde o SDN 30 apresentou um aumento da contribuição do microfitoplâncton e uma contribuição ligeiramente maior nas amostras de fundo (Figura 53 e Figura 54).

O nanofitoplâncton domina a fração de tamanho em todos os setores, tendo em geral uma contribuição discretamente maior do microfitoplâncton nas estações mais costeiras SDN 13 e SDN 20, o que era esperado por ter maior aporte continental e nutrientes que sustentam organismos maiores, e uma contribuição ligeiramente maior nas amostras de fundo. Esta contribuição maior do microfitoplâncton nas amostras de fundo poderia ser explicada pelo fato da ressuspensão de nutrientes, que favoreceria o desenvolvimento de organismos maiores ou mesmo ao afundamento preferencial das células maiores.

Figura 53: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

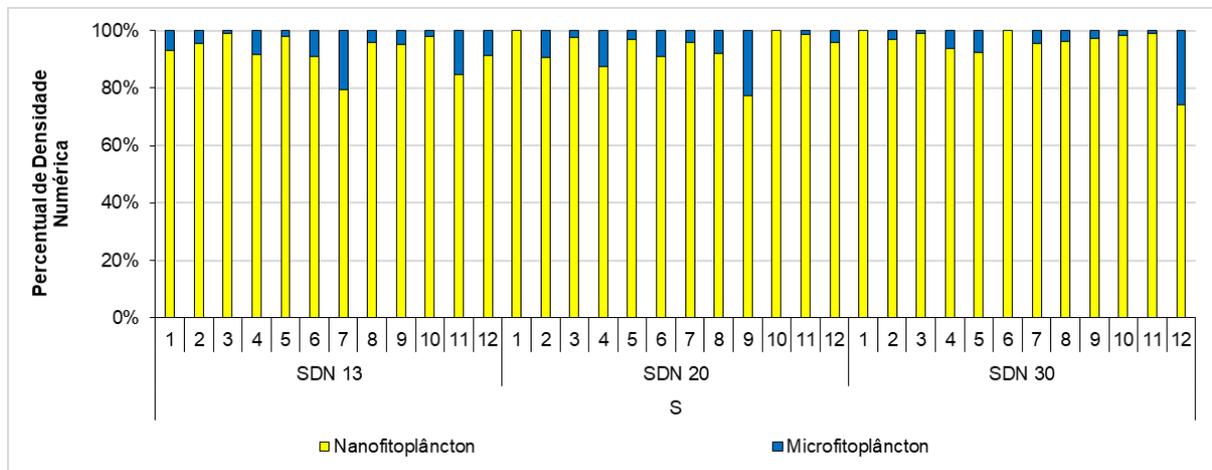
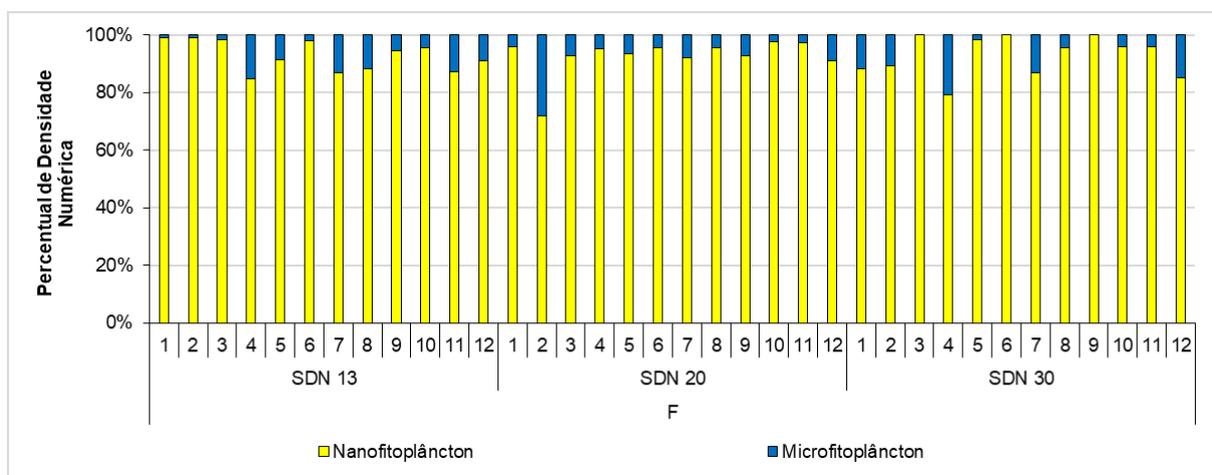


Figura 54: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.3 Composição Quantitativa (Foz Norte)

Quanto à densidade numérica dos grupos nesse setor, observou-se de uma forma geral uma grande contribuição das Algas Verdes e das Cianofíceas em todas as campanhas, tanto em superfície quanto em relação ao fundo, com destaque para a primeira trimestral, campanha 4, que foram mais de 50% de Cianofíceas em todas as estações e profundidades, chegando a compor 90% da amostra (SDN 30 em superfície, campanha 4) (Figura 55e Figura 56).

A contribuição fluvial parece a hipótese mais coerente para explicar um aumento da fração nanofitoplânctônica superficial desta mesma estação em outubro de 2018 e janeiro e março de 2019

(campanhas 1, 4 e 6) (54% de Algas Verdes, 90% de Cianofíceas e 74% Cianofíceas, respectivamente), comparada aos outros períodos com maiores contribuições de grupos geralmente nanofitoplancônicos como as Algas Verdes e Cianofícease no fundo somente para campanha 6 com contribuição parecida de Algas Verdes e Cianofíceas.

Figura 55: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

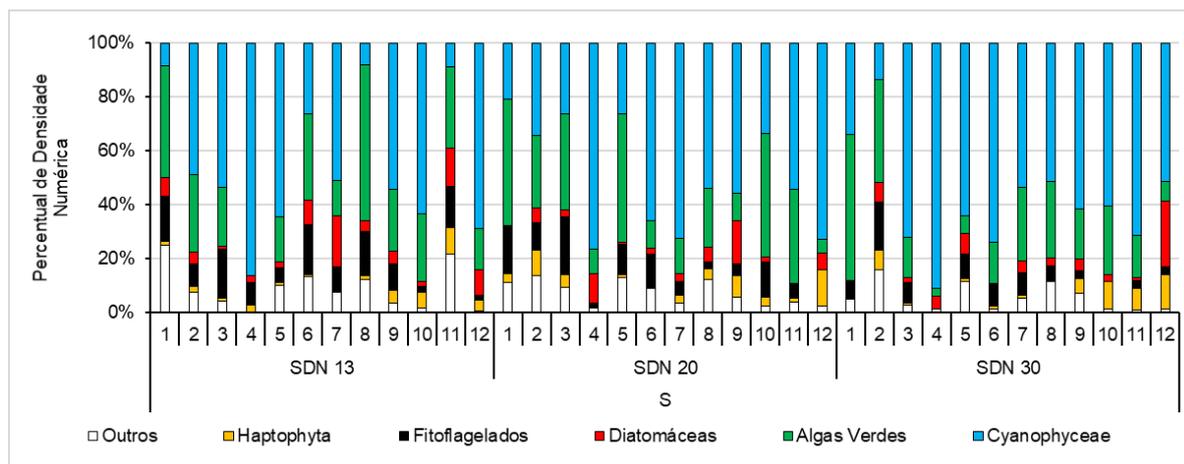
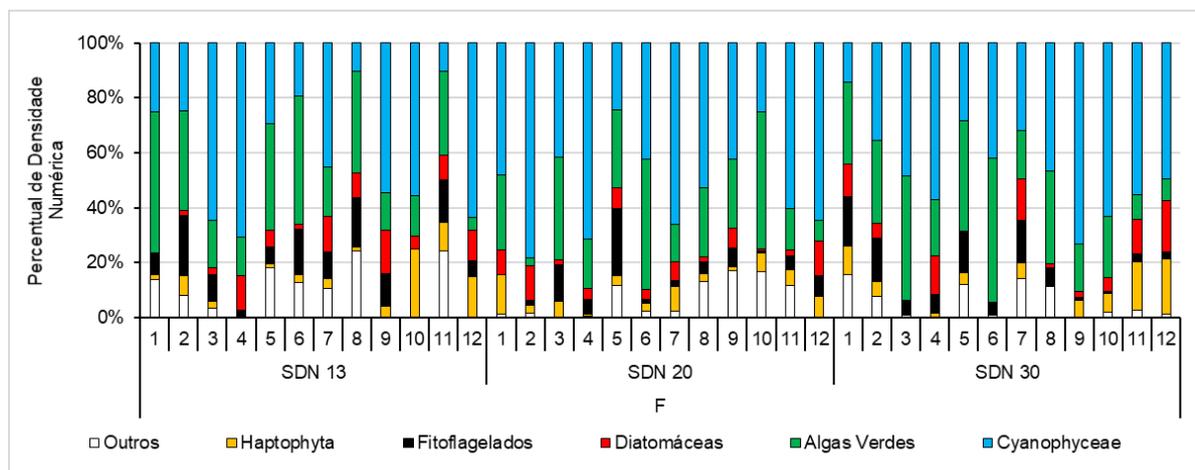


Figura 56: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.4 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos (Foz Norte)

Os valores de clorofila-a oscilaram entre $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, na estação SDN 30 na superfície em janeiro, março e setembro de 2019 (campanha 4, 6 e 12), e $1,60 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação SDN 20 na superfície em setembro de 2019 (campanha 12). Observam-se valores de clorofila-a mais elevados entre as

campanhas 1 e 2, e nas campanhas 6, 9 e 10, principalmente para as estações mais próximas da costa, não ultrapassando $1,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, exceto na estação SDN 13 no fundo. Devido à um problema no espectrofotômetro, as análises de pigmentos (Clorofila-a e Feopigmentos) não foram realizadas para a Campanha 11.

Os valores de feopigmentos relativos a esse monitoramento de 2018 e 2019, variaram de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a $1,87 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentando concentrações acima dos valores de clorofila-a em algumas estações e profundidades, porém de forma mais acentuada no SDN 30 no fundo, com um aumento da concentração de feopigmentos entre março e junho de 2019 (campanhas 6 e 9), e superfície em setembro de 2019 (campanha 12) (Figura 57, Figura 58 e Figura 59).

Desta forma, observou-se também pelas médias dos parâmetros ao longo do monitoramento (Figura 60, Figura 61 e Figura 62), que a biomassa, em termos de clorofila-a, apresentou-se mais elevada na campanha 2, as concentrações médias de Feopigmentos foram mais elevadas no fundo das campanhas 7 e 9 e as concentrações de clorofila ativa se apresentou de forma variável ao longo do tempo.

Em relação aos pigmentos fotossintéticos, a estação SDN 13 apresentou uma maior biomassa algal na campanha 2 ($1,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) em amostra de fundo, porém os maiores valores de clorofila ativa foram em janeiro e fevereiro de 2019, campanhas 4 e 5, tornando a reduzir em março e abril (campanhas 6 e 7). Isto poderia estar relacionado a produção nova induzida pela maior descarga fluvial de verão neste período, o que ocasionaria maiores valores de clorofila em relação aos de feopigmentos, uma comunidade mais jovem.

Comparativamente, a estação SDN 20 teve o comportamento de aumento de biomassa em outubro e novembro de 2018 (campanhas 1 e 2) e novamente em março de 2019 (campanha 6) (que pode estar associado a chuvas).

Figura 57: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

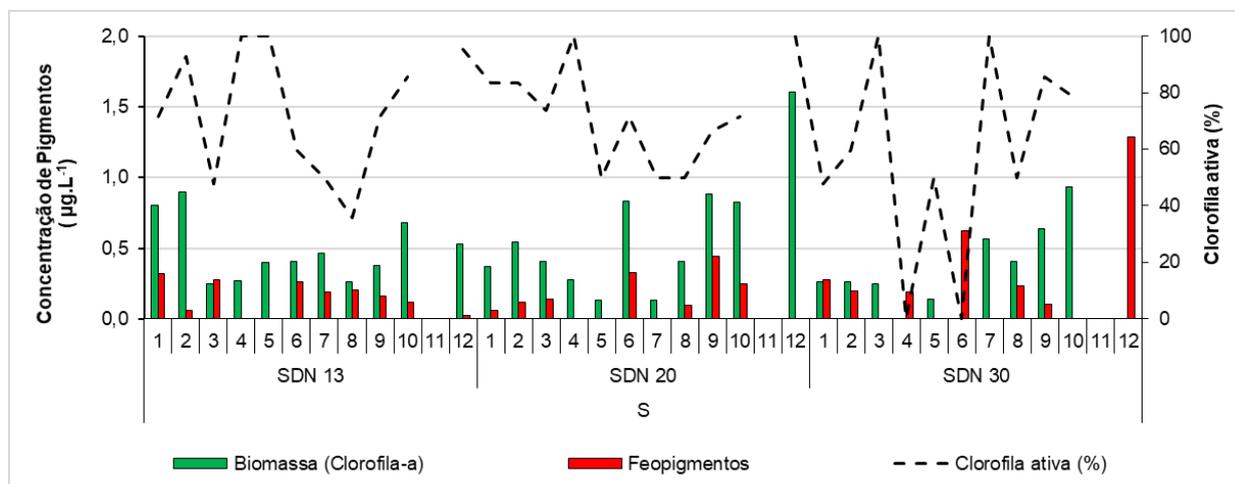


Figura 58: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

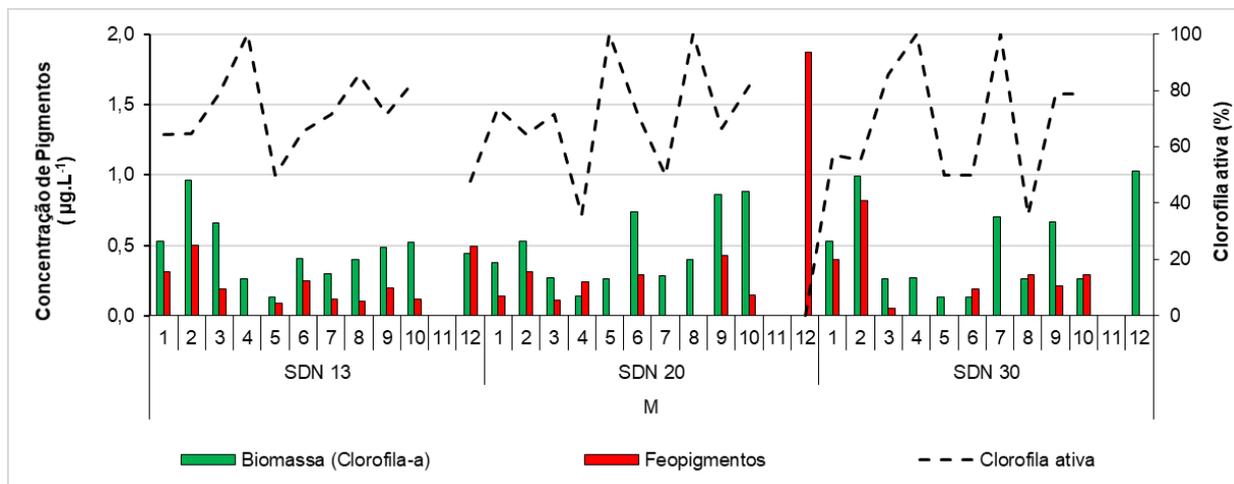


Figura 59: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

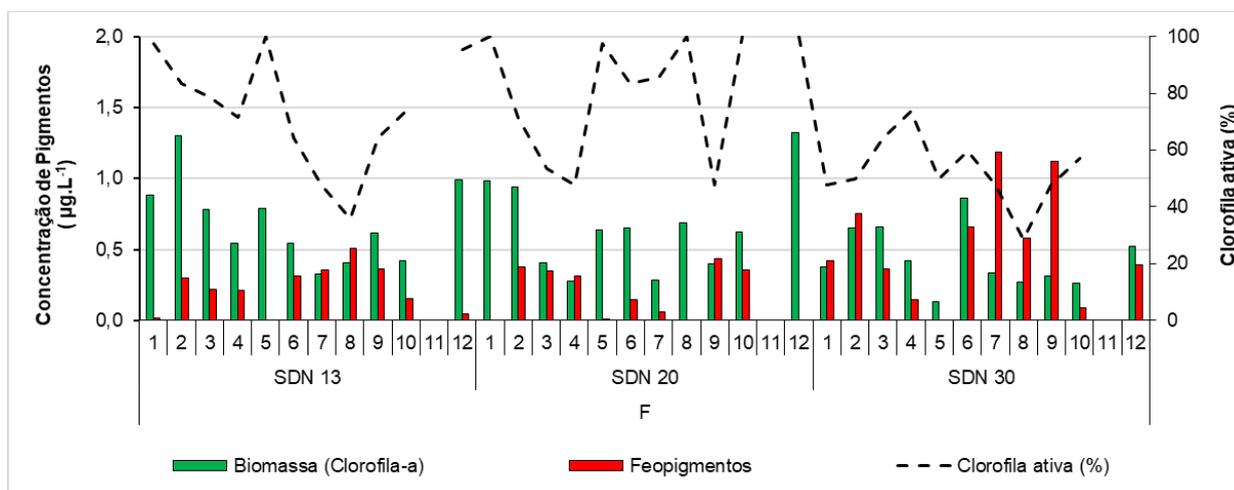


Figura 60: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

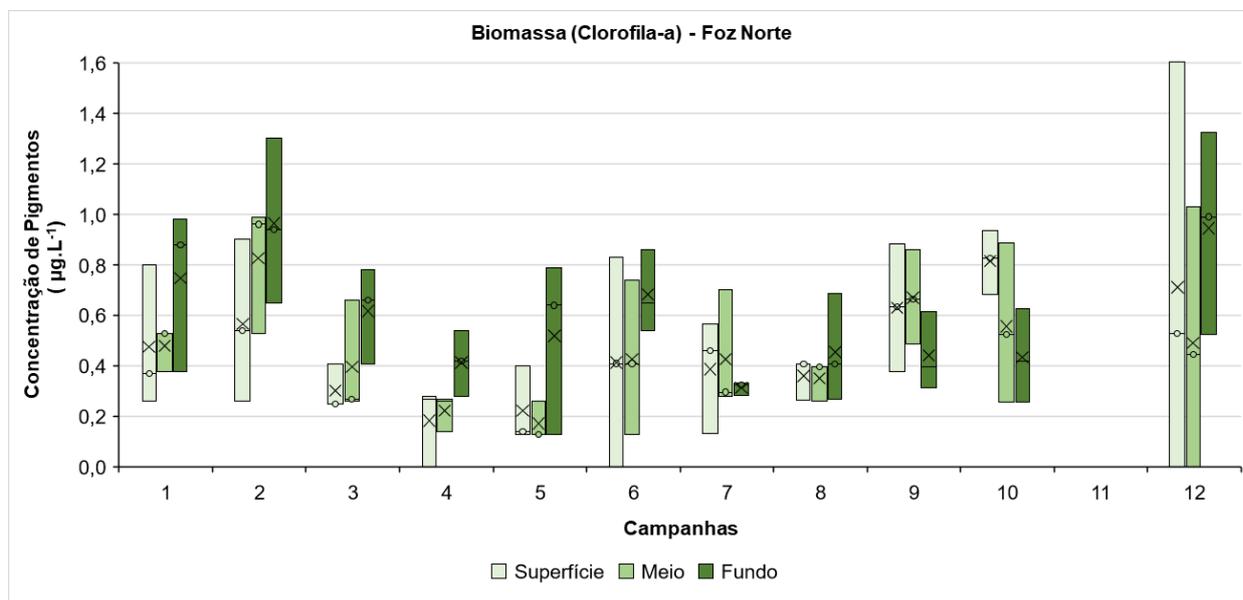


Figura 61: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

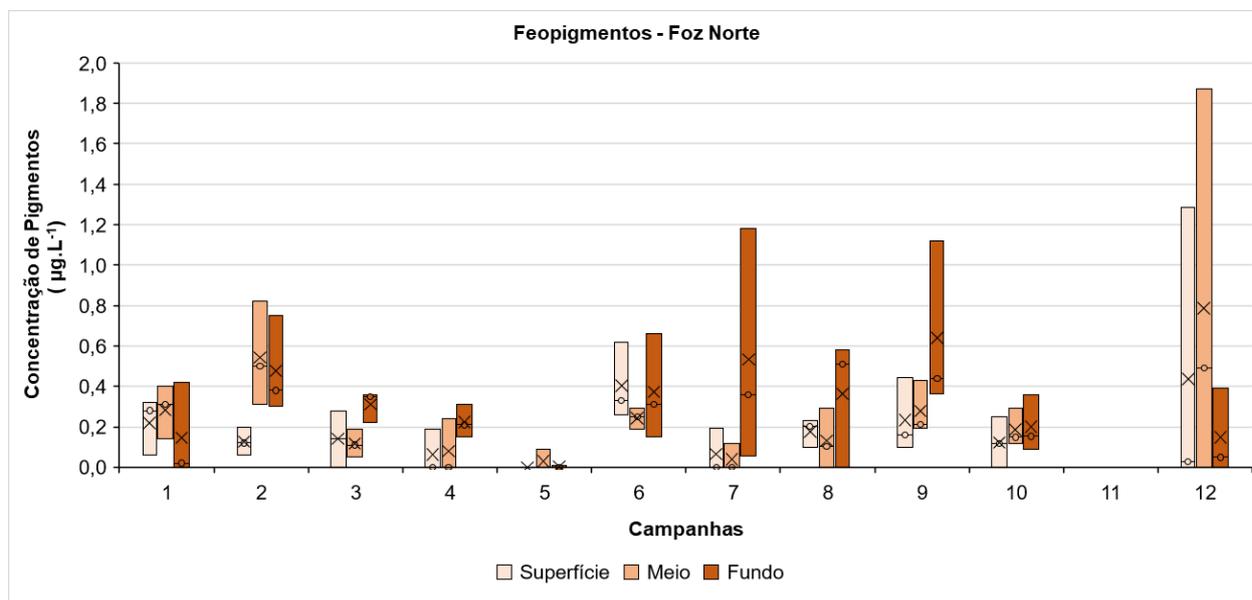
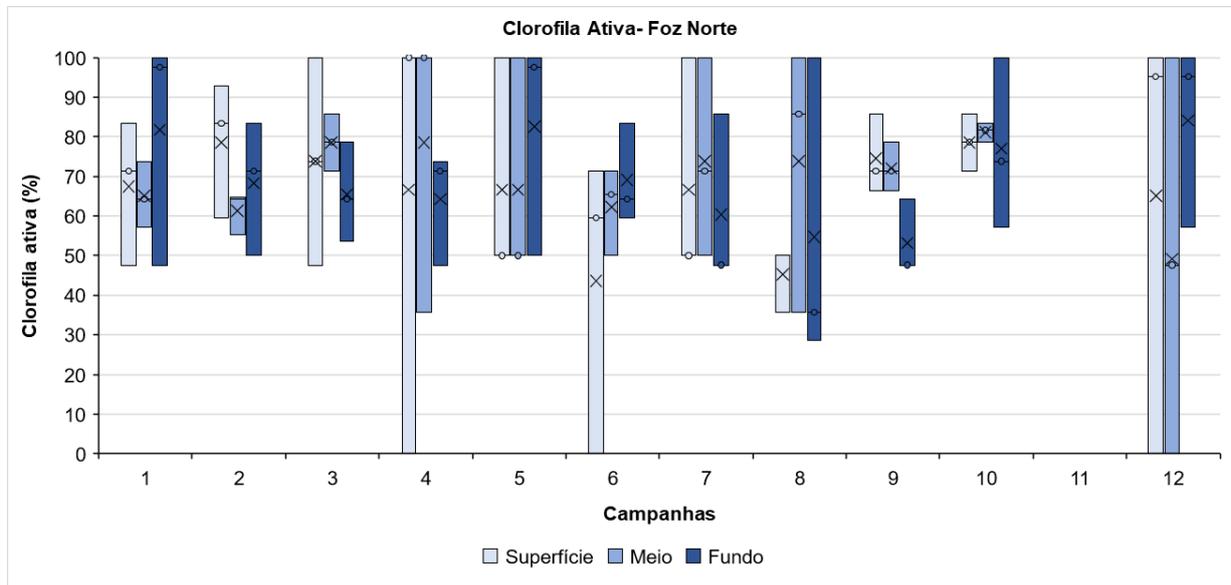


Figura 62: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Norte nas campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.5 Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Norte)

Em relação aos descritores equabilidade e diversidade, as três estações apresentaram valores aproximados ao longo do tempo, com algumas reduções em amostras como na superfície do SDN 20 na campanha 7 (equabilidade 0,55 e diversidade 2,24 bits•organismos⁻¹) e na superfície do SDN 30 (equabilidade 0,32 e diversidade 0,82 bits•organismos⁻¹) durante a campanha 4 na qual ocorreu uma predominância da Cianobactéria do Gênero *Synechocystis*, o que reduziu a diversidade nesta amostra (Figura 63, Figura 64, Figura 65 e Figura 66).

Figura 63: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

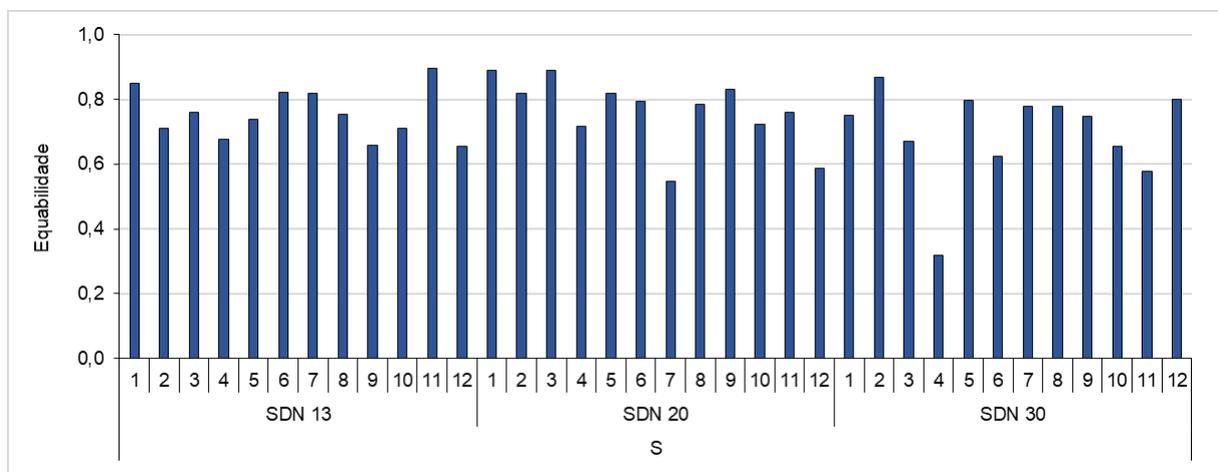


Figura 64: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

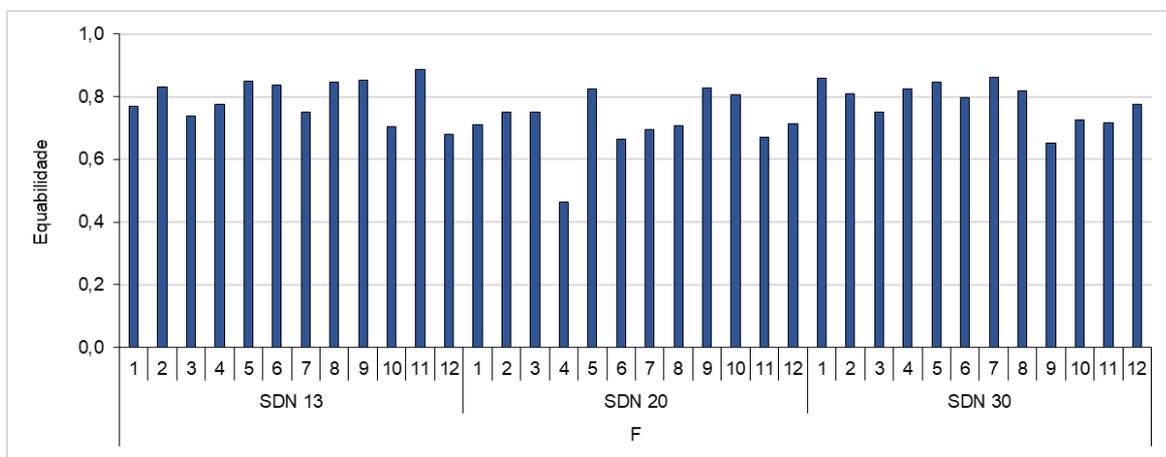


Figura 65: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

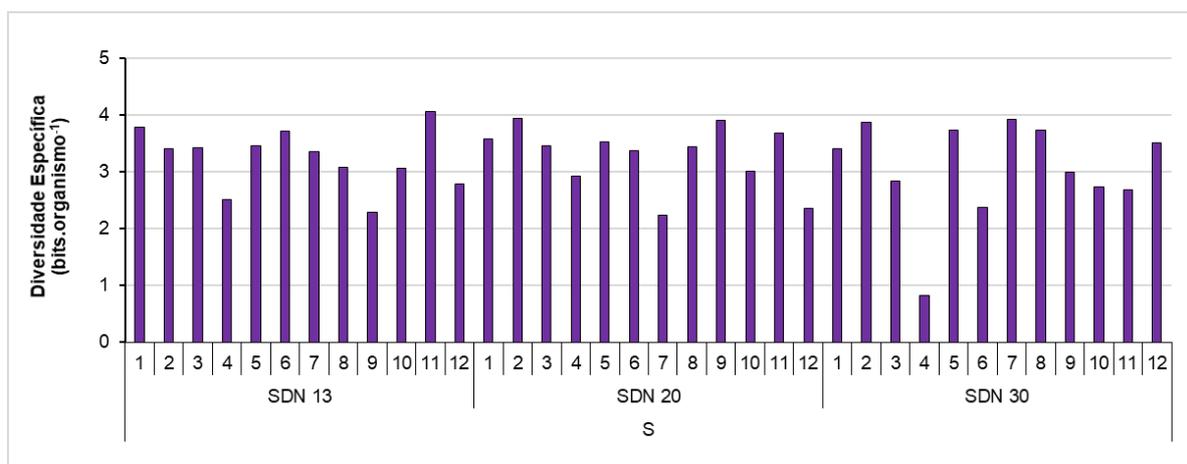
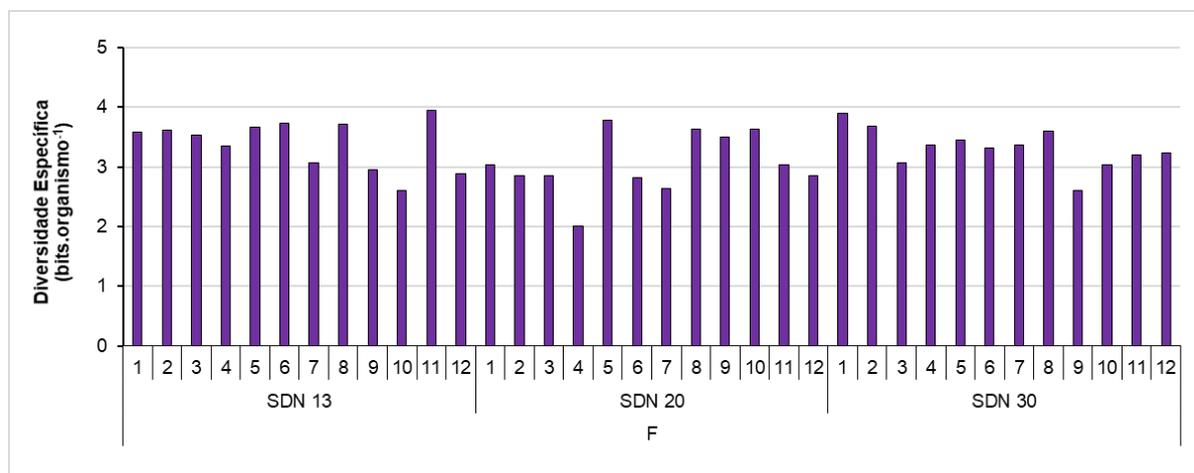


Figura 66: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.6 Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Norte)

No Setor Foz Norte, considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de Espécie, foram obtidos através das análises qualitativas 390 taxa pertencentes a 17 Classes taxonômicas diferentes. Do total de organismos identificados, 84 pertencem à Classe Dinophyceae, 81 à Classe Mediophyceae, 75 à Classe Bacillariophyceae, 52 à Classe Coscinodiscophyceae, 26 às Classes Chlorophyceae e Cyanophyceae cada, 9 à Classe Chlorodendrophyceae, 7 às Classes Pyramimonadophyceae Euglenophyceae, 6 à Classe Trebouxiophyceae, 5 à Classe Coccolithophyceae, 4 à Classe Nephrophyceae, 3 à Classe Pedinophyceae, 2 à Classe Conjugatophyceae (Zygnematophyceae) e 1 às Classes Mesostigmatophyceae, Noctilucomphyceae e Synurophyceae (APÊNDICE 1).

Levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de Espécie ou Gênero, no setor Norte foram registrados 620 táxons nas 3 estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019). O maior número de táxons (126) foi observado na estação SDN 30 durante a Campanha 7 e o menor (25) na estação SDN 13 durante a Campanha 10 (Figura 67). Nota-se uma maior heterogeneidade dos valores na estação SDN 30 ao longo dos meses, quando comparada às outras estações deste setor. E, considerando cada estação individualmente, os maiores números de táxons ocorreram durante a campanha 7.

A composição qualitativa do fitoplâncton neste setor apresentou, de maneira geral, uma maior contribuição do grupo Diatomáceas (cêntricas e penadas) com destaque para as cêntricas que demonstraram as maiores contribuições na campanha 12, nas três estações desse setor, sobretudo na SDN 20 (40,9%). Seguindo das Diatomáceas, o grupo das Algas Verdes apresentaram as maiores contribuições em especial na Campanha 10 que também foi marcada pela baixa contribuição e ausência do grupo Dinoflagelados (Figura 68).

O gênero *Chlorella* sp. (Trebouxiophyceae) foi o táxon mais frequente, estando presente em 97% das estações nas dez campanhas realizadas. Com frequência de ocorrência acima de 80% nas estações do setor podemos destacar as espécies *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae), *Trichodesmium thiebautii* (Cyanophyceae) e *Triplos furca* (Dinophyceae) e o gênero *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae).

Figura 67: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Norte obtidas das coletas das Campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.

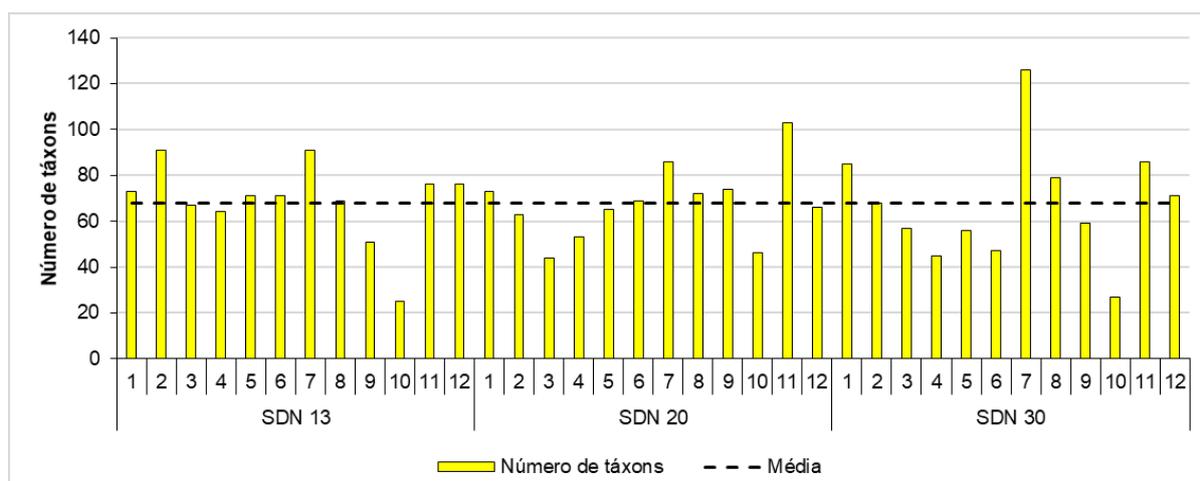
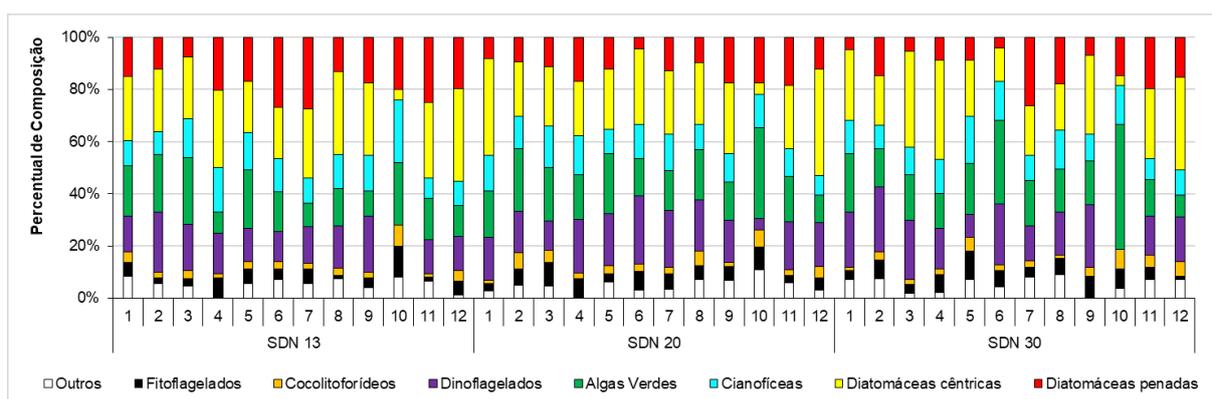


Figura 68: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Norte, durante o PMBA 1, campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.7 Densidade Numérica (Foz Central)

No que se refere aos dados do PMBA 1, especificamente do Setor Foz Central, a densidade (abundância) numérica total fitoplanctônica, apresentou valores elevados comparados aos dados pretéritos pré-desastre para essa região (Figura 39, Figura 40 e Figura 41), na qual a densidade observada no mês de julho de 2019 (campanha 10 e segunda trimestral) na estação SD 02 foi pelo

menos 10 vezes superior à encontrada em estudos pré-desastre (julho a agosto de 2013), ao passo que nos meses de março e abril de 2019 (campanhas 6 e 7, quarta mensal e segunda semestral) foram pelo menos 20 e 10 vezes, respectivamente, quando comparados aos meses de março a abril de 2014 em uma estação equivalente. A maior densidade do atual monitoramento e no referido setor foi de 3089×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (fundo do SD 04, campanha 9) e a menor de 135×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (fundo do SD 03, campanha 3) (Figura 69 e Figura 70). De modo geral, observou-se maiores picos no fundo da coluna d'água quando comparado a superfície, e uma tendência de maiores valores entre as campanhas 1 e 2 com retomada da ascensão da densidade nas campanhas 5 e 6, ainda que discreta, em direção as campanhas 9, 10, 11 e 12.

Ainda, foram coletadas amostras extras em um período chuvoso e em um momento de presença e ausência de pluma de sedimentos do Rio Doce. De forma geral, temos menores valores de densidade numérica em superfície e maiores no fundo, nas estações SD 01-1 e SD 02-1, (período chuvoso), o que pode ser justificado tanto pela diluição da chuva em superfície como com a presença de água marinha (cunha salina) junto ao fundo (informação a ser confirmada com dados de salinidade). Em relação a amostras coletadas dentro e fora da pluma, foi observado que os valores de densidade numérica foram maiores dentro da pluma (Figura 71, Figura 72e Figura 73).

As densidades numéricas médias se mantiveram relativamente próximas ao longo do período amostrado com destaque a campanha 9(junho de 2019) que teve maior média devido ao valor máximo de 3089×10^3 organismos \cdot L⁻¹ observado nesta campanha (Figura 74).

Figura 69: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

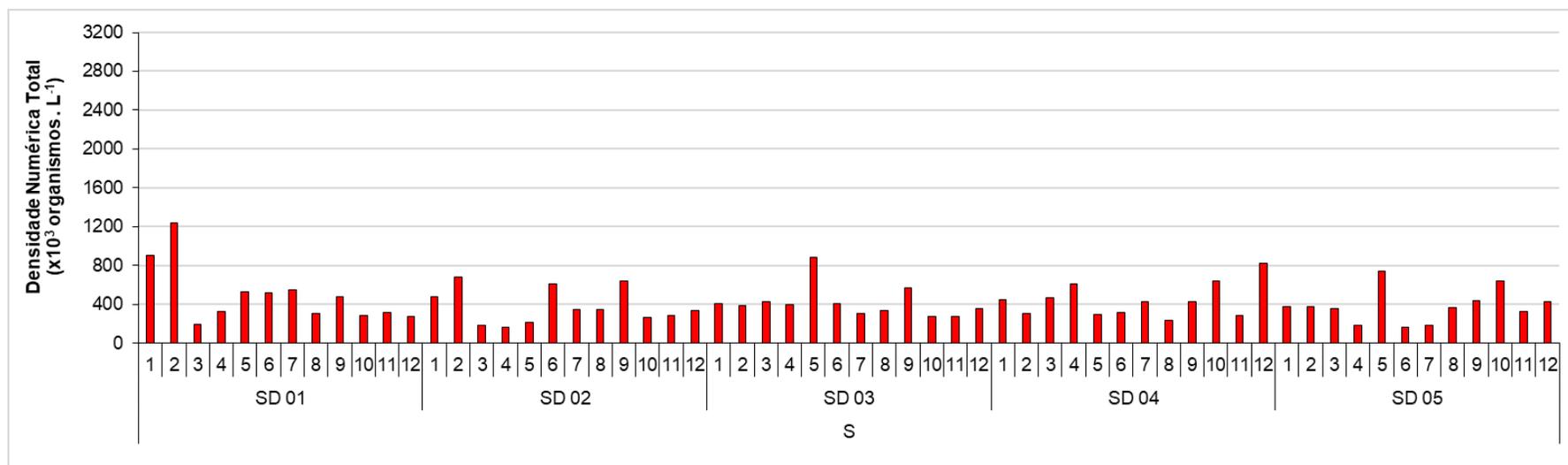


Figura 70: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

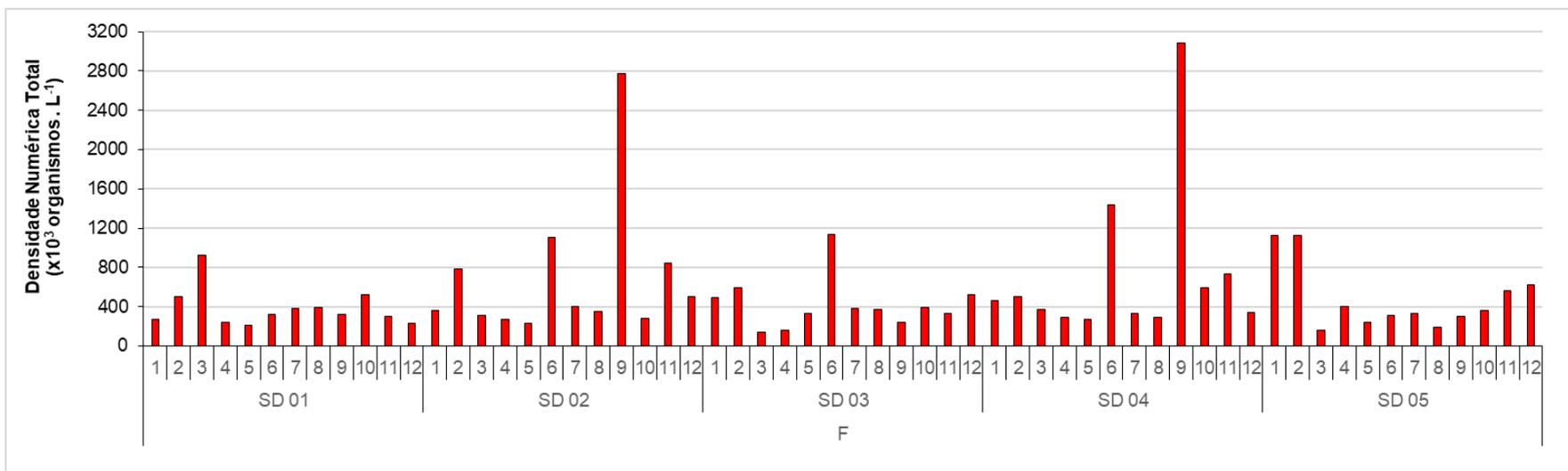


Figura 71: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos} \cdot \text{L}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações extras do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

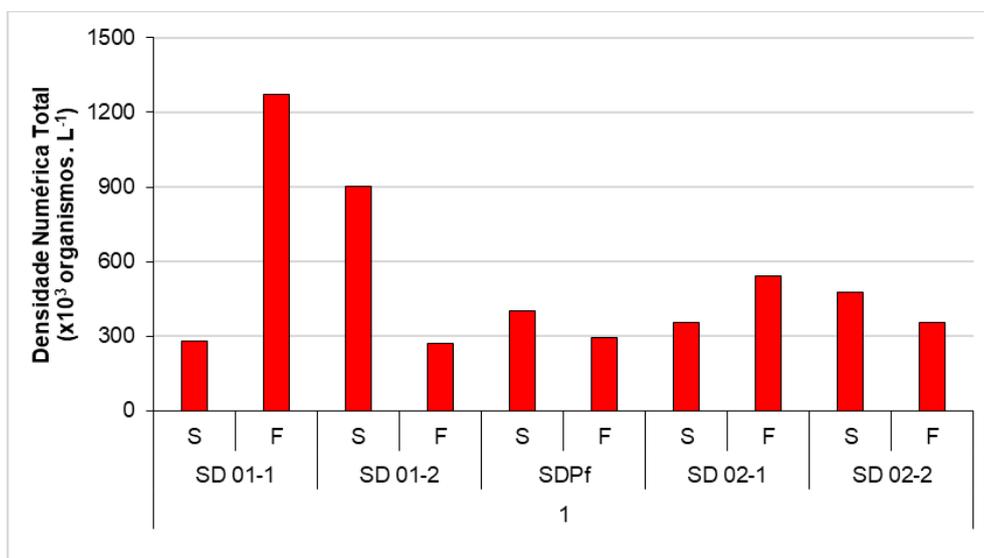


Figura 72: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3 \text{ organismos} \cdot \text{L}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01 e SD 01 fora da pluma do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

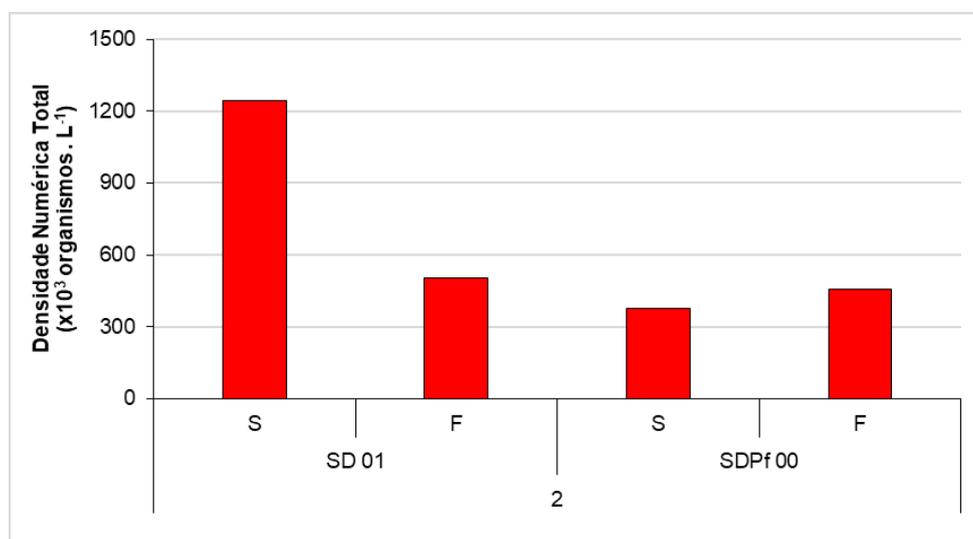


Figura 73: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 dentro da pluma do setor da Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).

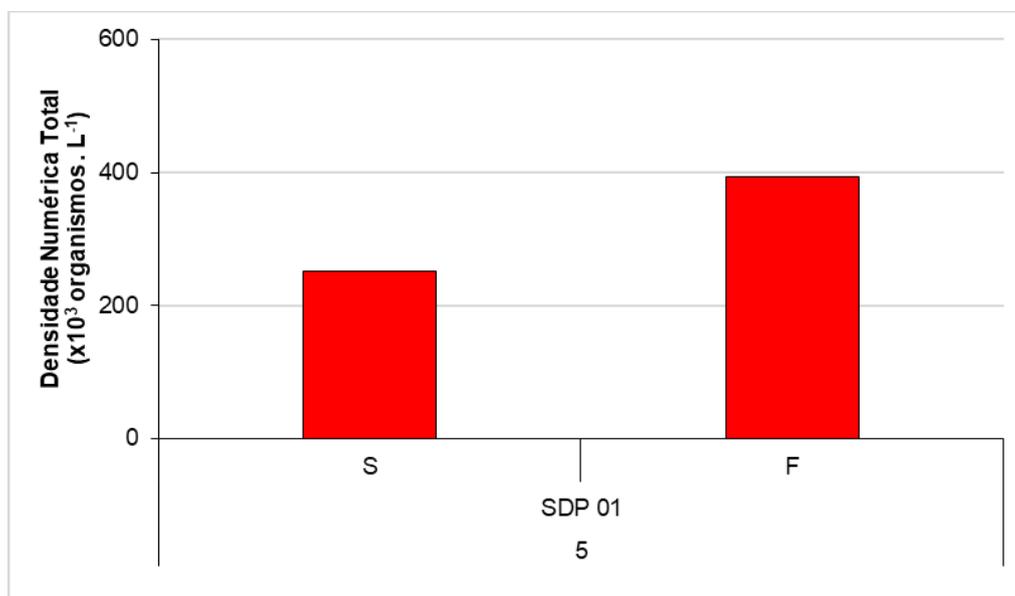
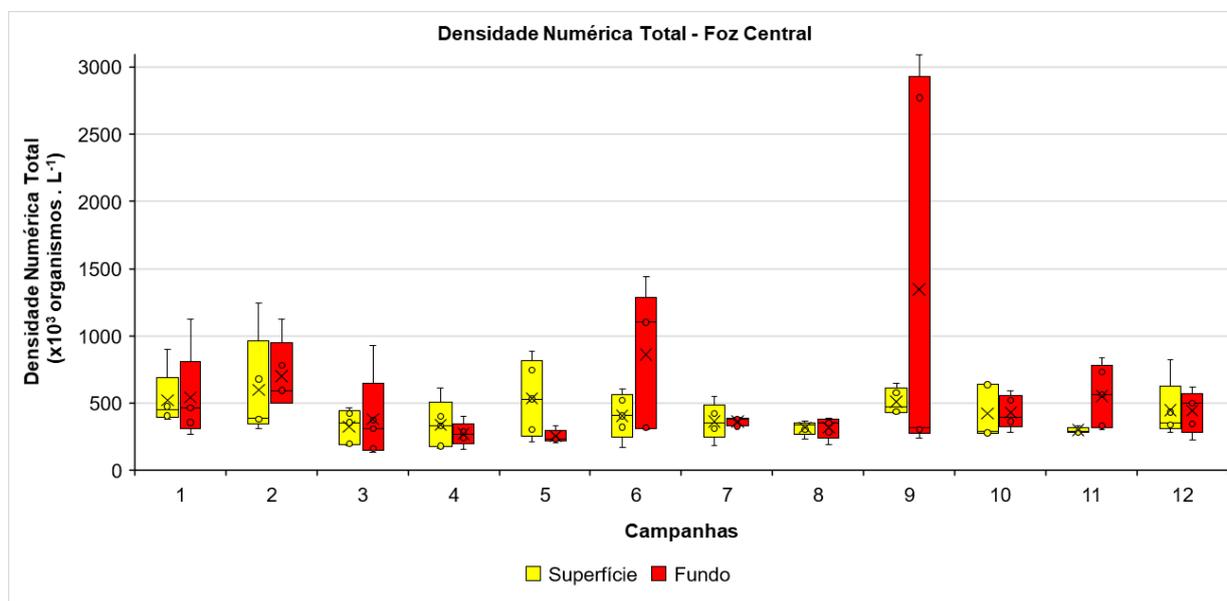


Figura 74: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.8 Classes de Tamanho (Foz Central)

Também em relação ao Setor Foz Central e PMBA 1, dados da fração de tamanho demonstraram que a nanofitoplanctônica (até $19\mu m$) predominou sobre a microfitoplanctônica em todas as estações e profundidades ao longo do período analisado, com nanofitoplâncton apresentando contribuições entre

47,5% (SD 03, fundo, campanha 4) e 100% (fundo de SD 04 na campanha 3 e SD 05 nas campanhas 1, 2, 3, 6, 7, 8 e 12; superfície das campanhas 3 e 7) ao passo que a maior contribuição do microfitoplâncton foi de 52,5% (SD 03, fundo, campanha 4) (Figura 75 e Figura 76) e apesar do predomínio do nanofitoplâncton inclusive nas amostras extras (Figura 77, Figura 78e Figura 79), foi possível observar a maior contribuição do microfitoplâncton nas estações mais costeiras (SD 01 e SD 02), semelhante ao observado no setor Foz Norte.

Figura 75: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfítoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

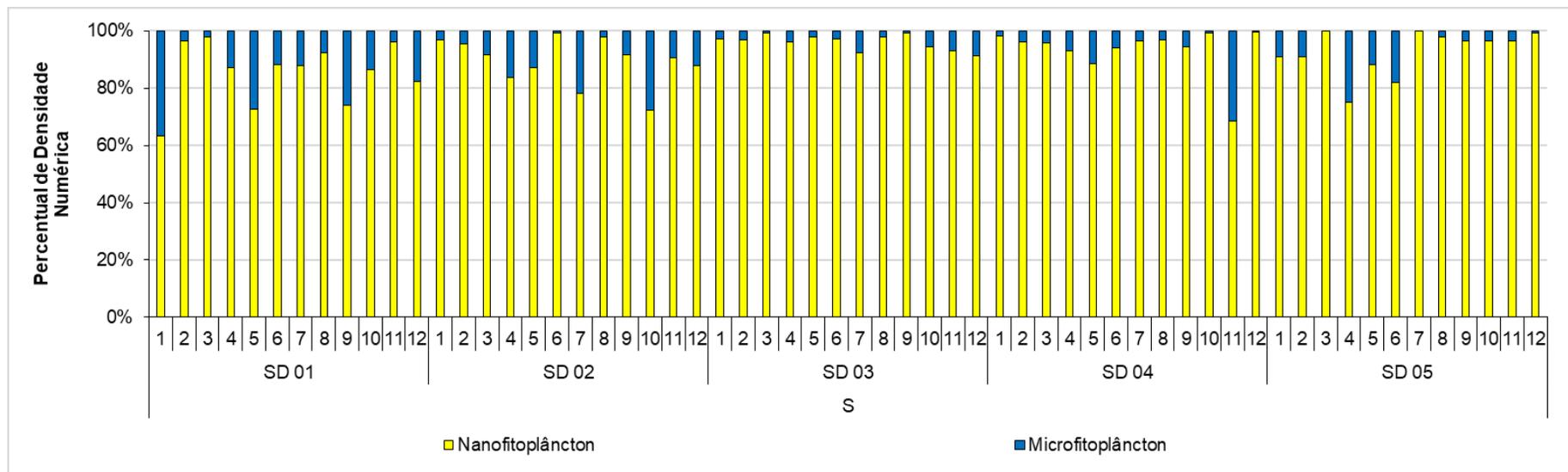


Figura 76: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

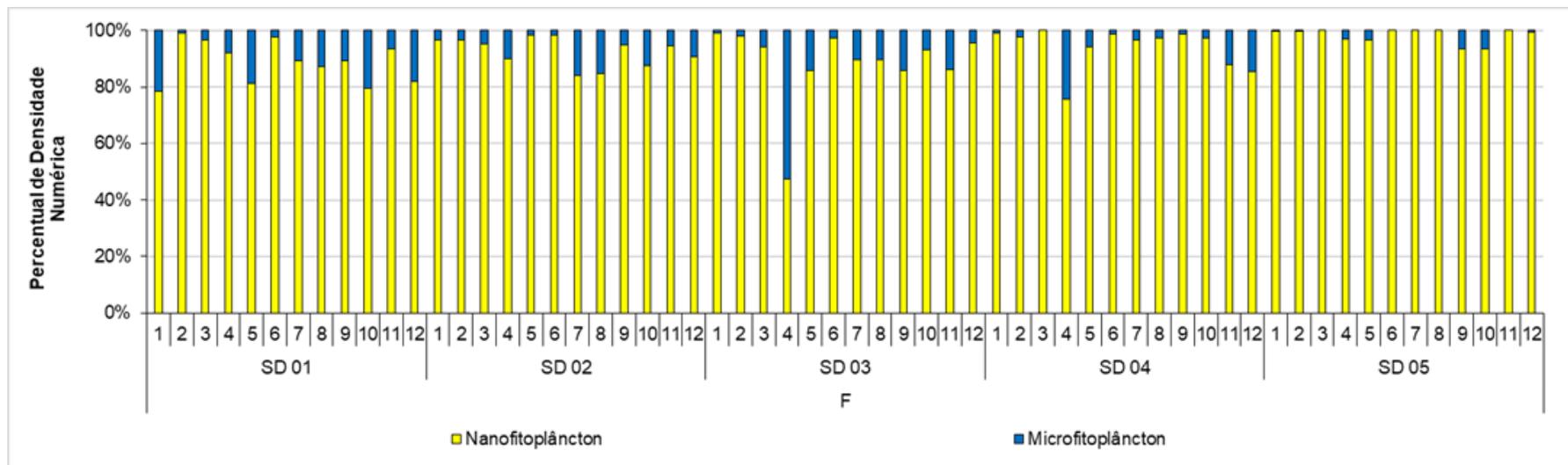


Figura 77: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais extras na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em outubro de 2018, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

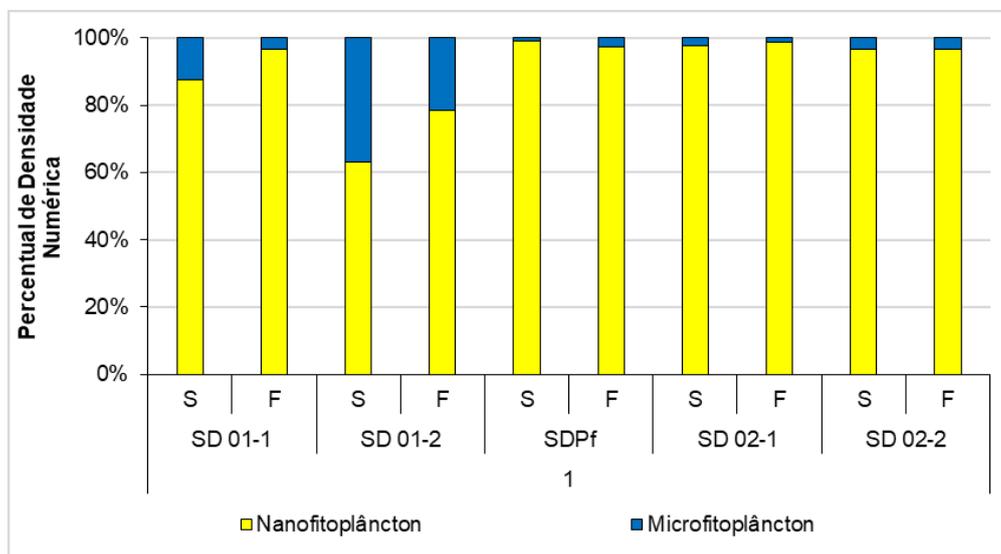


Figura 78: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais SD 01 e SD 01 fora da pluma na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em outubro de 2018, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

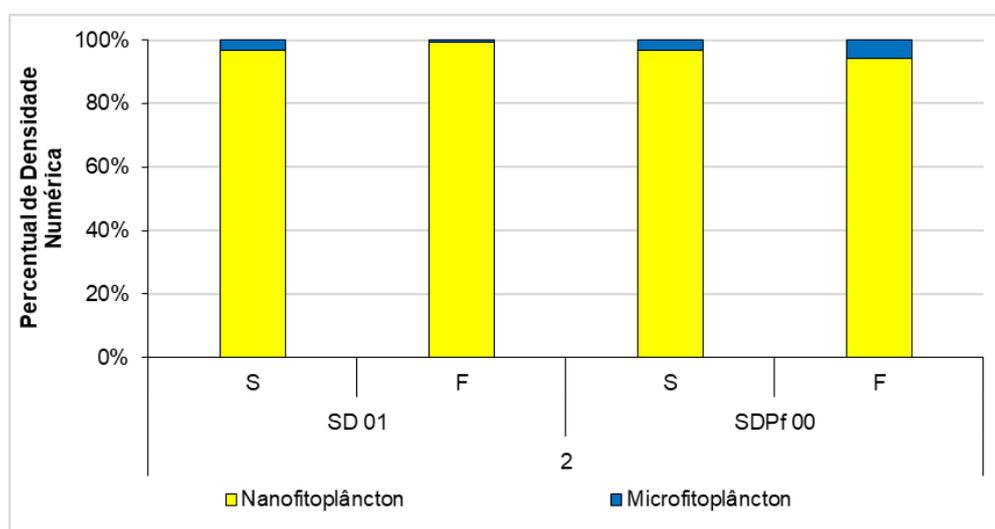
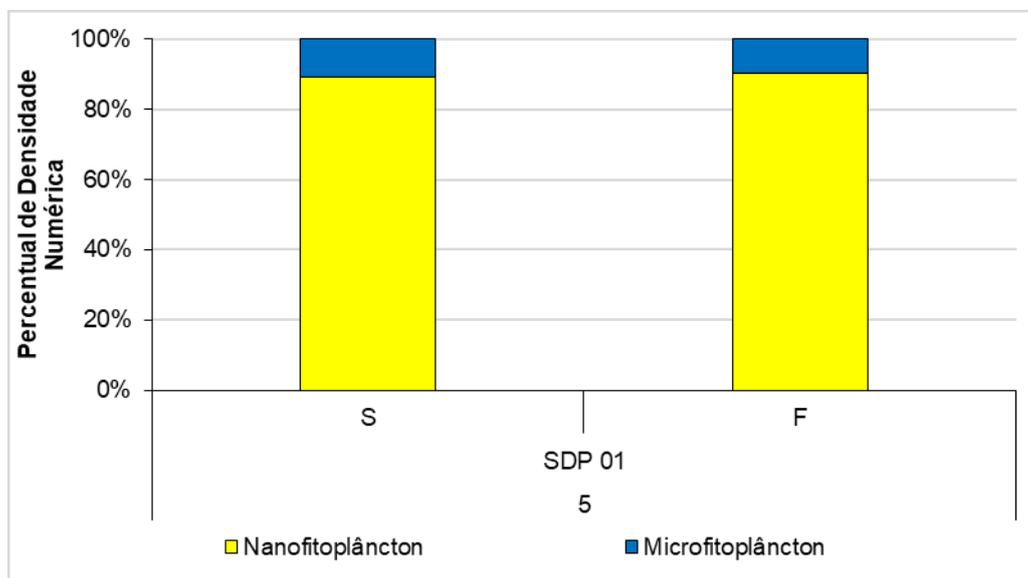


Figura 79: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) da estação SDP 01 na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, em fevereiro de 2019, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).



2.3.9 Composição Quantitativa (Foz Central)

Considerando a composição quantitativa do fitoplâncton (densidade/abundância numérica dos grupos) (Figura 80 e Figura 81) nesse Setor, observou-se a quase sempre predominância das Cianobactérias nanofitoplanctônicas ao longo do tempo e profundidades, com contribuições entre 8% (estação SD 01 em superfície, campanha 1) e 98% (SD 04, em fundo, em junho de 2019 – campanha 9). Seguida das Cianobactérias, todas as estações de amostragens e profundidades apresentaram contribuições das Algas Verdes, dentre elas a da Classe Chlorophyceae. Tais grupos de Cianobactérias e Algas Verdes, principalmente as nanofitoplanctônicas, foram os grupos de destaque nesse setor, com alternância de predominância entre eles. O grupo das Diatomáceas apresentaram maiores contribuições nas estações mais costeiras desse setor (SD 01 e SD 02), com destaques para a estação SD 01 superfície da primeira campanha semestral (campanha 1, mês de outubro de 2018) (36%) e quase ausência no fundo da estação SD 05 com aparecimento pouco significativo nas campanhas 9 e 10. Tais observações corroboram a maior porcentagem microfitoplanctônica nesse setor, dado ao fato desses organismos serem, em sua maioria, componentes dessa fração de tamanho.

De forma semelhante, o grupo composto pelos “Fitoflagelados” e “Outros” foram observados em parte das estações e profundidade ao longo do tempo, porém, o grupo “intitulado” Haptophytas passou a contribuir mais gradativamente ao longo do impacto crônico, sobretudo nas campanhas 10 e 11.

As Algas Verdes foram preponderantes às Cianobactérias nas estações SD 01-1 (período de chuva) e SD 01 -2(ausência de chuva) quando comparadas as estações SD 02-1 e SD 02 -2 (Figura 82)na campanha 1, que apresentaram maiores contribuições das Cianofíceas em um momento fora da pluma (SDPf). Ainda, observa-se uma maior representação das Cianofíceas em momentos de pluma em novembro de 2018 (campanha 2) (Figura 83) e fevereiro de 2019 (campanha 5) (Figura 84).

Figura 80: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

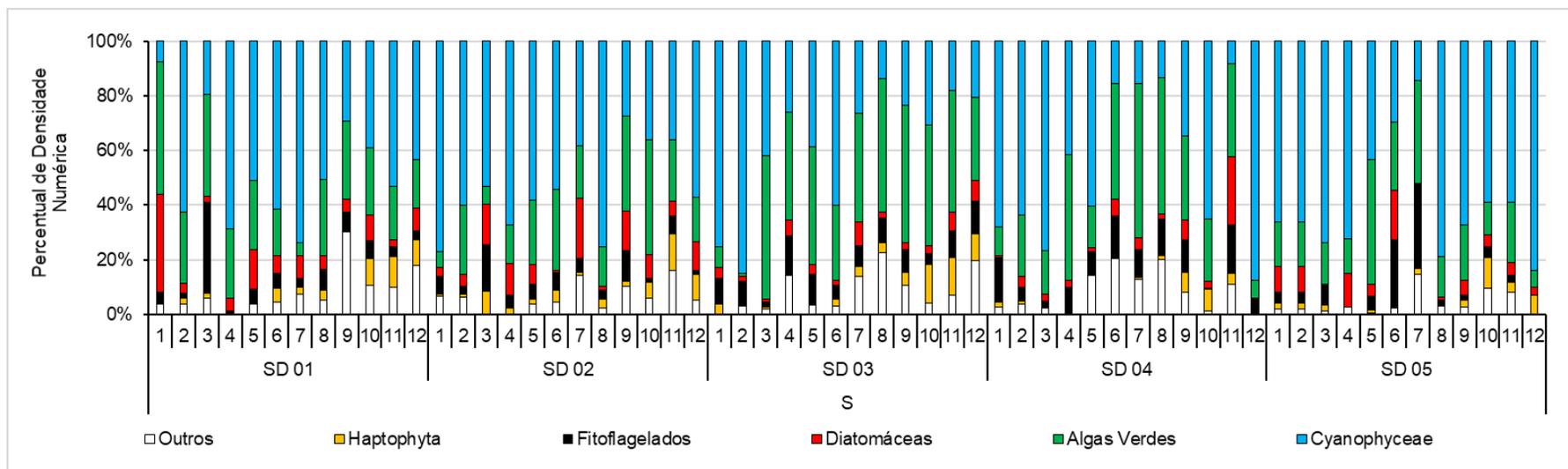


Figura 81: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

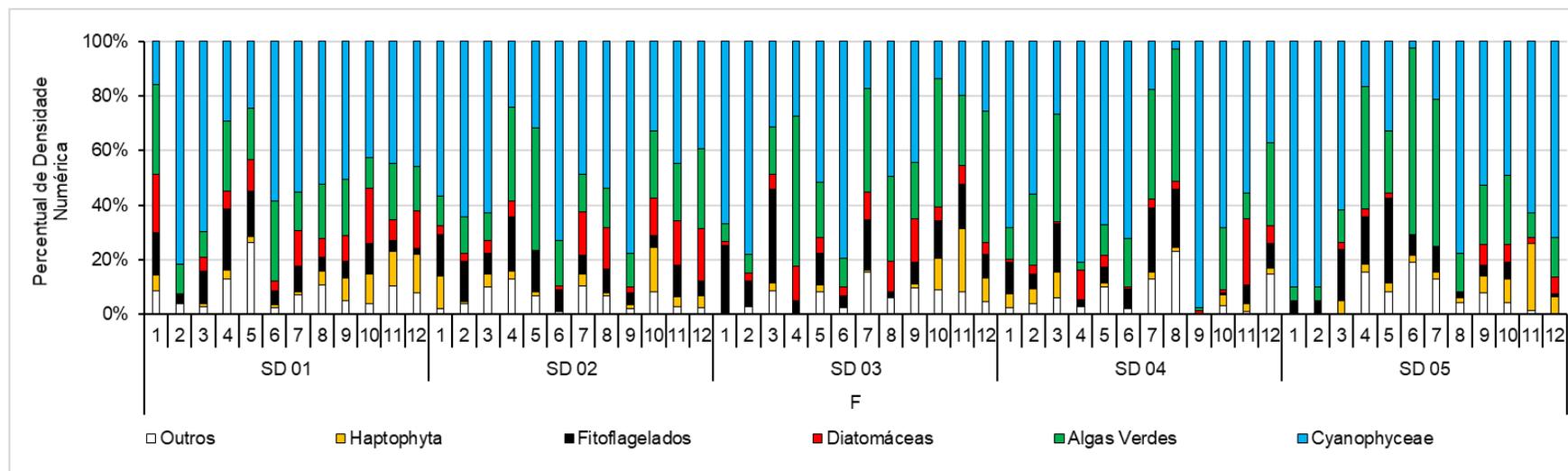


Figura 82: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

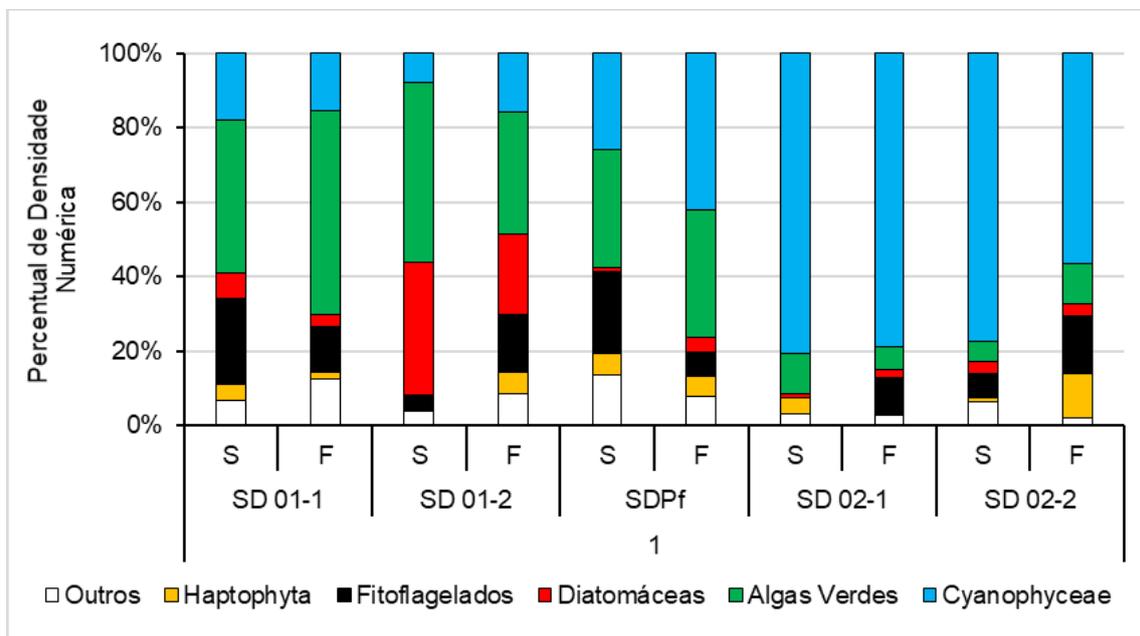


Figura 83: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais SD 01 e SD 01 fora da pluma na superfície (S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

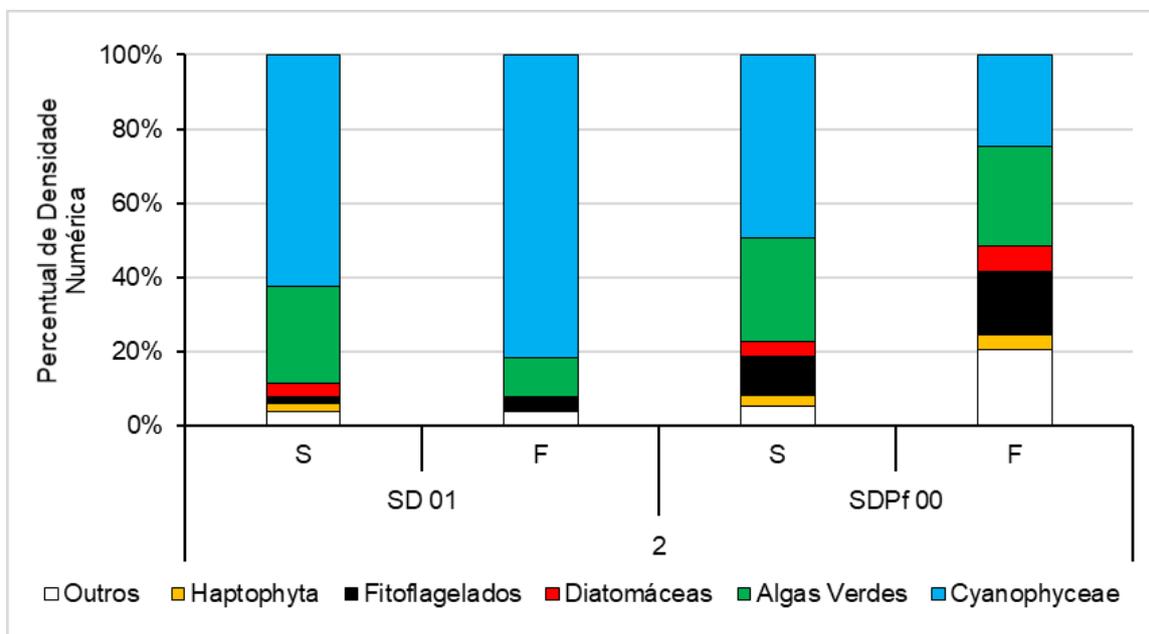
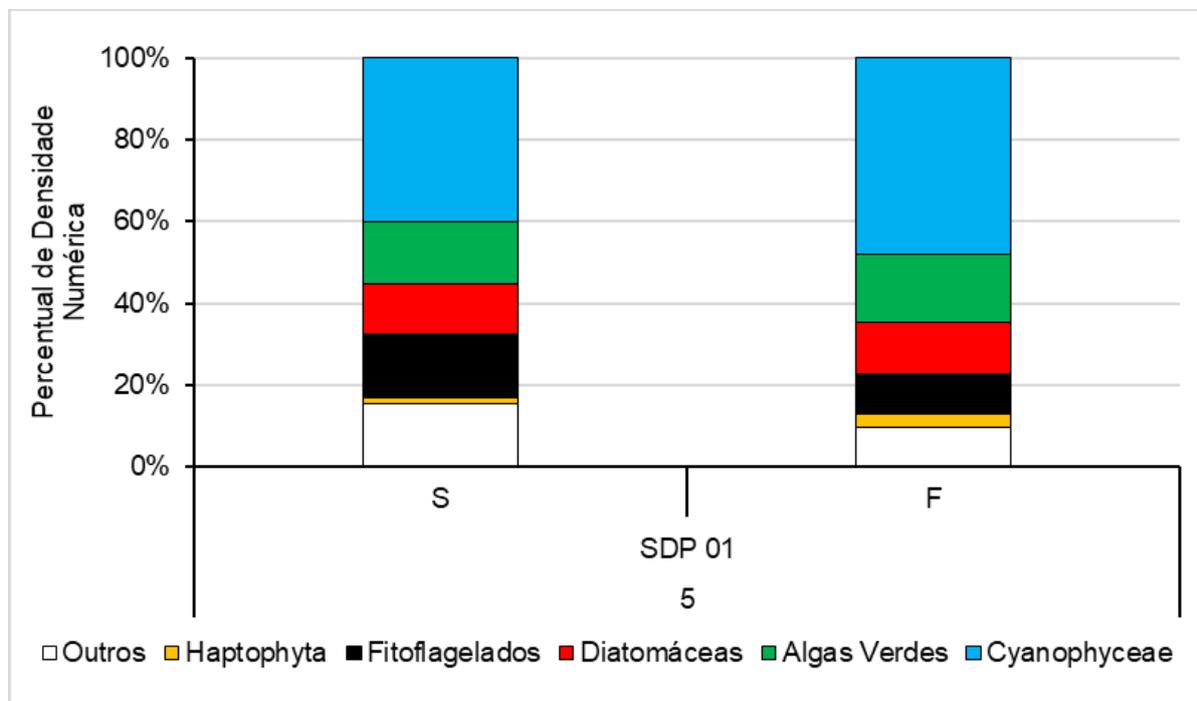


Figura 84: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton na estação SDP 01 na superfície(S) e no fundo (F) do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).



2.3.10 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos (Foz Central)

No que concerne aos valores de clorofila-a relativos ao Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1), observou-se que oscilaram de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ nas estações SD 03 meio e SD 04 fundo em outubro de 2018 (campanha 1 e primeira semestral), SD 04 superfície em novembro de 2018 (campanha 2), SD 04 meio em dezembro de 2018 (campanha 3), SD04 superfície, SD 04 meio e SD 05 meio em fevereiro de 2019 (campanha 5), em SD 05 meio em março de 2019 (campanha 6), em SD 05 superfície em setembro de 2019 (campanha 12) a $2,37 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação SD 01 superfície em novembro de 2018 (campanha 2). As concentrações estiveram acima de $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ nas estações SD 01 superfície, SD 01 fundo, SD 02 meio e SD 02 fundo na campanha 1, SD 01 superfície, SD 01 meio e SD 02 fundo na campanha 2, SD 01 meio na campanha 3, SD 02 fundo e SD 02 meio na campanha 4, SD 01 superfície, SD 01 meio na campanha 5, SD 02 fundo na campanha 6, SD 01 fundo na campanha 8, SD 01 superfície e SD 01 meio na campanha 9, SD 02 superfície na campanha 10 e SD 01 superfície e meio na campanha 12. Desta forma, nota-se um padrão, quanto à distribuição espaço temporal horizontal, de maiores concentrações de clorofila-a nas estações mais próximas à desembocadura do rio, diminuindo com o afastamento da costa no Setor Foz Central, como observado anteriormente.

Os valores de feopigmentos para o monitoramento nos anos de 2018 e 2019 variaram de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a $1,02 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentando concentração acima dos valores de clorofila-a em algumas estações e

profundidades. Desta forma, observa-se quanto à distribuição espaço temporal, de concentrações de feopigmentos maiores que as concentrações de clorofila-a, principalmente no fundo do SD 05. As maiores concentrações de clorofila-a e feopigmentos nas estações mais próximas à desembocadura do rio, diminuindo com o afastamento da costa no Setor Foz Central, como observado anteriormente (Figura 85, Figura 86 e Figura 87).

Fazendo um comparativo entre as concentrações de pigmentos encontradas nas estações SD 01 em um momento dentro da pluma e outro fora da pluma do Rio Doce (Figura 88) verificou-se uma concentração mais elevada de clorofila-a dentro da pluma no fundo com $1,64 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, onde apresentou também concentração mais baixa de feopigmentos ($0,03 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), obtendo uma clorofila ativa de 97,62%. Fora da pluma, a concentração mais elevada de clorofila-a foi observada na superfície ($0,92 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), onde apresentou também concentração mais baixa de feopigmentos ($0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), obtendo uma clorofila ativa de 100,00%. Dentro da pluma, a maior concentração de feopigmentos se deu na superfície ($0,91 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e a clorofila ativa apontou um maior percentual no fundo.

Fora da pluma, o padrão se inverteu com o maior valor de clorofila-a na superfície, bem como de clorofila ativa, reduzindo no fundo, provavelmente devido à distribuição da luz ao longo da coluna d'água. Aparentemente a comunidade fitoplanctônica presente na pluma é mais senescente (confirmado pela clorofila ativa) do que fora da pluma, que pode acontecer devido a uma série de fatores abióticos e biológicos, tais como material em suspensão, elementos dissolvidos, contaminantes ou mesmo fatores biológicos como competição, herbivoria entre outros (Figura 88).

Com relação às amostras coletadas em 06 e 14 de novembro (Figura 89), verificou-se uma concentração maior de clorofila-a de $1,64 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ no fundo do SD 01-2 coletado em 14 de novembro e menor na superfície do SD 02-1 ($0,41 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de 06 de novembro. Ainda, em termos de feopigmentos o fundo da coluna d'água da estação SD 01-2 de 14 de novembro, apresentou um dos menores valores ($0,03 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), apresentando também maior clorofila ativa de 97,62%.

Na coleta extra realizada na campanha 5 (Figura 90) no ponto dentro da pluma foram observados valores superiores de clorofila na superfície ($1,29 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) decrescendo nas maiores profundidades, sendo observado o inverso com relação aos feopigmentos e clorofila ativa, que apresentou valores maiores no meio e no fundo, $0,13 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ para feopigmentos, e 85,71% para clorofila ativa.

Observa-se, pelas médias dos parâmetros ao longo do PMBA 1, campanhas de outubro a dezembro de 2018 e de janeiro a julho de 2019, que a biomassa se apresentou mais elevada na campanha 2, a concentração de feopigmentos se apresentou mais elevada nas estações de fundo em março, abril, junho e setembro de 2019 (campanhas 6, 7, 9 e 12) e a clorofila ativa se apresentou de forma variável ao longo do tempo, se mantendo mais elevada na campanha 4 (Figura 91, Figura 92 e Figura 93).

Comparando com o período pré-desastre (Figura 46, Figura 47, Figura 48 e Figura 49), os valores seguem aumentados em relação à clorofila-a, tendo em vista que esses dados apresentam-se geralmente abaixo de $1,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. No período pós-acidente, foi observado aumento imediato na

clorofila-a e dos feopigmentos, que indicaram uma comunidade de grande biomassa, porém senescente, que seria o efeito agudo e que foi reduzindo até abril de 2016, fase crônica com valores de clorofila-a oscilando entre o que se apresentava na fase pré-acidente e picos de clorofila-a e feopigmentos.

Os picos de clorofila-a ocorrem geralmente em eventos de aumento da pluviosidade e consequentemente de maior aporte do Rio Doce, ou de alterações climáticas que promovam ação física na região oceânica levando à ressuspensão de material do fundo. Os picos de feopigmentos parecem estar associados com o afastamento da costa e regiões mais profundas da coluna d'água, onde a comunidade está senescente.

Figura 85: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

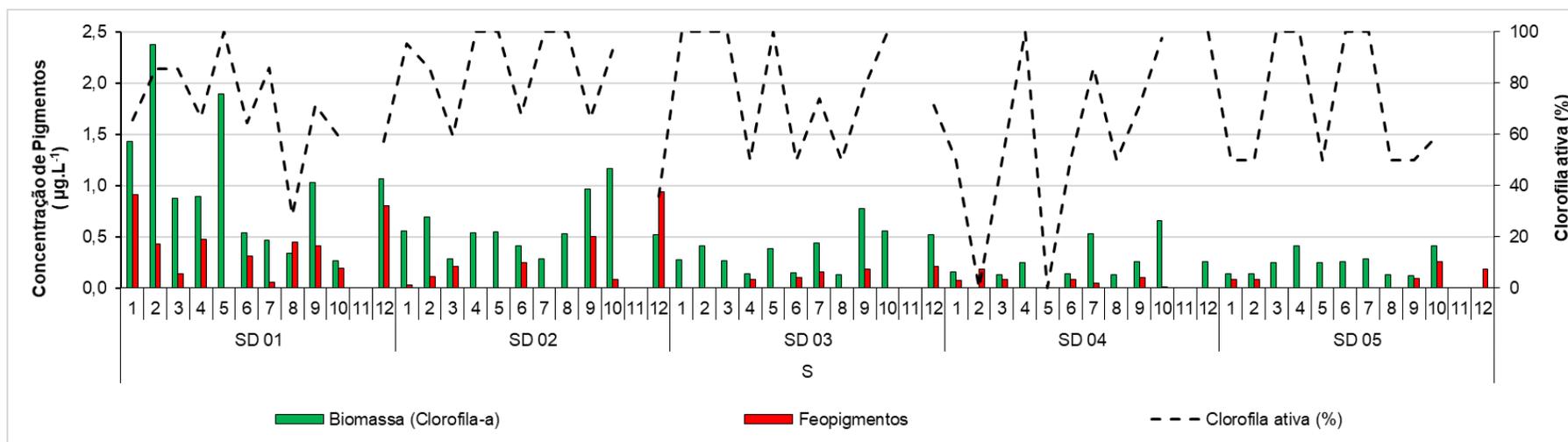


Figura 86: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

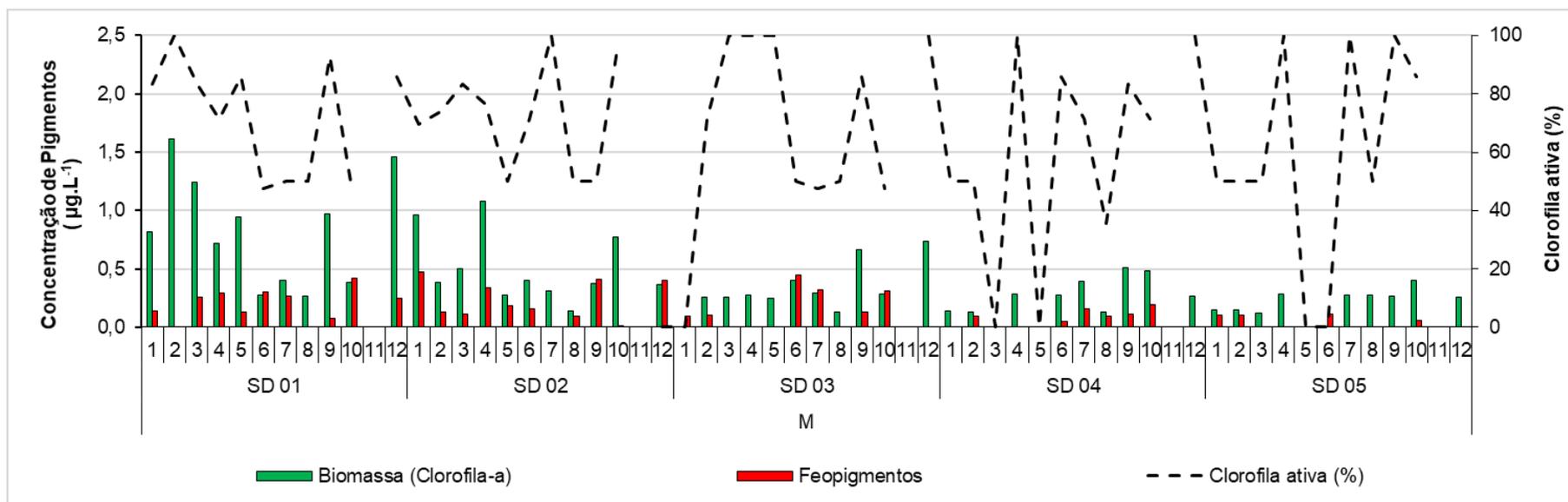


Figura 87: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

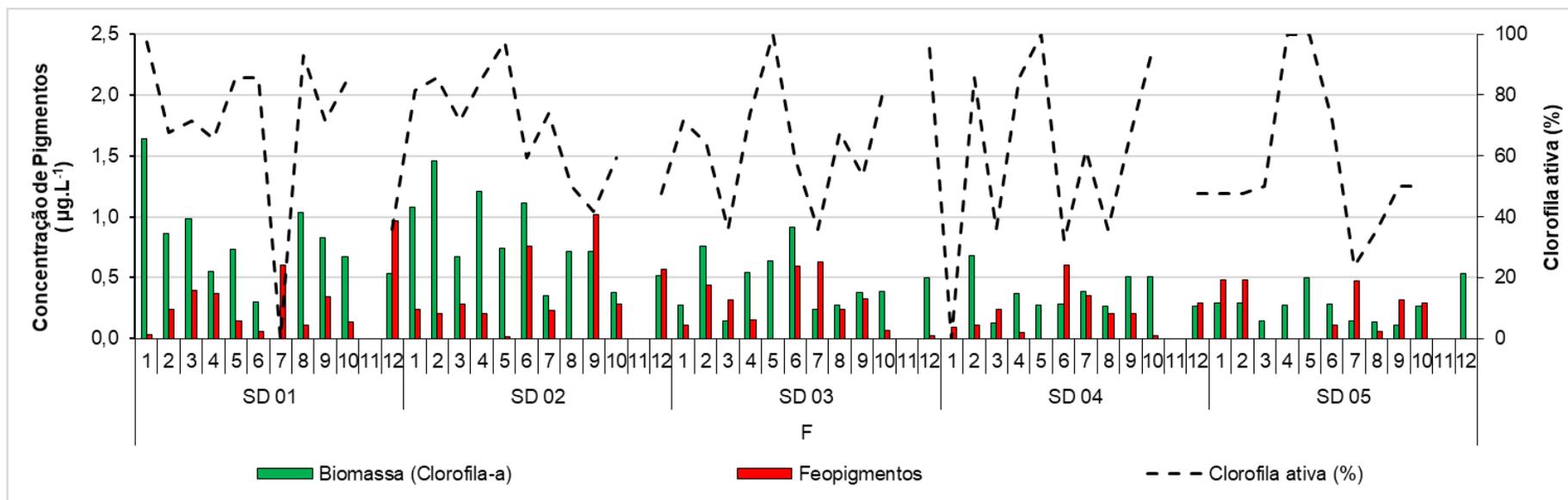


Figura 88: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações SD 01, SDPf e SD 02 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

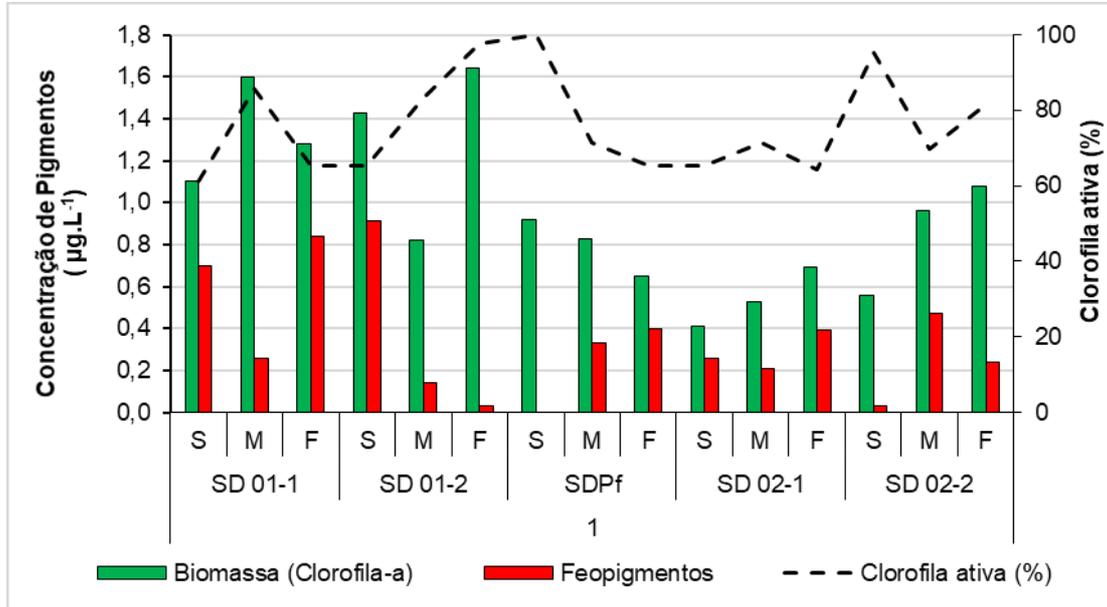


Figura 89: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações SD 01, SD 01 fora da pluma do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

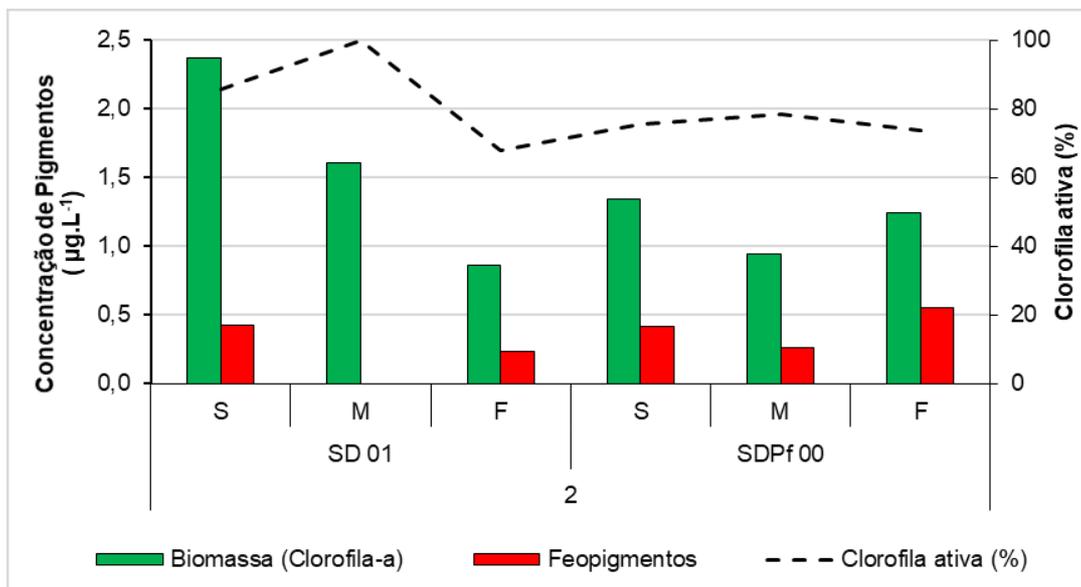


Figura 90: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) da estação SDP 01 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).

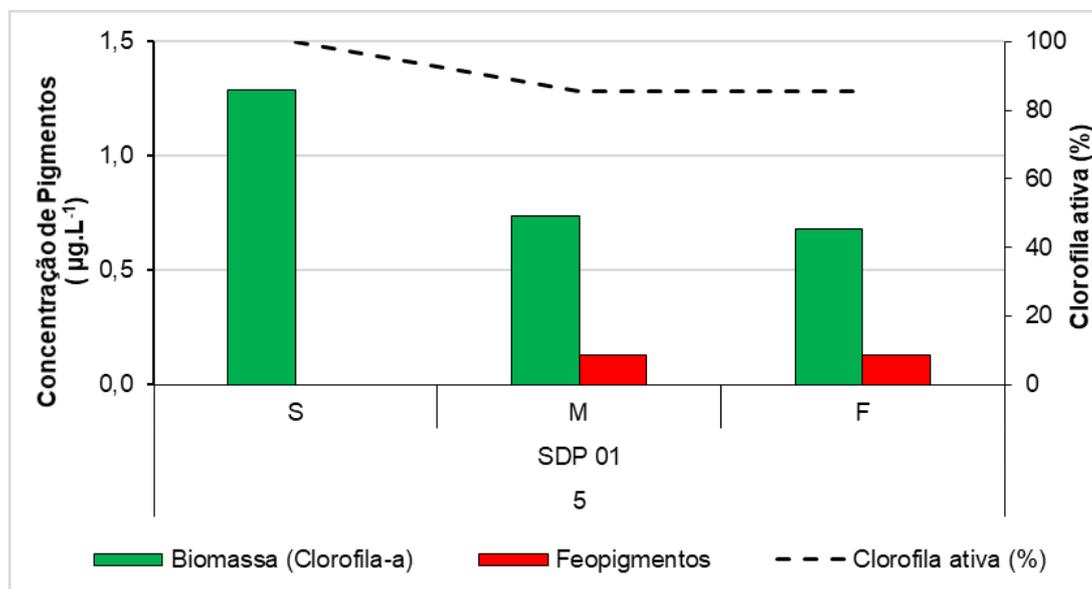


Figura 91: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

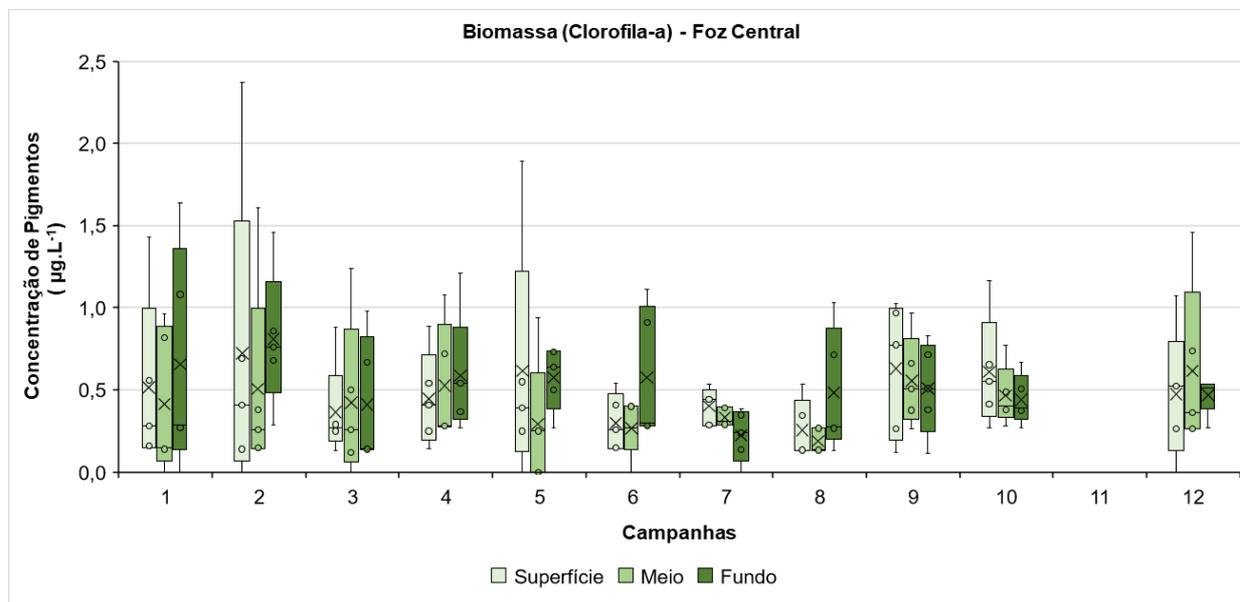


Figura 92: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

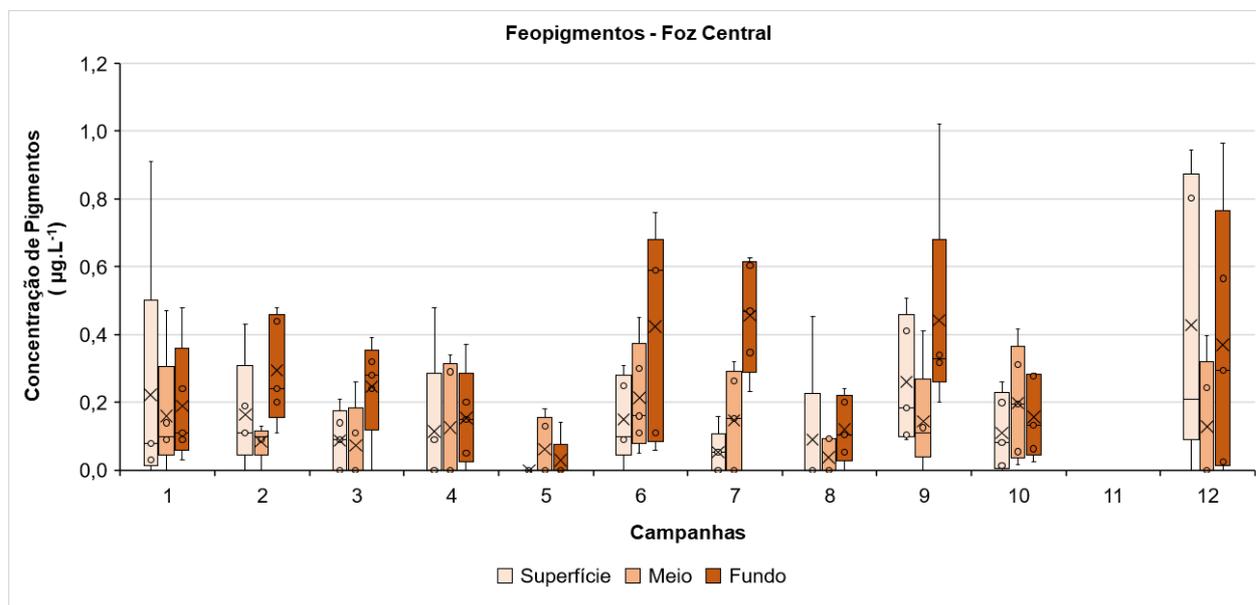
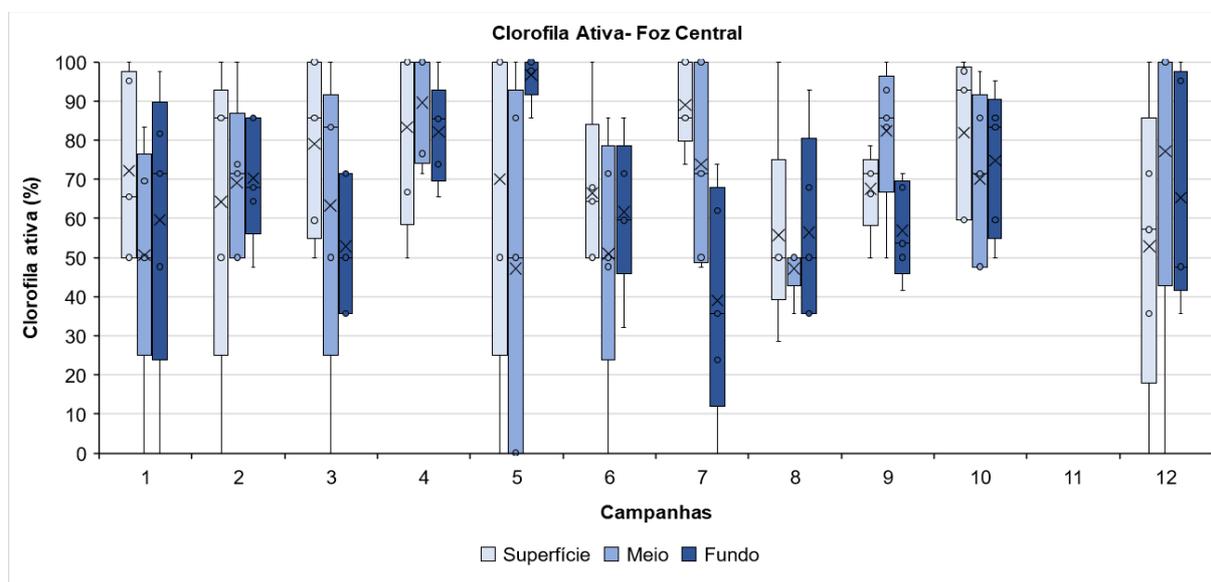


Figura 93: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Central nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.11 Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Central)

O Setor Foz Central apresentou variação da diversidade de 2,01 (campanha 2, estação SD 03) a 4,69 bits·organismos⁻¹(campanha 9, estação SD 02) na superfície da coluna d'água. Enquanto no fundo se obteve diversidade máxima de 4,50 (campanha 12, estação SD02) e um notório decréscimo da diversidade na campanha 9 na estação SD 04 (0,47 bits·organismos⁻¹),bem como nas campanhas 1 e 2 na estação SD 05 (ambos 1,00 bits·organismos⁻¹). Da mesma forma, não houve flutuações de grande vulto para a equabilidade na superfície de toda a Foz Central, com índices variando entre 0,52 a 0,92, o que são considerados valores altos. Entretanto, houve uma queda relevante do valor do indicador na campanha 9 no fundo da estação SD 04 (0,18), corroborando o pico de densidade numérica de Cianofíceas nanofitoplanctônicas. Esses são organismos abundantes, com alta capacidade de crescimento devido à uma maior atividade metabólica, associada à maior relação superfície/volume, que proporcionam vantagens competitivas por nutrientes e que geram baixa biomassa (baixos valores de clorofila-a) (Figura 94, Figura 95, Figura 96, Figura 97, Figura 98, Figura 99, Figura 100, Figura 101, Figura 102 e Figura 103).

Figura 94: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

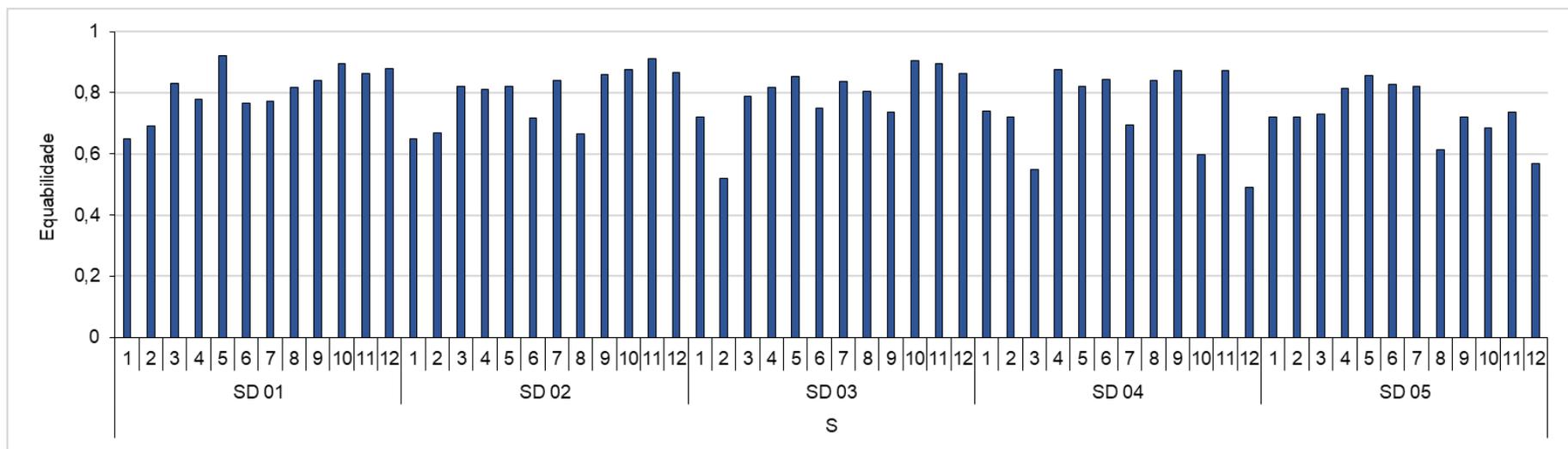


Figura 95: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

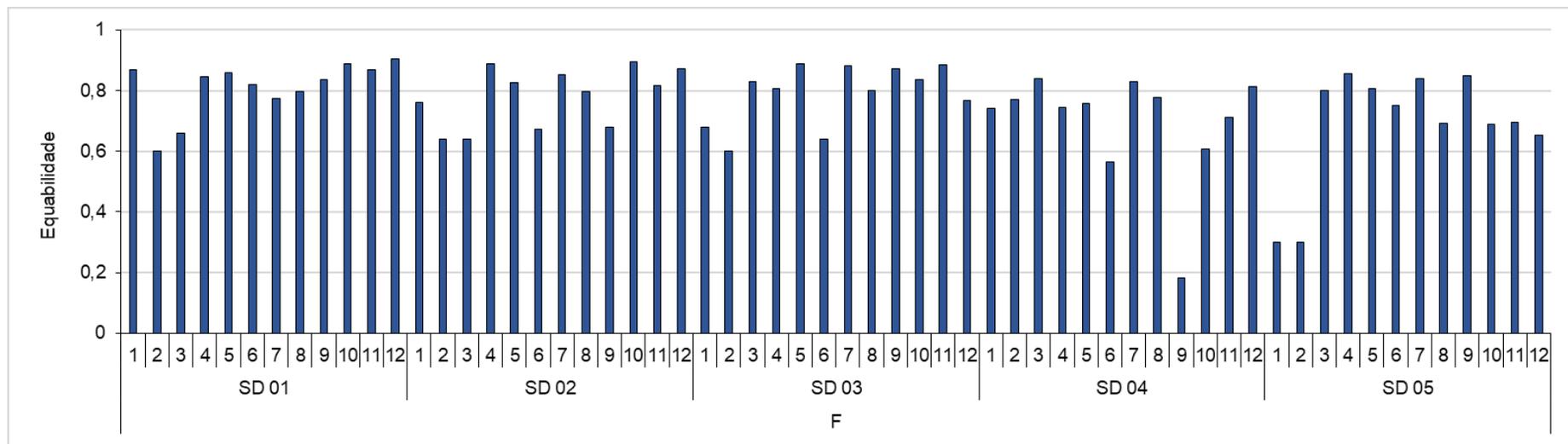


Figura 96: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) das estações amostrais SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

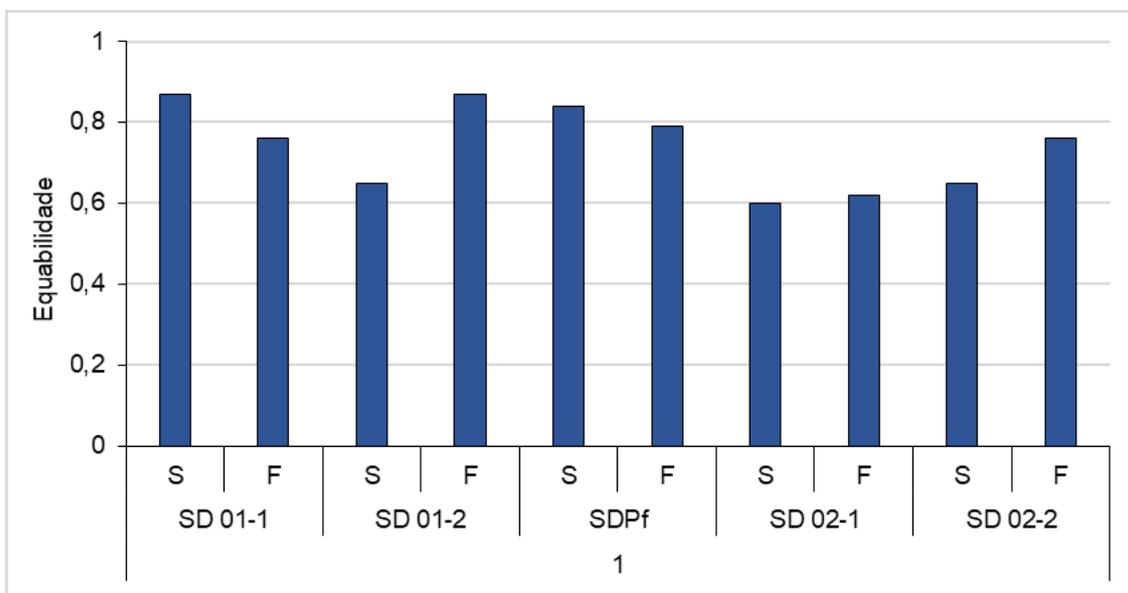


Figura 97: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) das estações amostrais SD 01, SD 01 fora da pluma do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

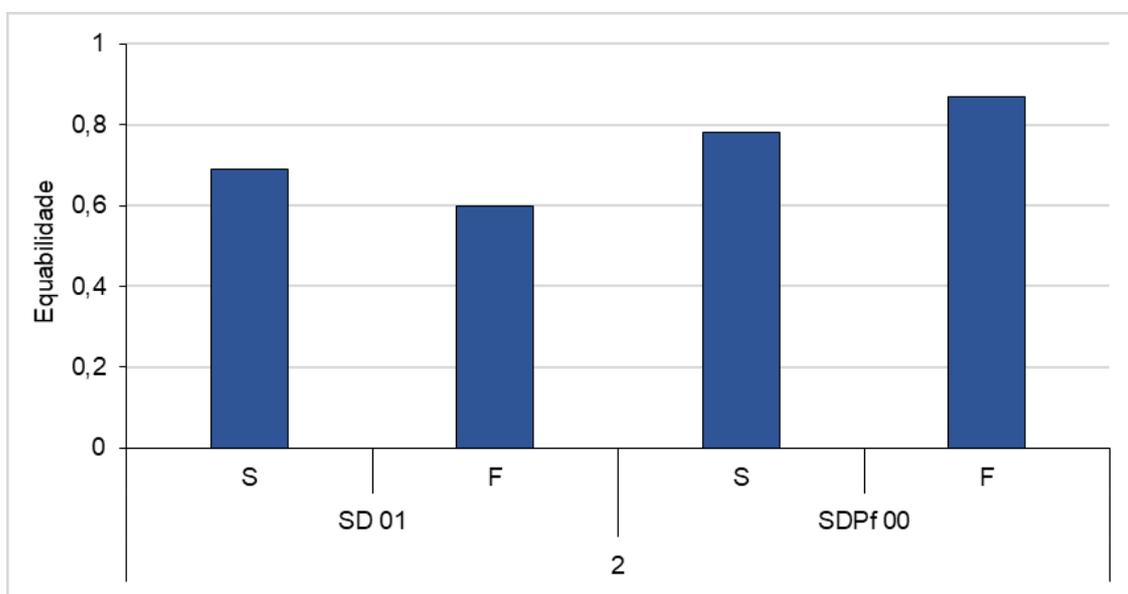


Figura 98: Variações da Equabilidade na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).

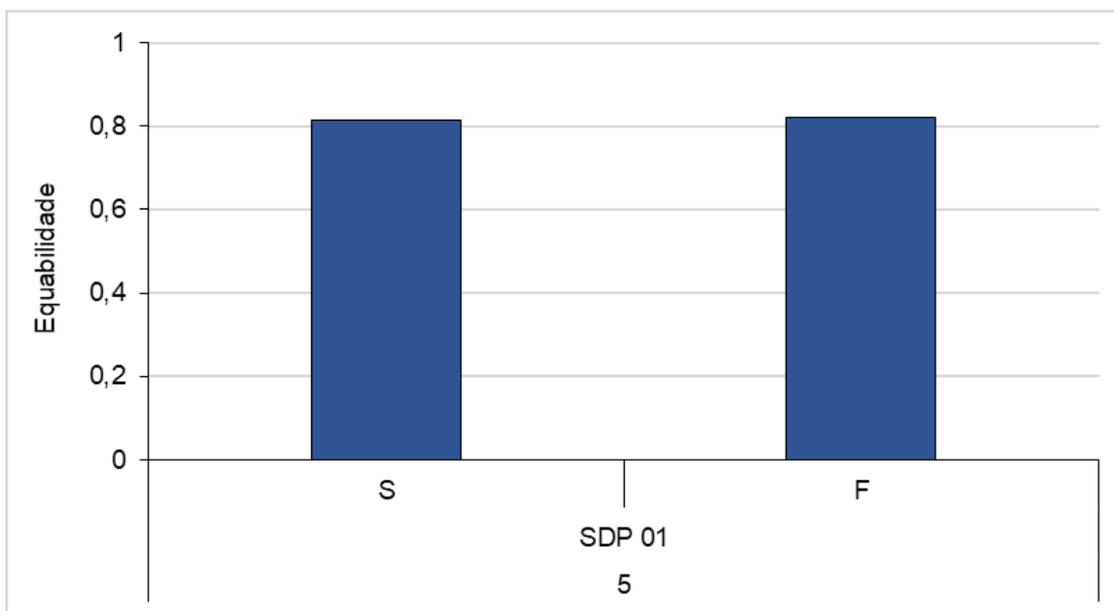


Figura 99: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



Figura 100: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

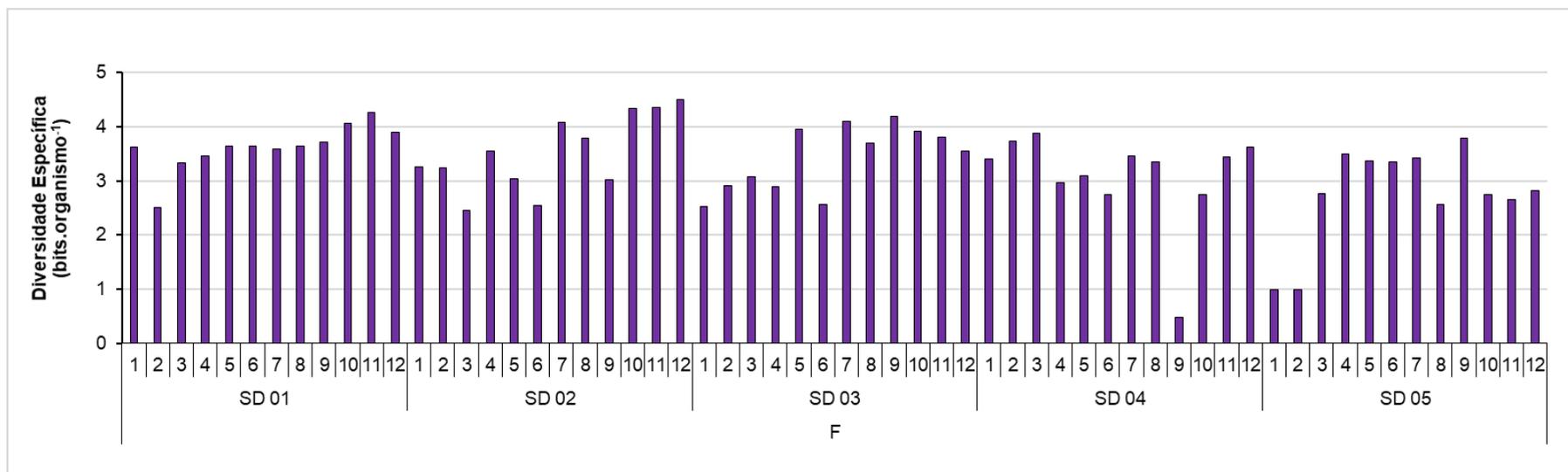


Figura 101: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01, SD 01 fora da pluma e SD 02 do setor Foz Central, em outubro, durante o PMBA 1, campanha 1 (outubro de 2018).

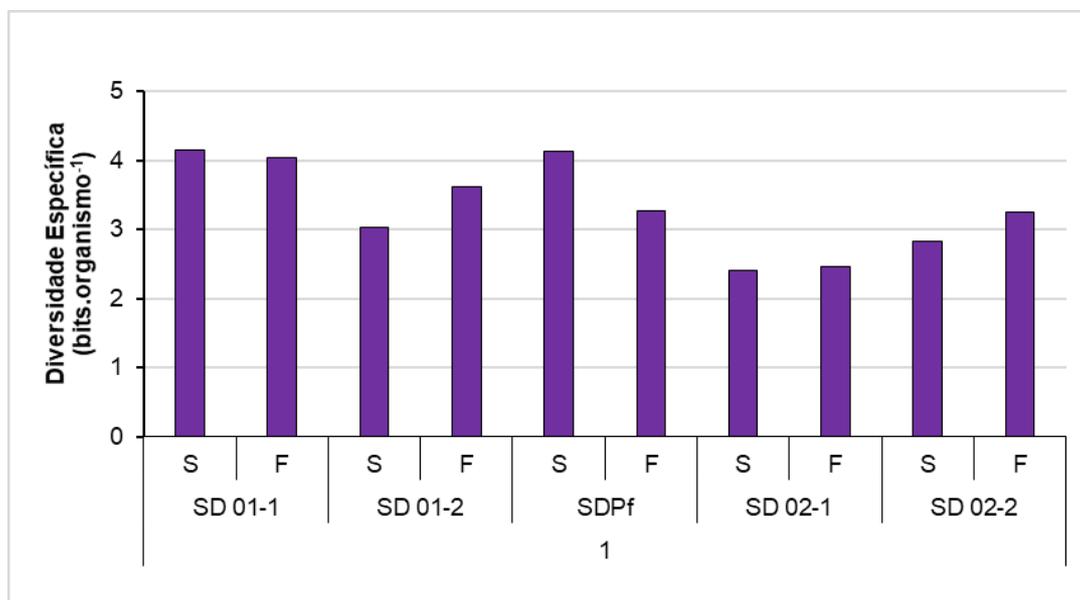


Figura 102: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) das estações SD 01 e SD 01 fora da pluma Foz Central, em novembro, durante o PMBA 1, campanha 2 (novembro de 2018).

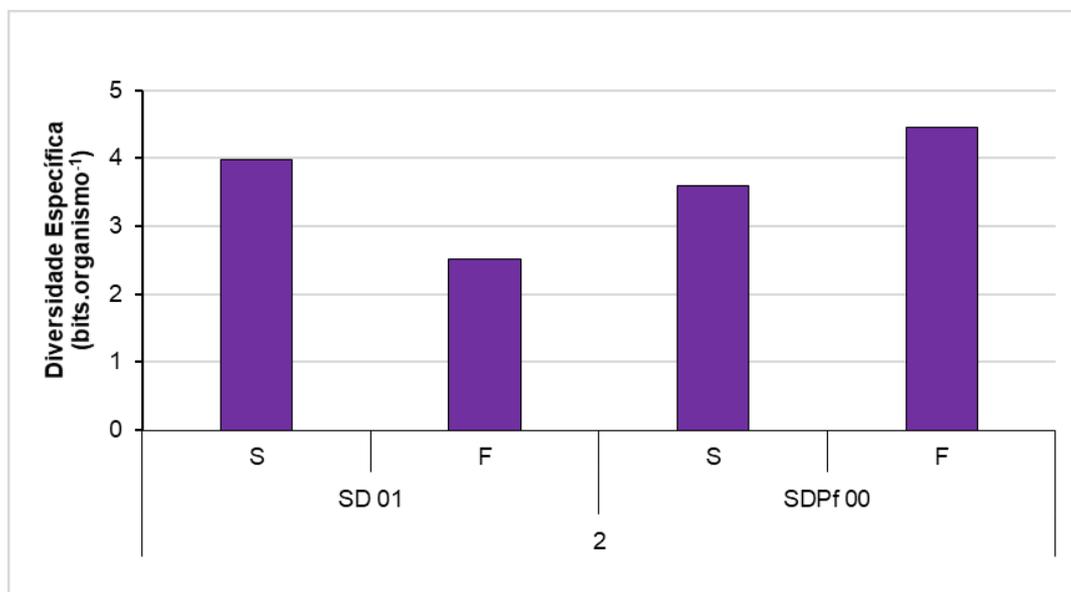
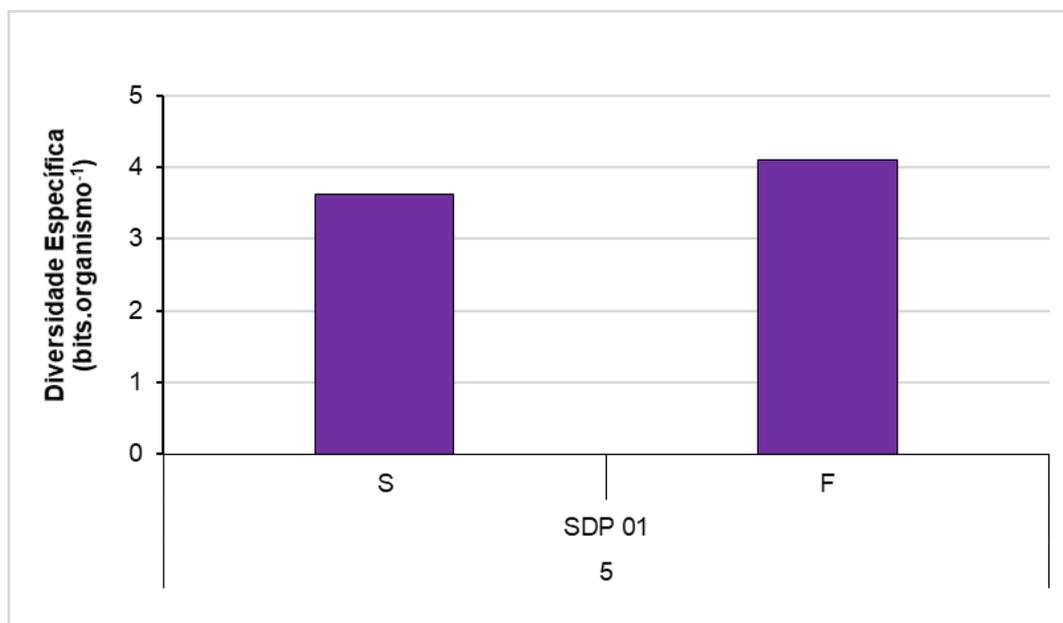


Figura 103: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) e no fundo (F) da estação SDP 01 Foz Central, em fevereiro, durante o PMBA 1, campanha 5 (fevereiro de 2019).



2.3.12 Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Central)

A lista de Espécies e Gêneros gerada a partir das análises qualitativas (APÊNDICE 1), apresentou para o setor Foz Central o maior número de taxa identificados entre todos os setores. Considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de Espécie, foram obtidos 490 taxa pertencentes a 17 classes taxonômicas diferentes. Do total de organismos identificados, 125 pertencem à Classe Dinophyceae, 87 à Classe Bacillariophyceae, 86 à Classe Mediophyceae, 50 à Classe Coscinodiscophyceae, 42 à Classe Chlorophyceae, 36 à Classe Cyanophyceae, 12 à Classe Coccolithophyceae, 9 às Classes Chlorodendrophycea e Pyramimonadophyceae cada, 8 à Classe Conjugatophyceae (Zygnematophyceae), 7 às Classes Trebouxiophyceae e Euglenophyceae cada, 5 à Classe Pedinophyceae, 3 à Classe Nephrophyceae, 2 à Classe Dictyochophyceae e 1 às Classes Mesostigmatophyceae e Xanthophyceae.

Foram registrados 804 táxons nas cinco estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de Espécie ou Gênero. Nota-se que o número de táxons diminui com o distanciamento da costa, ou seja, de SD 01 a SD 05 e que as estações SD 02 e SD 03 apresentaram maior heterogeneidade de valores (Figura 104).

Através da Figura 106 é possível notar a diminuição do número de táxons nas estações amostradas na ausência de chuva (SD 01 - 2 e SD 02 - 2) quando comparadas às estações coletadas em período de chuva (SD 01 - 1 e SD 02 - 1) e em um momento fora da pluma (SDPf) durante a Campanha 1

(outubro de 2018). Durante as Campanhas 2 (novembro de 2018) e 5 (fevereiro de 2019) nota-se o mesmo padrão de maior número de táxons dentro da pluma (Figura 107 e Figura 108).

Na composição qualitativa do fitoplâncton deste setor, é possível notar que as contribuições do grupo das Diatomáceas (cêntricas e penadas) acompanharam o padrão de diminuição com o distanciamento da costa, assim como o número de táxons. Este grupo alternou sua posição de importância com os grupos Algas Verdes e Dinoflagelados ao longo das campanhas. Durante a Campanha 10 observa-se um aumento gradativo da contribuição do grupo Cocolitoforídeos a partir de SD 02 até SD 05 e uma maior contribuição das Diatomáceas Penadas principalmente em SD 01 e SD 02 (Figura 105).

As Diatomáceas foram preponderantes em todas as estações extras da Campanha 1 (outubro de 2018), porém percebe-se uma maior contribuição deste grupo nas estações amostradas na ausência de chuva (SD 01 - 2 e SD 02 - 2) quando comparadas às estações coletadas em período de chuva (SD 01 - 1 e SD 02 - 1). Em um momento fora da pluma (SDPf) nota-se uma maior homogeneidade nas contribuições dos outros grupos mas ainda com maior contribuição das Diatomáceas (34%) (Figura 109). Nas coletas extras realizadas na Campanha 2 (novembro de 2018) observa-se uma maior contribuição das Algas verdes tanto em momento de pluma como fora dela e uma maior representação do grupo Cianofíceas fora da pluma (Figura 110). Na Campanha 5 (fevereiro de 2019), observa-se que o grupo dos Dinoflagelados apresentaram maior contribuição fora da pluma e as Diatomáceas foram preponderantes dentro da pluma (Figura 111).

A Foz Central apresentou o mesmo padrão de frequência de ocorrência observado na Foz Norte: o gênero *Chlorella* sp. foi o táxon mais frequente, estando presente em 98% das estações nas dez campanhas realizadas e com frequência de ocorrência acima de 80% nas estações do setor podemos destacar as espécies *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae), *Trichodesmium thiebautii* (Cyanophyceae) e *Triplos furca* (Dinophyceae) e o gênero *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae).

Figura 104: Média e número de táxons da comunidade fitoplânctônica das estações amostrais do setor Foz Central obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.

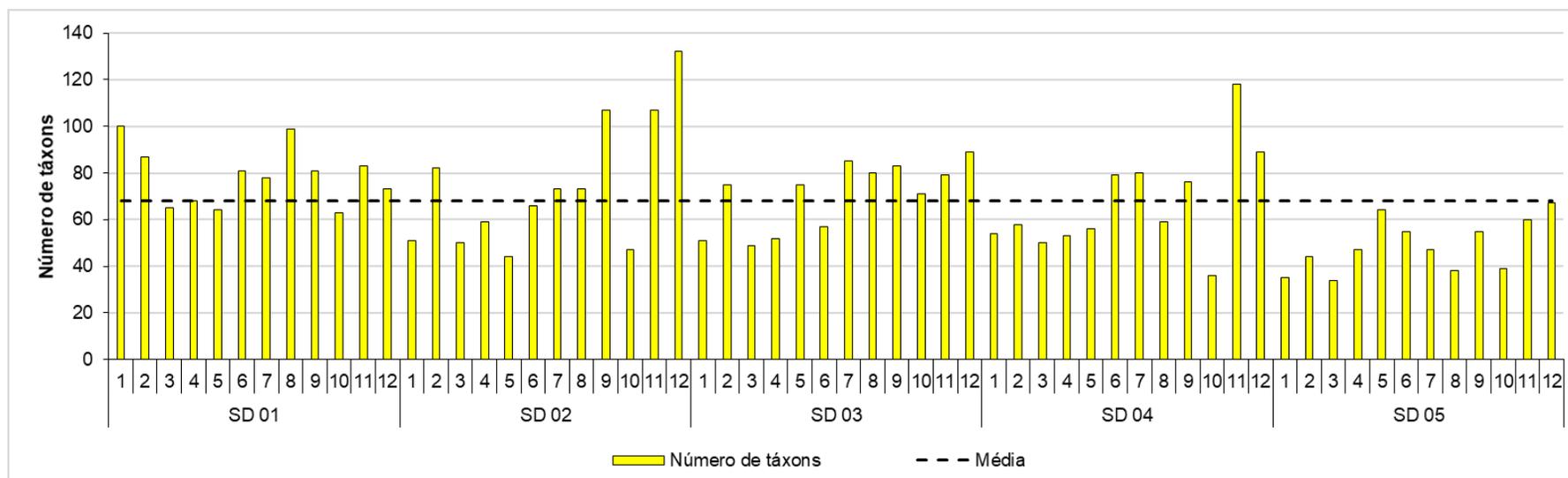


Figura 105: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Central, durante o PMBA 1, campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

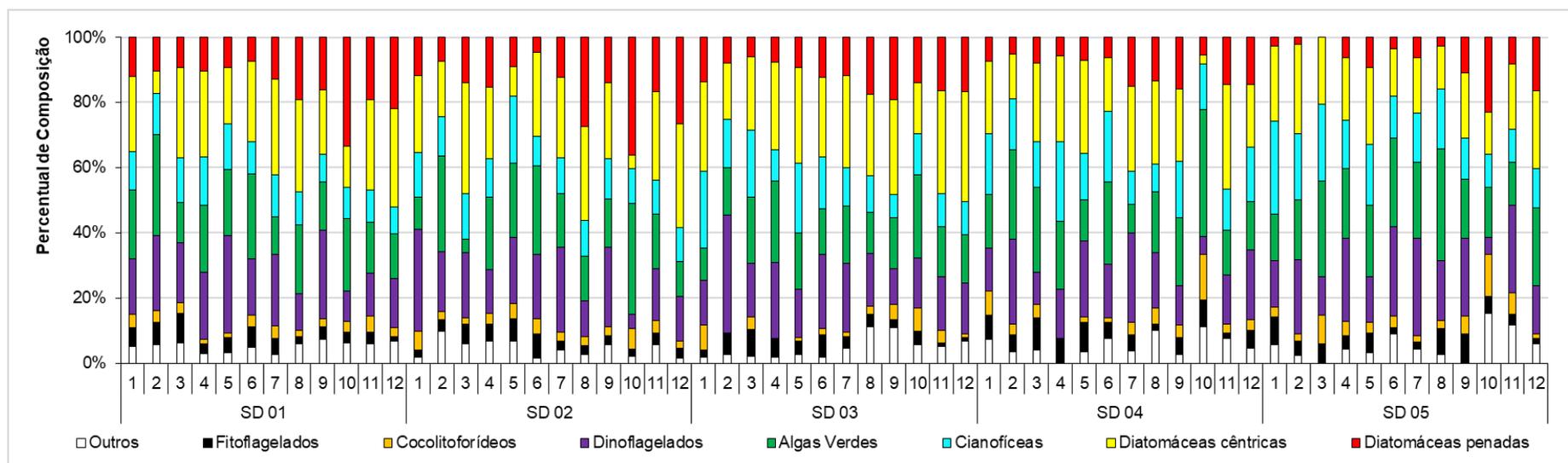


Figura 106: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central obtidas durante as coletas da campanha 1 (outubro de 2018) dentro da pluma em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1) e estações extras coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e da estação SDPf coletada fora da pluma.

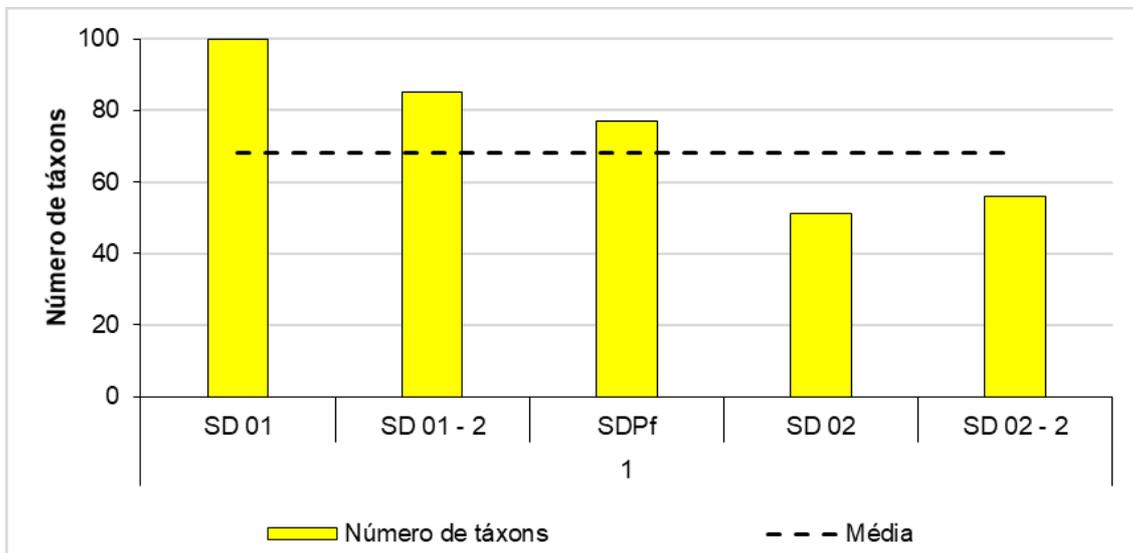


Figura 107: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 2, coletadas dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma.

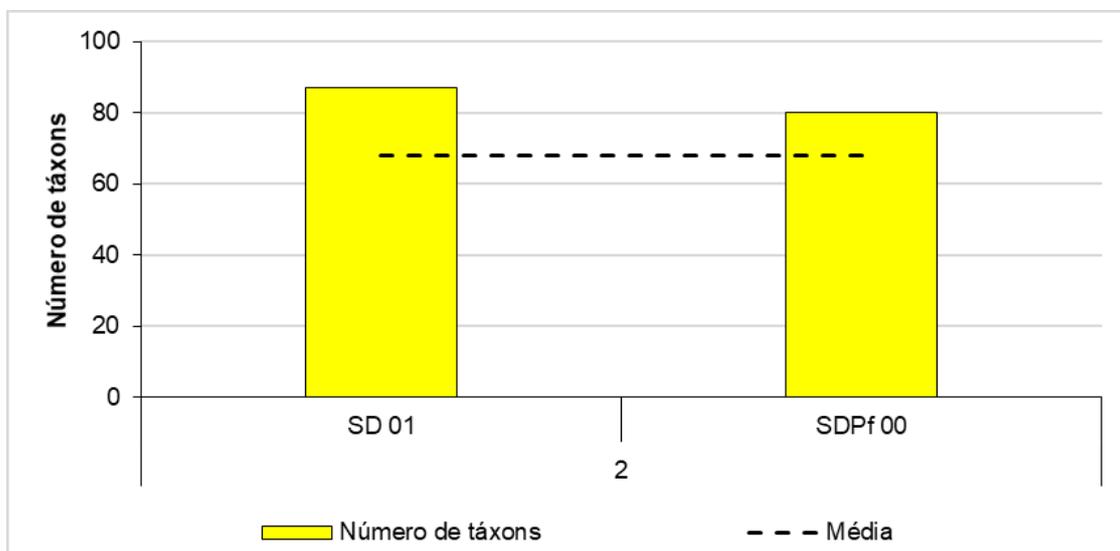


Figura 108: Média e número de táxons da comunidade fitoplancônica das estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 5, coletadas fora (SD 01) e dentro (SDP 01) da pluma.

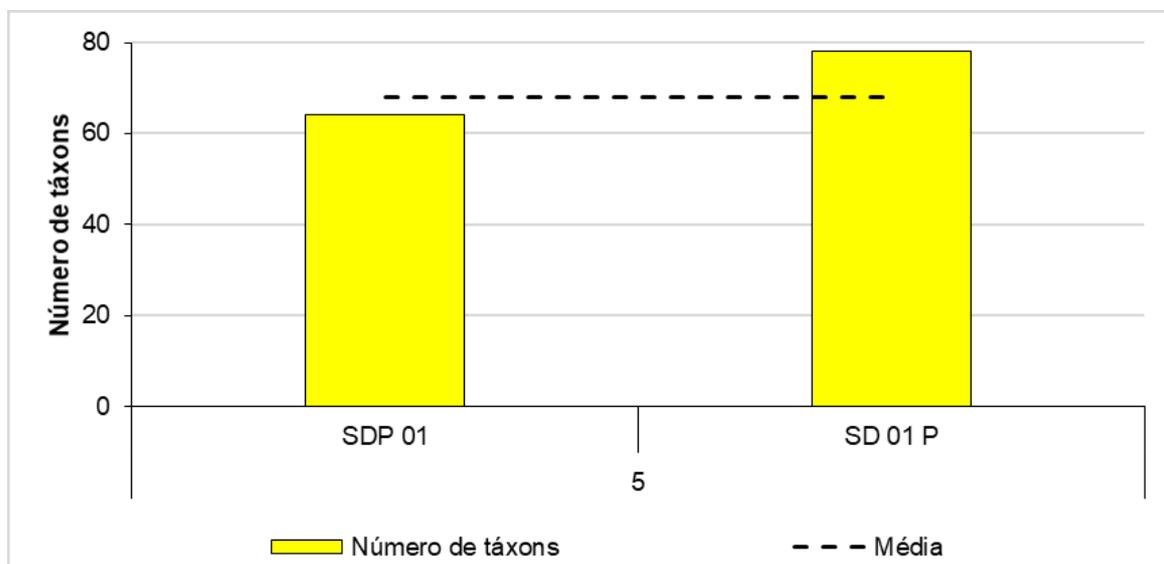


Figura 109: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 1, coletadas dentro da pluma em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1) e estações extras coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e da estação SDPf coletada fora da pluma.

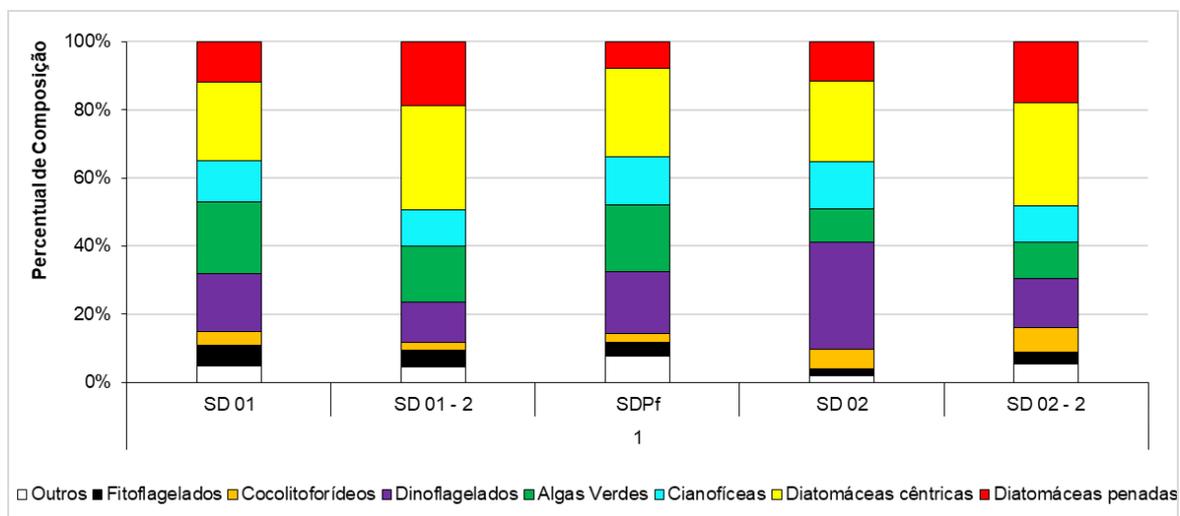


Figura 110: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 2, coletadas dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma.

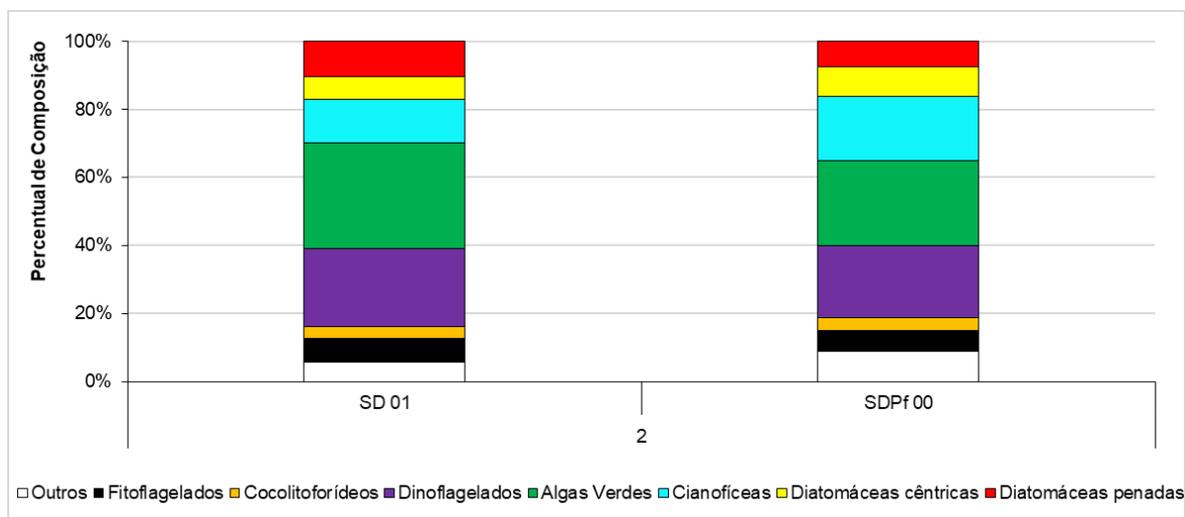
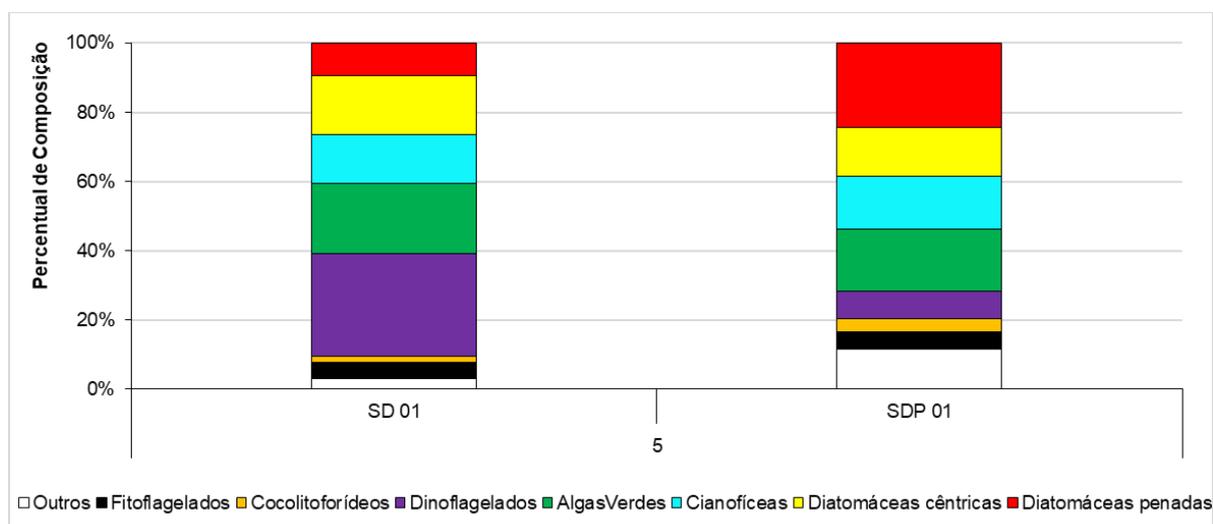


Figura 111: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton nas estações amostrais do setor Foz Central, durante a Campanha 5, coletadas fora (SD 01) e dentro (SDP 01) da pluma.



2.3.13 Densidade Numérica (Foz Sul)

Já para o monitoramento do impacto crônico referente ao PMBA 1 no Setor Foz Sul, constatou-se para a densidade total que o fitoplâncton apresentou um pico máximo de 2051×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$ na campanha 2 (novembro de 2018) e mínimo de 174×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$ na campanha 8 (maio de 2019), na estação SDS 30 (Figura 112 e Figura 113).

Tal setor não apresentou uma tendência significativa no espaço e tempo, porém, sustenta a ascensão da densidade após o impacto agudo (início do pré-PMBA 1), demonstrando ainda efeitos na forma de impacto crônico, com valores de julho de 2019 (campanha 10) na estação SDS 13 pelo menos 7 vezes maiores a encontrada em estudos pretéritos pré-desastre (julho a agosto de 2013) em uma estação equivalente, enquanto que para os meses de março e abril de 2019 (campanhas 6 e 7) esses valores foram pelo menos 7 e 4 vezes maiores, quando comparado a estudos pretéritos realizados em março - abril de 2014 pelo Laboratório de Fitoplâncton da UFES (LabFito/UFES) (Figura 39, Figura 40 e Figura 41).

Observa-se uma maior densidade nas amostras de fundo, embora o valor máximo (2051×10^3 organismos $\cdot L^{-1}$) tenha sido encontrado em superfície na campanha de novembro de 2018 campanhas 2 (Figura 114).

Dados referente ao Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1) demonstraram que a densidade do fitoplâncton no setor Foz ainda se encontra elevada quando comparada aos dados pré-desastre. Mesmo com as médias da densidade no monitoramento pré-PMBA 1 apresentando um padrão de redução da densidade de janeiro-fevereiro para dezembro de 2016, em superfície, nas estações localizadas frente à Foz do Rio Doce, os dados do atual monitoramento ainda sustentam a ideia de valores elevados de densidade após o impacto agudo (início do pré-PMBA 1), demonstrando ainda efeitos na forma de impacto crônico.

Para este monitoramento referente ao PMBA 1, além da sustentação dos maiores valores de densidade encontradas nessa região, não foi possível determinar um padrão de maiores densidades em um determinado setor da Foz, entre as diferentes semestrais ou trimestrais e distinção entre as estações mais costeiras ou oceânicas. Tais determinações não foram possíveis de afirmar em função da semelhança dos valores encontrados, contudo, vale ressaltar uma tendência de maiores valores entre as campanhas 1 e 2, com retomada da ascensão da densidade entre as campanhas 5 e 6, ainda que discreta, em direção as campanhas 9, 10, 11 e 12.

Figura 112: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor da Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

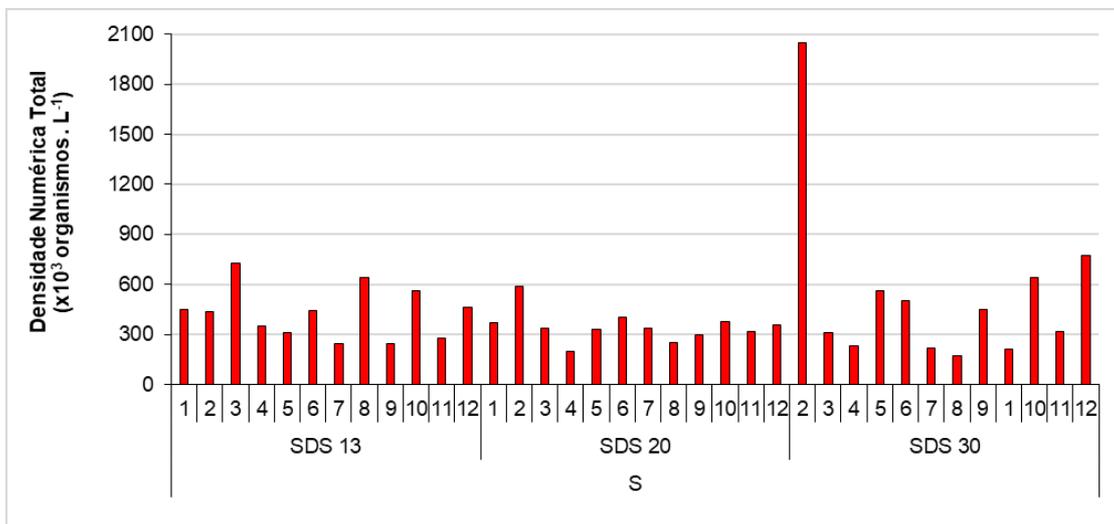


Figura 113: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor da Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

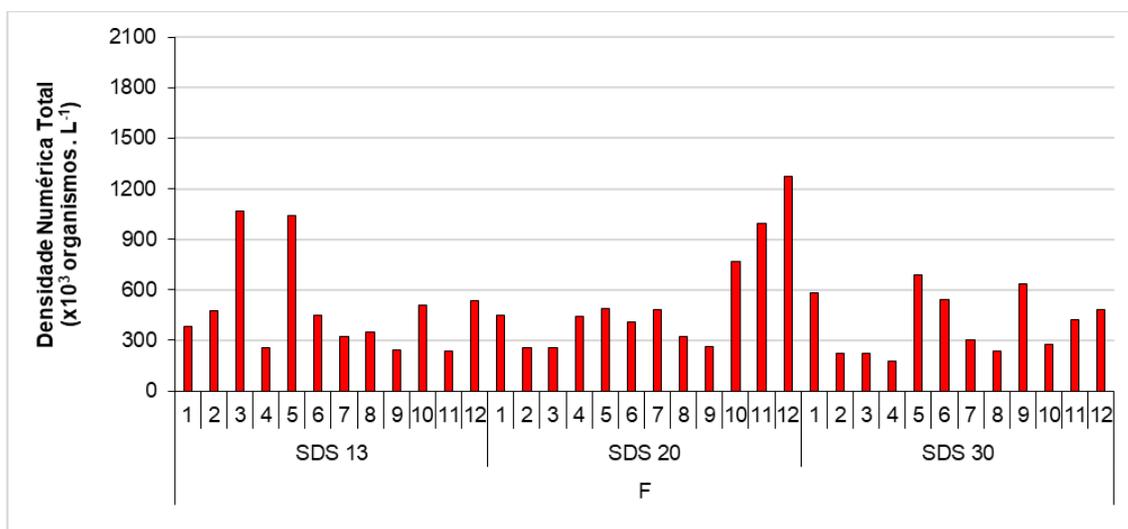
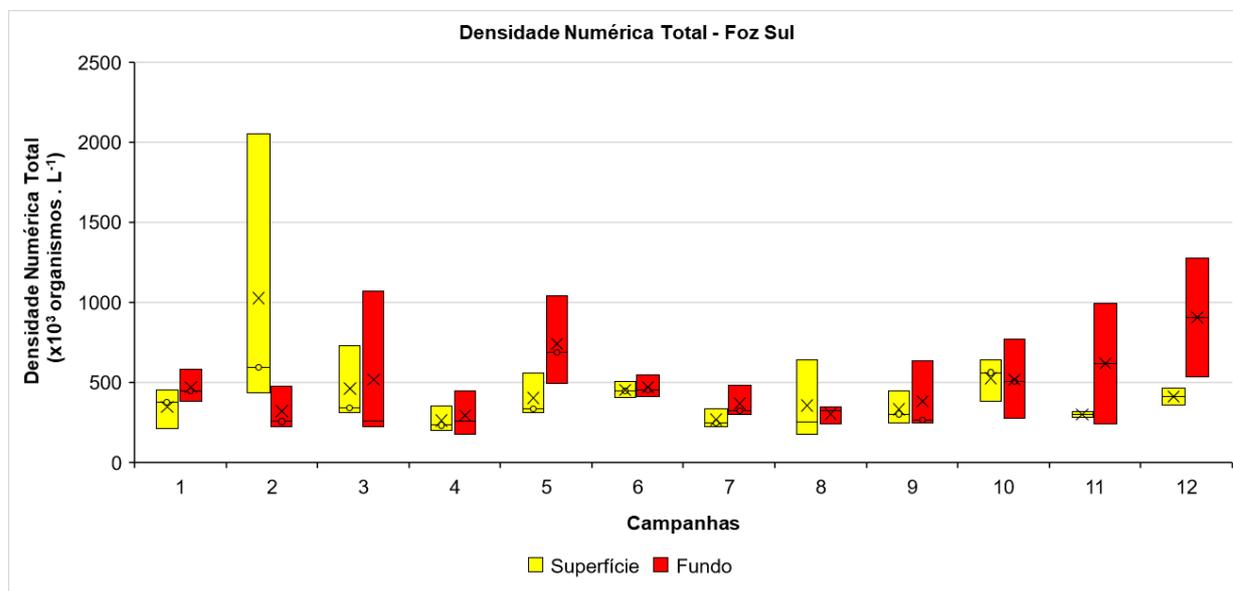


Figura 114: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.14 Classes de Tamanho (Foz Sul)

Ainda, quando se observa a contribuição por classe de tamanho, notou-se que de modo geral o nanofitoplâncton esteve presente com contribuições entre 69% (campanha 4 e primeira trimestral, superfície do SDS 13) e 100% na superfície do SDS 13 (campanhas 2 e 6), SDS 20 (campanha 5) e SDS 30 (campanha 10) e predominou sobre o microfitoplâncton, na qual a maior contribuição foi de 31% na superfície da estação SDS 13 campanha 4 (Figura 115 e Figura 116).

Figura 115: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

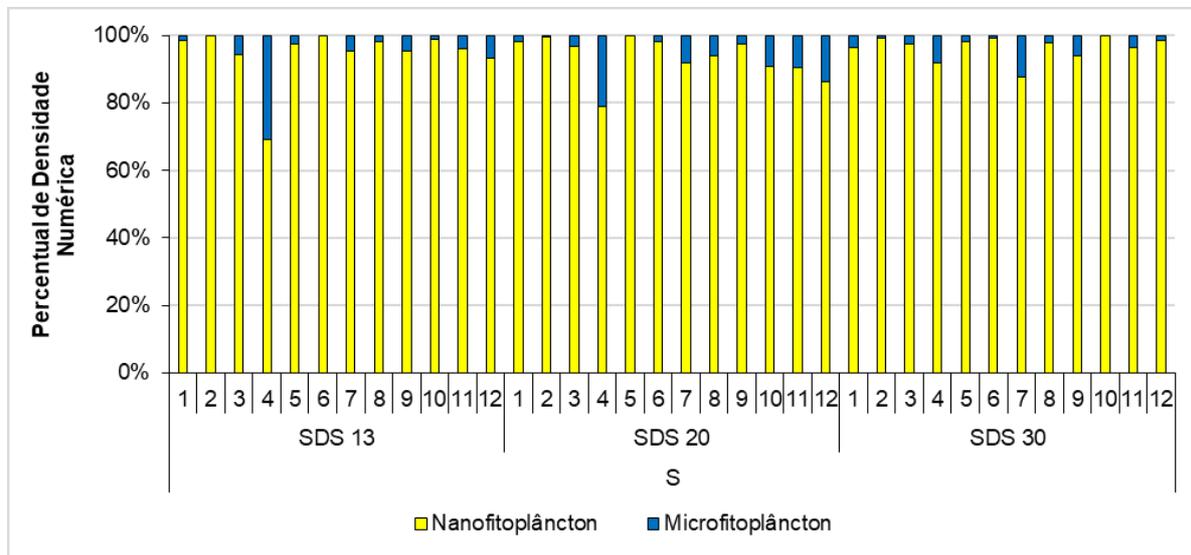
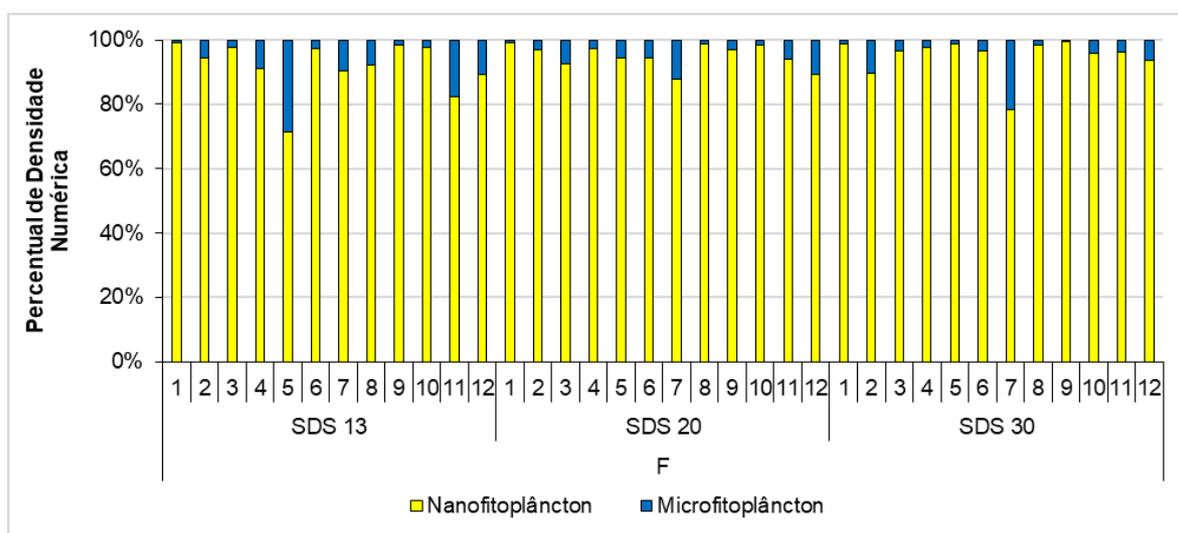


Figura 116: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.15 Composição Quantitativa (Foz Sul)

No que tange ao percentual de densidade numérica dos grupos relativos ao PMBA 1, observou-se que as Cianobactérias e Algas Verdes predominaram sobre os demais grupos, semelhante a tendência observada nos setores Foz Norte e Central, com destaque das Cianobactérias na estação SDS 30 fundo

na campanha 9 (87%) ao passo que o das Algas Verdes (52%) ocorreu na estação SDS 13, na campanha 4 e em mesma profundidade. O grupo dos “Fitoflagelados” e “Outros” foram observados, enquanto as Diatomáceas embora tenham contribuído, com destaques, entre as campanhas 2 e 4 em águas superficiais, de modo geral, as águas do fundo apresentaram porcentagens de contribuições semelhantes ou poucos superiores ao longo do tempo, que não foram refletidas na classe de tamanho em função da grande quantidade de organismos nanofitoplanctônicos preponderantes (Figura 117 e Figura 118).

Ainda, cabe ressaltar a contribuição do grupo Haptophytas, dentre eles a Classe dos Cocolitoforídeos, na campanha 10 e 11, cujas porcentagens na superfície e fundo das estações SDS 13 e SDS 20 foram superiores (pelo menos 6 vezes maiores) que a apresentada na primeira campanha deste monitoramento do impacto crônico, campanha 1. Também merece destaque a contribuição em termos de porcentagens da estação SDS 30 fundo que foi 23,3 vezes superior à contribuição em mesma estação e primeira coleta do atual monitoramento (campanha 1).

Estudos prévios da estrutura da comunidade fitoplanctônica demonstraram que a composição quantitativa era dominada por Cocolitoforídeos e Cianofíceas unicelulares nanofitoplanctônicas (Figura 42). O predomínio dos Cocolitoforídeos nas regiões da plataforma continental e talude, com pequena representatividade em estações próximas a desembocadura do Rio Doce, foi reduzido a ponto desses organismos se tornarem quase ausentes, voltando a se tornarem mais significativos na campanha 10 do PMBA 1. Logo após o impacto, preponderaram Clorofíceas e Cianofíceas cocóides se autorregulando (uma ou outra classe predominando), com destaque para floração algal causada por Cianofíceas *Synechococcus* spp. nos primeiros estudos após impacto agudo e posteriormente, pelos altos valores de densidade de Cianofíceas *Synechocystis* spp. nas Campanhas 1, 2 e 3. As campanhas 4 e 5 foram marcadas pela retomada das *Synechococcus* spp., a partir de então as *Synechocystis* spp. continuaram dominando.

O fato da composição da comunidade ter sido mudada no impacto agudo e também permanecer alterada durante o impacto crônico pode ter ajudado a manter altos valores de densidades, pois existe uma grande presença de formas cocóides, nanofitoplanctônicas, que absorvem mais rápido os nutrientes devido à baixa relação de volume/superfície, típicas de espécies oportunistas que se multiplicam rapidamente.

As Diatomáceas e os Dinoflagelados também apresentaram alterações em suas composições, na qual as Diatomáceas tanto cêntricas como penadas passaram a ter maior representatividade a partir de estudos realizados em dezembro de 2016. Possivelmente ligado a grande descarga de nutrientes, principalmente sílica, provenientes do Rio Doce. Como pode ser observado na Campanha 1 comparando as estações dentro e fora da pluma, onde dentro da pluma há uma contribuição maior de Diatomáceas à densidade total de organismos.

O Gênero *Trichodesmium* sp. foi encontrado em monitoramento anterior ao acidente, porém sua representatividade em termos qualitativos foi maior nos estudos pré-PMBA 1, fatores demonstrados nas análises qualitativas e também na presença de extensas manchas de filamentos visíveis a olho nu destes organismos em campo. Entretanto, em termos quantitativos a representatividade foi das Cianofíceas *Synechocystis* spp. Tais alterações podem ser justificadas pelo fato da densidade fitoplanctônica ser influenciada diretamente pela entrada de nutrientes no sistema aquático, que promove mudança tanto qualitativa quanto quantitativa, favorecendo as espécies que melhor se adaptam às condições impostas no meio, resultando em florações de algumas Classes como a Cyanophyceae.

É possível notar uma tendência de manutenção da composição quantitativa da comunidade fitoplanctônica no que se refere ao predomínio de Cianobactérias e Algas Verdes nanofitoplanctônicas, com destaque para espécies dulcícolas, quando se compara os dados atuais com os observados nos relatórios passados da fase emergencial (pré-PMBA 1). Incluindo o quadro incomum da baixa contribuição das Diatomáceas, principalmente penadas, para a composição florística. Outra observação a ser feita é a surpreendente inexpressividade dos grupos dos Dinoflagelados e das Haptophytas, que demonstraram maior relevância nos relatórios supracitados e ficaram obliteradas no presente monitoramento.

Figura 117: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

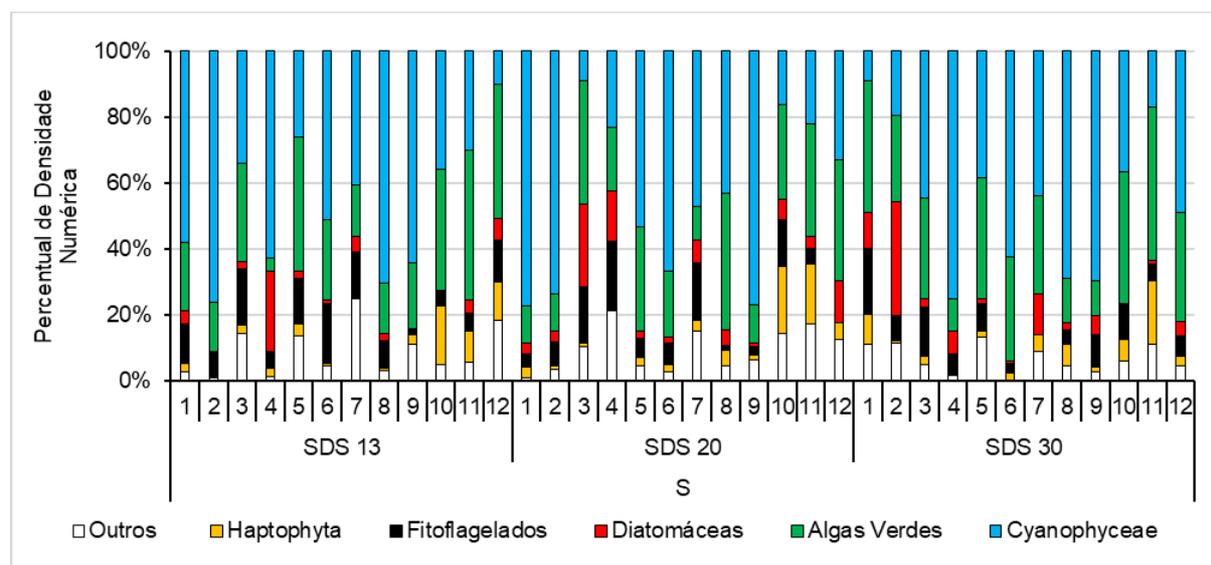
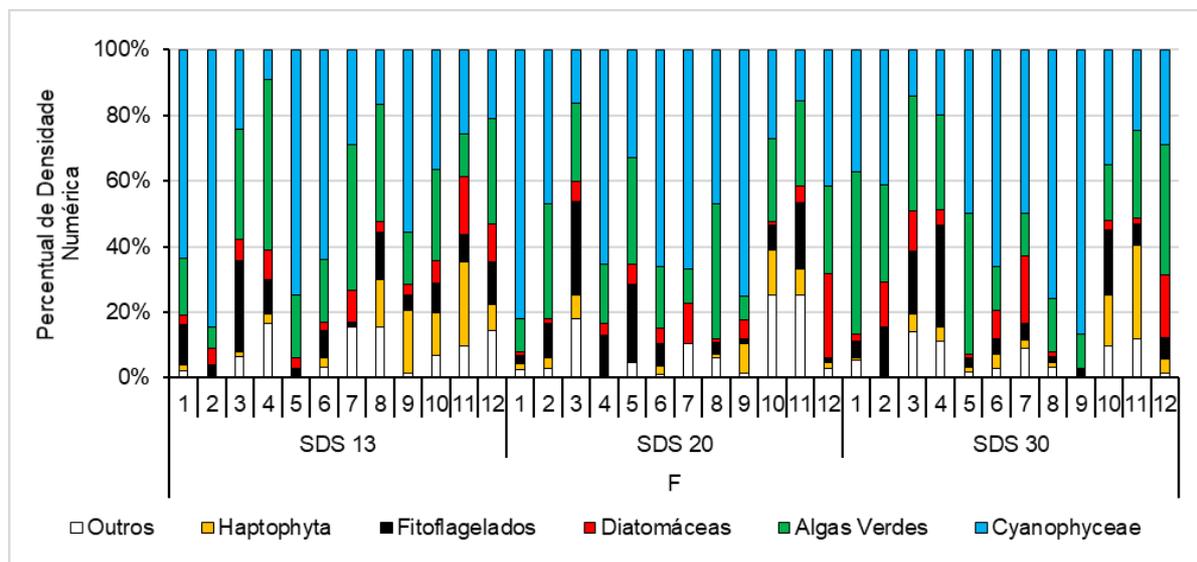


Figura 118: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.16 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos

Em relação aos valores de clorofila-a, notou-se oscilação de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, nas estações SDS 30 superfície em janeiro de 2019 (campanha 4), SDS 30 meio em abril de 2019 (campanha 7), SDS 13 meio em maio de 2019 (campanha 8) e fundo em setembro de 2019 (campanha 12) e SDS 20 meio setembro de 2019 (campanha 12) a $1,46 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na estação SDS 13 fundo em outubro de 2018 (campanha 1). As concentrações estiveram acima de $1,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ nas estações SDS 13 fundo na campanha 1, SDS 13 meio na campanha 2, SDS 20 superfície e meio e SDS 13 meio na campanha 3, SDS 13 superfície na campanha 4 e SDS 20 fundo na campanha 7.

Observa-se, pelas médias dos parâmetros ao longo do monitoramento (Figura 122, Figura 123 e Figura 124), que a biomassa, em termos de clorofila-a, apresentou-se mais elevada em outubro de 2018 (campanha 1 e primeira semestral) no fundo e em abril de 2019 (campanha 7 e segunda semestral) no meio e no fundo. As concentrações médias de feopigmentos foram mais elevadas no fundo nas campanhas 6, 8 e 12 e no meio nas campanhas 7 e 12, e as concentrações de clorofila ativa se apresentaram de forma variável ao longo do tempo (Figura 119, Figura 120 e Figura 121).

Ainda, os valores de feopigmentos variaram de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a $1,17 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentando concentrações acima dos valores de clorofila-a em algumas estações. Desta forma, observa-se feopigmentos elevados para o Setor Foz Sul principalmente entre as campanhas 6 e 7 em SDS 30 meio, campanha 12 em SDS 20, e entre as campanhas 6, 8 e 12 em SDS 13 fundo.

Figura 119: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

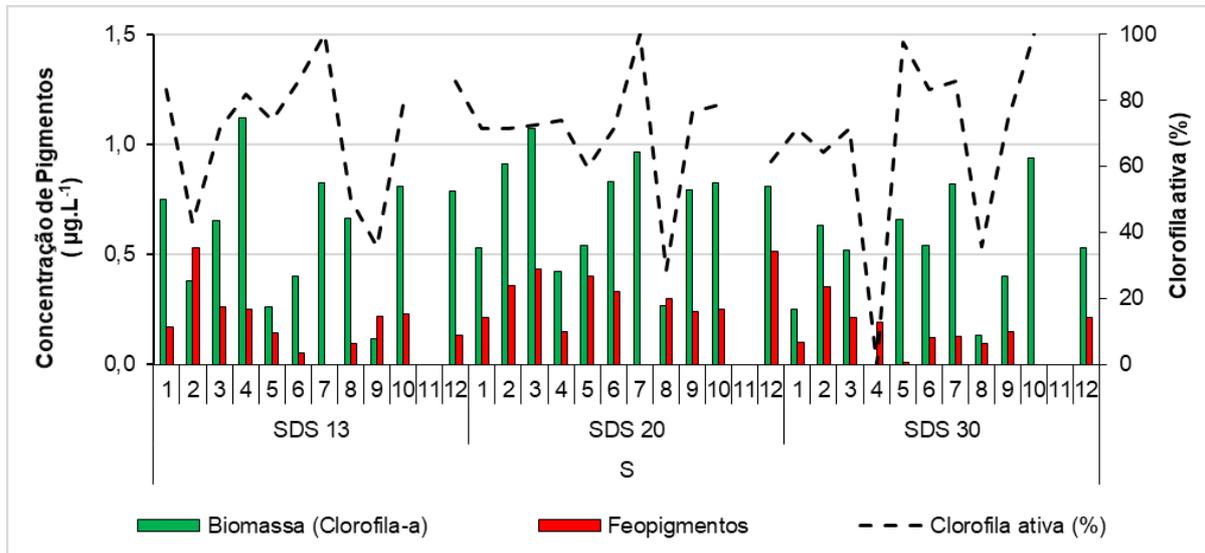


Figura 120: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

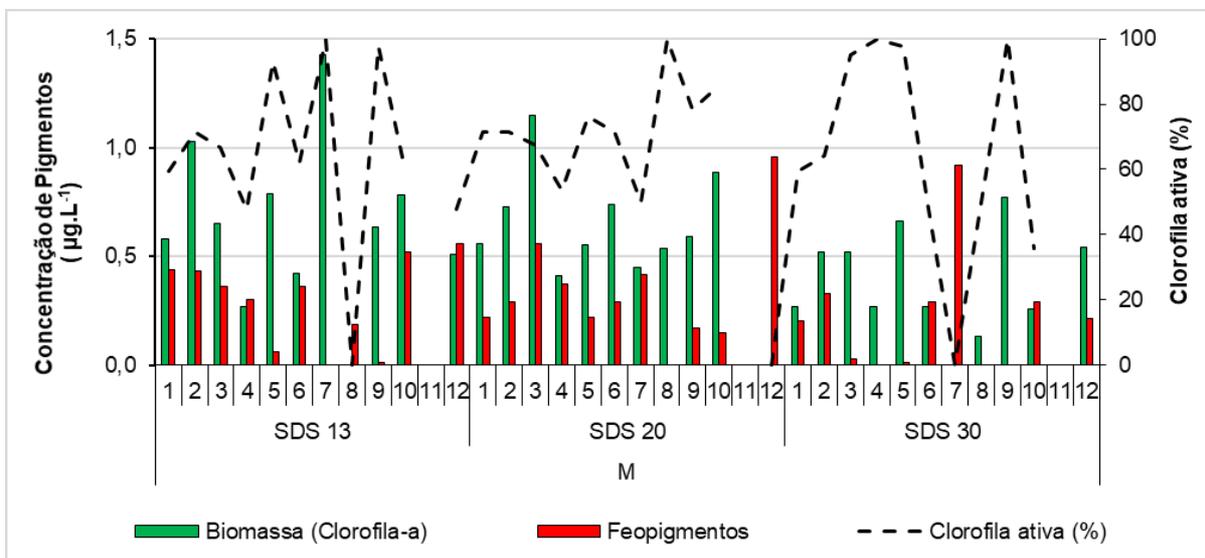


Figura 121: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

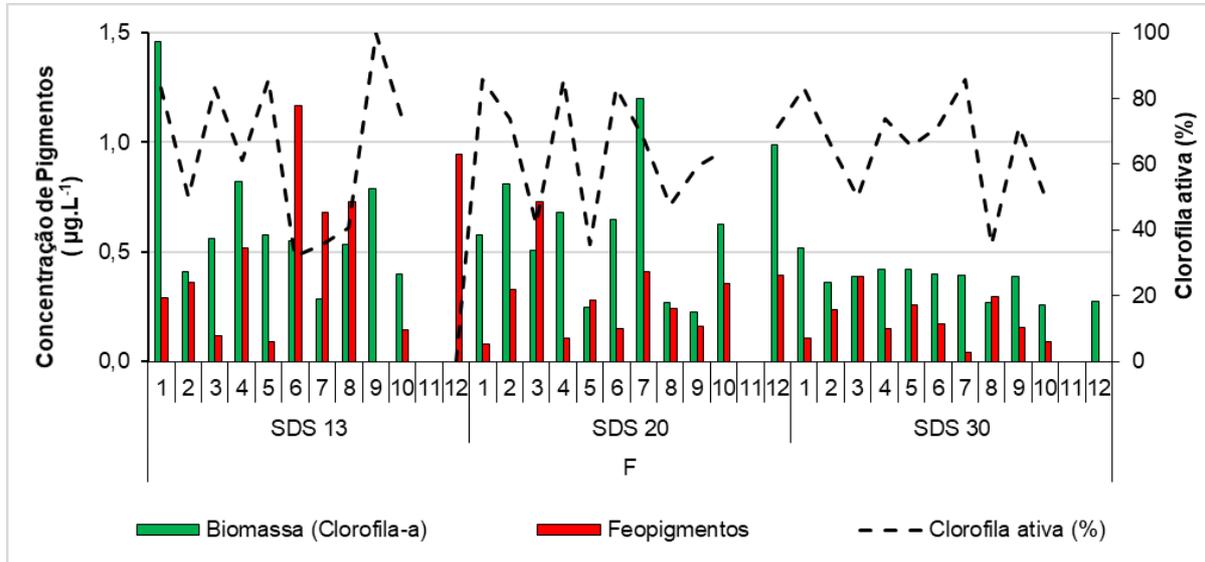


Figura 122: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

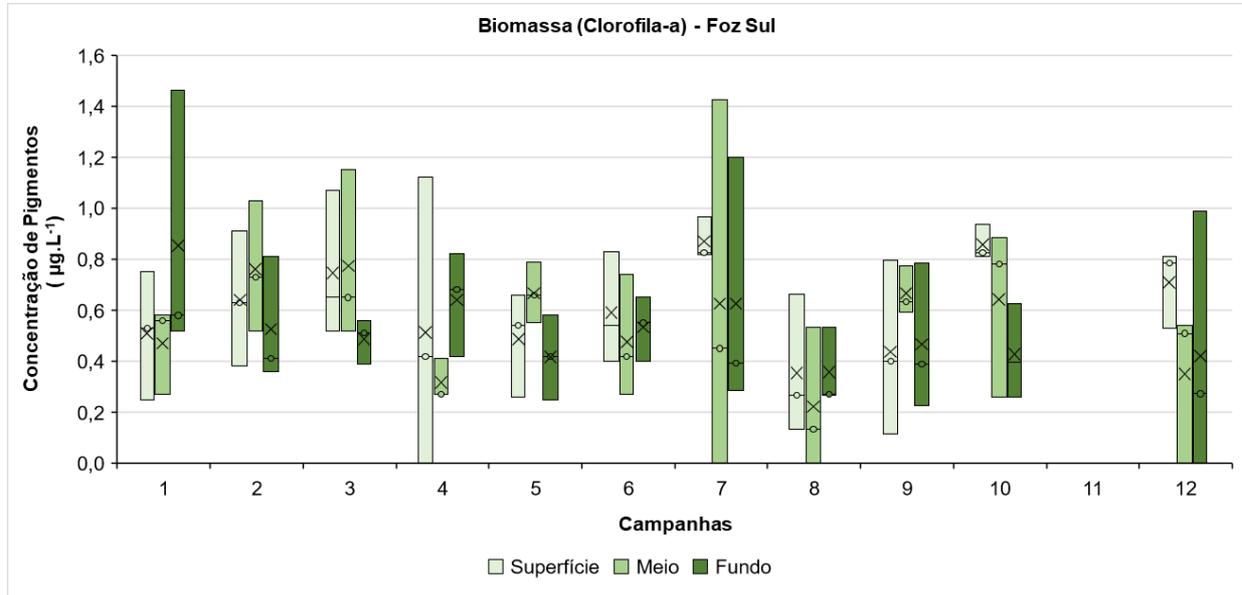


Figura 123: Concentrações médias ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

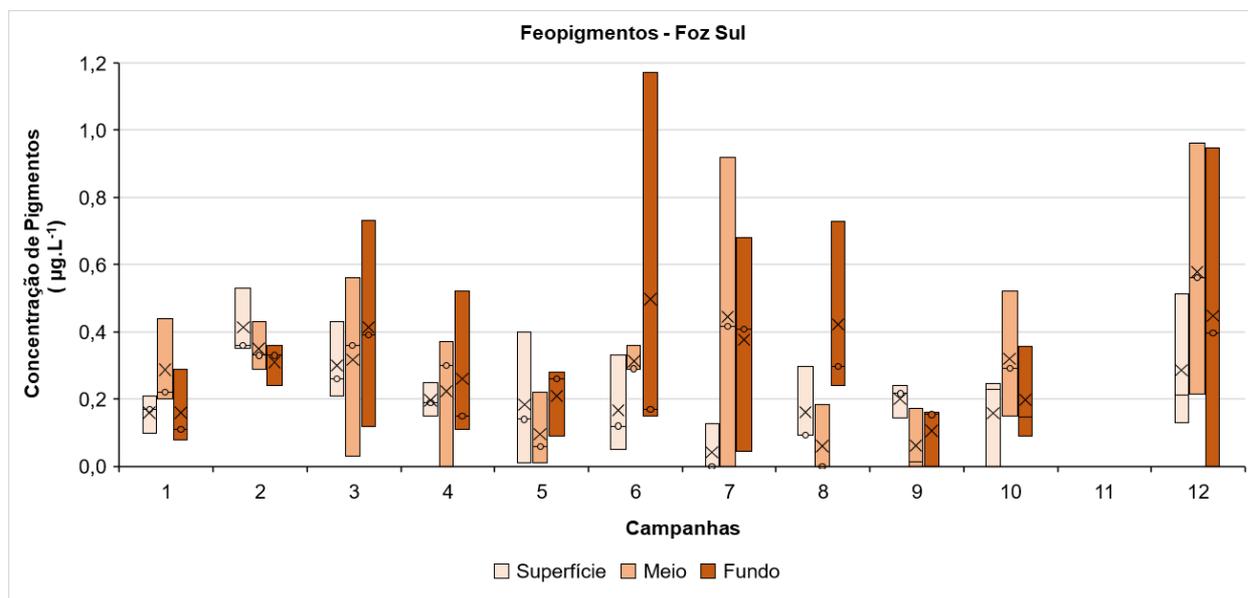
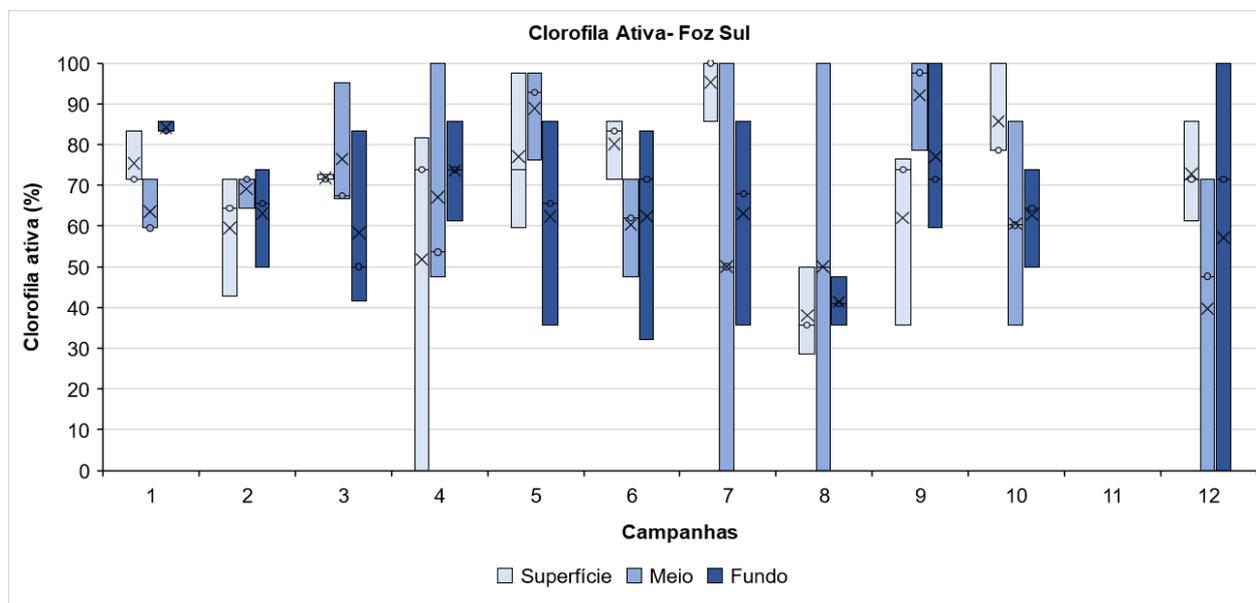


Figura 124: Concentrações médias (%) de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Foz Sul nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.17 Equabilidade e Diversidade Específica (Foz Sul)

A diversidade do Setor Foz Sul oscilou entre 1,50 (campanha 4 na estação SDS 30) e 4,49 bits·organismos⁻¹(campanha 11 na estação SDS 20) na superfície da coluna d'água e mínimo de 1,91 (campanha 9 na estação SDS30) e máximo de 4,39 bits·organismos⁻¹ no fundo, também na capanha 3 na estação SDS 13. No que tange à equabilidade, o índice apontou valores mínimos e máximos similares em ambas as profundidades ao longo do monitoramento, com equabilidade superior a 0,50 e pico máximo de 0,91. O SDS 30 superfície da campanha 4 apresentou o menor valor de equabilidade associado a presença em grande quantidade de *Synechocystis* sp., o que reduziu a diversidade (Figura 125, Figura 126, Figura 127 e Figura 128). Abrangentemente, o monitoramento pré-PMBA 1 realizado no ecossistema adjacente à Foz do Rio Doce no impacto agudo, em dezembro de 2015, apresentou valores médios de diversidade específica acima do esperado para regiões costeiras, posteriormente, nos meses de janeiro e fevereiro de 2016 as médias dos valores de diversidade reduziram. No período de abril de 2016 até dezembro de 2016, as médias dos valores de diversidade foram variáveis.

Os índices de diversidade específica e equabilidade não indicaram nenhum padrão espaço-temporal e vertical definido nas três áreas costeiras do Setor Foz Central, inclusive nas amostragens extras, dentro e fora da pluma (Figura 96, Figura 97, Figura 98, Figura 101, Figura 102 e Figura 103).

Figura 125: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

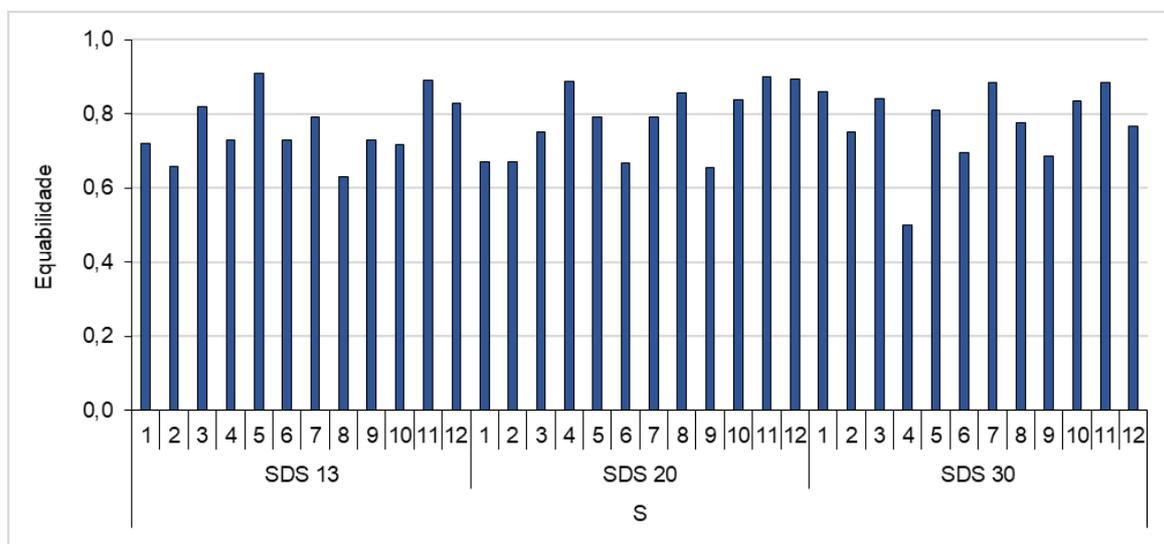


Figura 126: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

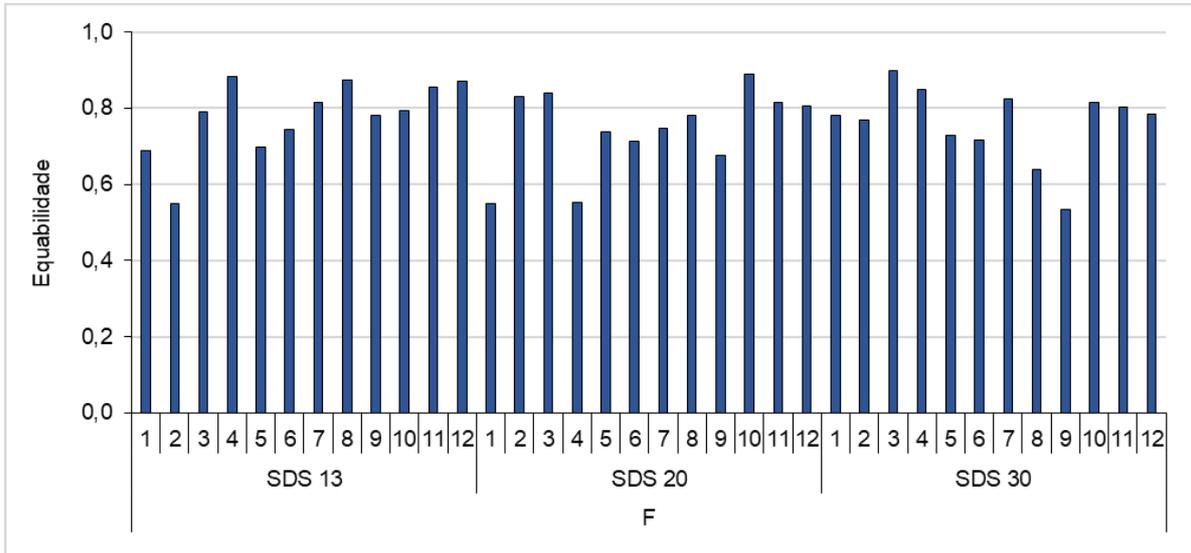


Figura 127: Variações da diversidade específica ($\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).

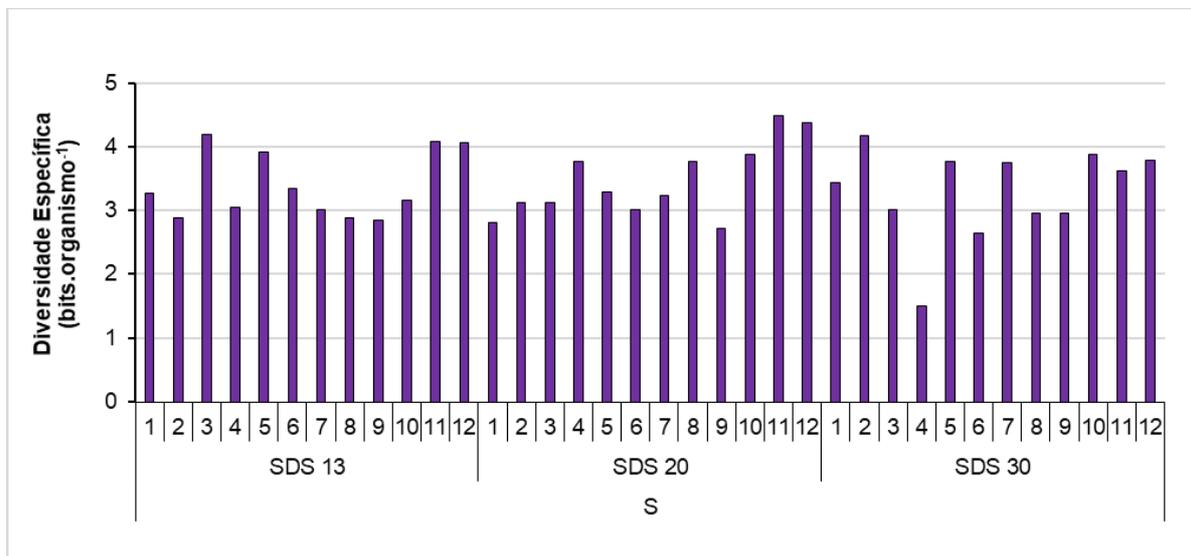
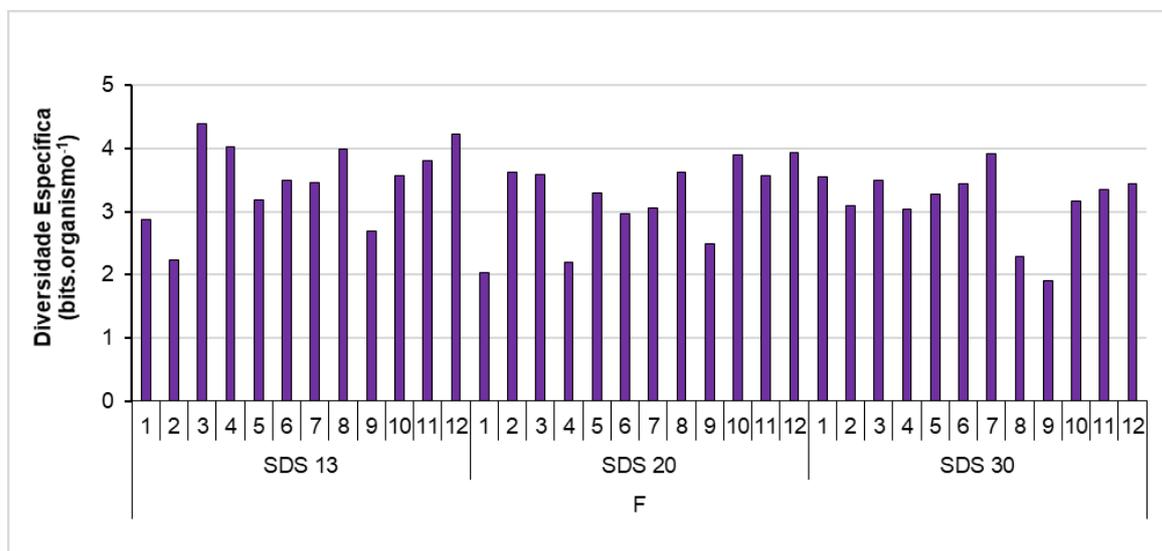


Figura 128: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, campanhas de 1 a 12 (outubro de 2018 a setembro de 2019).



2.3.18 Número de táxons e Composição Qualitativa (Foz Sul)

No setor Foz Sul, considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de Espécie, foram obtidos, através das análises qualitativas, 378 taxa pertencentes a 17 Classes taxonômicas diferentes. Do total de organismos identificados, 94 pertencem à Classe Dinophyceae, 77 à Classe Mediophyceae, 66 à Classe Bacillariophyceae, 44 à Classe Coscinodiscophyceae, 29 à Classe Chlorophyceae, 28 à Classe Cyanophyceae, 10 à Classe Pyramimonadophyceae, 9 à Classe Chlorodendrophyceae, 5 às Classes Trebouxiophyceae e Nephrophyceae cada, 4 à Classe Pedinophyceae, 2 à Classe Euglenophyceae e 1 às Classes Noctilucophyceae, Conjugatophyceae (Zygnematophyceae), Mesostigmatophyceae, Dictyochophyceae e Synurophyceae cada (APÊNDICE 1).

Foram registrados 623 táxons nas três estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018) a 10 (julho de 2019), levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de espécie ou gênero. Os maiores números de táxons foram registrados na estação SDS 13 nas Campanhas 3 (dezembro de 2018) e 8 (maio de 2019), com 99 e 103, respectivamente e o menor valor (35) também na estação SDS 13 durante a Campanha 9 (Figura 129).

Observa-se na composição qualitativa do fitoplâncton deste setor que houve maiores contribuições do grupo das Diatomáceas na Campanha 1 em SDS 13 (49%), na Campanha 3 em SDS 30 (51%) e na Campanha 4 em SDS 20 (55%). Assim como na Foz Norte a Campanha 10 na Foz Sul também foi marcada pelas baixas contribuições do grupo Dinoflagelados e relativamente maiores contribuições do grupo Algas verdes e dos Cocolitoforídeos (Figura 130).

O gênero *Chlorella* sp. foi o táxon mais frequente, estando presente em 100% das estações nas dez campanhas realizadas. Com frequência de ocorrência de 80 a 93% nas estações do setor destacam-se as espécies *Chaetoceros lorenzianus* (Mediophyceae), *Protoperdinium grande*, *Triplos furcae*, *Triplos trichoceros* (Dinophyceae) e o gênero *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae).

Figura 129: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Sul obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018) a 12 (setembro de 2019), durante o PMBA 1.

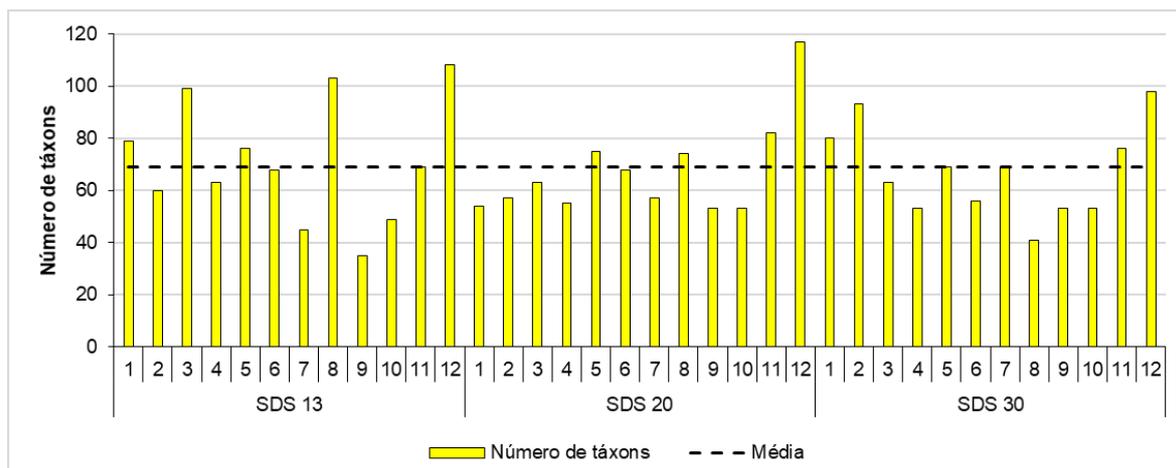
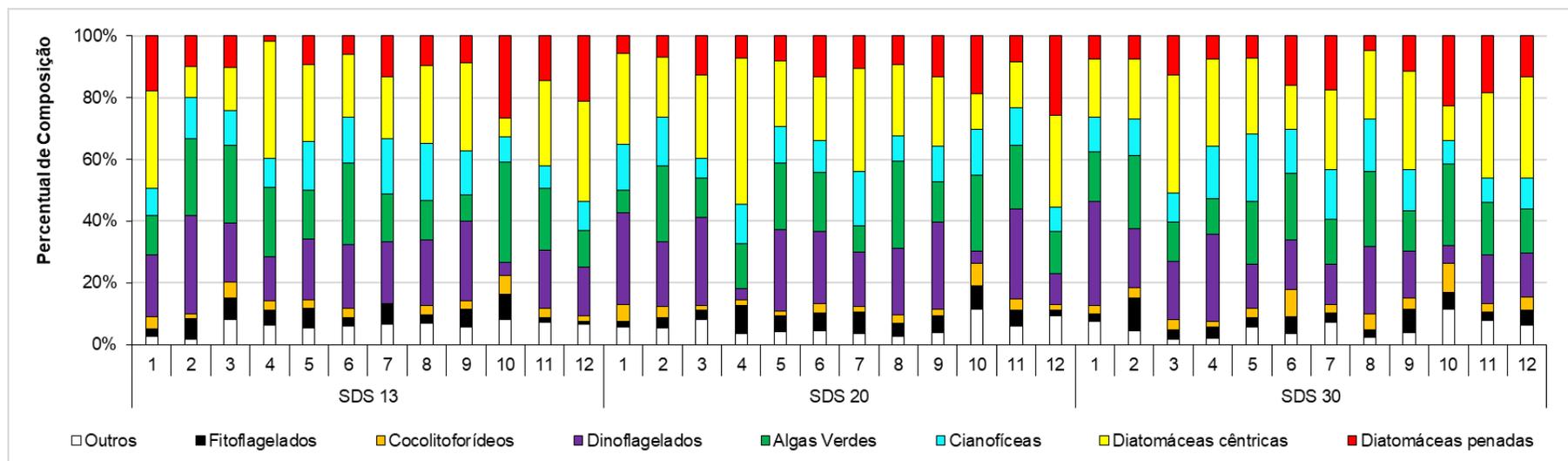


Figura 130: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Foz Sul, durante o PMBA 1, nas campanhas 1 a 12 (outubro de 2018 a julho de 2019).



2.4 SETOR COSTA DAS ALGAS

2.4.1 Densidade Numérica

As densidades fitoplanctônicas encontradas no monitoramento do sistema estuarino-marinho capixaba, após a lixiviação da pluma de rejeitos nos meses de janeiro, fevereiro, abril e novembro do ano de 2016, demonstraram para as estações de amostragem CA 01, CA 02, CA 03 e CA 04 do Setor Costas das Algas uma tendência de maiores concentrações na superfície de CA 01 e CA 04, salvo pela campanha de fevereiro de 2016; enquanto que nas estações CA 02 e CA 03 as maiores densidades ocorreram no fundo da coluna d'água, à exceção de CA 02 de abril.

No que se refere aos dados do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental 1 (PMBA 1), nas estações amostrais superficiais do Setor da Costa das Algas foram encontradas abundância total do fitoplâncton variando de 116×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (CA 09, campanha 1 – semestral 1) a 915×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (CA 11, campanha 1 – semestral 1). Em contrapartida, as concentrações totais do fundo da coluna d'água oscilaram entre 131×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (CA 12, campanha 4) e 1228×10^3 organismos \cdot L⁻¹ (CA 04, campanha 1) (Figura 131 e Figura 132).

A campanha 1 do PMBA 1 registrou as densidades numéricas totais (abundância) mais elevadas na área pesquisada ao longo do período de monitoramento. É possível observar também a redução dos valores máximos e aumento dos valores mínimos encontrados nas campanhas 4 e 7 (trimestral 1 e semestral 2), se comparados à campanha 1. Na campanha 10 ocorreu um incremento dos valores mínimos de abundância tal qual observado nas campanhas anteriores; contudo, sucedeu um aumento dos valores máximos em relação às campanhas 4 e 7 e não uma redução como registrado nas campanhas anteriores.

Ademais, as águas superficiais na campanha 1 apresentaram as maiores densidades fitoplanctônicas dentre as campanhas realizadas no Setor. Por outro lado, as densidades nas demais campanhas registraram a faixa de concentrações semelhantes, tanto para os valores máximos quanto para os valores mínimos. Nota-se, ainda, que a alta concentração encontrada no fundo da estação CA 04 não é observada na superfície da coluna d'água. Tais densidades maiores no fundo podem ser explicadas pela fotoinibição da fotossíntese na superfície, que provoca uma migração vertical do fitoplâncton para se concentrar nas maiores profundidades, principalmente em águas oligotróficas rasas (KIRK, 1994).

De forma geral, as densidades numéricas, tanto na superfície quanto no fundo, estão acima dos valores comumente encontrados em regiões tropicais oligotróficas, assim como encontrado por Moser e colaboradores (2014) no norte do Rio de Janeiro, que registraram abundância de $3,63 \times 10^2$ a 207×10^3 organismos \cdot L⁻¹.

Nos monitoramentos pré-PMBA 1 e do PMBA 1, realizado entre 2016 e 2019, as densidades máximas obtidas foram 5,11 e 5,93, superiores aos encontrados por MOSER e coautores (2014). Os resultados também se mostraram acima dos encontrados por DIAS JR. e colaboradores (2015, no prelo) na região

adjacente à foz do rio Doce (Linhares – ES), que apontaram valores variando entre $2,98 \times 10^3$ e $188,7 \times 10^3$ organismos \cdot L⁻¹.

Além disso, florações de espécimes fitoplanctônicos foram observados na subsuperfície das águas da estação CA 15 na campanha 7, registrando-se densidade numérica total de 6688×10^3 organismos \cdot L⁻¹, sendo esta concentração muito superior à encontrada nas duas profundidades dessa mesma estação, cuja densidade numérica se manteve inferior a 450×10^3 organismos \cdot L⁻¹. (Figura 133).

Com relação a densidade média por campanha (Figura 134) maiores amplitudes foram notadas no fundo da campanha 1 (2018) e na superfície da campanha 10 (2019), indicando uma variação maior dos resultados. É possível observar a presença de outliers nos dados de superfície, valores fora da distribuição normal, nas campanhas 1 (CA 11 e CA 12) e 4 (CA 05).

A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para o setor Costa das Algas nas campanhas do PMBA 1.

Figura 131: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

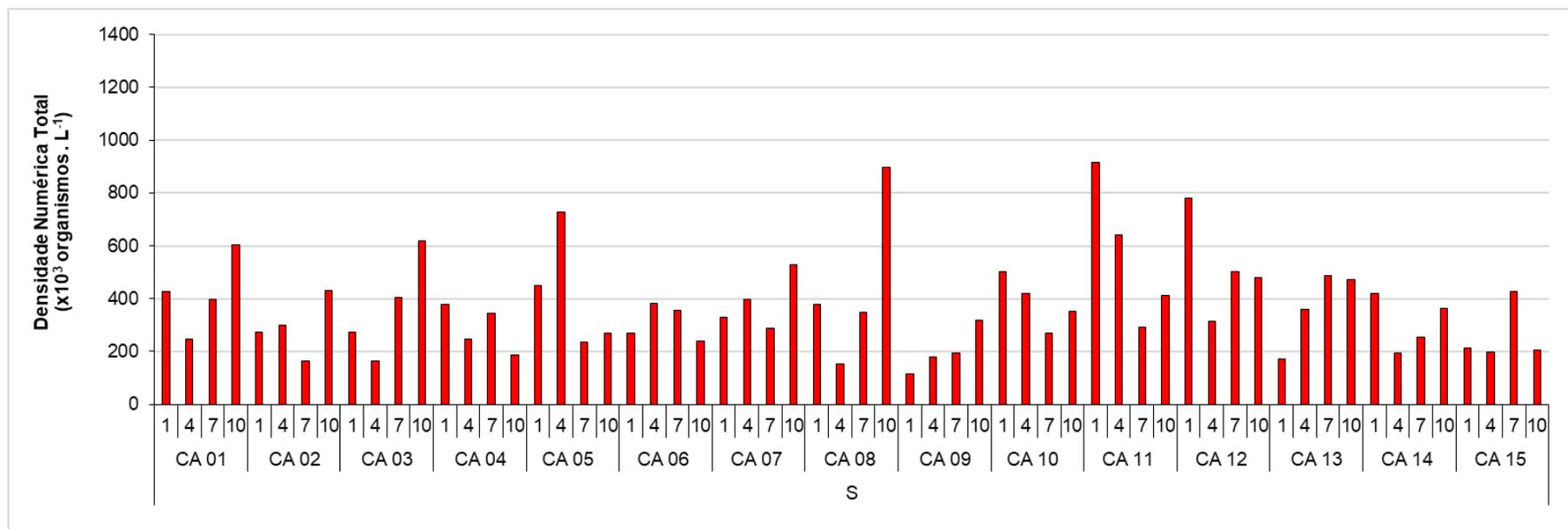


Figura 132: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

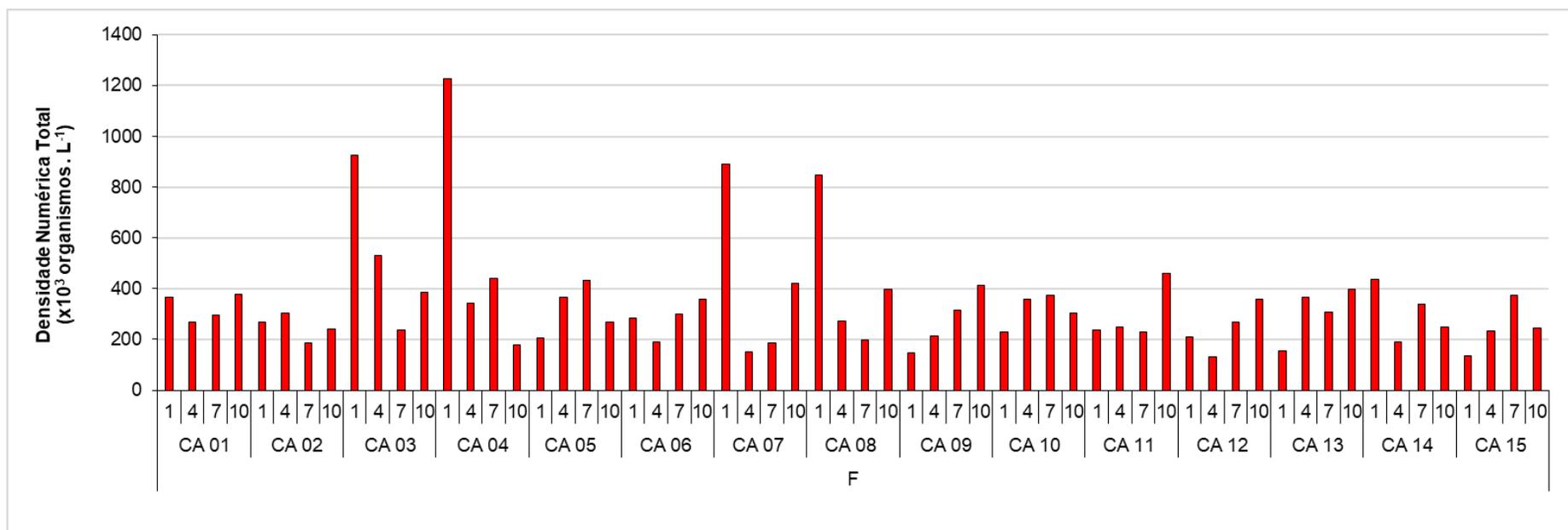


Figura 133: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na estação CA 15 superfície (S) e fundo (F) e CA 15 Bloom superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).

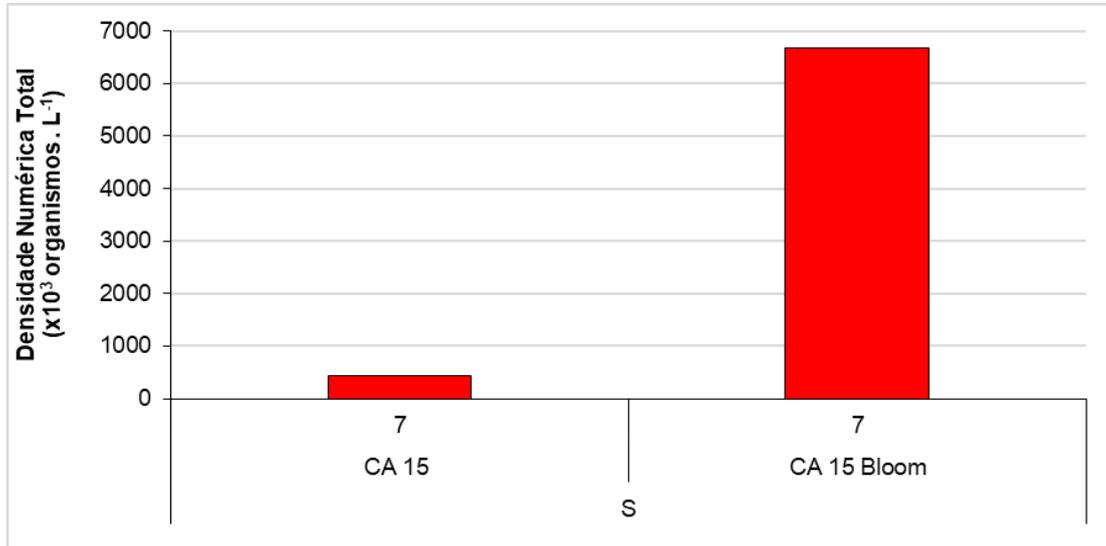


Figura 134: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

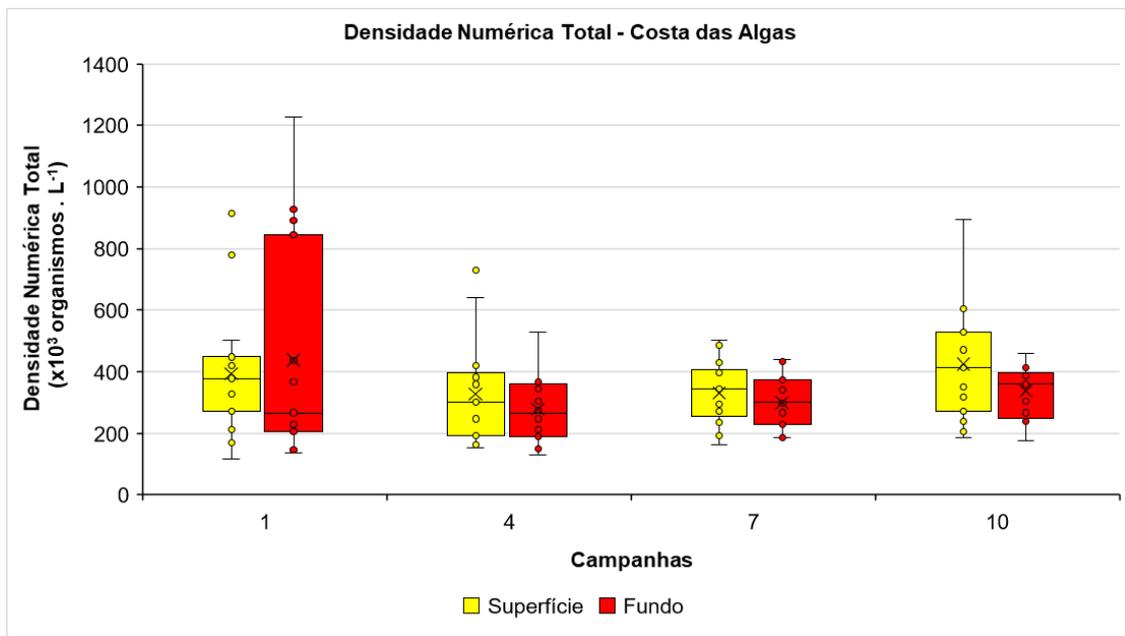


Tabela 4: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo $^{-1}$); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Costa das Algas, monitorados nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

Costa das Algas																				
Campanha	Estatística Descritiva	Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)		
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
1	Tamanho (n)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Mínimo	116	135	77	112	4	0	2,32	2,49	0,61	0,53	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,71
	Máximo	915	1228	908	1228	154	81	4,04	3,73	0,89	0,88	2,93	1,51	1,51	0,41	0,41	0,70	95,24	100,00	100,00
	Média	393	437	355	413	38	24	3,26	3,05	0,75	0,72	0,64	0,43	0,51	0,16	0,13	0,27	53,90	62,15	65,18
	Desvio Padrão	215	353	225	358	43	24	0,47	0,36	0,08	0,09	0,85	0,40	0,43	0,14	0,12	0,18	36,65	28,86	18,36
	Erro Padrão	55	91	58	92	11	6	0,12	0,09	0,02	0,02	0,22	0,10	0,11	0,04	0,03	0,05	9,46	7,45	4,74
4	Tamanho (n)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Mínimo	154	131	147	85	0	0	1,58	2,21	0,47	0,54	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,71
	Máximo	730	529	707	506	85	220	4,14	3,55	0,90	0,90	0,55	0,52	0,64	0,34	0,38	0,33	100,00	100,00	100,00
	Média	328	278	311	251	18	27	3,14	2,92	0,76	0,77	0,27	0,23	0,29	0,08	0,09	0,12	72,70	60,16	68,25
	Desvio Padrão	170	104	165	111	21	55	0,78	0,44	0,13	0,10	0,15	0,17	0,14	0,10	0,11	0,11	33,69	37,68	20,87
	Erro Padrão	44	27	43	29	6	14	0,20	0,11	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	8,70	9,73	5,39
7	Tamanho (n)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Mínimo	162	185	124	147	4	0	2,19	1,90	0,64	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
	Máximo	502	440	487	433	170	39	4,20	4,00	0,93	0,90	1,74	0,71	0,28	0,71	1,24	1,58	100,00	100,00	59,52
	Média	331	299	291	284	40	15	3,39	3,15	0,79	0,78	0,34	0,29	0,12	0,19	0,32	0,61	55,71	50,56	22,86
	Desvio Padrão	101	84	101	86	42	12	0,63	0,55	0,09	0,09	0,42	0,18	0,10	0,19	0,37	0,37	32,42	26,68	20,43
	Erro Padrão	26	22	26	22	11	3	0,16	0,14	0,02	0,02	0,11	0,05	0,03	0,05	0,10	0,09	8,37	6,89	5,28
10	Tamanho (n)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Mínimo	185	178	154	162	4	8	2,42	2,45	0,58	0,64	0,00	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	23,81	35,71
	Máximo	896	460	877	405	70	54	4,01	4,25	0,91	0,93	0,59	0,79	0,54	0,39	0,36	0,30	100,00	100,00	100,00
	Média	425	337	400	307	25	30	3,47	3,48	0,79	0,81	0,43	0,36	0,34	0,08	0,10	0,10	79,68	74,76	79,44
	Desvio Padrão	188	84	192	84	17	15	0,53	0,58	0,11	0,10	0,17	0,21	0,12	0,10	0,13	0,11	26,69	27,97	22,37
	Erro Padrão	48	22	49	22	4	4	0,14	0,15	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	6,89	7,22	5,78

2.4.2 Classes de Tamanho

Em relação à fração de tamanho do fitoplâncton, as estações monitoradas na APA Costa das Algas apresentaram predomínio do nanofitoplâncton sobre a fração maior que 20 micrômetros (microfitoplâncton) em todo monitoramento e nas duas profundidades. O nanofitoplâncton da profundidade superficial foi responsável pela maior contribuição na densidade numérica total, variando de 57% (CA 01 na campanha 7 e semestral 2) a 100% (CA 03 e CA 06 na campanha 4). Do mesmo modo, a profundidade do fundo registrou contribuição maior do nanofitoplâncton na abundância total, chegando a 100% nas estações amostrais CA 04, CA 06 e CA 09 na campanha 1 (também semestral 1), e em CA 07 e CA 14 nas campanhas 1, 4 e 7. A única estação de amostragem que obteve maior contribuição do microfitoplâncton foi a CA 02 (28%) na campanha 4 (Figura 135 e Figura 136).

EPPLEY (1969) argumenta que organismos nanofitoplanctônicos apresentam uma relação superfície/volume alta, o que possibilita maiores taxas de crescimento com baixas taxas de absorção de nutrientes. Ainda corroborando com os resultados obtidos, FOOG (1991) observou que a dominância do nanofitoplâncton é uma característica associada aos estuários e outros ambientes costeiros.

Em contrapartida, florações de microalgas foram observadas na estação CA 15 durante a campanha 7, que provocou uma contribuição quantitativa de 58% do microfitoplâncton na densidade total das águas subsuperficiais, sendo tal concentração referente ao “bloom” de cianobactérias filamentosas do Gênero *Trichodesmium* Ehrenberg ex Gomont 1892, que possuem grande variação de tamanho, podendo chegar a milímetros de comprimento (Figura 137).

Figura 135: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

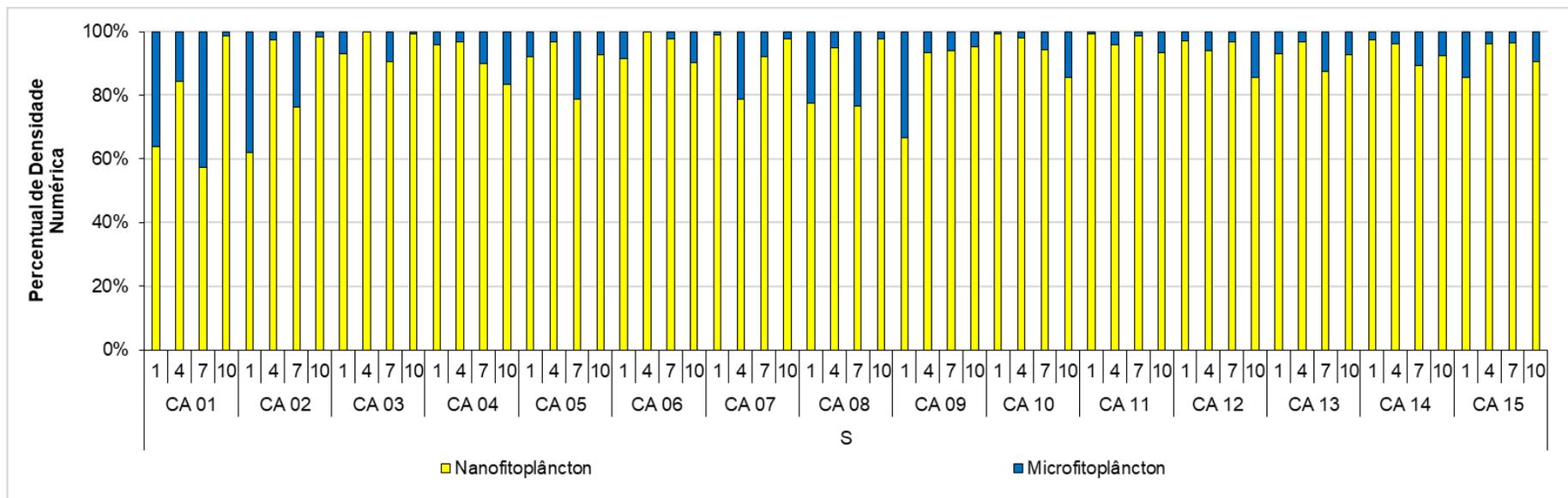


Figura 136: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

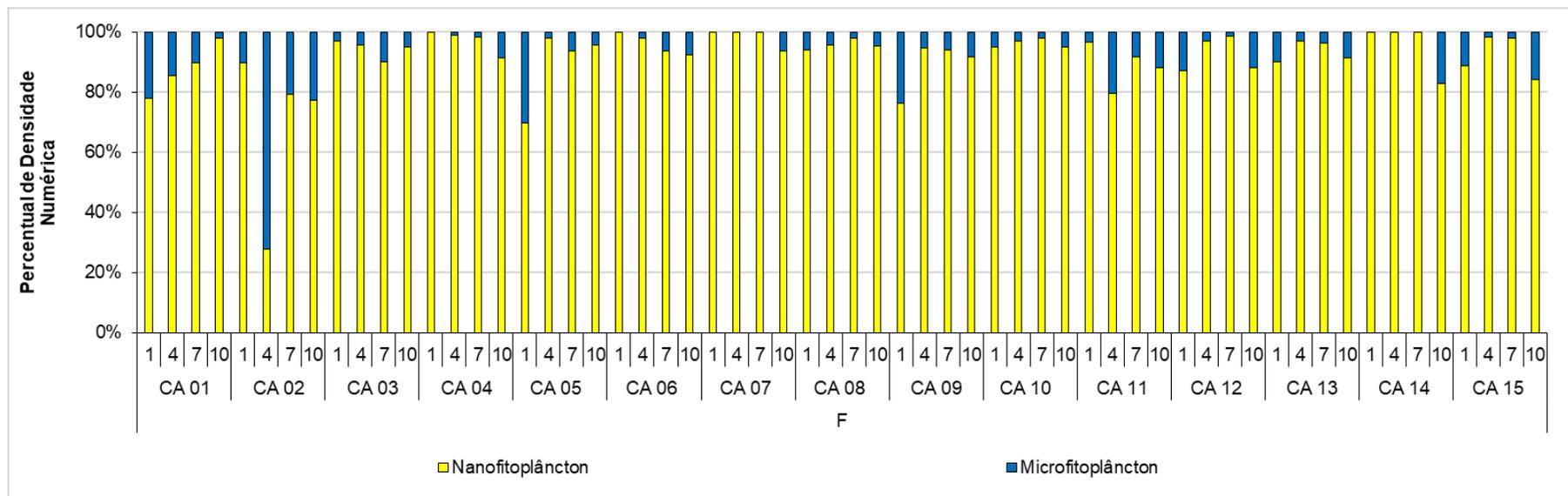
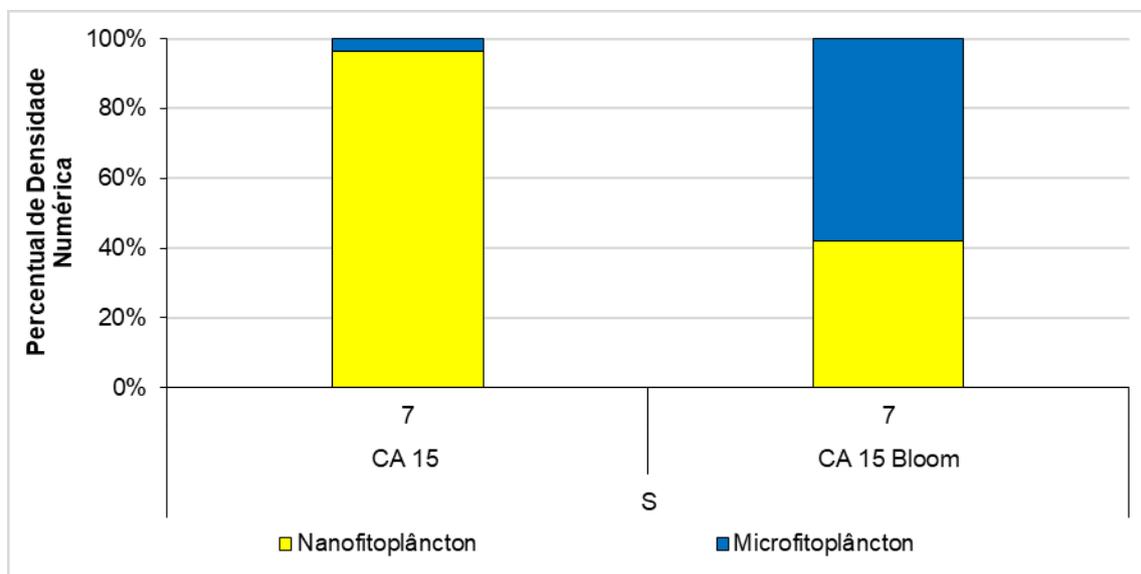


Figura 137: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) da estação CA 15 na superfície (S) e no fundo (F) e CA 15 Bloom na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).



2.4.3 Composição Quantitativa

Cianobactérias e Algas Verdes foram os grupos predominantes nas amostragens das estações localizadas na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas. As contribuições das Cianobactérias ou Cianofíceas na composição taxonômica da ficoflórula estiveram entre 5% (fundo de CA 08, na campanha 1) e 86% (superfície de CA 05, na campanha 4); enquanto que as Algas Verdes apresentaram contribuição entre 4% (superfície de CA 05, na campanha 4) e 66% (superfície de CA 11, na campanha 1). Tanto as Cianobactérias quanto as Algas Verdes tiveram ocorrência em todas as amostras (Figura 138 e Figura 139).

As Diatomáceas apresentaram maior expressividade nas estações costeiras mais próximas à foz do rio Piraquê-Açú, chegando ao percentual de 40% (superfície de CA 01, na campanha 1) sobre a densidade numérica total. Tal fato pode estar atrelado ao carregamento de espécies dulcícolas, estuarinas e marinhas eurihalinas do ecótono do rio citado (LÁZARO, 2007) (Figura 138 e Figura 139).

O grupo Fitoflagelados e Haptophyta apareceram em quase todas as estações amostrais, com destaque para a profundidade do fundo de CA 03, na campanha 7, ao qual os espécimes fitoflagelados representaram cerca de 38% da composição quantitativa da ficoflórula, superando as Cianobactérias e as Algas Verdes; padrão diferente do encontrado nas demais estações amostrais e nas águas superficiais de CA 04 durante a campanha 10, onde o grupo Haptophyta – composto, em sua maioria, por espécies de coccolitoforídeos - teve representatividade de 25% na composição quantitativa (Figura 138 e Figura 139).

A estação amostral CA 15, durante a campanha 7, registrou uma floração algal, que culminou com a abundância e dominância de Cianobactérias nas águas subsuperficiais, cuja contribuição na composição de taxa foi superior a 90%. As análises em microscopia e identificação através de bibliografia especializada atestaram que em tal “bloom” predominava apenas da *Trichodesmiumerythraeum* Ehrenberg (Figura 140), uma espécie marinha (regiões tropicais e subtropicais), pelágica e diazotrófica, com células distribuídas em filamentos, denominados tricomas, que podem formar colônias fusiformes (tufos) ou esféricas (puffs), além de possuir potencial para produção de cianotoxina e fixação de nitrogênio atmosférico, como reporta a literatura. (Figura 140)

Nas amostras da estação CA 15, referentes à campanha 7, a floração de organismos fitoplânctônicos apresentou dominância e abundância do grupo das Cianobactérias na composição taxonômica nas águas superficiais, com contribuição superior a 90%. Em tal floração de algas havia a predominância da cianobactéria filamentosa *Trichodesmium erythraeum*, uma espécie fixadora de nitrogênio e potencialmente produtora de cianotoxina. BRANDINI e colaboradores (1997) mencionam que cianofíceas filamentosas do Gênero *Trichodesmium* (antes intitulada *Oscillatoria*) são frequentes na plataforma brasileira e citam pesquisas de 1963, 1967, 1988 e 1995, que mencionam a ocorrência corriqueira deste Gênero nas áreas costeiras capixabas.

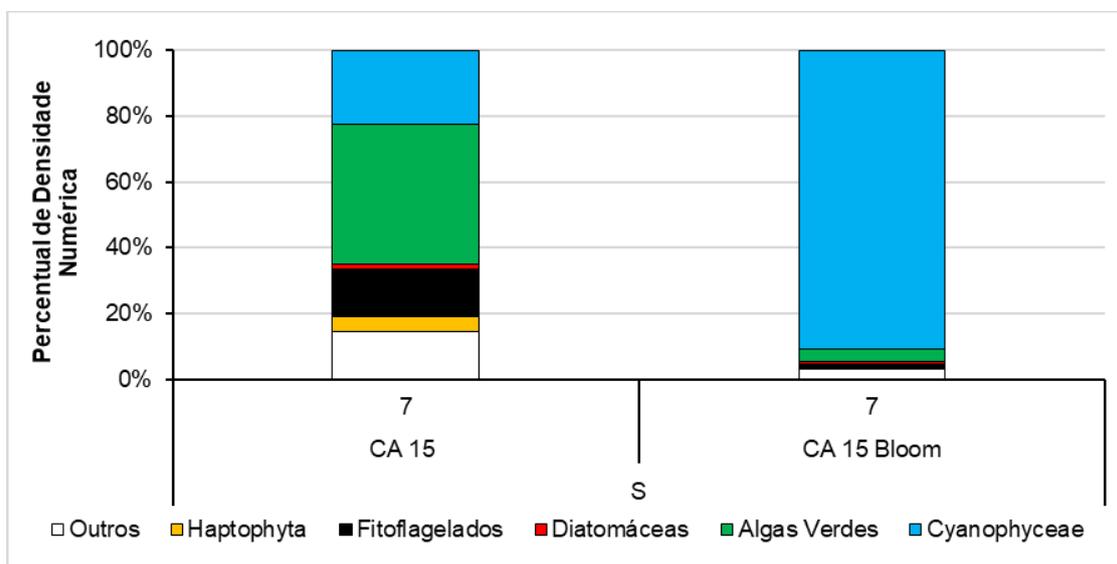
O trabalho de PROENÇA e coautores (2009) mencionam florações no nordeste brasileiro para a *Trichodesmium erythraeum*, com produção de toxinas em baixas quantidades, sem indícios de prejuízos aos seres humanos, somente para as larvas de ouriços. Os blooms desta espécie, geralmente, dependem de uma combinação de fatores ambientais, tais como velocidade do vento, temperatura da água, incidência de raios solares, correntes marinhas e ressuspensão de sedimentos. A ressuspensão de sedimentos pode elevar a quantidade nitrato (NO_3^-) disponível na coluna d'água, passando este nutriente nitrogenado a ser escasso após o período de ressuspensão, o que propicia o aparecimento de cianobactérias fixadoras de nitrogênio, que utilizam tal estratégia adaptativa para obter vantagem competitiva sobre as outras espécies, produção de biomassa e sobrevivência em águas oligotróficas.

Além de baixas concentrações de nitrogênio, a presença de fósforo e ferro também favorecem o desenvolvimento de florações de cianobactérias diazotróficas. O micronutriente ferro é essencial pois a enzima nitrogenase exige uma alta demanda deste elemento (LENES et al., 2001). Fósforo e ferro são elementos abundantes nos rejeitos de mineração, os quais após ações de alta energia no fundo oceânico retornam à coluna d'água, alterando a composição taxonômica do fitoplâncton.

O fitoplâncton possui densidade maior que a água, geralmente, o que faz com que afunde (migre verticalmente) naturalmente na coluna d'água. Algumas espécies desenvolveram diversas estratégias para manter a flutuabilidade ao longo da coluna d'água, a fim de captar luz. MANN E LAZIER (1996) afirmam que células senescentes afundam mais rapidamente que as células de espécies em crescimento ativo. As células fixadoras e contidas em florações de fitoplâncton tendem a afundar na

coluna d'água. REYNOLDS (2006) argumenta que a taxa de afundamento é um dos indicadores da perda da comunidade fitoplanctônicas no sistema. Ainda, experimentos já sugeriram que a proporção de afundamento está associada com a influência do regime de nutrientes, provocando o acúmulo de biomassa na região.

Figura 140: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton da estação CA 15 na superfície (S) e no fundo (F) e CA 15 Bloom na superfície (S) do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1 (abril de 2019).



2.4.4 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos

As concentrações de clorofila-a variaram de $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a $2,93 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ na campanha 1 (superfície de CA 01, em 2018). Valores mínimos de clorofila-a ($0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) foram obtidos nas águas superficiais das estações CA 11 e CA 13, e no meio da coluna d'água de CA 10 e CA 11 na campanha 1 (2018, semestral 1); enquanto que tal concentração mínima também foi observado na campanha 7 (2019, semestral 2), na superfície de CA 10 e no fundo de CA 01, CA 04, CA 08 e CA 15 .

Já as concentrações de feopigmentos (feofitina) oscilaram entre $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $1,58 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ nas estações amostrais. Em abril de 2019, 14 estações da profundidade do fundo, exceto CA 03, apresentaram concentrações de feofitina superiores aos valores de clorofila-a (Figura 141, Figura 142 e Figura 143).

Ainda, pelas médias dos parâmetros ao longo do monitoramento, foram observados que a biomassa, em termos de clorofila-a, se apresentou mais elevada na campanha 1 (2018, semestral 1). As concentrações médias de feopigmentos foram superiores no fundo e no meio da coluna d'água na campanha 7 (2019, semestral 2), e as concentrações de clorofila ativa se apresentaram de forma variável ao longo do tempo. Algumas estações de amostragem apresentaram percentuais acima de 95% em relação à clorofila ativa, tais como na águas superficiais das estações CA 02 e CA 07, ambas na campanha 7; e na superfície de CA 05, CA 06, CA 07 e CA 09 e no meio da coluna d'água de CA 04 e CA 06, todos na campanha 4 (Figura 144, Figura 145 e Figura 146)

Ademais, estudos apontam que ambientes com grande quantidade de nutrientes nas camadas mais profundas apresentam grandes concentrações de feopigmentos (BIENFANG; SZYPER, 1980),

argumento que se contrapõem quadro observado para a região de Costa das Algas, ao longo das campanhas de monitoramento. A densidade numérica total e os feopigmentos nas camadas mais profundas apresentaram valores mais elevados do que nas camadas mais superficiais, apontando um indício evidente de que a comunidade fitoplanctônica está fisiologicamente senescente.

Tal comportamento de deterioração fisiológica, pois é perceptível a constância de senescência celular com altas abundâncias que são seguidas por altas concentrações de feopigmentos no fundo, é uma indicação de que o impacto crônico pelo rejeito de minério ainda se faz presente na região de grande importância conservacionista por ser tratar de uma Unidade de Conservação (UC). Além disso, esperava-se que o ecossistema apresentasse características de um ambiente oligotrófico, uma vez que é influenciado pela Corrente do Brasil (BRANDINI, 1988), na qual tanto clorofila-a, feopigmentos e a densidade numérica de organismos apresentam baixas concentrações (Figura 141, Figura 142 e Figura 143).

Geralmente os feopigmentos possuem valores menores que a clorofila-a, contudo, dependendo da presença de alguns fatores bióticos e abióticos tal relação pode se inverter. Essa situação é comumente associada à predação pela comunidade zooplanctônica e a fotodegradação, embora há evidências que a ação da turbulência em determinadas regiões oceânicas poderia provocar o aumento de feopigmentos devido à ressuspensão de partículas proveniente do sedimento (CAPONE et. al, 1998), que também pode incrementar a quantidade de nutrientes disponíveis na coluna d'água (REYNOLDS, 2006).

Há a possibilidade da ocorrência da ressuspensão de sedimento no Setor de Costa das Algas pelo fato de concentrações altas de feopigmentos terem ocorrido em apenas uma profundidade (fundo) e uniformemente em quase todas as estações amostrais, apenas na campanha 7. As alterações na qualidade da água limitariam a penetração da luz e a reentrada de componentes tóxicos provenientes dos rejeitos de mineração. Apesar da inexistência de dados pretéritos para o fitoplâncton na APA Costa das Algas, há perturbações na ficoflórula toda vez que o sedimento é ressuspendido e ocorre uma fertilização da coluna d'água, que culmina aumento populacional e alteração na composição taxonômica da comunidade fitoplanctônica.

Figura 141: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

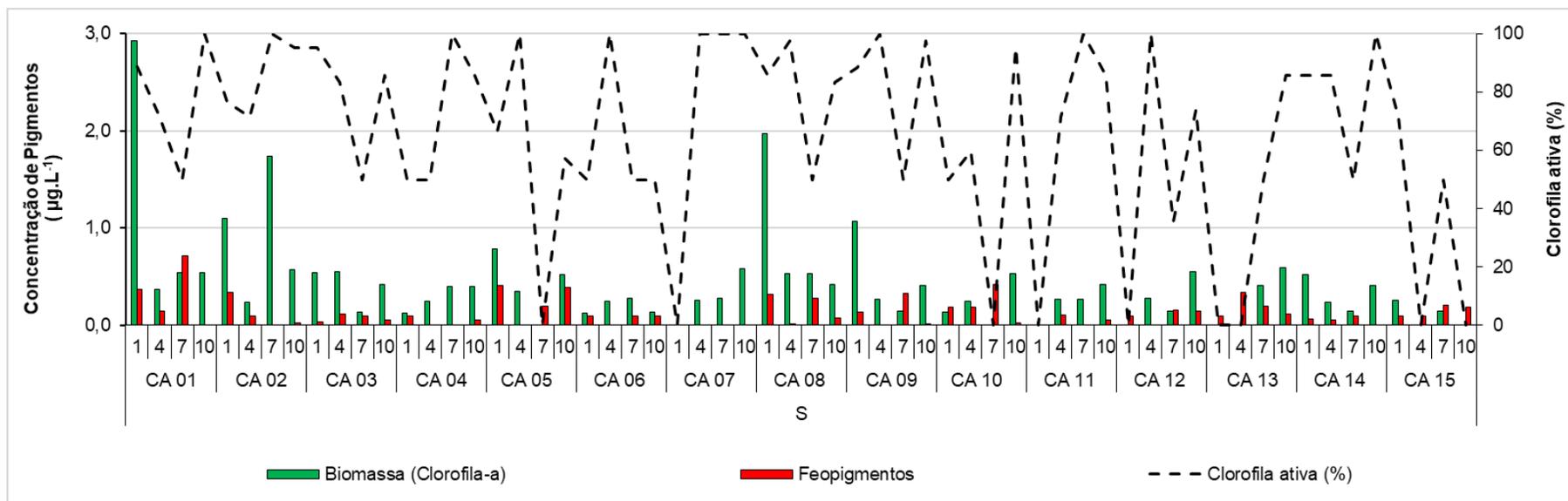


Figura 142: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

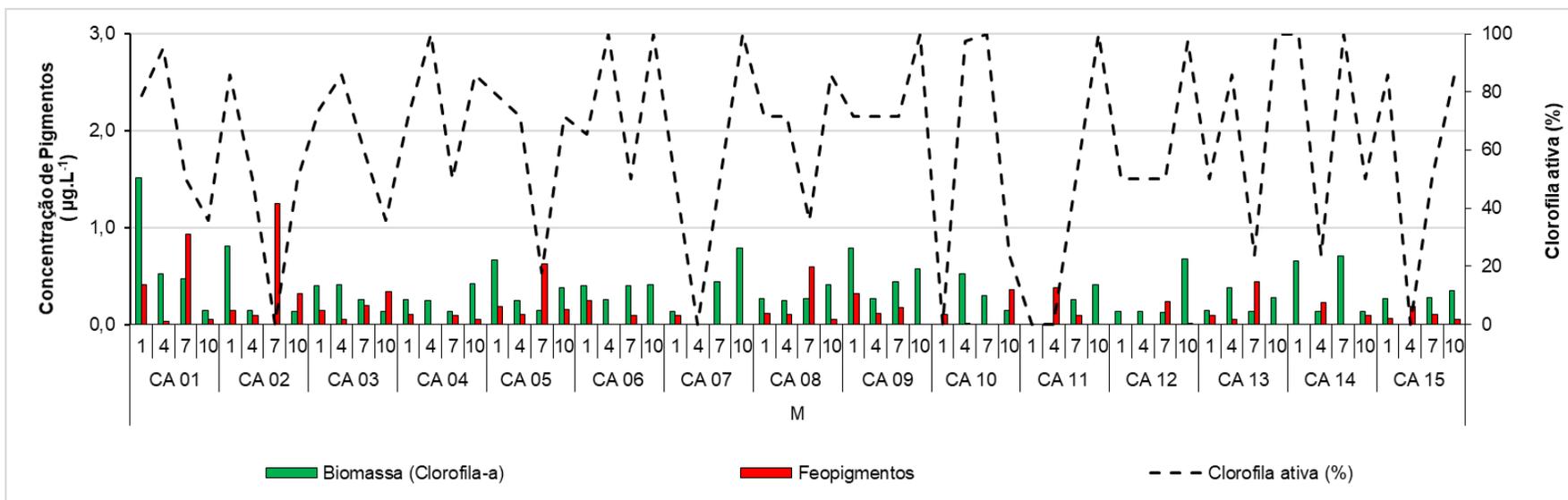


Figura 143: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

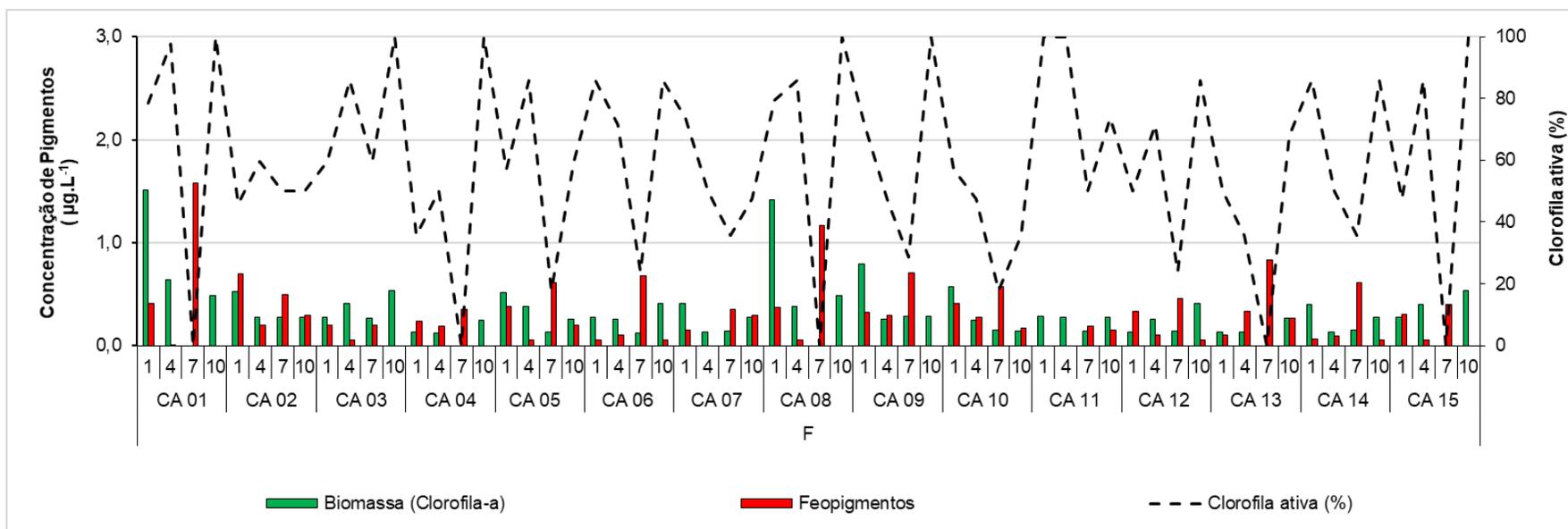


Figura 144: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, aneiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

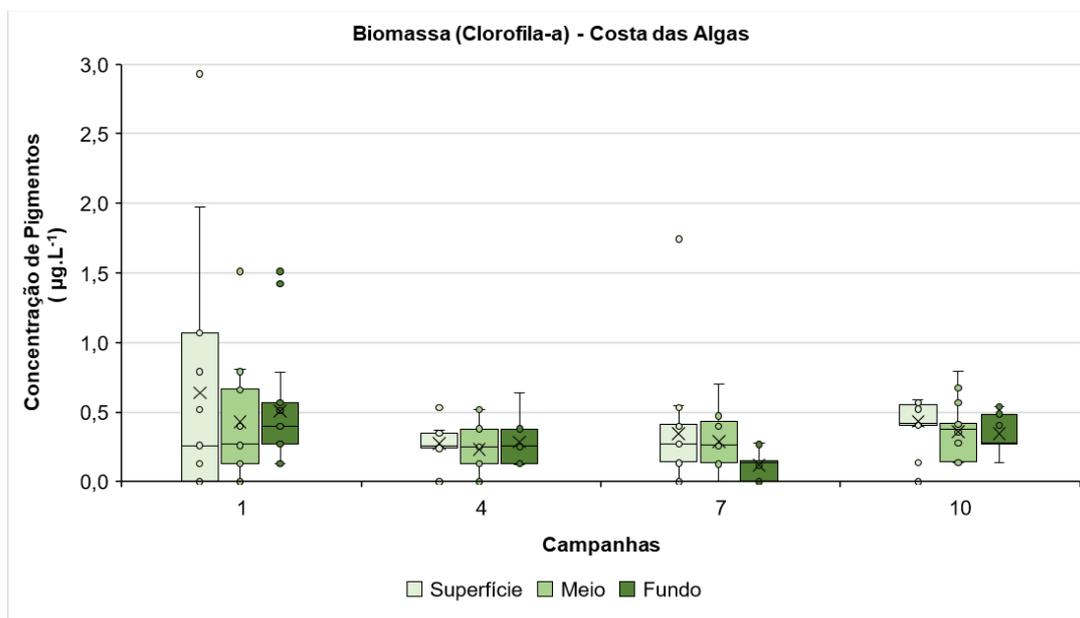


Figura 145: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

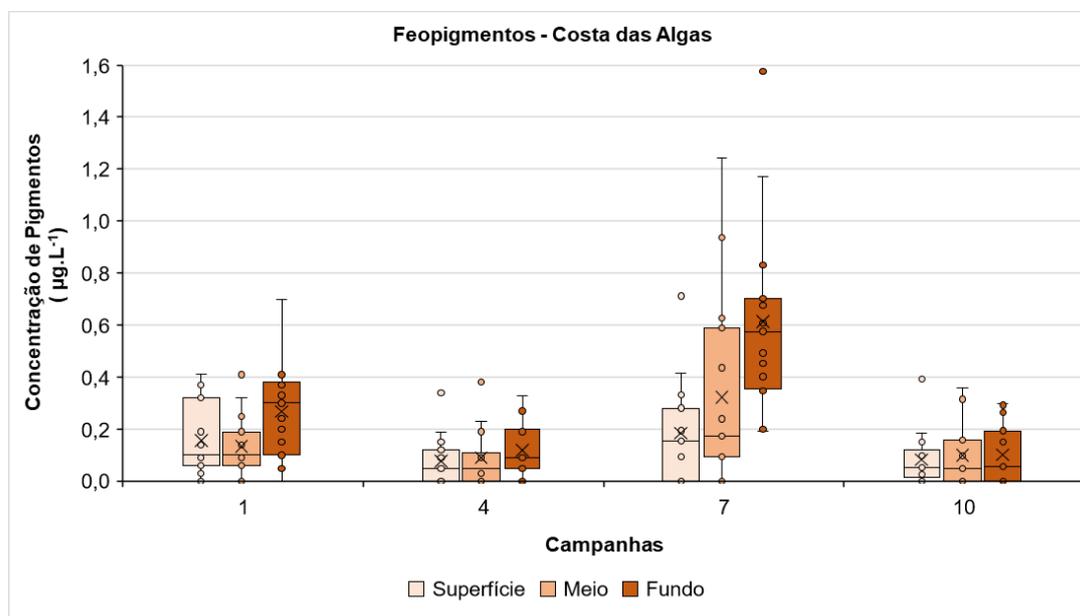
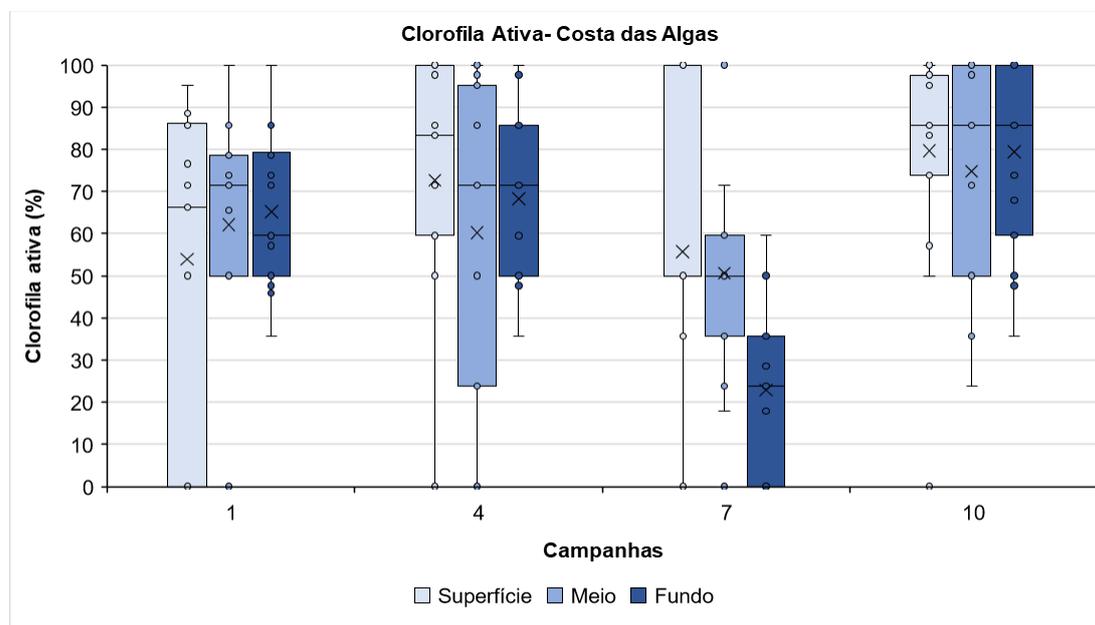


Figura 146: Concentrações médias (%) da clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Costa das Algas nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.4.5 Equabilidade e Diversidade Específica

A equabilidade no Setor da APA Costa das Algas se manteve elevada na maioria das estações durante todas as campanhas de amostragem, tanto na superfície quanto no fundo da coluna d'água. Os valores deste índice oscilaram de 0,47 (CA 05, na campanha 4) a 0,93 (CA 02, na campanha 7) na superfície. Por outro lado, a equabilidade do fundo apresentou uma variação de 0,51 (CA 04, na campanha 7) a 0,93 (CA 15, na campanha 10).

No que tange à diversidade específica, valores elevados foram apontados em todas as campanhas, na maioria das estações amostrais, sendo que nas águas superficiais teve-se o menor índice em CA 06, na campanha 1 ($1,58 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$), e o maior registro no fundo da estação CA 15, na campanha 10 ($4,24 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$) (Figura 147, Figura 148, Figura 149 e Figura 150).

Não há como afirmar que o impacto foi responsável por alterações na diversidade e equabilidade da região da APA Costa das Algas, pois não foram encontrados dados que permitissem a comparação pré e pós-impacto. Todavia, os valores médios dos índices encontrados durante toda a amostragem foram superiores ao relatado na literatura para regiões costeiras, e semelhantes aos índices encontrados por DIAS JR. e colaboradores (2015, no prelo) para região próxima à foz do Rio Doce, que estivera por volta de $3,1 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$, próximo ao período do impacto agudo, dando indícios de que o Setor de Costa das Algas pode ter sofrido e continuará sofrendo influência do impacto.

Figura 147: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

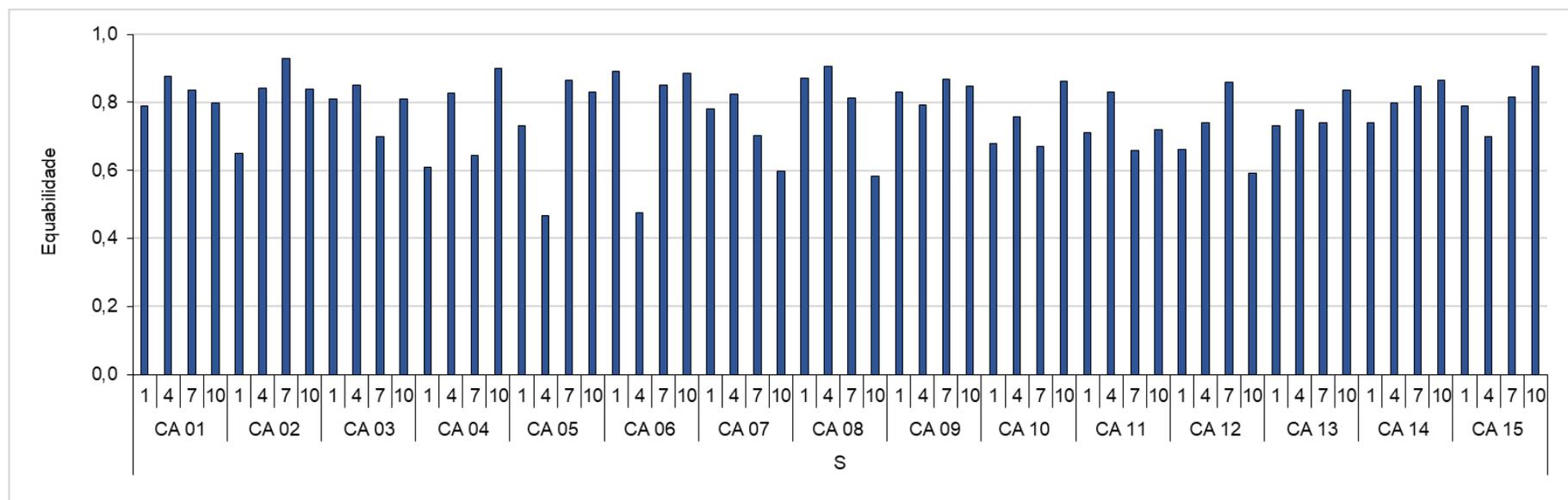


Figura 148: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

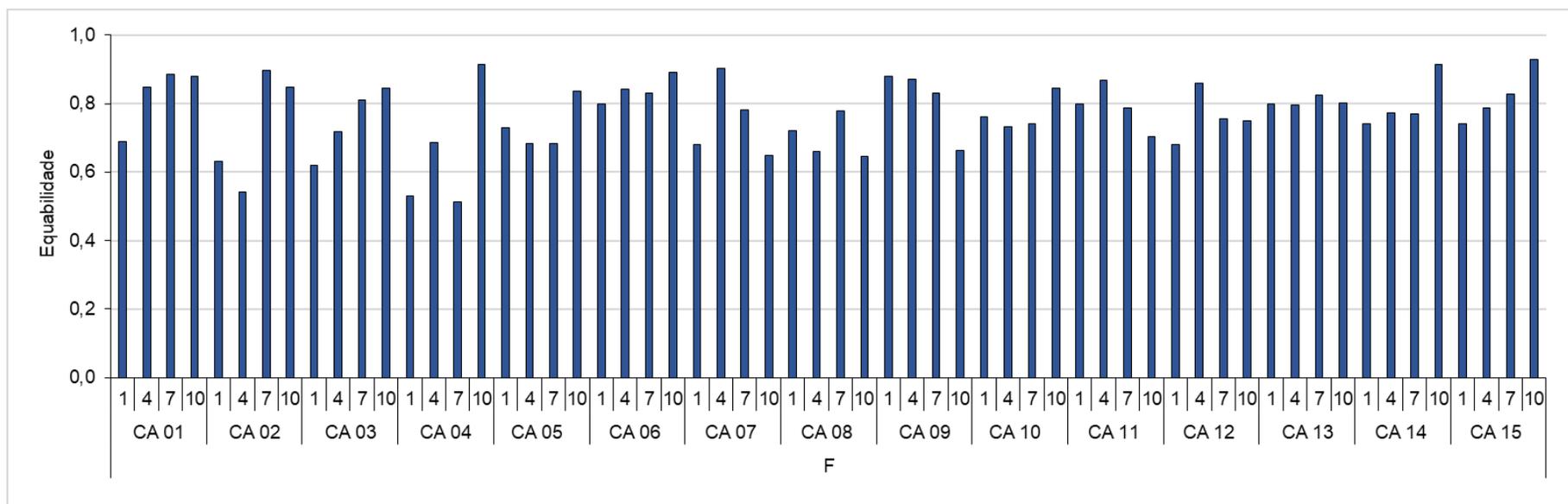


Figura 149: Variações da diversidade específica (bits·organismo⁻¹) na superfície (S) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

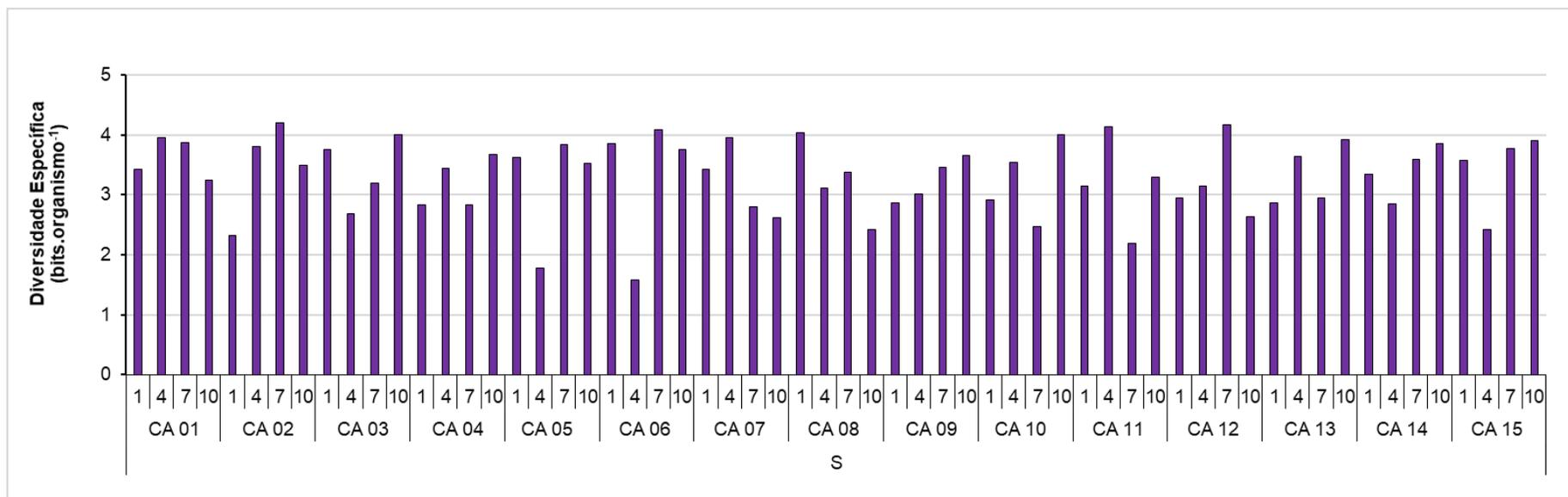
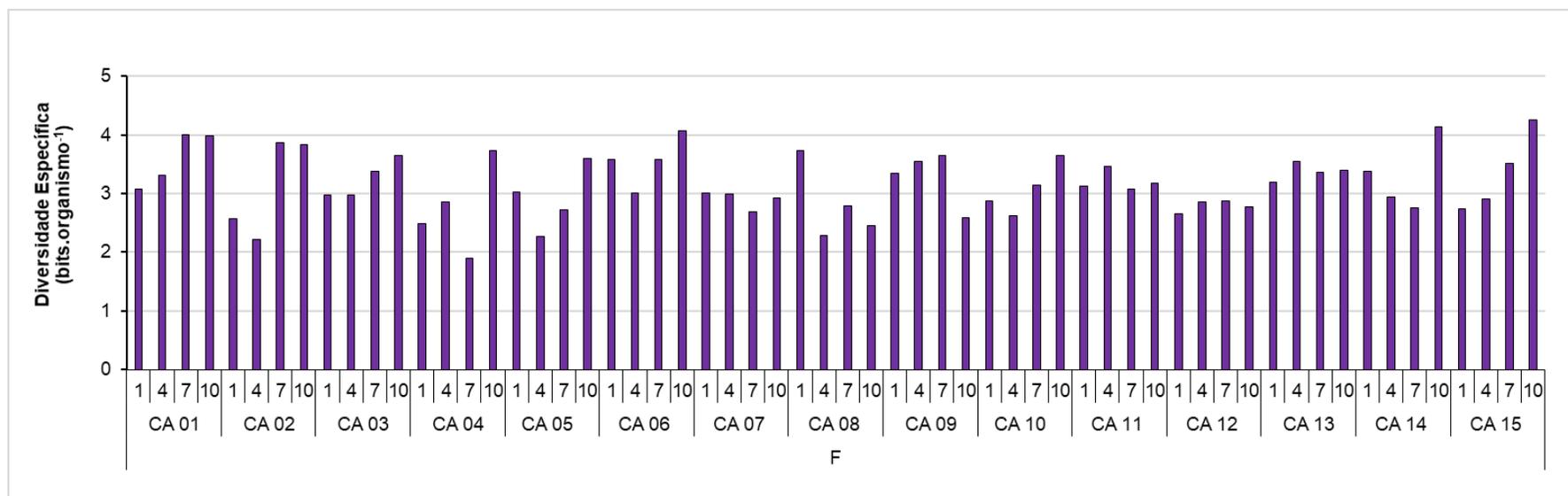


Figura 150: Variações da diversidade específica (bits•organismo⁻¹) no fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.4.6 Número de táxons e Composição Qualitativa

A lista de espécies e Gêneros gerada a partir das análises qualitativas (APÊNDICE 1), apresentou para o setor Costa das Algas o segundo maior número de taxa identificados entre todos os setores, atrás somente do Setor Foz Central. Considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de espécie, foram obtidos 436 taxa pertencentes a 16 Classes taxonômicas diferentes. Do total de organismos identificados, 122 pertenceram à Classe Dinophyceae, 82 às Classes Bacillariophyceae e Mediophyceae, 46 à Classe Coscinodiscophyceae, 32 à Classe Cyanophyceae, 24 à Classe Chlorophyceae, 14 à Classe Coccolithophyceae, 8 à Classe Pyramimonadophyceae, 7 às Classes Chlorodendrophyceae e Euglenophyceae cada, 5 à Classe Trebouxiophyceae, 2 às Classes Noctilucophyceae e Pedinophyceae e 1 às Classes Nephrophyceae, Conjugatophyceae (Zygnematophyceae) e Mesostigmatophyceae.

No setor Costa das Algas, levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de espécie ou gênero, foram registrados 722 táxons nas quinze estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019). De maneira geral, os menores números de táxons ocorreram na Campanha 10 em todas as estações e os menores nas Campanhas 1 e 7 (Figura 151).

É possível notar na composição qualitativa do fitoplâncton deste setor, que durante a Campanha 10, de maneira geral, houve uma menor contribuição do grupo das Diatomáceas e também uma maior contribuição do grupo Cocolitoforídeos, estes em especial nas estações CA 11 e CA 12. Vale ressaltar também a maior representatividade do grupo Cianofíceas ao longo das campanhas neste setor quando comparado aos outros setores (Figura 152).

O gênero *Chlorella* sp. foi o táxon mais frequente, estando presente em 98% das estações nas 4 campanhas realizadas. Com frequência de ocorrência acima de 85% nas estações do setor destacam-se a espécie *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae) e o gênero *Synechocystis* sp. (Cyanophyceae).

Figura 151: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas durante as coletas das campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.

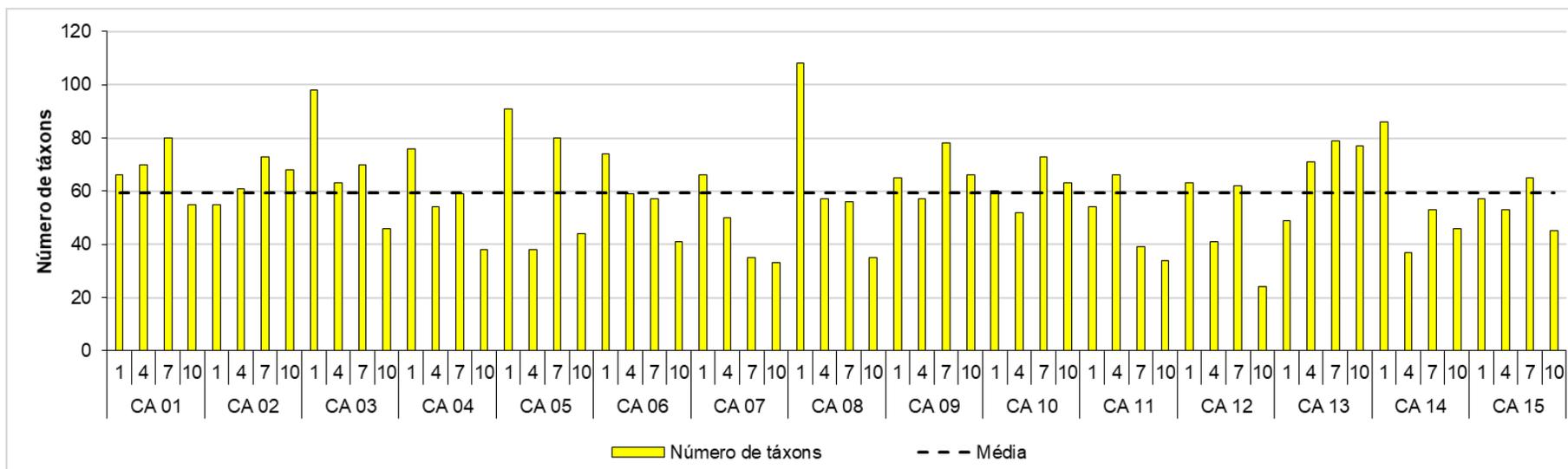
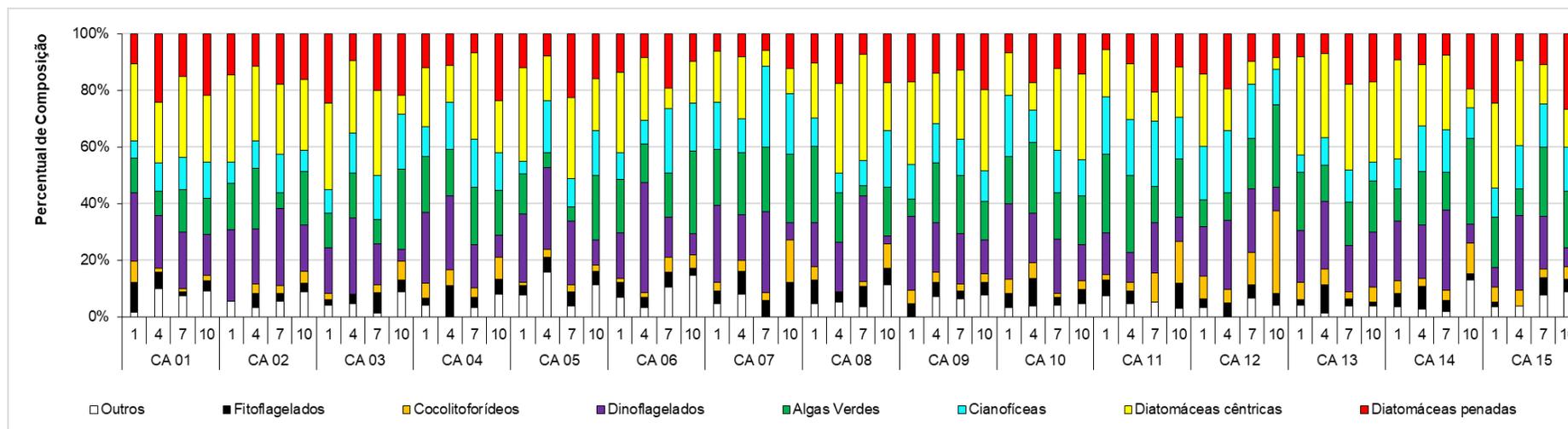


Figura 152: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Costa das Algas, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7, 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.5 SETOR SUL

2.5.1 Densidade Numérica

No Setor Sul, de uma maneira geral, durante o PMBA 1, a densidade numérica total do fitoplâncton aumentou da campanha 1 para a campanha 7 (primeira e segunda semestral, respectivamente) na profundidade de superfície nas estações GUA 01 e GUA 02, ocorrendo o contrário no fundo. Contudo, a mesma situação não foi notada para as estações VIX 01 e VIX 02, não evidenciando qualquer padrão. O valor máximo encontrado foi na superfície de VIX 02 na campanha 7 (segunda semestral de abril de 2019), que apresentou 1811×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$; em contraste com o mínimo de 216×10^3 organismos \cdot L $^{-1}$ no fundo de VIX 01 na campanha 1 (primeira semestral de outubro de 2018). Ainda assim, as densidades se mostraram maiores quando comparadas aos dados pré-desastre de estudo executado na região costeira do Espírito Santo -, sugerindo a manutenção de impacto crônico, que se relaciona com o alcance da pluma proveniente do rio Doce até o Setor, embora insignificante quando comparado aos Setores Abrolhos e Costa das Algas, que também englobam Unidades de Conservação, assim como a APA de Setiba inserida no Setor Sul (Figura 153 e Figura 154).

Dados pré-PMBA 1, referentes a abril de 2016, demonstraram maiores valores de densidade do fitoplâncton no fundo da coluna d'água para a maioria das estações do Setor Sul, exceto VIX 01, maior na superfície.

A tendência de maiores densidade no fundo da coluna d'água em abril de 2016 também foi observada nas estações GUA 01 e GUA 02 no monitoramento da campanha 7. Ao comparar máximos de densidade encontrados no monitoramento pré-PMBA 1 em abril de 2016 e campanha 7 do PMBA 1 (abril de 2019) com dados pré-desastre, observou-se valores 3,54 e 2,58 maiores, respectivamente, ao maior valor de densidade encontrado por CEPEMAR em 2003 (700 organismos \cdot mL $^{-1}$ em uma área correspondente as estações VIX 01 e VIX 02 (Figura 155).

Figura 153: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos \cdot L $^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

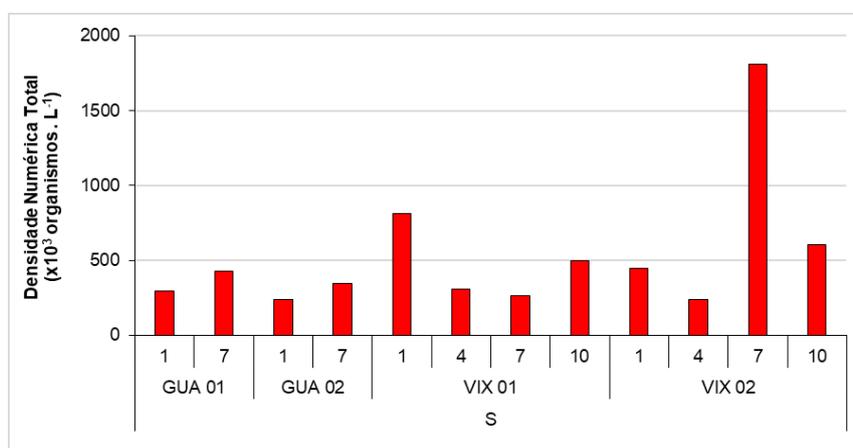


Figura 154: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

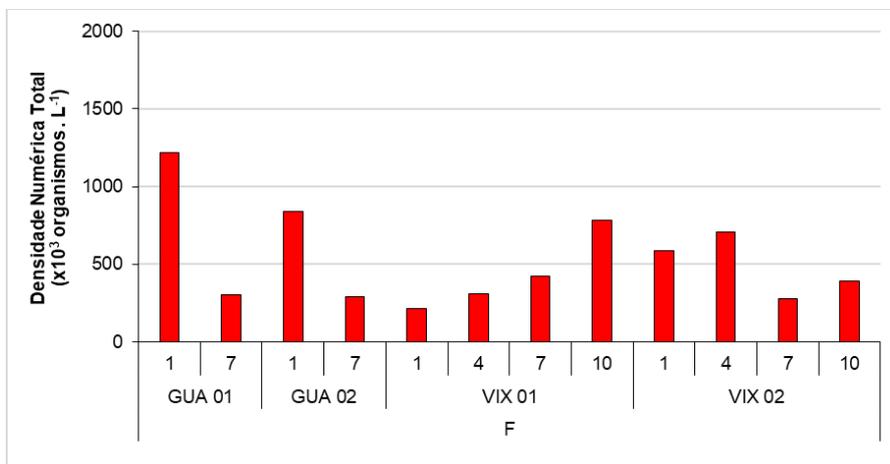
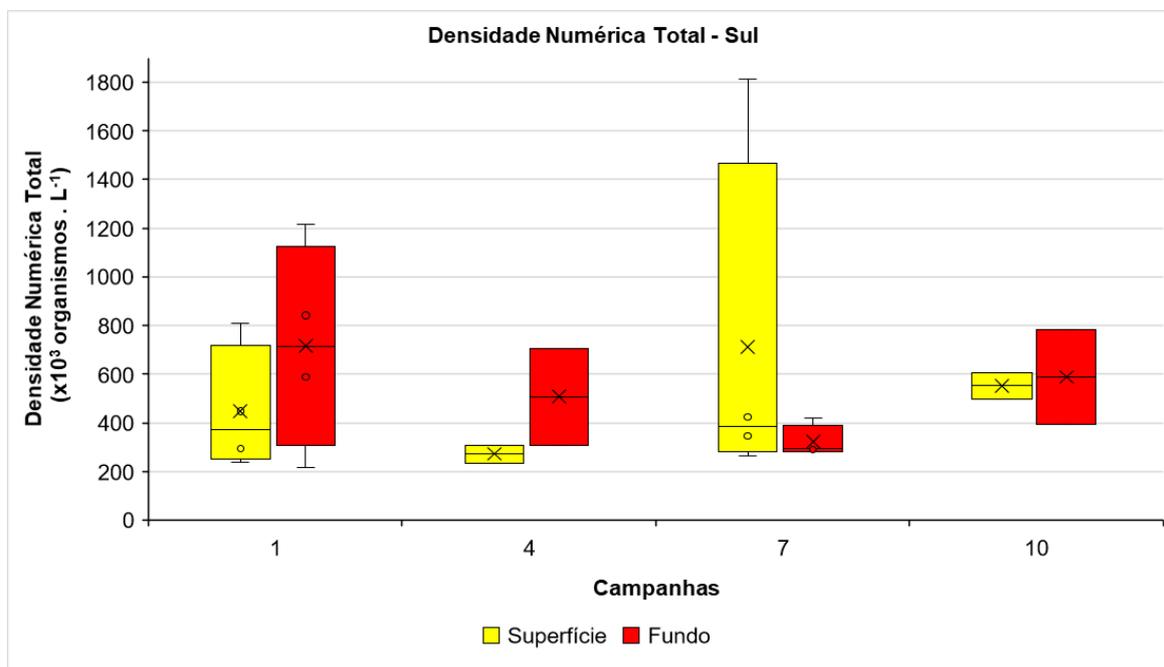


Figura 155: Variações da densidade numérica total do fitoplâncton ($\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$) na superfície e fundo das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



A Tabela 5 apresenta a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para o setor Sul nas campanhas de outubro de 2018 e janeiro, abril e julho de 2019.

Tabela 5: Estatística descritiva dos atributos do fitoplâncton: densidade total e da fração de tamanho (nanofitoplâncton e microfitoplâncton), ambos em $\times 10^3$ organismos $\cdot L^{-1}$; diversidade (bits \cdot organismo \cdot^{-1}); equabilidade; concentrações de clorofila-a ($\mu g\cdot L^{-1}$) e feopigmentos ($\mu g\cdot L^{-1}$) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) do setor Sul, monitorados nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

Campanha	Estatística Descritiva	Sul																			
		Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopigmentos			Clorofila ativa (%)			
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
1	Tamanho (n)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Mínimo	239	216	232	193	4	23	1,76	2,78	0,53	0,57	0,27	0,61	0,86	0,12	0,22	0,06	47,62	66,67	71,43	
	Máximo	811	1216	780	1151	31	193	4,24	4,34	0,86	0,93	0,78	1,57	1,37	0,40	0,36	0,46	83,33	85,71	92,86	
	Média	448	715	433	631	14	84	3,18	3,70	0,77	0,78	0,56	0,91	1,08	0,30	0,29	0,29	65,39	74,41	79,83	
	Desvio Padrão	258	421	248	397	12	75	1,04	0,71	0,16	0,15	0,22	0,45	0,23	0,12	0,06	0,17	14,60	9,40	9,44	
	Erro Padrão	129	211	124	198	6	37	0,52	0,35	0,08	0,08	0,11	0,23	0,12	0,06	0,03	0,08	7,30	4,70	4,72	
4	Tamanho (n)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Mínimo	236	309	232	236	4	4	3,18	3,58	0,80	0,76	0,14	0,35	0,13	0,00	0,00	0,19	50,00	64,29	50,00	
	Máximo	309	707	259	703	50	73	3,65	4,13	0,80	0,84	0,66	0,65	0,93	0,00	0,35	0,47	100,00	100,00	66,33	
	Média	272	508	245	469	27	39	3,41	3,86	0,80	0,80	0,40	0,50	0,53	0,00	0,18	0,33	75,00	82,15	58,17	
	Desvio Padrão	52	281	19	330	33	49	0,33	0,39	0,00	0,05	0,37	0,21	0,57	0,00	0,25	0,20	35,36	25,25	11,55	
	Erro Padrão	37	199	14	234	23	35	0,24	0,27	0,00	0,04	0,26	0,15	0,40	0,00	0,18	0,14	25,00	17,86	8,17	
7	Tamanho (n)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Mínimo	262	280	253	262	4	8	2,22	3,45	0,45	0,75	0,00	0,13	0,00	0,00	0,55	0,37	0,00	35,71	0,00	
	Máximo	1811	421	1807	340	19	81	4,07	3,90	0,88	0,87	0,78	0,27	0,13	0,84	1,07	1,22	50,00	50,00	35,71	
	Média	711	323	700	293	12	30	3,02	3,62	0,69	0,82	0,19	0,17	0,03	0,60	0,76	0,64	12,50	46,43	8,93	
	Desvio Padrão	736	66	741	33	7	35	0,93	0,20	0,23	0,05	0,39	0,07	0,07	0,40	0,25	0,40	25,00	7,14	17,86	
	Erro Padrão	368	33	371	17	3	17	0,47	0,10	0,11	0,03	0,19	0,03	0,03	0,20	0,13	0,20	12,50	3,57	8,93	
10	Tamanho (n)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Mínimo	498	394	371	375	127	19	3,33	3,20	0,72	0,73	0,77	0,63	0,38	0,19	0,10	0,34	71,43	65,48	53,57	
	Máximo	606	784	440	657	166	127	4,38	4,56	0,88	0,85	1,02	0,71	0,59	0,41	0,43	0,34	78,57	85,71	64,29	
	Média	552	589	405	516	147	73	3,85	3,88	0,80	0,79	0,89	0,67	0,49	0,30	0,26	0,34	75,00	75,60	58,93	
	Desvio Padrão	76	276	49	199	27	76	0,75	0,96	0,11	0,09	0,18	0,05	0,15	0,15	0,23	0,00	5,05	14,31	7,58	
	Erro Padrão	54	195	35	141	19	54	0,53	0,68	0,08	0,06	0,13	0,04	0,10	0,11	0,16	0,00	3,57	10,12	5,36	

2.5.2 Classes de Tamanho

Ainda que haja predomínio da fração nanofitoplânctônica em todo o Setor Sul, durante o período de amostragem de outubro de 2018 (campanha 1) até julho de 2019 (campanha 10), foi possível observar que, durante as campanhas 1 e 7, (semestrais - em outubro de 2018 e abril de 2019, respectivamente) a participação da porção microfitoplânctônica foi maior nas estações mais costeiras (GUA 01 e VIX 01) e menor nas estações mais distantes da costa (GUA 02 e VIX 02), em superfície.

Porém, na campanha 10, é visível um aumento, em superfície, da porção microfitoplânctônica na composição da comunidade da estação VIX 01 (26%) para VIX 02 (27%), ou seja, da estação mais costeira para a mais distante da costa. Sincronicamente, como será visto mais adiante, nesse período houve o aumento da contribuição das Diatomáceas na densidade numérica de grupos, que possuem tamanhos variados, contudo, mais abundantes na faixa do microfitoplâncton (Figura 156 e Figura 157).

Figura 156: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 μm) e microfitoplâncton (20-200 μm) das estações amostrais na superfície (S) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

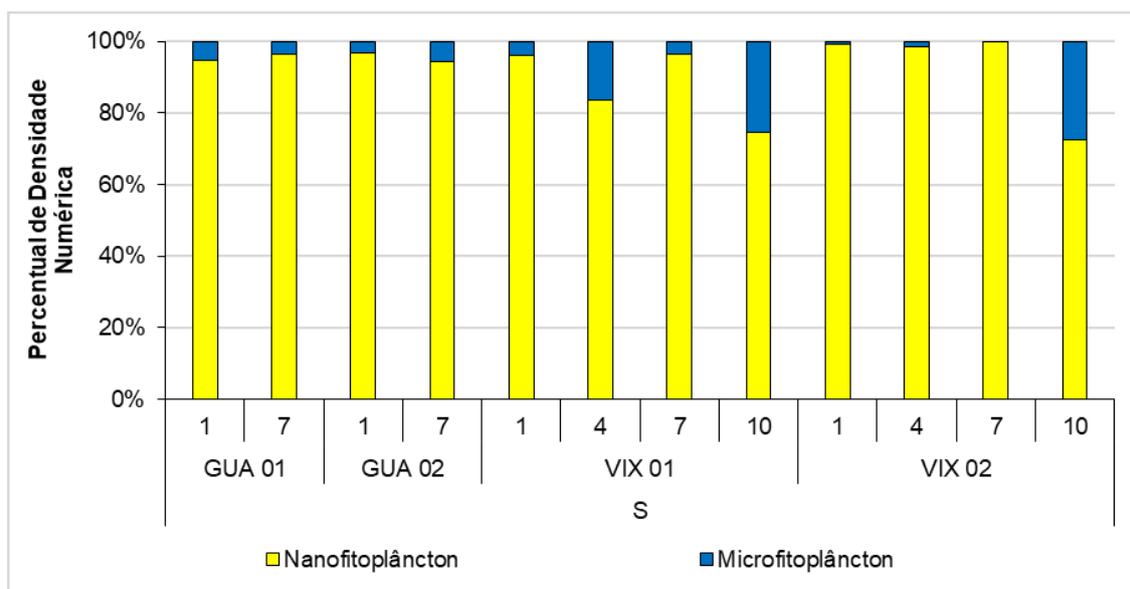
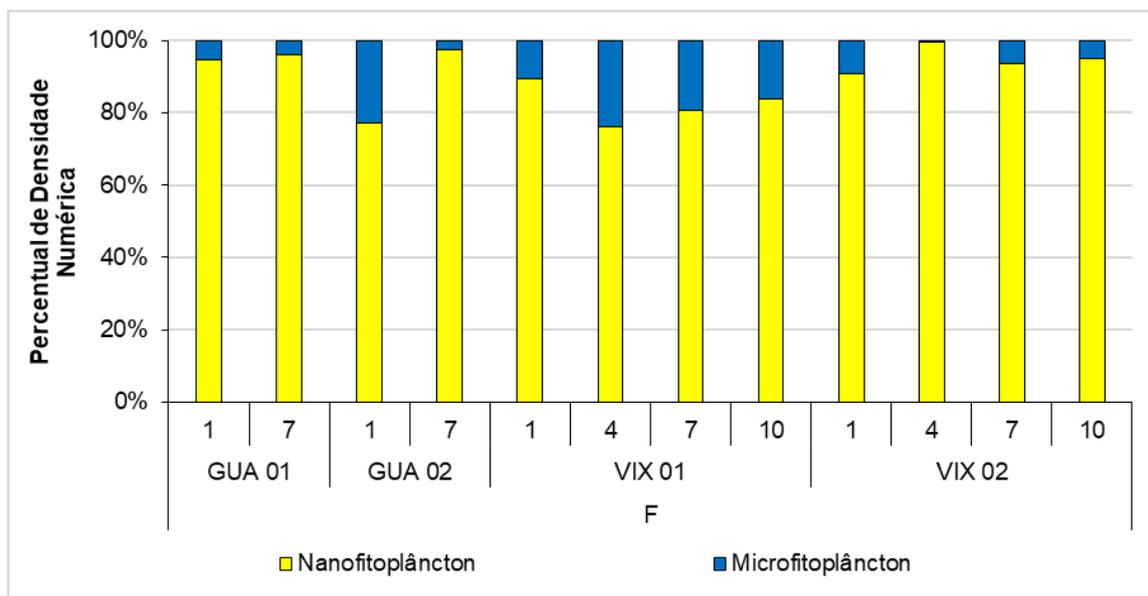


Figura 157: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais no fundo (F) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.5.3 Composição Quantitativa

Em relação ao percentual de densidade numérica dos grupos, observou-se em praticamente todas as amostras grandes contribuições das Cianofíceas e Algas Verdes, estas preponderaram sobre aquelas nas estações GUA 01 e GUA 02 na superfície e fundo, exceto no mês de abril de 2019 (campanha 7) com contribuições de 13% e 14% no fundo e superfície do GUA 01. Observou-se para as Diatomáceas contribuições em grande parte das amostras do fundo da coluna d'água, porém, foi notória maior representação na superfície das estações VIX 01 e VIX 02 na campanha 10, que se refletiu em uma maior contribuição do microfitoplâncton nessa profundidade. Com relação aos grupos Haptophytas, Outros e Fitoflagelados, também se observou uma contribuição em grande parte das amostras do fundo da coluna com as Haptophytas apresentando contribuições reduzidas ou quase ausentes na superfície de GUA 01, GUA 02 e VIX 02 (Figura 158 e Figura 159).

Figura 158: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na superfície (S) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

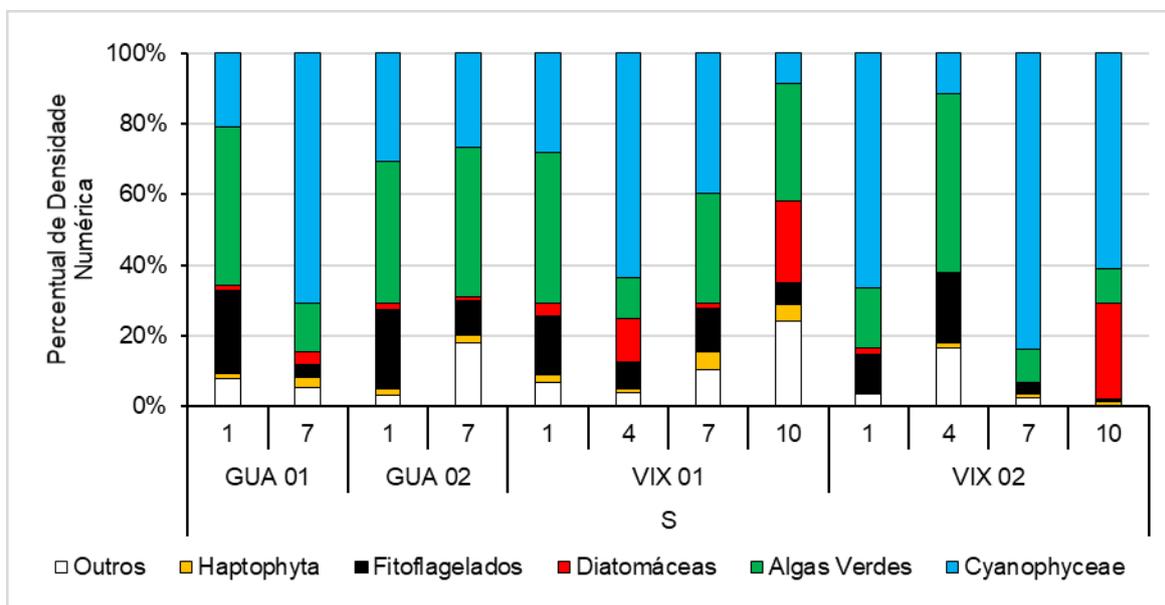
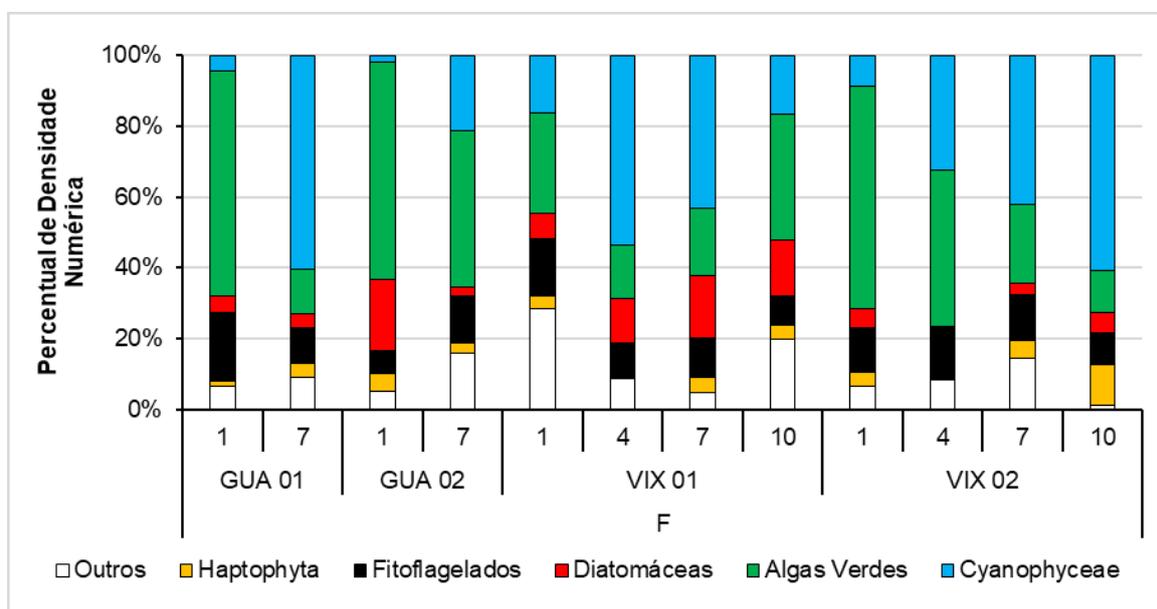


Figura 159: Composição quantitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais no fundo (F) do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.5.4 Biomassa (Clorofila-a) e Feopigmentos

Em termos gerais, com relação à biomassa em clorofila-a, os maiores valores foram observados durante a campanha 1, com os valores máximos, $1,57 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $1,37 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, ocorrendo em VIX 02 nas profundidades meio e fundo, respectivamente.

Houve uma propensão de maior concentração de clorofila-a na estação mais distante da costa para as estações da APA de Setiba, localizada em Guarapari-ES (GUA 02). A mesma situação foi constatada entre VIX 01 e VIX 02 apenas para a primeira campanha semestral (campanha 1) nas três profundidades. É possível observar que na campanha 7 (segunda semestral), tanto em superfície quanto no fundo, ocorreram concentrações de clorofila-a abaixo do limite de detecção nas estações de Guarapari (GUA 01 e GUA 02) e em VIX 02 (Figura 160, Figura 161 e Figura 162).

Com relação à concentração de feopigmentos, foi perceptível um aumento na amostragem da campanha 7 em quase todas estações e profundidades, ao se comparar as duas campanhas semestrais, o que indica uma diminuição da saúde fisiológica da comunidade fitoplanctônica. Na profundidade de fundo, as concentrações de feopigmentos apresentaram pouca variação temporal nas estações de Vitória-ES (VIX 01 e VIX 02), mostrando uma predisposição de aumento na estação mais próxima à costa em GUA 01 quando equiparada à GUA 02.

Entretanto, apesar da falta de um padrão espaço-temporal das concentrações de clorofila-a e feopigmentos, é notável que há uma queda da clorofila ativa, principalmente na campanha 7 (semestral - abril de 2019), quando a clorofila-a chegou abaixo do limite de detecção em várias estações e profundidades. A clorofila ativa esteve acima de 95% na superfície de VIX 01 e no meio de VIX 02 na campanha 4 (em janeiro de 2019)

Observando as médias dos pigmentos para o Setor Sul, a maior biomassa foi observada em outubro de 2018 (campanha 1), a clorofila ativa se apresentou mais elevada em janeiro de 2019 (campanha 4) e ocorreu um aumento dos feopigmentos em abril de 2019 (campanha 7) (Figura 163, Figura 164 e Figura 165).

Com relação à concentração de feopigmentos, foi perceptível um aumento na amostragem da campanha 7 em quase todas estações e profundidades, ao se comparar as duas campanhas semestrais, o que pode indicar uma diminuição da saúde fisiológica da comunidade fitoplanctônica. Esta redução poderia estar associada a estratificação térmica da coluna d'água. Entretanto, apesar da falta de um padrão espaço-temporal das concentrações de clorofila-a e feopigmentos, é notável que há uma queda da clorofila ativa, principalmente na segunda campanha semestral de abril de 2019 (campanha 7), quando o parâmetro chegou abaixo do limite de detecção em várias estações e profundidades.

Era esperado que as estações de Guarapari fossem mais saudáveis em relação à comunidade fitoplanctônica uma vez que um deles está dentro da APA de Setiba e ambos são menos influenciados

por poluição do que as estações de Vitória, que têm população consideravelmente mais densa. Mas isso não ocorreu quando consideramos clorofila ativa e feopigmentos.

Houve a ocorrência de uma tempestade tropical no dia 26/03/2019, em alto mar, na altura da cidade de Linhares (ES). No dia 27/03/2019 ela enfraqueceu, dissipando-se no dia 28/03/2019.

Passagem de tempestades induzem fortes ventos terrestres e chuvas fortes, produzindo descarga substancial de água doce e redução da salinidade. O primeiro efeito é aumento na abundância na comunidade fitoplânctônica (ANGLES et al., 2015). Em geral, os níveis de nutrientes (nitrito, fosfato, silicato e amônio) diminuem ao longo do evento enquanto há aumento na concentração de clorofila e crescimento do fitoplâncton, sugerindo que a tempestade tornou os nutrientes disponíveis e proporcionou o crescimento do fitoplâncton (JOHNSON, 2009). Vimos que a coleta emergencial em Vitória apresentou dados altos em relação à clorofila (10 a 300 x os valores monitorados anteriormente – é preciso levar em consideração que não são os mesmos pontos monitorados anteriormente VIX 01 e VIX 02 e que são pontos ainda mais rasos) e indícios de bloom de dinoflagelados (amostras analisadas superficialmente). ANGLES et al. (2015) também encontraram aumento de dinoflagelados após a passagem de um ciclone, eles associaram isto estatisticamente a entrada de água doce. Os dados de nutrientes para estas amostras ainda não foram analisados, e só com os dados de mineralogia poderia se dizer se o rejeito estava presente e se poderia haver alguma relação com o evento de bloom e o rejeito. É importante considerar que Vitória é uma região densamente povoada e com vários impactos desde esgoto doméstico, industrial e impacto de mineração devido ao complexo portuário de Tubarão, ou seja, localmente já há bastante distúrbios antrópicos que perturbam a qualidade da água.

O trabalho de PEIERLS et al. (2003) sugere que os efeitos de aumento de nutrientes voltam ao nível anterior da tempestade ou furacão logo após, porém a clorofila e a salinidade levam meses e as mudanças na comunidade fitoplanctônicas podem durar vários anos. Isto não pareceu ocorrer no monitoramento ao analisarmos os dados de clorofila-a.

Figura 160: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

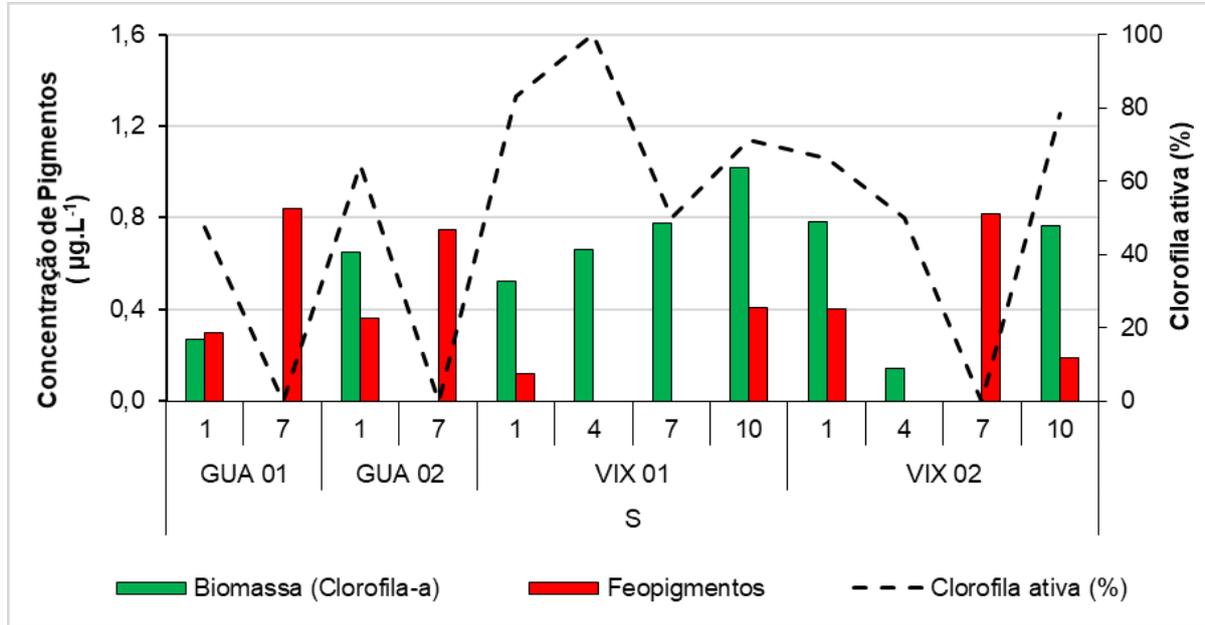


Figura 161: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no meio (M) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

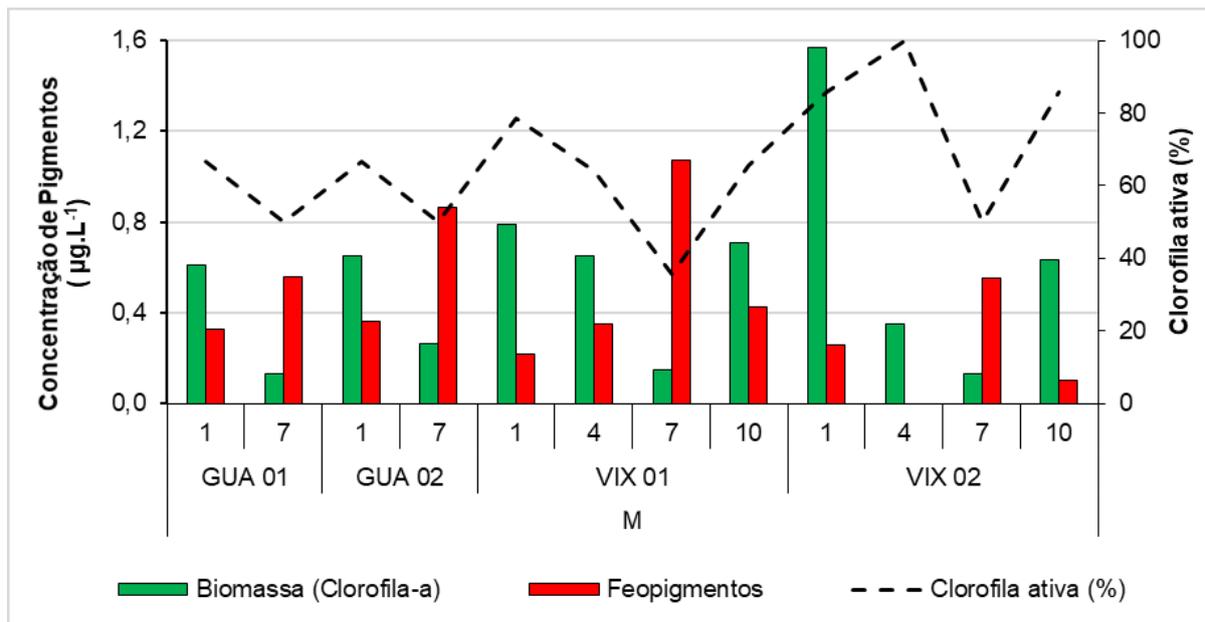


Figura 162: Variações das concentrações de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), feopigmentos ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) e clorofila ativa (%) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

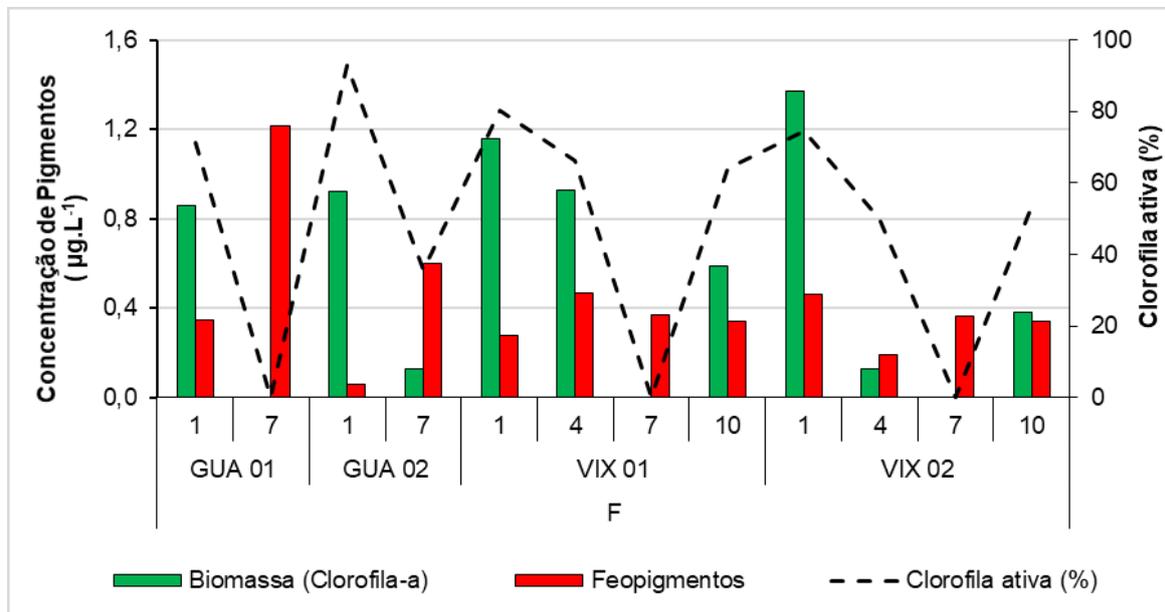


Figura 163: Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) da biomassa (clorofila-a) em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

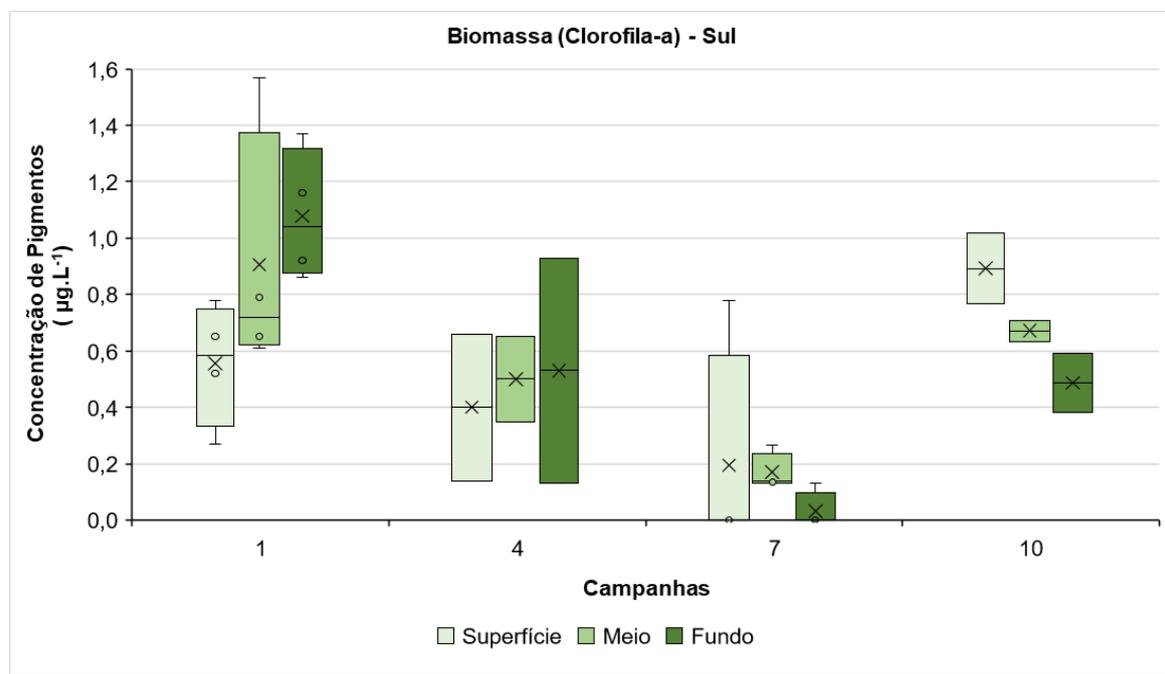


Figura 164:Concentrações médias ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) de feopigmentos em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas de 1, 4 ,7 e 10(outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

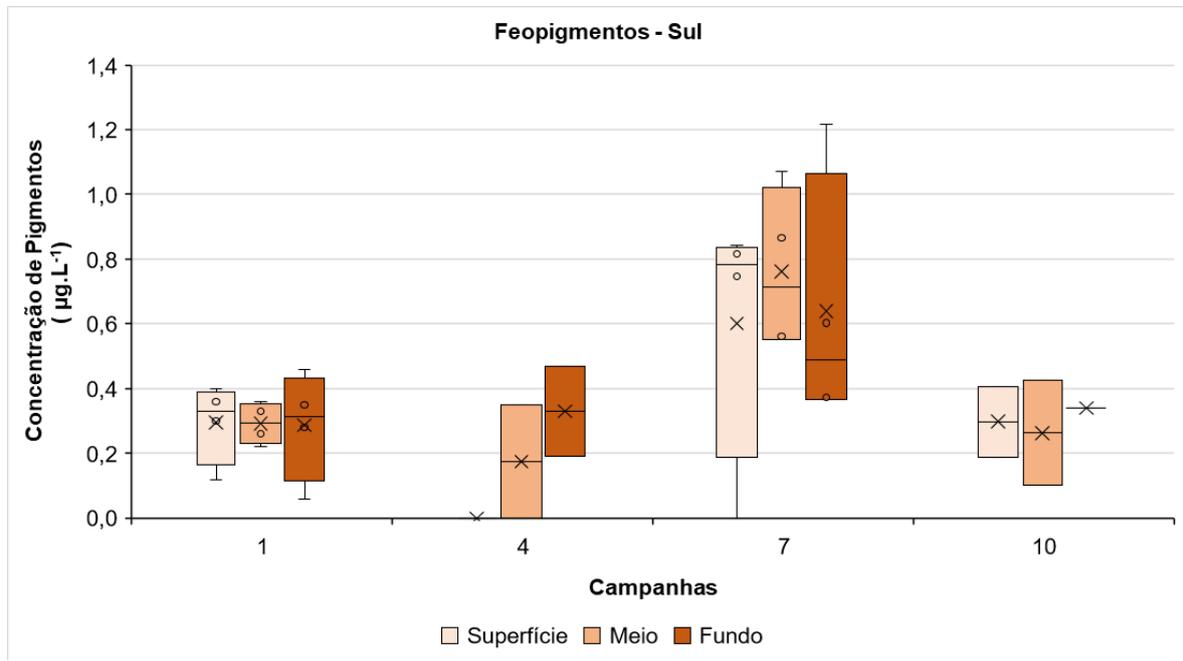
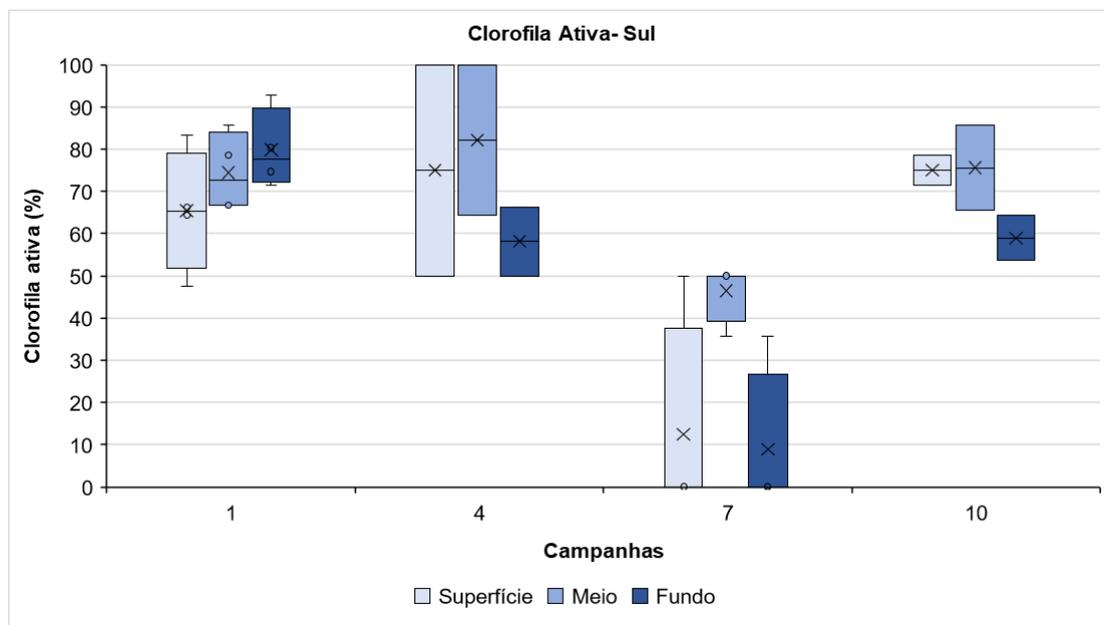


Figura 165:Concentrações médias (%)de clorofila ativa em superfície, meio e fundo do setor Sul nas campanhas 1, 4 ,7 e 10(outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



2.5.5 Equabilidade e Diversidade Específica

No Setor Sul, a diversidade foi um fator com menores flutuações ao longo do PMBA 1, e se manteve acima de 1,76 bits•organismo⁻¹ (superfície de VIX 02, na campanha 1) tanto na superfície quanto no fundo, com um máximo de 4,56 bits•organismo⁻¹ no fundo de VIX 01 (campanha 7), não sendo perceptível um padrão espacial nem temporal. Ademais, foi constatado índices de diversidade elevados quando comparados ao registro de Moser et al. (2014) no norte do Rio de Janeiro (máximo de 2,48 bits•organismo⁻¹) e semelhantes aos dados pré-desastre de estudos anteriores do LabFito na porção sul da Bacia do Espírito Santo (mínimo de 1,46; máximo de 4,65 e média de 2,5 bits•organismo⁻¹), característico de áreas costeiras (DE SOUZA, 2010) (Figura 166, Figura 167, Figura 168 e Figura 169).

Acompanhando essa tendência, a equabilidade (equilíbrio numérico entre espécies) também apresentou menor flutuação de valores ao longo do monitoramento, e se manteve acima de 0,45 (campanha 7 em VIX 02, superfície). Assim como foi notado em relação à diversidade, os maiores valores ocorreram em VIX 01 em ambas profundidades, com 0,88 em superfície e 0,93 no fundo.

Figura 166: Variações da equabilidade na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

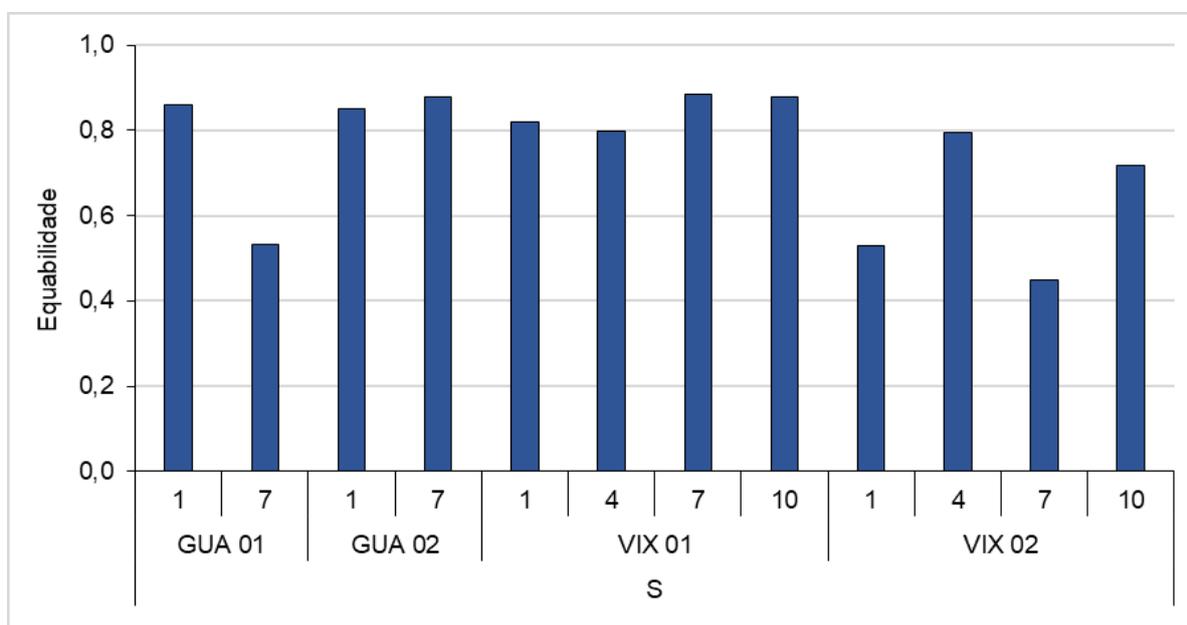


Figura 167: Variações da equabilidade no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

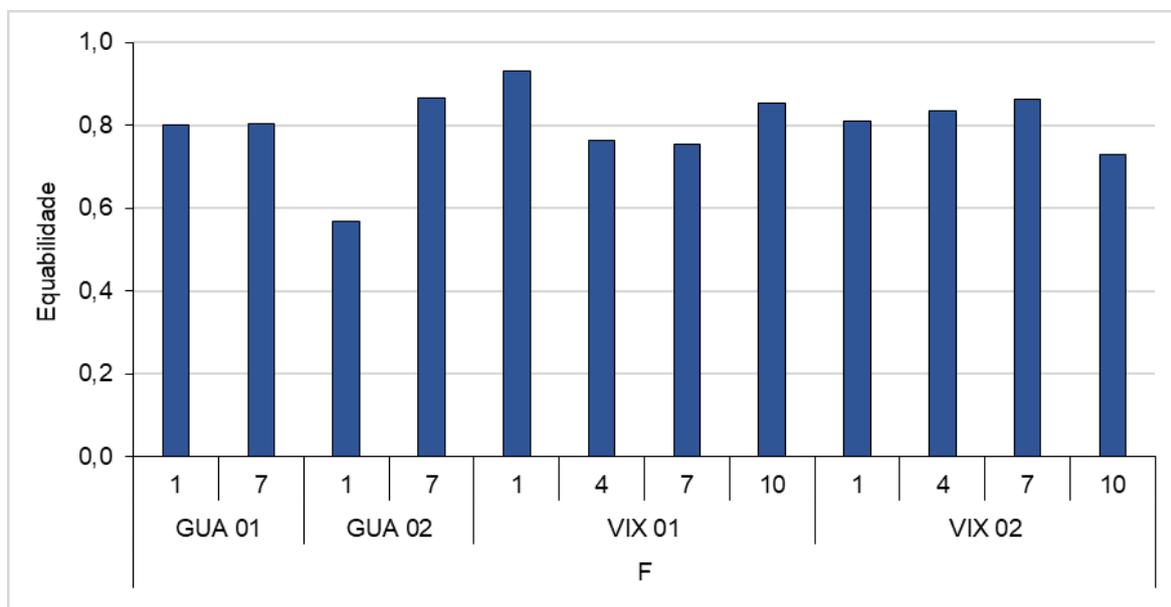


Figura 168: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) na superfície (S) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).

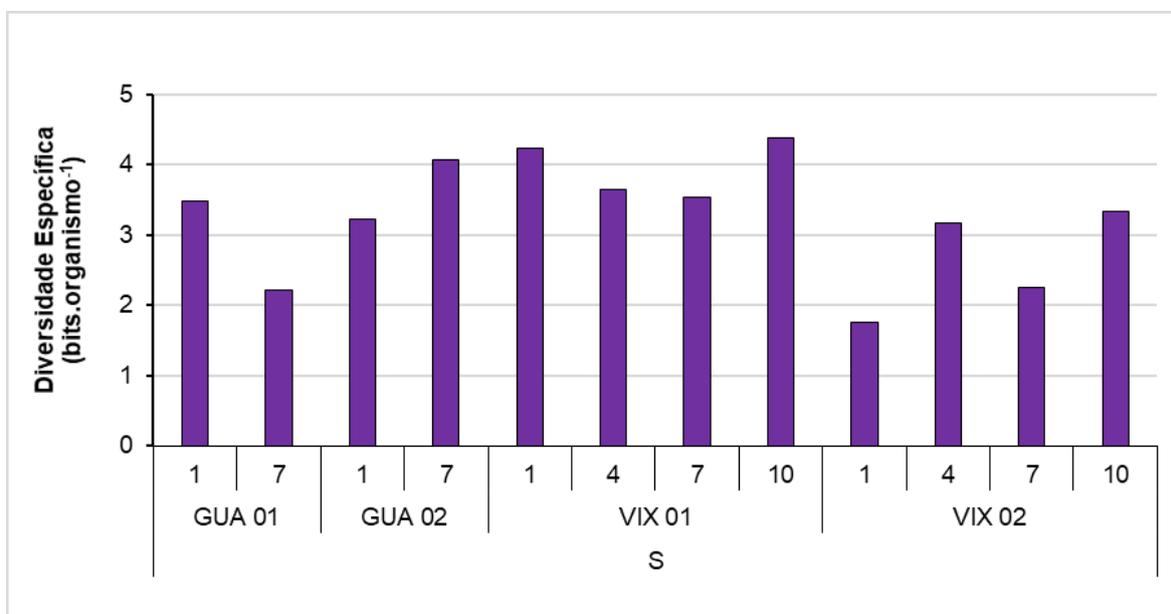
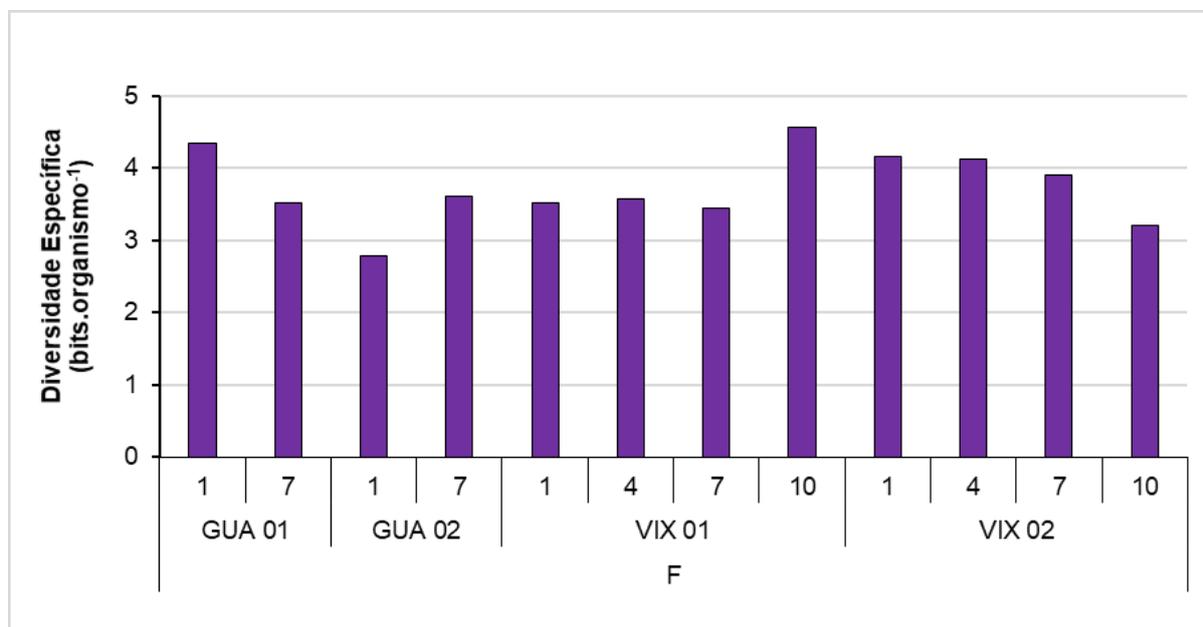


Figura 169: Variações da diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$) no fundo (F) das estações amostrais do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



WANG E ZHAO (2008) detectaram aumento na concentração de clorofila, e formação de blooms, após a passagem do furacão Gonu. Foi observado um bloom de larga escala, detectado com amostras in situ e confirmado por imagem de satélite da diatomácea *Proboscia alata* na coleta após o evento de Iba. ANGLES et al. (2015) também detectaram aumento de diatomáceas após uma tempestade tropical, porém em sua região o gênero encontrado foi *Thalassiosira*.

2.5.6 Número de táxons e Composição Qualitativa

No setor Sul, considerando somente os organismos identificados à nível de Gênero e de Espécie, foram obtidos, através das análises qualitativas, 268 taxa pertencentes a 14 Classes taxonômicas diferentes. Do total de organismos identificados, 80 pertencem à Classe Bacillariophyceae, 51 pertencem à Classe Dinophyceae, 41 à Classe Mediophyceae, 34 à Classe Coscinodiscophyceae, 21 à Classe Chlorophyceae, 17 à Classe Cyanophyceae, 5 às Classes Chlorodendrophyceae e Pyramimonadophyceae cada, 4 às Classes Trebouxiophyceae e Euglenophyceae cada, 3 à Classe Pedinophyceae e 1 às Classes Nephrophyceae, Conjugatophyceae (Zygnematophyceae) e Mesostigmatophyceae cada (APÊNDICE 1).

Foram registrados 370 táxons nas quatro estações de coleta amostradas nas Campanhas 1 (outubro de 2018) e 7 (abril de 2019) para as estações de Guarapari (GUA 01 e GUA 02) e nas Campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019) para as estações de Vitória (VIX 01 e VIX 02), levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os identificados à nível de espécie ou gênero. O maior número de táxons foi observado em

VIX 02 (92) na Campanha 7 e em VIX 01 (89) na Campanha 10. O menor valor (52) ocorreu em GUA 02 na Campanha 1 (Figura 170).

Na composição qualitativa do fitoplâncton deste setor, nota-se que as contribuições do grupo das Diatomáceas foram maiores em VIX 01 nas Campanhas 4, 7 e 10. A Campanha 1 apresentou maiores contribuições do grupo Algas verdes e dos Dinoflagelados que alternaram entre si a maior contribuição nas estações amostradas nesta campanha (Figura 171).

A espécie *Dinophysis caudata* (Dinophyceae) e o gênero *Chlorella* sp. foram os táxons mais frequentes, estando presente em 100% das estações nas 4 campanhas realizadas para as estações VIX 01 e VIX 02 e nas duas estações realizadas em GUA 01 e GUA 02. Com frequência de ocorrência acima de 80% nas estações do setor destacam-se as espécies *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae), *Protoperidinium grande* e *Tripos furca* (Dinophyceae) e os gêneros *Synechocystis* sp. e *Synechococcus* sp. (Cyanophyceae).

Figura 170: Média e número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas das campanhas 1 (outubro de 2018), 4 (janeiro de 2019), 7 (abril de 2019) e 10 (julho de 2019), durante o PMBA 1.

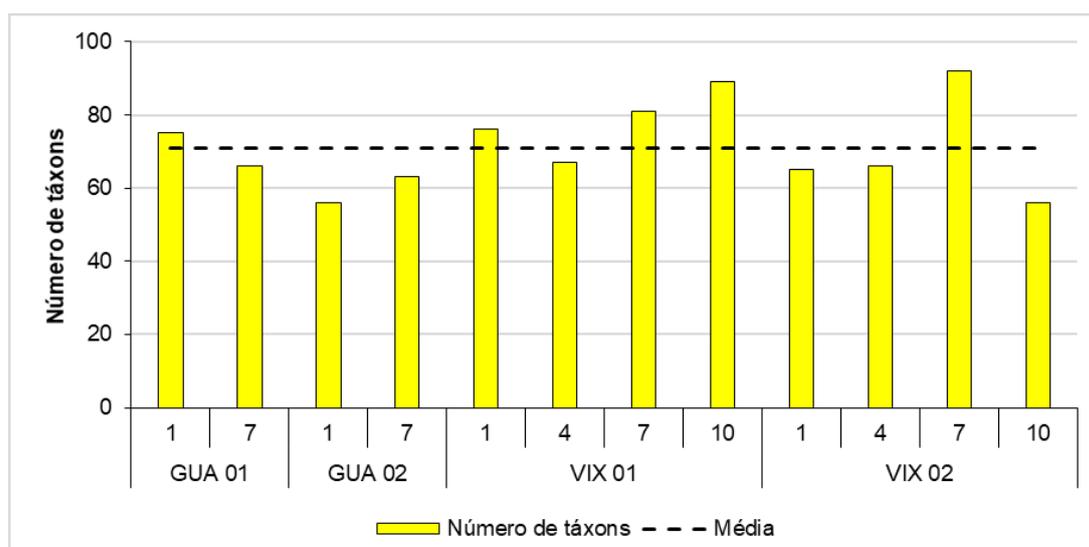
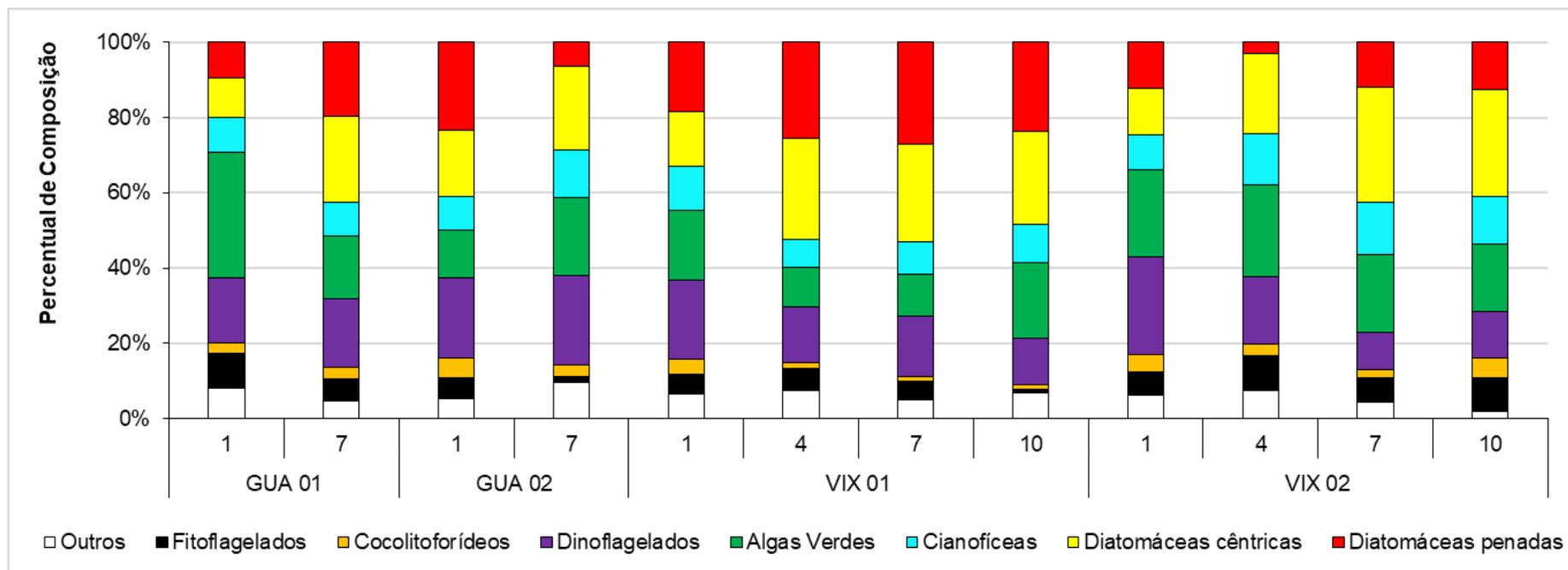


Figura 171: Composição qualitativa (%) dos grupos do fitoplâncton das estações amostrais na subsuperfície do setor Sul, durante o PMBA 1, campanhas 1, 4, 7 e 10 (outubro de 2018, janeiro, abril e julho de 2019, respectivamente).



3 DISCUSSÃO INTEGRADA

- A Plataforma adjacente ao rio Doce teve sua condição oligotrófica alterada pelo impacto agudo da lama de rejeito, uma vez que o ecossistema apresentou alterações nas condições físico-químicas, físicas, químicas e biológicas, através da incorporação de ferro, que é um nutriente limitante no mar e elemento essencial na síntese do pigmento principal do fitoplâncton: a clorofila-a.
- **Impacto agudo (início pré-PMBA 1) após o input da lama no mar:** o primeiro efeito foi um aumento da densidade (abundância) numérica de organismos de cinco (novembro/2015) a dez vezes (janeiro/2016) em relação à abundância registrada em projeto pretérito (AMBES-pré-desastre) e da biomassa em clorofila-a. Tal efeito provavelmente foi provocado pela absorção de nutrientes e do ferro dissolvido oriundos do escoamento da lama e demais compostos presentes no rio Doce no sistema estuarino-marinho.
- Adiante ao efeito incrementador, a comunidade fitoplanctônica, constituída majoritariamente por cianobactérias e algas verdes nanofitoplanctônicas (até 19 μm), apresentou declínio da saúde fisiológica indicado pelo aumento da senescência celular através da elevada concentração de feopigmentos (ou feofitina), que é um produto de degradação da clorofila-a; assim como pelo declínio da clorofila ativa em várias estações amostrais.
- A senescência do fitoplâncton provocou a redução drástica da elevada abundância dos organismos até abril de 2016, após o efeito de explosão populacional, com flutuações da densidade ao longo da fase caracterizada como crônica, porém, ainda com densidades anormais e superiores aos dados pretéritos, sempre caracterizados pelos mesmos grupos fitoplanctônicos, que se alternaram em termos de importância ao longo do monitoramento. Os grupos citados apresentam alta taxa de reprodução, são mais resistentes às intempéries ambientais, e são comuns e abundantes em comunidades biológicas recém-perturbadas, indicando instabilidade ambiental por estar em reinício de sucessão ecológica. Há que se ressaltar que muitos espécimes são provenientes do sistema flúvio-estuarino carregados com o aumento da vazão hidráulica.
- Ademais, o aumento de turbidez (impacto de primeiro grau) e a presença de elementos tóxicos existentes na lama do rejeito provavelmente influenciaram no processo fotossintético, na saúde fisiológica do fitoplâncton, na abundância e diversidade em termos de composição, uma vez que espécimes frágeis como os cocolitoforídeos, grupo essencialmente planctônico e marinho, pertencente ao Filo Haptophyta, além dos dinoflagelados e diatomáceas marinhas tiveram redução drástica na fase aguda quando comparado aos dados pretéritos, cuja contribuição era expressiva nas águas costeiras desta área. Impactos sobre o fitoplâncton causam drásticas alterações no fluxo de energia e biomassa ao longo da teia trófica.
- De abril de 2016 até o período atual, de um modo geral, as médias dos valores de feopigmentos foram inferiores aos de clorofila-a na maioria das profundidades, demonstrando

a sustentação da comunidade fitoplanctônica, evento confirmado pelo aumento da clorofila ativa, que marcou o fim da fase de impacto agudo e início da fase de impacto crônico.

- **Impacto crônico após o input da lama no mar:** as médias das concentrações de clorofila-a em sua maioria foram iguais ou inferiores aos dados pretéritos, desde a Campanha 1 (outubro/2018) até a Campanha 12 (setembro/2019), o que indica que a comunidade apesar de ainda alterada, esteve fisiologicamente estável nos doze meses monitorados no PMBA1 e se sustentou no período de impacto crônico. Este foi um período de instabilidade e mudanças temporais contínuas, com aumentos e reduções da densidade numérica e da biomassa da comunidade e alteração no estado fisiológico, refletindo-se em grandes variações da proporção clorofila-a/feopigmentos. As causas foram as mesmas do efeito agudo, mas desta vez causados por possíveis processos de ressuspensão do rejeito acumulado no sedimento, assim como a lixiviação do rejeito acumulado no leito fluvial, carregado ao ambiente marinho pelos processos de aumento de vazão hidrológica. Vale ressaltar que os efeitos causados pela ressuspensão do sedimento estão relacionados com mudanças nos processos naturais de circulação de correntes horizontais e verticais. As alterações na comunidade fitoplanctônica se estendem conforme a Hipótese do Distúrbio Intermediário (IDH), que indica um contínuo processo de reinício de sucessão da comunidade.
- Substituição de espécies mais frágeis, mas de grande ocorrência em águas tropicais, como os coccolitoforídeos (grupo pertencente ao Filo Haptophyta), por espécies oportunistas (r-estrategistas), e representam comunidades jovens recém-perturbadas (pioneiras), caso das cianobactérias e clorofíceas unicelulares.
- Presença de florações de cianobactérias de espécimes cocóides (esféricas/ovaladas) pertencentes à fração nanofitoplanctônica como as espécies de *Synechococcus* spp., *Synechocystis* spp. encontradas nas amostras quantitativas e da cianobactéria filamentosa do Gênero *Trichodesmium* spp. nas amostras qualitativas. Os organismos cocóides nanofitoplanctônicos observados ao longo de todo monitoramento apresentam alta relação superfície/volume e grande atividade metabólica, que proporcionam vantagem competitiva na assimilação por nutrientes.
- REYNOLDS (2006) e KAISER et al. (2005) indicam que um processo de não recuperação em curto ou médio prazo pode indicar uma aplicação ao fitoplâncton marinho da Hipótese do Distúrbio Intermediário (IDH), a qual defende que sob circunstâncias de um distúrbio repetido várias vezes, não se permite um processo de recuperação ou sucessão progressiva, pois a repetição do distúrbio provoca uma interrupção no processo de recuperação e retorno às condições verificadas logo após este distúrbio. Isso mostraria não um processo de recuperação/sucessão verdadeiro, mas um processo em que uma mudança não se completaria, pois ocorreria uma reversão causada por uma repetição do distúrbio.
- Em relação ao PMBA1, as médias das concentrações de clorofila-a em sua maioria foram iguais ou inferiores aos dados pretéritos, desde a Campanha 1 até a Campanha 12, o que

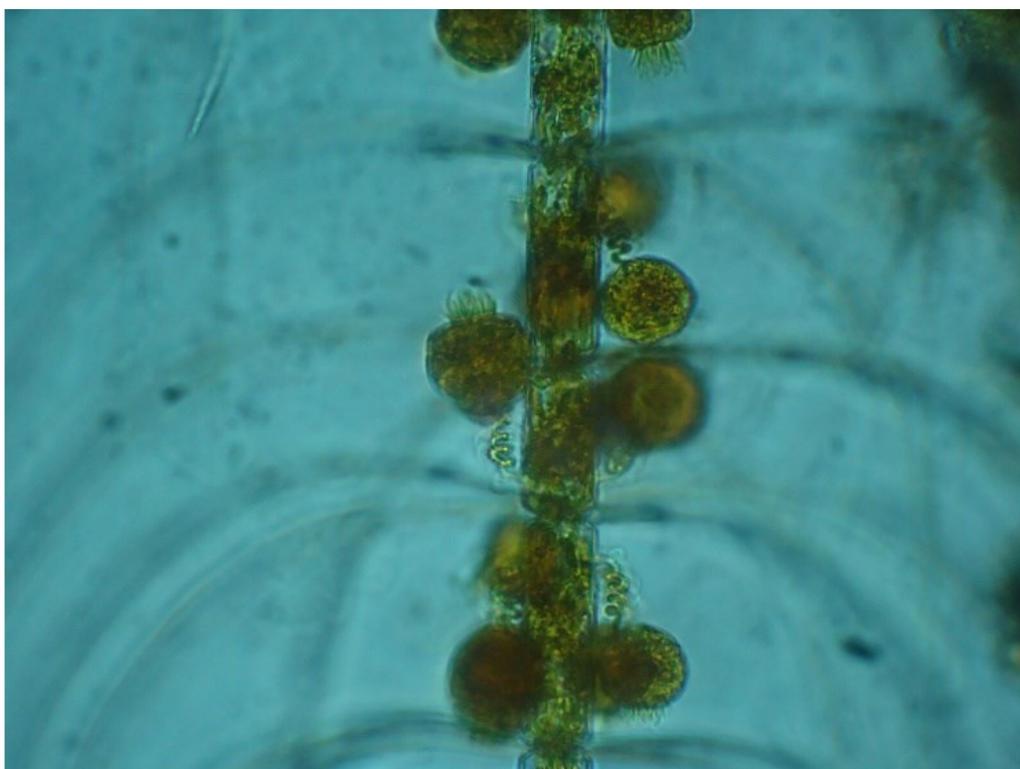
indica que a comunidade apesar de ainda alterada, esteve fisiologicamente estável nos doze meses monitorados e se sustentou no período de impacto crônico.

- **Na campanha 4** (trimestral 1 – janeiro/2019) houve possível floração das espécies *Trichodesmium erythraeum*, *Trichodesmium thiebautii* e *Synechocystis* spp. A estratificação térmica pode favorecer a ocorrência das cianobactérias, principalmente em locais com distúrbios ambientais, uma vez que as espécies mais sensíveis acabam sendo eliminadas. Tal distúrbio sobre a comunidade fitoplanctônica foi comprovado nesta campanha através da observação de dois panoramas: enquanto algumas estações dos setores Norte e Foz Norte foram caracterizados pela menor densidade, diversidade, equabilidade, pigmentos fotossintéticos e maior contribuição de cianobactérias; as estações da Foz Central e Foz Sul demonstraram contribuições maiores do microfitoplâncton em alguns locais, com predominância quantitativa do grupo das Algas Verdes na Foz Central e das diatomáceas em uma estação da Foz Sul, na qual também apontou elevada concentração de clorofila-a.
- Os parâmetros atualmente utilizados para avaliação da comunidade fitoplanctônica, como densidade numérica, biomassa em clorofila-a, clorofila ativa (relação clorofila-a / feopigmentos e composição quantitativa e qualitativa) tem se mostrado muito eficientes para avaliação das mudanças na comunidade e devem ser mantidos. Outros parâmetros como as variações na penetração de luz, variações nas taxas de fotossíntese e na eficiência fotossintética das algas fitoplanctônicas seriam importantes para melhorar a avaliação dos efeitos sobre o estado fisiológico da comunidade.
- A margem continental leste, onde se encontram os pontos do monitoramento, corresponde a um sistema oligotrófico devido à influência da Corrente Sul Equatorial e suas derivadas, especialmente a Corrente do Brasil, caracterizando-se por baixas concentrações de nutrientes e biomassa em termos de clorofila-a, e baixas taxas de produtividade primária (EKAU E KNOPPERS, 1999).
- Oceanos tropicais são geralmente considerados oligotróficos devido à grande estratificação térmica proporcionada pela alta incidência de insolação, que inibe a ressurgência de águas próximas ao fundo, o que faz o fluxo vertical de nutrientes ser limitado entre as camadas e, conseqüentemente, apresentar baixa produtividade primária (LONGHURST E PAULY, 2007). A parte superior da coluna d'água, acima da termoclina, é conhecida como camada de mistura. É nesta onde ocorrem as trocas de calor entre o oceano e atmosfera e onde há mistura turbulenta, devido a ação principalmente dos ventos. Abaixo da termoclina, temos uma camada mais fria que recebe matéria orgânica de águas mais próximas à superfície, e por estar em contato com o sedimento, está mais susceptível ao efeito de ressuspensão dos mesmos. A menor atividade biológica, menor incidência luminosa e a remineralização da matéria orgânica faz com que as águas mais profundas tenham maior teor em nutrientes.

- A profundidade de camada de mistura é um dos mais importantes fatores físicos no controle da distribuição de concentrações de nutrientes (KARA et al., 2003), controlando também desta forma a disponibilidade do fitoplâncton (MANN E LAZIER, 1996).
- As diatomáceas representam um importante grupo fitoplanctônico com potencial bioindicador da qualidade da água. Segundo revisão de Romero e Armand (2010), uma parte substancial da produtividade do oceano é fornecida por diatomáceas, com limites superiores a 35% em águas oligotróficas e até 75% em áreas de ressurgência costeira e sistemas ricos em nutrientes e turbulentos (como as plumas de rios), e que independente da área, a tendência geral é de um aumento na abundância relativa de diatomáceas no fitoplâncton ao longo do tempo. O que tem se observado, salvo raras exceções, é que durante o monitoramento os valores encontrados são abaixo do limite de 35% sugerido na literatura. Além disso, o trabalho de Trick et al. (2010) sugere que o enriquecimento por ferro pode estimular a produção de diatomáceas do Gênero *Pseudonitzschia*, que em ambiente costeiro em sua maioria são produtoras de toxina (ácido domóico), e que o enriquecimento com ferro altera a estrutura da comunidade ao favorecer este gênero e que o ácido domóico pode causar efeitos negativos nas redes alimentares costeiras, atingindo níveis ecologicamente prejudiciais durante fertilização de ferro em larga escala (o que pode ter sido induzido pela introdução do rejeito).
- Ademais, é constatado índices de diversidade elevados quando comparados ao registro de MOSER et al. (2014) no norte do Rio de Janeiro (máximo de 2,48 bits•organismo⁻¹) e semelhantes aos dados pré-desastre de estudos anteriores do LabFito na porção sul da Bacia do Espírito Santo (mínimo de 1,46; máximo de 4,65 e média de 2,5 bits•organismo⁻¹), característico de áreas costeiras.
- **Na campanha 7 (semestral 2):** A APA de Setiba sofreu um impacto bem menor e até insignificante quando comparada à Abrolhos e à Costa das Algas, ambos sofreram alterações consideráveis. O Setor Abrolhos sofreu impacto sensível na densidade, composição e saúde fisiológica da comunidade. Houve pico de produtividade de clorofila-*a* associados ao ABR 03 e ABR 02 na semestral de outubro (provavelmente associado a descarga continental) e *bloom* da *Probosciaalata* e forte presença do Gênero *Hemiaulus* spp., ambas diatomáceas cêntricas, na campanha 7 (semestral de abril de 2019), provavelmente associados ao evento Iba e a frente fria que ocorreu anterior a coleta, o que é corroborado pelos dados de feopigmentos que foram maiores que os de clorofila-*a* (provável incremento de produtividade no momento do evento e devido a data da coleta ser posterior a data dos eventos, a comunidade já estava senescente).
- O Setor Norte apresentou padrão temporal de redução dos feopigmentos e aumento da clorofila ativa ao longo do monitoramento (melhora da saúde fisiológica). Houve redução da clorofila ativa em janeiro de 2019 em superfície e meio da coluna d'água no SDN 30. BN 02 pico de clorofila-*a*.

- Foram observadas diversas interações ecológicas entre diferentes organismos que compõe o fitoplâncton. Dentre elas, foi observada a associação entre as espécies *Chaetoceros coarctatus* Lauder epifitadas por *Vorticella oceanica* Zacharias (Figura 172). Tal associação é documentada em literatura de longa data, sendo comumente encontrada entre as espécies nos oceanos tropicais ao longo do globo (CUPP, 1943; NAGASAWA and WARREN, 1996; GÓMEZ et. al., 2018).

Figura 172: Associação ecológica entre a espécie de diatomácea *Chaetoceros coarctatus* (Bacillariophyta, Mediophyceae) e *Vorticella oceânica* (Ciliophora, Peritrichia).



- Outros tipos de associação observadas ocorreram entre *Richelia intracellularis* Schmidt e duas espécies de diatomáceas, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström (Figura 173) e *Rhizosolenia hebetata* Bailey. A associação da cianobactéria *R. intracelulares* com espécies de diatomáceas também é bem documentada em literatura, uma vez que a espécie é fixadora de nitrogênio atmosférico (diazotrófica) e beneficia as espécies as quais se integra por fornecer compostos nitrogenados, em geral escassos para oceanos tropicais (ZEEV et al., 2008; DEVASSY et al., 2019). *Hemiaulus* spp. e *Rhizosolenia* spp. são comumente encontrados com *R. intracellularis* como endossimbionte (VENRICK, 1974; KIMOR; REID; JORDAN, 1978; VILLAREAL, 1994; ZEEV et al., 2008). Entretanto, tal cianobactéria também é capaz de formar associação epifítica (extracelular) com espécies de *Chaetoceros* (GÓMEZ; FURUYA; TAKEDA, 2005), embora não encontrada no presente estudo. Associações entre *R. intracellularis* e diatomáceas são muito

importantes ecologicamente, uma vez que favorecem essas espécies em ambientes com baixa disponibilidade de nitrogênio. Sendo assim, as diatomáceas associadas a cianobactéria levam vantagem competitiva, podendo formar florações (VILLAREAL et al., 2011, 2012).

Figura 173: Associação ecológica entre *Proboscia alata* (Bacillariophyta, Coscinodiscophyceae) e *Richelia intracellularis* (Cyanobactéria, Cyanophyceae).



4 REFERÊNCIAS

ANGLES, S.; JORDI, A.; CAMPBELL, L. Responses of the coastal phytoplankton community to tropical cyclones revealed by high-frequency imaging flow cytometry. **Limn. Ocean.**, 2015.

APHA – American Public Health Association. AWWA – American Water Works Association. WEF – Water Environment Federation. 2005. Biological Examination (10000): 10200 Plankton. In: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF).

BRANDINI, F. P. Composição e distribuição do fitoplâncton na Região Sueste do Brasil e suas relações com as massas de água (Operação Sueste – julho/agosto 1982). **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 4, p. 334-341. 1988.

BRANDINI, F.; SPACH, H.L.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.; SASSI, R. Planctologia na Plataforma Continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica. **MMA, CIRM e FEMAR**, 1997

CAPONE, D. G., SUBRAMANIAM, A., MONTOYA, J. P., VOSS, M., HUMBORG, C., JOHANSEN, A. M., SIEFERT, R. L., CARPENTERS, E. J. An extensive bloom of the N₂-fixing cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* in the central Arabian Sea. **Marine ecology progress series**. Maryland. v.172., p. 281-292, 1998.

CEPEMAR. CST. Ecossistema aquático. Expansão do Complexo Siderúrgico de Tubarão. RT 100/03. EIA, rev.01, setembro de 2003.

CHARPY, L.; LARKUM, A.W.D. **Marine cyanobacteria**. Mônaco Musée Océanographique, p. 624, 1999

CUPP, E. E. **Marine plankton diatoms of the west coast of North America**. Berkeley: University of California Press, 1943.

DAJOZ, R. 1973. Ecologia. São Paulo: **Vozes**, 472p.

DE SOUZA, J. S. D. **Diversidade e distribuição vertical do fitoplâncton na Região de Abrolhos, Sul da Bahia (inverno de 2007)**. Ilhéus, Bahia, 2010.

DEVASSY, R. P.; EL-SHERBINY, M. M.; AL-SOFYANI, A. A.; CROSBY, M. P.; AL-AIDAROOS, A. M. Seasonality and latitudinal variability in the diatom-cyanobacteria symbiotic relationships in the coastal waters of the Red Sea, Saudi Arabia. **Symbiosis**, n. Geitler 1932, 2019.

DIAS JR, C; LÁZARO, G; LUCAS-LEAL, P; MACEDO, A; OLIVEIRA, F. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica na bacia do espírito santo e porção norte da bacia de campos: distribuição espacial e temporal da densidade numérica, diversidade específica e composição taxonômica**. 2015. no prelo.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the Northeast and East Brazilian shelf. **Arch.Fish.Mar.Res.**, v.47, p.5-24, 1999.

EPPLEY, R. W. Studies of nitrate reductase in marine phytoplankton, **Limnol. Oceanogr.**, n. 14, p. 194-205, 1969

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 826, 2011.

FOOG, G. E. The phytoplankton ways of life. **New. Phycol.**, n. 118, p.191-232, 1991.

GAETA, S.A.; LORENZETTI, J.A.; MIRANDA, L.B.; SUSINI-RIBEIRO, S.; POMPEU, M.; ARAÚJO, C.E.S. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Arch.Fish.Mar.Res.**, v.47, p 253-270, 1999.

GÓMEZ, F.; FURUYA, K.; TAKEDA, S. Distribution of the cyanobacterium *Richelia intracellularis* as an epiphyte of the diatom *Chaetoceros compressus* in the western Pacific Ocean. **Journal of Plankton**

Research, v. 27, n. 4, p. 323–330, 2005.

GÓMEZ, F.; WANG, L.; LIN, S. Morphology and Molecular Phylogeny of Peritrich Ciliate Epibionts on Pelagic Diatoms: *Vorticella oceanica* and *Pseudovorticella coscinodisci* sp. nov. (Ciliophora, Peritrichia). **Protist**, v. 169, n. 2, p. 268–279, 2018.

JEFFREY, S.W.; MANTOURA, R.F.C; WRIGHT, S.W. **Phytoplankton pigments in oceanography: Guidelines to modern methods**. Unesco Publishing, 2005.

JOHNSON, T.C. **The effects of tropical storms and hurricanes on phytoplankton and nutrient concentrations in wetland-estuary transition zones along the Gulf Coast**. Dissertação de Mestrado apresentada a Louisiana State University. Disponível em: https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3420&context=gradschool_theses. Acesso em: 29 de agosto de 2019. 2009.

KAISER, M.J.; ATTRILL, M.J.; JENNINGS, S.; THOMAS, D.N.; BARNES, D.K.A.; BRIERLEY, A.S.; POLONIN, N.V.C.; REFFAELLI, D.G.; WILLIAMS, P.J.B. **Marine Ecology: Processes, Systems and Impacts**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

KARA, A.B., ROCHFORD, P.A., HURLBURT, H.E. Mixed layer depth variability over the global ocean. **Journal of Geophysical Research**, 2003.

KIMOR, B.; REID, F. M. H.; JORDAN, J. B. An unusual occurrence of *Hemiaulus membranaceus* Cleve (Bacillariophyceae) with *Richelia intracellularis* Schmidt (Cyanophyceae) off the coast of Southern California in October 1976. **Phycologia**, v. 17, n. 2, p. 162–166, 1978.

KIRK, J.T.O. **Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems**, Second Edition, Cambridge Univ. Press. 509p. 1994.

KNOPPERS, B.; FIGUEIREDO, A.G. The coast and shelf of east-northeast Brazil and material transport. *Geo-Marine Letters*, v.19, c.3, p.171-178, 1999.

LANCELOT, C.; MUYLAERT, K. Trends in Estuarine Phytoplankton Ecology. *Treatise Estuar. Coast. Sci*, v.7, 2011.

LÁZARO, G. C. S. **Dinâmica espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica no trecho final dos rios Piraquê-Mirim e Piraquê-Açú (Aracruz – ES) em dois períodos hidrológicos distintos**. 2007. Monografia. 99f. (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

LEE, R.E. **Phycology**. Cambridge University Press, New York, 534p, 2008.

LENES, J.M.; DARROW, B.P.; CATTRALL, C.; HEIL, C.A.; CALLAHAN, M.; VARGO, G.A.; BYRNE, R.H.; PROSPERO, J.M.; BATES, D.E.; FANNING, K.A.; WALSH, J.J. Iron fertilization and the *Trichodesmium* response on the West Florida Shelf. **Limnol. Oceanogr.**, v.46, p.1261-1277, 2001.

LEVINGTON, J. S. **Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

LORENZEN, C.J. Determination of chlorophyll and pheopigments: Spectrophotometric equations. **Limnol. Oceanogr.**, v.12, p.343-346, 1967.

LONGHURST, A. R.; PAULY, D. **Ecologia dos Oceanos Tropicais**. São Paulo, EDUSP. 419p, 2007.

LUND, J. W. G., KIPLING C.; LE CREN, E. D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, v. 11, p. 143-70.

MANN, K. H., LAZIER, J. R. N. Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans. 2nd edition, xii, 394p. Oxford: Blackwell Science Limited. 1996.

MARGALEF, R. On certain unifying principles in ecology. **The American Naturalist**. 97(897), p.357-374, 1963.

MARGALEF, R. 1976. Diversity. In: SOURNIA, A. (Ed.). *Phytoplankton manual*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle. UNESCO.

MOSER, O; TAKANOHASHI, A; DE CHAGAS BRAZ, M; DE LIMA, T; KIRSTEN, V; GUERRA, V; POLLERY, G. Phytoplankton spatial distribution on the Continental Shelf off Rio de Janeiro, from Paraíba do Sul River to Cabo Frio. **Hydrobiologia**, 728(1), 1–21, 2014.

MUYLAERT, K., SABBE, K., VYVERMANV. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary Belgium/ The Netherlands). **Estuar., Coast. and Shelf Sci.** 82, 335–340, 2009.

NAGASAWA, S.; WARREN, A. Redescription of *Vorticella oceanica* Zacharias, 1906 (Ciliophora: Peritrichia) with notes on its host, the marine planktonic diatom *Chaetoceros coarctatum* Lauder, 1864. **Hydrobiologia**, v. 337, n. 1–3, p. 27–36, 1996.

PEIERLS, B.; CHRISTIAN, R.R.; PAERL, H.W. Water quality and phytoplankton as indicators of Hurricane Impacts on a large estuary Ecosystem. **Estuaries**, v.26, n.5, p.1329-1343, 2003.

POLOVINA, J.J.; MITCHUM, G.T.; EVANS, G.T. Decadal and basin-scale variation in mixed layer depth and the impact on biological production in the Central and North Pacific, 1960-88. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v.42. c.10, p.1701-1716, 1995.

PEARL, H. W. Marine plankton. In: WHITTON, B. A.; POTTS, M. (Ed.). *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 121-148. 2000.

PIELOU, J. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v.13, p.131-144, 1966.

PIELOU, E. C. *Mathematical Ecology*. New York, Wiley, 385p. 1977.

PROENÇA, L.A.O; TAMANAHA, M.S.; FONSECA, R.S. Screening the toxicity and toxin content of blooms of the cyanobacterium *Trichodesmiumerythraeum* (Ehrenberg) in northeast **Brasil**. **J. Venom.Anim. Toxins incl.Trop.Dis.**, v.15, n.2, 2009.

REYNOLDS, C. **EcologyofPhytoplankton**. 1 ed. Cambridge: Ed. Cambridge University Press, 2006.

ROMERO, O.E.; ARMAND, L.K. **Marine diatoms as indicators of modern changes in oceanographic conditions**. In: SMOL, J.P; STOERMER, E.F. (edit.) *The Diatoms, applications for the Environmental and Earth Sciences*. 2ed. Cambridge University Press, 2010.

SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P., AGUAJARO, L.F., CARVALHO, M.C., CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. **Manual ilustrado para identificação e contagem decianobactérias planctônicas de águas continentaisbrasileiras**. Interciência/ Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, São Paulo, 58p, 2006.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematicaltheoryof communication*. Urbana: University of Illinois Press. 1949.

SMITH VH, TILMAN GD, NEKOLA JC. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environ. Pollution**, 1999.

TRICK, C.G.; BILL, B.D.; COCHLAN, W.P.; WELLS, M.L.; TRAINER, V.L.; PICKELL, L.D. Iron enrichmentstimulatestoxicdiatomproduction in high-nitrate, low-chlorophyllareas. **PNAS**, v.107, nº13,, p. 5887-5892, 2010.

UEHLINGER, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch. Sci.**, v. 17, n. 2, p. 121-123.

UTERMÖHL, H. 1958. ZurVervollkommung der quantitativen Phytoplankton Metodik. Mitt. Int. Verein. **Theor. Angew. Limnol.**,v. 9, p. 1-38, 1958.

VENRICK, E. L. The distribution and significance of *Richelia intracellularis* Schmidt in the North Pacific Central Gyre. **Limnology and Oceanography**, v. 19, n. 3, p. 437–445, 1974.

VILLAREAL, T. A. Widespread ocurrence of the *Hemiaulus*-Cyanobacterial symbiosis in the Southwest North Atlantic Ocean. **Bolletín of Marine Science**, v. 54, n. 1, p. 1–7, 1994.

VILLAREAL, T. A.; ADORNATO, L.; WILSON, C.; SCHOENBAECHLER, C. A. Summer blooms of diatom-diazotroph assemblages and surface chlorophyll in the North Pacific gyre: A disconnect. **J. Geophys. Res**, v. 116, p. 3001, 2011.

VILLAREAL, T. A.; BROWN, C. G.; BRZEZINSKI, M. A.; KRAUSE, J. W.; WILSON, C. Summer Diatom Blooms in the North Pacific Subtropical Gyre. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. 33109, 2012.

D. WANG, H. ZHAO.Estimation of phytoplankton responses to Hurricane Gonu over the Arabian Sea

based on ocean color dataSensors, 8, pp. 4878-4893. 2008.

ZEEV, E. B.; YOGEV, T.; MAN-AHARONOVICH, D.; KRESS, N.; HERUT, B.; BÉJÀ, O.; BERMAN-FRANK, I. Seasonal dynamics of the endosymbiotic, nitrogen-fixing cyanobacterium *Richelia intracellularis* in the eastern Mediterranean Sea. **The ISME Journal**, v. 2, n. 9, p. 911–923, 26 set. 2008.

5 APÊNDICES

Apêndice 1: Lista de gêneros e espécies para os setores Abrolhos, Norte, Foz Norte, Foz Central, Foz Sul, Costa das Algas e Sul de outubro a dezembro de 2018 e janeiro a setembro de 2019.

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
Filo Bacillariophyta							
<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin, 1898 (Classis Insertae sedis)	X	X	X	X	X	X	
Classe Bacillariophyceae							
<i>aff. Cocconeis</i> sp.						X	X
<i>aff. Cocconeis</i> sp.				X			
<i>aff. Cymbella</i> sp.		X	X	X	X	X	X
<i>aff. Cymbella</i> sp. 2		X					
<i>aff. Fragilariopsis</i> sp.	X	X	X	X		X	X
<i>aff. Navicula</i> sp.	X		X	X	X		
<i>aff. Navicula</i> sp.		X			X		
<i>aff. Nitzschia</i> sp.		X	X	X	X	X	X
<i>aff. Plagiogramma</i> sp.	X						
<i>aff. Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902		X		X	X		
<i>aff. Thalassionema</i> sp.			X				
<i>Amphiprora</i> sp. 1		X					
<i>Amphiprora</i> sp. 2			X				
<i>Amphora</i> cf. <i>spectabilis</i> W.Gregory, 1857						X	X
<i>Amphora</i> sp. 1				X			
<i>Amphora</i> sp. 2		X	X	X		X	X
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round, 1990	X	X	X	X	X	X	X
<i>Asterionellopsis</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Marsson, 1901				X	X	X	X
<i>Bacillaria</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round, 1990	X	X				X	X
<i>Campylodiscus</i> cf. <i>clypeus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing, 1844		X				X	X
<i>Campylodiscus neofastuosus</i> Ruck & Nakov, 2016		X	X	X	X		
cf. <i>Navicula</i> sp. 1		X					
cf. <i>Navicula</i> sp. 2		X	X				
cf. <i>Neodenticula seminae</i> (Simonsen & Kanaya) Akiba & Yanagisawa, 1986	X		X	X	X	X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
cf. <i>Pseudo-nitzschia turgidula</i> (Hustedt) Hasle 1993	X				X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp.			X	X			
<i>Climacosphenia</i> sp.	X	X					
<i>Cocconeis</i> sp. 1		X	X				
<i>Coronia decora</i> (Brébisson) Ruck & Guiry, 2016			X	X			
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin, 1964	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cylindrotheca</i> sp1	X	X		X		X	X
<i>Cymbella</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Delphineis</i> cf. <i>surirella</i> (Ehrenberg) G.W.Andrews, 1981					X		
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1853		X	X	X	X	X	X
<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1854				X		X	X
<i>Diploneis</i> sp. 1		X	X		X	X	X
<i>Diploneis</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X
<i>Donkinia</i> sp. 3	X				X		
<i>Fragilariopsis kerguelensis</i> (O'Meara) Hustedt, 1952		X	X	X	X		
<i>Gomphonema</i> sp.						X	X
<i>Grammatophora flexuosa</i> Grunow, 1881				X			
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844	X						
<i>Haslea</i> cf. <i>wawriake</i> (Hustedt) Simonsen, 1974	X	X	X	X	X	X	X
<i>Licmophora</i> sp. 1		X	X			X	X
<i>Licmophora</i> sp. 2	X		X	X		X	X
<i>Mastogloia fimbriata</i> (Brightwell) Grunow, 1863	X			X			
<i>Mastogloia</i> sp.	X					X	X
<i>Membraneis</i> sp.		X				X	X
<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) Silva, 1996	X	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula cancellata</i> Donkin, 1872				X		X	
<i>Navicula lyra</i> Ehrenberg, 1841			X	X	X		
<i>Navicula</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula</i> sp. 2			X	X	X	X	X
<i>Navicula</i> sp. 3		X	X	X	X		

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Navicula sp. 4</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Navicula sp. 5</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Nitzschia acicularis (Kützing) Smith, 1853</i>			X	X	X		
<i>Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith, 1853</i>		X			X		
<i>Nitzschia braarudii Hasle, 1996</i>		X	X	X		X	X
<i>Nitzschia cf. nicobarica (Grunow) Grunow, 1880</i>	X	X		X	X		
<i>Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs in Pritchard, 1861</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia reversa W.Smith, 1853</i>	X	X				X	X
<i>Nitzschia sigma (Kützing) Smith, 1853</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia sp. 1</i>						X	X
<i>Nitzschia sp. 2</i>		X	X	X		X	X
<i>Nitzschia sp. 3</i>				X		X	X
<i>Nitzschia sp. 4</i>	X		X	X		X	X
<i>Nitzschia sp. 5</i>				X		X	X
<i>Nitzschia sp. 6</i>			X		X	X	X
<i>Nitzschia sp. 7</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Nitzschia sp. 8</i>			X		X		
<i>Nitzschia sp. 9</i>				X		X	X
<i>Nitzschia sp. 10</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Pinnularia sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pinnularia sp. 2</i>		X	X	X		X	X
<i>Pleurosigma sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pleurosigma sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pleurosigma sp. 3</i>	X	X	X				
<i>Podocystis adriatica (Kützing) Ralfs, 1861</i>						X	X
<i>Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann, 1990</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Psammodictyon sp. 1</i>				X			
<i>Psammodictyon sp. 2</i>	X	X		X	X		
<i>Psammodictyon sp. 3</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia aff. subpacificica (Hasle) Hasle, 1993</i>		X		X	X	X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Pseudo-nitzschia cf. inflatula</i> (Hasle) Hasle 1993		X		X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia cf. subcurvata</i> (Hasle) G.A.Fryxell, 1993	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle, 1993						X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp. 4</i>			X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia sp. 5</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia subcurvata</i> (Hasle) Fryxell, 1993		X	X	X			
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing, 1844	X	X		X		X	X
<i>Spermatogonia antiqua</i> Leuduger-Fortmorel, 1892	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stauroneis sp.</i>				X			
<i>Stenopterobia sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stenopterobia sp. 2</i>			X	X		X	X
<i>Stenopterobia sp. 3</i>	X	X		X		X	X
<i>Stenopterobia sp. 4</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Surirella cf. fastuosa</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1843	X			X	X		
<i>Surirella sp. 1</i>			X				
<i>Surirella sp. 2</i>		X					
<i>Surirella sp. 3</i>				X		X	X
<i>Synedra sp. 1</i>		X		X	X	X	X
<i>Synedra sp. 2</i>		X	X	X		X	X
<i>Synedra sp. 3</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Synedra sp. 4</i>						X	X
<i>Synedra sp. 5</i>				X			
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg, 1832	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo, 1910	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema sp. 1</i>		X	X			X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Thalassionema sp. 2</i>		X	X	X	X		
<i>Thalassionema sp. 3</i>			X				
<i>Thalassionema sp. 4</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema sp. 5</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema sp. 6</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Thalassionema sp. 7</i>	X	X	X	X	X		
Classe Coscinodiscophyceae							
<i>Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg, 1843</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Actinoptychus splendens (Shadbolt) Ralfs, 1861</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>aff. Azpeitia sp.</i>			X				
<i>Asteromphalus sp.</i>			X	X		X	
<i>Asteromphalus sp.2</i>							X
<i>Asteromphalus sp3</i>	X	X		X			X
<i>cf. Cerataulina</i>		X					
<i>cf. Cerataulina</i>				X			
<i>Chaetoceros sp15</i>		X	X	X			
<i>Corethron inerme Karsten 1905</i>		X				X	
<i>Corethron pennatum (Grunow) Ostefeld, 1909</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus centralis Ehrenberg, 1839</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus marginatus Ehrenberg, 1843</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1840</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus sp. 1</i>			X	X	X		
<i>Coscinodiscus sp. 2</i>			X	X	X	X	X
<i>Dactyliosolen blavyanus (H.Peragallo) Hasle, 1975</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996</i>			X	X	X	X	
<i>Dactyliosolen phuketensis (Sundström) Hasle, 1996</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dactyliosolen sp. 1</i>	X		X		X	X	X
<i>Dactyliosolen sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Detonula sp.</i>	X						
<i>Gossleriella tropica Schütt 1893</i>				X			

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Guinardia cylindrus</i> (Cleve) Hasle, 1996		X		X	X		X
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo, 1892	X	X	X	X	X	X	X
<i>Guinardia</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	
<i>Guinardia</i> sp. 2	X	X					X
<i>Guinardia</i> sp. 3			X				X
<i>Guinardia</i> sp. 4			X		X		X
<i>Guinardia</i> sp. 5				X	X	X	X
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle, 1996		X	X	X	X	X	X
<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wallich 1860			X		X		
<i>Hyalodiscus</i> sp.		X	X	X		X	X
<i>Leptocylindrus</i> sp.				X			
<i>Melosira nummuloides</i> Agardh, 1824		X	X	X	X	X	
<i>Melosira</i> sp. 1	X		X	X	X		
<i>Melosira</i> sp. 2			X		X		
<i>Melosira</i> sp. 3				X			
<i>Melosira varians</i> Agardh, 1827			X		X		
<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997		X					
<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo, 1997			X	X	X	X	X
<i>Palmerina hardmaniana</i> Hasle, 1996		X	X	X	X	X	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873	X	X	X	X	X	X	X
<i>Planktoniella sol</i> (C.G.Wallich) Schütt 1892			X	X	X	X	X
<i>Podosira</i> sp.			X				
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudoguinardia cf. recta</i> Stosch, 1986	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudoguinardia</i> sp.			X	X		X	
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström, 1986		X	X	X	X	X	
<i>Rhizosolenia aff. fallax</i> Sundström, 1986						X	
<i>Rhizosolenia cf. setigera</i> Brightwell, 1858	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia curvata</i> Zacharias, 1905		X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia fallax</i> Sundström, 1986		X	X	X	X	X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey, 1856	X	X	X	X	X	X	
<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostenfeld in Ostenfeld & Schmidt, 1901	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell, 1858		X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp. 1		X	X	X	X	X	
<i>Rhizosolenia</i> sp. 2		X	X	X		X	
<i>Rhizosolenia</i> sp. 3		X					
<i>Rhizosolenia</i> sp. 4		X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp. 5	X	X	X	X		X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp. 6	X		X			X	
<i>Rhizosolenia</i> sp. 7						X	
<i>Rhizosolenia</i> sp. 8	X	X	X	X	X		X
<i>Rhizosolenia striata</i> Greville, 1864			X	X	X	X	
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell, 1858	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira</i> sp.						X	
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg, 1839	X	X	X	X	X	X	X
<i>Triceratium favus</i> f. <i>quadratum</i> (Grunow) Hustedt, 1930	X	X	X	X	X	X	X
Classe Mediophyceae							
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve 1897	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp1	X	X	X	X	X	X	
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow, 1883	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt 1895	X	X	X	X	X	X	X
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg, 1838	X	X		X		X	X
<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow, 1885		X	X				X
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve, 1873	X	X	X	X	X	X	X
<i>Climacodium</i> sp.			X	X	X	X	
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder, 1864	X	X	X	X	X		
<i>Lauderia borealis</i> Gran, 1900	X	X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp20		X	X	X		X	
<i>Chaetoceros</i> sp3		X	X	X	X	X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Chaetoceros sp21</i>		X		X		X	
<i>Chaetoceros didymus var. anglicus</i>		X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros sp4</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira sp.</i>		X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros sp. 22</i>			X		X		
<i>Chaetoceros aff. affinis</i> Lauder, 1864	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros sp10</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hemiaulus aff. indicus</i> Karsten, 1907		X	X	X	X	X	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Peragallo) Hasle, 1975		X			X	X	
<i>Chaetoceros sp5</i>			X	X	X		
<i>Chaetoceros neglectus</i> Karsten, 1905		X		X	X	X	
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904		X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros sp2</i>			X				
<i>Cerataulina cf. bicornis</i> (Ehrenberg) Hasle, 1985	X	X	X	X	X	X	
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg, 1839	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Shadbolt, 1854	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mallomonas sp.</i>			X		X		
<i>Chaetoceros sp18</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Trieres mobiliensis</i> (Bailey) Ashworth & Theriot, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros cf. similis</i> Cleve, 1896			X	X	X	X	
<i>Chaetoceros sp12</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch 1977	X	X	X	X	X	X	X
<i>Campylosira sp.</i>		X			X		
<i>Chaetoceros sp. 13</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder, 1864	X	X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros sp. 14</i>		X	X	X			
<i>Chaetoceros sp. 15</i>		X		X		X	
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873		X	X	X	X	X	X
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey 1937	X		X	X		X	
<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve, 1873			X			X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Chaetoceros</i> sp. 8			X	X	X		
<i>Chaetoceros</i> sp17						X	
<i>Chaetoceros</i> tipo <i>Hyalochaetae</i> 1		X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros pendulus</i> Karsten, 1905	X		X	X	X	X	
<i>Thalassiosira</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>peruvianus</i> Brightwell, 1856	X	X	X	X	X	X	
<i>Thalassiosira</i> sp.	X		X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira</i> sp.2		X		X			
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle & Fryxell, 1977	X	X	X	X	X	X	X
<i>Helicotheca</i> sp.			X	X		X	X
<i>Chaetoceros</i> sp			X	X	X	X	
<i>Chaetoceros pelagicus</i> Cleve 1873						X	
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve, 1873	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp19			X	X	X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp23	X			X	X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp24			X			X	
<i>Hemiaulus chinensis</i> Greville, 1865	X	X	X	X	X	X	X
<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard, 1987		X	X	X	X	X	X
aff. <i>Bacteriastrum</i> sp.			X				X
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh, 1832	X	X	X	X	X		X
cf. <i>Chaetoceros lacinosus</i> Schütt 1895	X	X	X	X		X	X
<i>Chaetoceros</i> sp			X		X		
<i>Climacosphenia moniliger</i> Ehrenberg, 1843						X	
<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier, 1913		X		X	X		
<i>Chaetoceros</i> sp12	X		X	X	X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp13			X	X	X		
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck, 1885			X	X		X	
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère, 1982						X	
<i>Leptocylindrus</i> sp.				X	X		
aff. <i>Shionodiscus gracilis</i> var. <i>expectus</i> (Van Landingham) Alverson; Kang & Theriot 2006				X		X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Eucampia</i> sp.				X			X
<i>Chaetoceros</i> sp.1	X		X	X	X	X	
<i>Bacteriastrum</i> sp.		X		X	X		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow , 1863	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp3	X		X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889		X	X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp6						X	
<i>Chaetoceros</i> sp7	X		X	X	X	X	
<i>Skeletonema</i> sp.		X	X		X	X	X
<i>Chaetoceros</i> sp. (9)					X		
aff. <i>Thalassiosira</i> sp.				X	X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp10	X	X	X			X	
<i>Leptocylindrus</i> sp.			X	X	X	X	X
<i>Biddulphia tuomeyi</i> (Bailey) Roper 1859	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eucampia zodiacus</i> f. <i>cylindrocornis</i> Syvertsen			X	X		X	
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck, 1882	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptocylindrus</i> aff. <i>aporus</i> (French & Hargraves) Najappa & Zingone, 2013			X	X	X	X	
aff. <i>Leptocylindrus minimus</i> Gran, 1915	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tenuicylindrus belgicus</i> Nanjappa & Zingone, 2013		X				X	
<i>Thalassiosira</i> sp.				X		X	
cf. <i>Thalassiosira</i> sp.	X		X	X	X	X	
<i>Lauderia annulata</i> Cleve, 1873		X		X	X	X	X
aff. <i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg, 1839				X			
<i>Hobaniella longicuris</i> (Greville) Sims & Willians, 2018		X	X	X	X		X
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder, 1864	X	X	X	X	X	X	X
<i>Thalassiosira</i> aff. <i>minuscula</i> Krasske, 1941			X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin, 1917			X				
aff. <i>Trinacriaregina</i> Heiberg, 1863	X						
aff. <i>Thalassiosira</i> sp.					X		
aff. <i>Thalassiosira</i> sp.			X	X	X		

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve 1873		X	X	X	X	X	
<i>Thalassiosira</i> sp.			X				
<i>Chaetoceros aff. messanensis</i> Castracane, 1875		X	X	X	X	X	
<i>Chaetoceros aff. vistulae</i> Apstein, 1909		X		X			
<i>Trieres chinensis</i> (Greville) Ashworth, 2013		X		X	X	X	
<i>Chaetoceros aff. costatus</i> Pavillard, 1911		X	X	X		X	
Filo Chlorophyta							
Classe Chlorodendrophyceae							
<i>aff. Tetraselmis</i> sp.		X	X	X	X	X	
<i>Chlorodendraceae</i> sp.		X	X	X	X		X
<i>Pachysphaera</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	
<i>Pachysphaera</i> sp. 2			X	X	X	X	X
<i>Pachysphaera</i> sp. 3	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tetraselmis cf. striata</i> Butcher 1959			X	X	X	X	
<i>Tetraselmis</i> sp. 1			X	X	X	X	X
<i>Tetraselmis</i> sp. 2		X	X	X	X	X	X
<i>Tetraselmis</i> sp. 3		X	X	X	X		
Classe Chlorophyceae							
<i>aff. Chlamydomonas</i> sp.	X						
<i>aff. Chlamydomonas</i> sp.			X	X	X		X
<i>aff. Pyramichlamys</i> sp.				X			
<i>aff. Tetraëdron</i> sp	X		X			X	
<i>Ankistrodesmus cf. fusiformis</i> Corda, 1838		X	X	X	X	X	X
<i>Ankistrodesmus</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X
<i>cf. Monoraphidium</i> sp.			X	X			
<i>cf. Pyramichlamys</i> sp				X	X		
<i>cf. Scenedesmus</i> sp.			X	X		X	
<i>Chlamydomonas cf. coccoides</i> Butcher, 1959			X	X			X
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1					X	X	
<i>Chlamydomonas</i> sp. 2		X			X		

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Chlamydomonas sp. 3</i>				X	X	X	
<i>Chlorococcum sp. 1</i>			X	X	X	X	X
<i>Chlorococcum sp. 2</i>					X	X	
<i>Chlorococcum sp. 3</i>			X	X			
<i>Chlorolobion sp.</i>				X			
<i>Coelastrum sp.</i>		X		X	X	X	X
<i>Desmodesmus arthrodesmiformis</i> (Schröder) An, Friedl & E.Hegewald, 1999				X			
<i>Desmodesmus cf. armatus</i> (Chodat) Hegewald, 2000				X			
<i>Desmodesmus sp. 1</i>				X			X
<i>Desmodesmus sp. 2</i>				X	X		
<i>Dunaliella sp.</i>			X		X		
<i>Eudorina cf. elegans</i> Ehrenberg, 1832				X		X	
<i>Kirchneriella sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Kirchneriella sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium cf. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969	X	X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium cf. minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová, 1969	X	X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium cf. nanum</i> (Ettl) Hindák, 1980	X	X		X	X	X	X
<i>Monoraphidium sp. 1</i>		X	X	X	X		X
<i>Monoraphidium cf. dybowskii</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Monoraphidium sp. 3</i>				X	X		
<i>Monoraphidium sp. 4</i>			X	X	X	X	
<i>Monoraphidium sp. 5</i>			X	X	X		X
<i>Monoraphidium sp. 6</i>				X	X		
<i>Monoraphidium sp. 7</i>		X		X	X		
<i>Monoraphidium sp. 8</i>				X			
<i>Pediastrum biwae</i> Negoro, 1954				X			
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829				X			X
<i>Scenedesmus sp. 1</i>		X	X	X			
<i>Scenedesmus cf. bijugus</i> (Turpin) Lagerheim, 1893	X	X	X	X	X	X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Scenedesmus cf. quadricauda</i> (Turpin) Brébisson, 1835			X	X			
<i>Scenedesmus sp. 2</i>	X					X	
<i>Scenedesmus sp. 3</i>			X				
<i>Tetradesmus lagerheimii</i> Wynne & Guiry 2016		X		X	X	X	X
<i>Tetraëdron cf. trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg, 1888				X			
<i>Tetraëdron sp</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tetraëdron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg, 1888	X	X	X	X		X	
<i>Volvox sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
Classe Trebouxyophyceae							
<i>aff. Chlorella sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>cf. Keratococcus sp.</i>				X		X	
<i>Chlorella sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorella sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorella sp. 3</i>		X	X	X			
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren, 1830		X	X	X	X	X	X
<i>Dictyosphaerium sp.</i>				X			
<i>Oocystaceae sp.</i>			X				
<i>Oocystis sp.</i>					X		
Classe Nephrophyceae							
<i>Nephroselmis rotunda</i> (N.Carter) Fott, 1971	X	X	X	X	X		
<i>Nephroselmis sp. 1</i>			X				
<i>Nephroselmis sp. 2</i>		X	X	X	X		
<i>Nephroselmis sp. 3</i>			X		X		X
<i>Nephroselmis sp. 4</i>					X		
<i>Nephroselmis sp. 5</i>					X	X	
<i>Nephroselmis sp. 6</i>				X			
Classe Pyramimonadophyceae							
<i>aff. Pyramimonas sp. 1</i>			X	X	X	X	X
<i>aff. Pyramimonas sp. 2</i>		X	X	X	X		
<i>aff. Pyramimonas sp. 3</i>	X	X	X		X	X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>aff. Pyramimonas sp. 4</i>		X					
<i>aff. Pyramimonas sp. 5</i>			X	X	X	X	X
<i>aff. Pyramimonas sp. 6</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Pyramimonas sp. 1</i>				X	X		
<i>Pyramimonas sp. 2</i>				X			
<i>Pyramimonas sp. 3</i>		X	X			X	X
<i>Pyramimonas sp. 4</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pyramimonas sp. 5</i>		X	X	X	X	X	
<i>Pyramimonas sp. 6</i>	X	X			X	X	
<i>Pyramimonas sp. 7</i>		X		X	X		
Classe Pedinophyceae							
<i>aff. Resultor sp. 1</i>			X	X	X	X	X
<i>aff. Resultor sp. 2</i>		X	X	X	X		X
<i>cf. Resultor sp.</i>		X		X			
<i>Ciliophrys sp.</i>		X		X	X		
<i>Resultor sp.</i>			X	X	X	X	X
Filo Miozoa							
Classe Dinophyceae							
<i>aff. Alexandrium sp. 1</i>		X	X	X	X	X	
<i>aff. Alexandrium sp. 2</i>			X	X	X	X	
<i>aff. Amphidinium sp. 1</i>		X		X	X	X	
<i>aff. Amphidinium sp. 2</i>				X			
<i>aff. Amphidinium sp. 3</i>						X	
<i>aff. Cochlodinium sp.</i>						X	
<i>aff. Diplopelta sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>aff. Gonyaulax fragilis</i> (Schütt) Kofoid, 1911	X		X	X	X	X	X
<i>aff. Gymnodinium sp. 1</i>				X			
<i>aff. Gymnodinium sp. 2</i>				X		X	
<i>aff. Gymnodinium sp. 3</i>		X		X		X	
<i>aff. Gymnodinium sp. 4</i>		X			X		

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
aff. <i>Gymnodinium</i> sp. 5	X		X	X			
aff. <i>Gymnodinium</i> sp. 6		X	X				
aff. <i>Gyrodinium</i> sp.	X	X	X			X	
aff. <i>Heterocapsa</i> sp.	X					X	
aff. <i>Heterodinium</i> sp.		X	X	X	X	X	
aff. <i>Nematodinium</i> sp.	X				X		
<i>Alexandrium</i> cf. <i>catenella</i> (Whedon & Kofoid) Balech, 1985	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alexandrium</i> sp. 1		X	X	X	X	X	X
<i>Alexandrium</i> sp. 2				X		X	
<i>Amphidinium</i> sp. 1				X		X	
<i>Amphidinium</i> sp. 2	X			X	X	X	
<i>Amphidinium</i> sp. 3			X	X		X	
<i>Amphisolenia bifurcata</i> Murray & Whitting, 1899				X			
<i>Amphisolenia laticincta</i> Kofoid, 1907					X	X	X
<i>Amphisolenia schroederi</i> Kofoid 1907						X	
<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin, 1841				X			
<i>Ceratocorys horrida</i> Stein, 1883						X	
cf. <i>Gymnodinium</i> sp.	X			X	X	X	
cf. <i>Heterocapsa</i> sp.				X	X	X	
<i>Cochlodinium</i> sp				X		X	
<i>Dinophysis</i> cf. <i>exigua</i> Kofoid & Skogsberg, 1928		X					
<i>Corythodinium</i> cf. <i>tesselatum</i> (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966		X	X	X		X	X
<i>Corythodinium elegans</i> (Pavillard) Taylor, 1976			X		X	X	
<i>Corythodinium milneri</i> (Murray & Whitting) Gómez, 2017						X	
<i>Corythodinium reticulatum</i> (Stein) Taylor, 1976		X				X	
<i>Corythodinium</i> sp.	X		X			X	
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann, 1859			X		X		
<i>Dinophysis caudata</i> Kent, 1881	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dinophysis hastata</i> Stein, 1883							X
<i>Dinophysis hindmarchii</i> (Murray & Whitting) Balech, 1967				X		X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Dinophysis sp. 2</i>					X		
<i>Dinophysis sp1</i>				X	X	X	
<i>Dinophysis tripos</i> Gourret, 1883			X	X	X	X	X
<i>Gonyaulax aff. grindleyi</i> Reinecke, 1967				X	X	X	
<i>Gonyaulax birostris</i> Stein, 1883			X	X			
<i>Gonyaulax digitalis (Pouchet)</i> Kofoid, 1911			X	X	X	X	X
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein, 1883		X	X	X		X	
<i>Gonyaulax sousae</i> Balech, 1959		X	X	X	X	X	X
<i>Gonyaulax sp. 1</i>			X				
<i>Gonyaulax sp. 2</i>			X	X			
<i>Gonyaulax sp. 3</i>		X					
<i>Gonyaulax sp. 4</i>					X		
<i>Gonyaulax sp. 5</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gonyaulax sp. 6</i>			X				
<i>Gonyaulax spinifera (Claparède & Lachmann)</i> Diesing, 1866		X	X	X	X	X	X
<i>Gonyaulax turbynei</i> Murray & Whitting, 1899	X		X	X	X	X	
<i>Gymnodinium breve</i> C.C.Davis 1948				X	X		
<i>Gymnodinium cf. sanguineum</i> K.Hirasaka, 1922	X		X	X	X		
<i>Gymnodinium sp. 1</i>	X		X				
<i>Gymnodinium sp. 2</i>	X			X		X	
<i>Gymnodinium sp. 3</i>	X				X		
<i>Gymnodinium sp. 4</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Gymnodinium sp. 5</i>		X					
<i>Gymnodinium sp. 6</i>	X						
<i>Gymnodinium sp. 7</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gymnodinium sp. 8</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gymnodinium sp. 9</i>				X			
<i>Gymnodinium sp. 10</i>		X		X		X	
<i>Gymnodinium sp. 11</i>						X	
<i>Gyrodinium helveticum (Penard)</i> Takano & Horiguchi, 2004	X			X			

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
Gyrodinium sp.		X					
Heterodinium sp.						X	
Histioneis aff. para Murray & Whitting, 1899				X	X	X	
Ornithocercus magnificus Stein, 1883			X	X		X	
Ornithocercus sp. 1				X			
Ornithocercus sp. 2						X	
Ornithocercus splendidus Schütt, 1892			X	X		X	
Ornithocercus steinii Schütt, 1900					X		
Oxytoxum scolopax F.Stein 1883						X	
Oxytoxum sp. 1	X			X		X	X
Oxytoxum sp. 2				X			X
Oxytoxum sp. 3	X						
Phalacroma aff. scrobiculatum (Balech) Díaz-Ramos & Estrella, 2000	X	X		X	X		
Phalacroma cuneus Schütt, 1895				X			
Phalacroma doryphorum Stein, 1883			X	X	X		
Phalacroma sp. 1				X			
Phalacroma sp. 2			X				
Phalacroma sp. 3						X	
Podolampas elegans Schütt, 1895		X	X	X	X	X	X
Podolampas palmipes Stein, 1883		X	X				
Podolampas sp.			X				
Podolampas spinifera Okamura, 1912					X		X
Prorocentrum gracile Schütt, 1895	X	X	X	X	X	X	X
Prorocentrum micans Ehrenberg, 1834	X	X	X	X	X	X	X
Prorocentrum sp. 1						X	
Prorocentrum sp. 2			X	X	X	X	
Prorocentrum sp. 3		X		X			
Prorocentrum triestinum Schiller, 1918		X		X	X	X	
Protoperidinium cf. adulterum (Balech) Balech, 1974		X	X	X	X	X	
Protoperidinium cf. crassum Balech, 1974				X			

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Protoperidinium cf. denticulatum</i> (Gran & Braarud) Balech, 1974				X			
<i>Protoperidinium cf. elegans</i> (Cleve) Balech, 1974			X	X		X	X
<i>Protoperidinium cf. parcum</i> (Balech) Balech 1974	X		X	X	X	X	
<i>Protoperidinium claudicans</i> (Paulsen 1907) Balech 1974		X		X		X	
<i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974	X	X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium latispinum</i> (L. Mangin 1926) Balech 1974				X		X	
<i>Protoperidinium longipes</i> Balech		X		X	X	X	
<i>Protoperidinium ovum</i> (Schiller) Balech 1974		X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium poucheti</i> (Kofoid & Michener) Taylor & Balech, 1988				X	X	X	
<i>Protoperidinium sp. 1</i>		X	X	X	X	X	
<i>Protoperidinium sp. 2</i>			X		X		
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 4</i>				X			
<i>Protoperidinium sp. 5</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 6</i>	X						
<i>Protoperidinium sp. 7</i>				X			
<i>Protoperidinium sp. 8</i>					X	X	
<i>Protoperidinium sp. 9</i>	X						
<i>Protoperidinium sp. 10</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 11</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 12</i>		X		X			
<i>Protoperidinium sp. 13</i>				X	X	X	
<i>Protoperidinium sp. 14</i>		X	X	X		X	
<i>Protoperidinium sp. 15</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 16</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Protoperidinium sp. 17</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 18</i>				X			
<i>Protoperidinium sp. 19</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Protoperidinium sp. 20</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Protoperidinium sp. 21</i>	X	X	X	X		X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
Protoperidinium sp. 22				X	X		
Protoperidinium sp. 23		X	X	X	X		
Protoperidinium sp. 24	X	X	X	X	X	X	X
Protoperidinium sp. 25	X		X	X	X	X	
Protoperidinium sp. 26	X	X			X	X	X
Protoperidinium sp. 27		X	x	X	X	X	X
Protoperidinium sp. 28		X	X	X		X	
Protoperidinium sp. 29	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pyrocystis cf. lunula</i> (Schütt) Schütt, 1896			X			X	
<i>Pyrocystis obtusa</i>				X	X		
<i>Pyrocystis robusta</i> Kofoid, 1907				X		X	X
<i>Pyrophacus</i> sp.		X	X		X	X	X
<i>Schuetiella mitra</i> (Schütt) Balech, 1988						X	
<i>Triadinium polyedricum</i> (Pouchet) Dodge, 1981			X	X			
<i>Tripos azoricus</i> (Cleve) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos candelabrum</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013		X				X	X
<i>Tripos cf. reticulatus</i> (Pouchet) Gómez, 2013		X				X	
<i>Tripos cf. strictum</i> (Okamura & Nishikawa) Gómez, 2013		X	X	X		X	X
<i>Tripos concilians</i> (Jørgenen) Gómez, 2013					X	X	
<i>Tripos contortus</i> (Gourret) Gómez, 2013				X	X	X	
<i>Tripos contrarius</i> (Gourret) Gómez, 2013				X	X	X	
<i>Tripos declinatus</i> (Karsten) Gómez, 2013		X		X		X	
<i>Tripos euarquatus</i> (Jørgenen) F.Gómez, 2013				X	X	X	
<i>Tripos extensus</i> (Gourret) Gómez, 2013		X	X	X	X	X	
<i>Tripos falcatus</i> (Kofoid) Gómez, 2013		X	X	X	X	X	
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos gibberus</i> (Gourret) Gómez, 1883		X		X	X	X	X
<i>Tripos gravidus</i> (Gourret) Gómez, 2013						X	
<i>Tripos hexacanthus</i> (Gourret) Gómez, 2013				X	X	X	

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) Gómez, 2013		X	X	X		X	X
<i>Tripos horridus</i> (Cleve) Gómez 2013	X		X	X	X	X	
<i>Tripos kofoidii</i> (Jørgensen) Gómez, 2013		X				X	
<i>Tripos macroceros</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X		X	X	X	
<i>Tripos massiliensis</i> (Gourret) Gómez, 2013		X	X	X		X	X
<i>Tripos massiliensis f. armatus</i> (Karsten) Gómez, 2013		X	X	X	X	X	X
<i>Tripos mollis</i> (Kofoid) Gómez, 2013		X	X		X	X	X
<i>Tripos muelleri</i> Bory, 1827	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos pentagonus</i> (Gourret) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos praelongus</i> (Lemmermann) Gómez, 2013		X					
<i>Tripos pulchellus</i> (Schröder) Gómez, 2013		X		X			
<i>Tripos setaceus</i> (Jørgesen) Gómez, 2013	X			X			
<i>Tripos</i> sp. 1					X		
<i>Tripos</i> sp. 2				X	X		
<i>Tripos</i> sp. 3				X	X	X	
<i>Tripos symmetricus</i> (Pavillard) Gómez, 2013					X		
<i>Tripos teres</i> (Kofoid) Gómez, 2013				X			
<i>Tripos trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos tripodoides</i> (Jørgesen) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	
<i>Tripos vultur</i> (Cleve) Gómez, 2013		X				X	
Classe Noctilucophyceae							
<i>aff. Pronoctiluca</i> sp.	X						
<i>Pronoctiluca</i> sp. 1						X	
<i>Pronoctiluca</i> sp. 2			X			X	
<i>Pronoctiluca</i> sp. 3					X		
Filo Charophyta							
Classe Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)							
<i>Closterium</i> sp.				X			
<i>Cosmarium panduriforme</i> Turner, 1893			X	X		X	
<i>Cosmarium</i> sp.				X			

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Euastrum sp.</i>				X			
<i>Staurastrum cf. leptocladum</i> Nordstedt, 1870				X	X		
<i>Staurastrum cf. pseudotetracerum</i> (Nordstedt) West & West, 1895				X			
<i>Staurastrum ophiura</i> Lundell, 1871				X			
<i>Stauroidesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) Lillieroth, 1950			X				
<i>Stauroidesmus sp.</i>				X			X
Classe Mesostigmatophyceae							
<i>Mesostigma sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
Filo Haptophyta							
Classe Coccolithophyceae							
aff. <i>Calciosolenia murrayi</i> Gran, 1912				X		X	
aff. <i>Calciosolenia murrayi</i> Gran, 1912						X	
aff. <i>Michaelsarsia sp.</i>						X	
aff. <i>Pontosphaera sp.</i>			X	X		X	
aff. <i>Scyphosphaera sp.</i>				X		X	
aff. <i>Scyphosphaera sp.</i>				X			
aff. <i>Syracosphaera sp.</i>				X		X	
<i>Algirosphaera oryza</i> Schlauder, 1945						X	
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud) Deflandre, 1949				X			
<i>Braarudosphaera bigelowii</i> (Gran & Braarud) Deflandre, 1949						X	
<i>Calciosolenia aff. murrayi</i> Gran 1912		X	X	X		X	
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) Young, 2003			X	X		X	
<i>Coronosphaera sp.</i>				X		X	
<i>Discosphaera tubifera</i> Murray & Blackman) Ostefeld, 1900			X	X		X	
<i>Halopappus sp.</i>		X					
<i>Helicosphaera cf. carteri</i> (Wallich) Kamptner 1954				X			
<i>Rhabdosphaera cf. clavigera</i> Murray & Blackman, 1898				X			
<i>Scyphosphaera cf. apsteinii</i> Lohmann, 1902			X			X	
<i>Umbellosphaera sp.</i>						X	
Filo Ochrophyta							

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
Classe Dictyochophyceae							
aff. Mesocena sp.	X						
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839		X					
<i>Dictyocha fibula</i> f. rhombica P.Schulz		X		X	X		
<i>Dictyocha</i> sp1				X			
Classe Synurophyceae							
<i>Mallomonas</i> sp.			X		X		
Classe Xanthophyceae							
<i>Isthmochloron</i> cf. lobulatum (Nägeli) Skuja, 1948				X			
Filo Cyanobacteria							
Classe Cyanophyceae							
aff. <i>Aphanocapsa</i> sp.				X			
aff. <i>Borzia</i> sp.	X		X	X	X	X	
aff. <i>Johannesbaptistia</i> sp.		X	X	X	X	X	X
aff. <i>Microcrocis</i> sp.			X	X	X	X	
aff. <i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher, 1949		X					
aff. <i>Synechococcus</i> sp colonial				X	X		
<i>Anabaena</i> sp. 1				X			
<i>Anabaena</i> sp. 2				X	X		
<i>Anabaena</i> sp. 3				X		X	
<i>Anabaena</i> sp. 4		X	X	X		X	
<i>Anabaena</i> sp. 5	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anabaena</i> sp. 6		X	X	X	X		
<i>Chroococcus</i> sp. 1		X	X	X	X	X	
<i>Chroococcus</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chroococcus</i> sp. 3	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chroococcus</i> sp. 4				X		X	
<i>Gomoniella</i> sp.		X			X		
<i>Lyngbya</i> sp. 1		X					
<i>Lyngbya</i> sp. 2			X		X		X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
<i>Lyngbya sp. 3</i>			X				
<i>Lyngbya sp. 4</i>						X	
<i>Merismopedia cf. tenuissima Lemmermann, 1898</i>		X	X	X	X	X	
<i>Merismopedia sp. 1</i>		X	X	X			
<i>Merismopedia sp. 2</i>			X	X	X		X
<i>Merismopedia sp. 3</i>				X		X	
<i>Microcystis sp.</i>				X			
<i>Pseudanabaena sp. 1</i>					X	X	
<i>Pseudanabaena sp. 2</i>		X		X	X	X	X
<i>Pseudanabaena sp. 3</i>				X			
<i>Raphidiopsis sp</i>				X			
<i>Rhabdoderma cf. irregulare (Naumann) Geitler 1925</i>		X	X	X	X	X	
<i>Spirulina cf. major Kützing ex Gomont, 1892</i>			X	X		X	
<i>Spirulina sp.1</i>		X					
<i>Spirulina sp.2</i>			X			X	X
<i>Synechococcus sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synechococcus sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synechocystis sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synechocystis sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synechocystis sp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synechocystis sp. 4</i>					X		
<i>Trichodesmium aff. contortum (Wille ex O.Kirchner) Wille in Brandt & Apstein 1903</i>			X		X	X	X
<i>Trichodesmium cf. erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892</i>		X		X		X	
<i>Trichodesmium cf. hildebrandtii Gomont 1892</i>	X	X		X	X	X	
<i>Trichodesmium clevei (J.Schmidt) Anagnostidis & Komárek, 1988</i>				X	X	X	
<i>Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichodesmium sp. 1</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Trichodesmium sp. 2</i>						X	
<i>Trichodesmium sp. 3</i>						X	
<i>Trichodesmium thiebautii Gomont ex Gomont, 1890</i>	X	X	X	X	X	X	X

TAXA	Abrolhos	Norte	Foz Norte	Foz Central	Foz Sul	Costa das Algas	Sul
Filo Euglenozoa							
Classe Euglenophyceae							
<i>aff. Eutreptia sp.</i>		X	X	X	X	X	
<i>Phacus cf. pyrum</i>						X	
<i>Euglena sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Euglena sp. 1</i>	X	X	X			X	X
<i>Euglena sp. 2</i>		X				X	X
<i>Eutreptia sp.</i>		X	X	X		X	X
<i>Eutreptia sp. 1</i>	X		X				
<i>Eutreptia sp. 2</i>			X				
<i>Eutreptia sp. 3</i>			X				
<i>Eutreptiella sp</i>				X		X	
<i>Trachelomonas cf. volvocinopsis</i> Svirenko, 1914				X			
<i>Trachelomonas sp.</i>				X			
<i>Trachelomonas sp.</i>				X			