

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

**RELATÓRIO SEMESTRAL – SEÇÃO 3:**

**Anexo 3 – Marinho Fitoplâncton**

**RT-07D RRDM/JUN19**

**Coordenação Geral**

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Junho de 2019

## COORDENAÇÕES

### COORDENAÇÕES POR ANEXO

#### **Anexo 3**

Fabian Sá (UFES)

#### **Subprojeto Fitoplâncton**

Camilo Dias Junior (UFES)

Georgette Cristina Salvador Lázaro (UFES)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
2.1	DENSIDADE NUMÉRICA .....	21
2.2	CLASSES DE TAMANHO .....	36
2.3	PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E CLOROFILA ATIVA .....	42
2.4	COMPOSIÇÃO QUALITATIVA DO FITOPLÂNCTON .....	54
2.5	COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA QUANTITATIVA DO FITOPLÂNCTON .....	72
2.6	DIVERSIDADE E EQUABILIDADE .....	80
<b>3</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>93</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 23
- Figura 2: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 24
- Figura 3: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico. .... 24
- Figura 4: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 25
- Figura 5: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 25
- Figura 6: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01<sup>-1</sup> e SD 02<sup>-1</sup>). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. .... 26
- Figura 7: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. .... 26
- Figura 8: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico. .... 27
- Figura 9: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. .... 27
- Figura 10: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico. .... 28

Figura 11A a E: Densidade numérica total da comunidade fitoplanctônica ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) das estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Campanha 1), distribuídas em cinco setores: Abrolhos (A), Norte (B), Foz do Rio Doce (C), Costa das Algas (D) e Sul (E). ..... 28

Figura 12: Distribuição da densidade numérica total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) e das concentrações de clorofila-a e feopigmentos ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) da comunidade fitoplanctônica nas estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Campanha 1). Os Mapas 12A e 12B tratam da distribuição da densidade, enquanto que 12C e 12D mostram a clorofila a e 12E referem-se aos feopigmentos. 31

Figura 13: Abundância (ou densidade) média do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nas águas superficiais e no fundo dos cinco setores (Abrolhos, Norte, Foz do Rio Doce, Costa das Algas e Sul) da área de estudo monitorada durante a Campanha 1 (semestral de 2018). As barras representam o erro padrão das médias das densidades numéricas totais das estações amostrais de cada setor. .... 32

Figura 14: Abundância média do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nas águas superficiais e no fundo da Foz do Rio Doce durante as Campanhas 1, 2 e 3 (mensais de 2018: Outubro, Novembro e Dezembro). As barras representam o erro padrão das médias das densidades numéricas totais das estações amostrais de cada setor..... 32

Figura 15: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total (ou abundância) da comunidade fitoplanctônica ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nos monitoramentos marinhos realizados pré-impacto, 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 pós-impacto (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 das abundâncias totais obtidas nas fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2016 ..... 33

Figura 16: 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-impacto (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pós-impacto (novembro de 2015 a junho de 2017) 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 fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2016 e as abundâncias das estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) durante a primeira campanha de 2018 (primeira semestral). ..... 34

Figura 17: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu m$ ) e microfítoplâncton (20-200  $\mu m$ ) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 37

Figura 18: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	38
Figura 19: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	38
Figura 20: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	39
Figura 21: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	39
Figura 22: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	40
Figura 23: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	40
Figura 24: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	41
Figura 25: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	41
Figura 26: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200 $\mu$ m) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	42

Figura 27: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	46
Figura 28: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	47
Figura 29: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	47
Figura 30: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	48
Figura 31: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	48
Figura 32: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	49
Figura 33: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	49
Figura 34: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	50
Figura 35: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	50
Figura 36: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	51

Figura 37: 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-impacto, 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 pós-impacto (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 fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2017.

..... 52

Figura 38: Distribuição da percentagem de clorofila ativa da comunidade fitoplanctônica nas estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Primeira Campanha). Os Mapas 38A e 38B tratam da distribuição da clorofila ativa (%), enquanto que 3C representa o mapa de localização das estações de amostragem monitoradas nas campanhas semestral (41 estações) e mensais (11 estações da região da Foz)..... 53

Figura 39: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.... 57

Figura 40: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. .... 58

Figura 41: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico..... 58

Figura 42: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. .... 59

Figura 43: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico..... 59

Figura 44: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico..... 60

Figura 45: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. .... 60

Figura 46: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. .... 61

Figura 47: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.....	61
Figura 48: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	62
Figura 49: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	62
Figura 50: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	63
Figura 51: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	63
Figura 52: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	64
Figura 53: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	64
Figura 54: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	65
Figura 55: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	65
Figura 56: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	66
Figura 57: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	66
Figura 58: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro da pluma (SD 01). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	67

Figura 59: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada fora da pluma (SDPf). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	67
Figura 60: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	68
Figura 61: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	68
Figura 62: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	69
Figura 63: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro da pluma (SD 01). Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	69
Figura 64: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada fora da pluma (SDPf 00). Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	70
Figura 65: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	70
Figura 66: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	71
Figura 67: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	71
Figura 68: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	75
Figura 69: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	76
Figura 70: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	76
Figura 71: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	77
Figura 72: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	77

Figura 73: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	78
Figura 74: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	78
Figura 75: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	79
Figura 76: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	79
Figura 77: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	80
Figura 78: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	83
Figura 79: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	83
Figura 80: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico. ....	84
Figura 81: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	84
Figura 82: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico. ....	85
Figura 83: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2)	

e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	85
Figura 84: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	86
Figura 85: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico.....	86
Figura 86: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.....	87
Figura 87: Variações da diversidade específica (bits•organismo-1) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.....	87
Figura 88: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	88
Figura 89: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	88
Figura 90: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	89
Figura 91: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	89
Figura 92: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.....	90
Figura 93: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	90
Figura 94: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.....	91

Figura 95: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	91
Figura 96: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	92
Figura 97: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico. ....	92

## 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 $^{-1}$ ); equabilidade; concentrações de clorofila-a ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) e f eopigmentos ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) dos setores da área de estudo monitorados na campanha semestral de 2018 (outubro e novembro). ..... 18
- 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 $^{-1}$ ); 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 área monitorada nas campanhas mensais de novembro e dezembro de 2018. .... 20
- Tabela 3: Estatística descritiva da média da densidade numérica total do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ), da diversidade específica (bits $\cdot$ organismo $^{-1}$ ) e das concentrações de clorofila-a ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) nos monitoramentos realizados entre novembro de 2015 e junho de 2017. .... 35

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de gêneros e espécies do fitoplâncton obtidos de amostras qualitativas da Campanha Semestral de 2018. ....	96
Quadro 2: lista de gêneros e espécies do fitoplâncton obtidos de amostras qualitativas da campanha mensal de novembro de 2018. ....	119
Quadro 3: Lista de gêneros e espécies do fitoplâncton obtidos nas amostras qualitativas para a campanha mensal de dezembro de 2018. ....	126

## **1 OBJETIVO**

O objetivo deste relatório é apresentar os resultados obtidos nos primeiros seis meses de monitoramento ambiental do fitoplâncton marinho, comparando-os com dados pretéritos pré e pós-acidente, e apontar se cada parâmetro analisado foi um indicador de impacto ambiental em termos de variação temporal e espacial.

O documento em questão visa elucidar se as modificações observadas nas amostragens interferiram na estrutura da comunidade fitoplanctônica marinha, bem como expor a existência ou ausência de impacto, o ecossistema afetado, a magnitude temporal (se agudo ou crônico) e duração (curto ou longo prazo), além da relação do impacto com a sazonalidade local, considerando os períodos seco (maio a setembro) e chuvoso (outubro a abril) no Espírito Santo.

Neste relatório foram descritos os resultados das análises das amostras coletadas, entre outubro e dezembro de 2018, segundo preconizado no Subprojeto Fitoplâncton Estuarino e Marinho (PMFM – Anexo 3), do Termo de Referência nº 4 do ICMBio, objeto da Cláusula 165 do TTAC.

Em relação às amostragens de 2019, as análises qualitativas e quantitativas das amostras de 12 a 25 de janeiro de 2019 e de pigmentos fotossintéticos de 12 a 17 de janeiro de 2019 foram executadas. Todavia, os táxons ainda estão sendo identificados e os dados tratados, inviabilizando a obtenção de resultados conclusivos para compor o relatório em questão. Os dados brutos se encontram na fase de refinamento e cálculos para obtenção dos parâmetros biológicos estabelecidos no Termo de Referência.

Ademais, o atraso na apresentação dos resultados deve-se a alguns problemas técnicos tanto nos embarques quanto nas análises laboratoriais. As análises quali-quantitativas exigem um trabalho complexo que demanda tempo para preparação de amostras e análises em microscopia. Cabe ressaltar que, para as análises quantitativas, as amostras necessitam de prévio período de sedimentação de pelo menos dois dias e a contagem do fitoplâncton e taxonomia são atividades morosas.

## **2 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O fitoplâncton responde rapidamente às alterações ambientais, sendo um eficaz bioindicador de qualidade de água. Essas alterações podem ser observadas através de indicadores ambientais, tais como a densidade numérica, a biomassa em concentrações de clorofila-a, a composição quantitativa, a composição qualitativa, índices de diversidade e equabilidade, a relação clorofila-a versus fitopigmentos e a distribuição espacial (vertical e horizontal) da biomassa fitoplanctônica na área de monitoramento.

Impactos ambientais têm um efeito quase imediato sobre a biomassa fitoplanctônica, em termos de clorofila-a e a densidade numérica, podendo aumentar ou reduzir a quantidade de organismos no ambiente aquático ao refletir as mudanças ambientais. Desta forma, os demais atributos do fitoplâncton são alterados, como a composição quantitativa, que reduz a importância numérica de algumas espécies e favorecem outras. Neste contexto, a composição qualitativa também se altera com o aparecimento ou desaparecimento de espécies indicadoras.

A diversidade e a equabilidade são indicadores matemáticos de modificações na estrutura da comunidade fitoplanctônica, bem como a relação clorofila-a versus feopigmentos, uma vez que a razão destes dois fatores se torna um indicativo das condições fisiológicas da comunidade fitoplanctônica. Esta relação permite a inferência da proporção de clorofila ativa, que influencia nos processos de fotossíntese na coluna d'água.

A movimentação da biomassa fitoplanctônica horizontal e vertical está sujeita a variação das características físicas, como temperatura, turbidez e luminosidade, e químicas, como oxigênio, fósforo, nitrogênio e metais. Ademais, a distribuição vertical reflete outras variações específicas como penetração da luz, turbidez e ressuspensão de sedimentos. Além dos indicadores dentro da própria comunidade fitoplanctônica, existem indicadores importantes nas relações do fitoplâncton com outras variáveis ambientais como fitoplâncton versus variáveis químicas (principalmente oxigênio, fósforo, nitrogênio e metais), fitoplâncton versus variáveis físicas (principalmente temperatura e penetração de luz) e fitoplâncton versus zooplâncton (principal consumidor do fitoplâncton).

Para os parâmetros descritos neste capítulo, foram separadas as informações referentes aos setores Foz Norte, Foz Central e Foz Sul da Campanha 1 (semestral 2018) para comparação com as mensais de novembro e dezembro de 2018, sendo criada uma seção para discussão da “Campanha Mensal de Outubro de 2018”. A Tabela 1 e Tabela 2 apresentam a estatística descritiva dos principais atributos do fitoplâncton para os setores amostrados na Campanha 1, 2 e 3 (semestral de 2018 e mensais de novembro e dezembro de 2018), 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 f eopigmentos ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) e valores de clorofila ativa (%) nas águas superficiais (S), do meio (M) e do fundo (F) dos setores da área de estudo monitorados na campanha semestral de 2018 (outubro e novembro).

Setor	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
Abrolhos	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	0,46	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
Norte	Tamanho (n)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Mínimo	332	259	317	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	0,68	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
Foz do Rio Doce	Tamanho (n)	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	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	0,09	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
Costa das Algas	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

Setor	Estatística Descritiva	Densidade Total		Densidade do Nanofitoplâncton		Densidade do Microfitoplâncton		Diversidade Específica		Equabilidade		Clorofila-a			Feopimentos			Clorofila Ativa (%)			
		S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
Sul	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	
	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	0,76	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	0,07	0,11	0,23	0,12	0,06	0,03	0,08	7,30	4,70	4,72	

Fonte: Autoria própria

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) da área monitorada nas campanhas mensais de novembro e dezembro de 2018.

Atributo do Fitoplâncton	Profundidade	Novembro (2018)							Dezembro (2018)						
		Tam. (n)	Mín.	Máx.	Méd.	Desvio Padrão	Coef. de Variação	Erro Padrão	Tam. (n)	Mín.	Máx.	Méd.	Desvio Padrão	Coef. de Variação	Erro Padrão
Densidade Total	S	11	309	2051	670	527	0,79	159	11	162	726	365	161	0,44	49
	F	11	224	1124	488	271	0,55	82	11	135	1070	423	302	0,71	91
Densidade do Nanofitoplâncton	S	11	297	2035	650	525	0,81	158	11	158	684	355	153	0,43	46
	F	11	178	1120	468	279	0,60	84	11	127	1047	411	295	0,72	89
Densidade do Microfitoplâncton	S	11	0	42	20	14	0,71	4	11	0	42	11	12	1,15	4
	F	11	4	70	20	19	0,97	6	11	0	31	13	11	0,89	3
Diversidade Específica	S	11	2,01	4,18	3,35	0,62	0,19	0,19	11	2,04	4,20	3,20	0,53	0,16	0,16
	F	11	1,00	3,74	2,96	0,82	0,28	0,25	11	2,45	4,39	3,31	0,55	0,17	0,17
Equabilidade	S	11	0,52	0,87	0,71	0,09	0,13	0,03	11	0,55	0,89	0,77	0,09	0,12	0,03
	F	11	0,30	0,83	0,68	0,16	0,24	0,05	11	0,64	0,90	0,78	0,08	0,10	0,02
Clorofila-a	S	11	0,00	2,37	0,66	0,64	0,97	0,19	11	0,13	1,07	0,45	0,30	0,66	0,09
	M	11	0,13	1,61	0,66	0,45	0,68	0,14	11	0,00	1,24	0,51	0,40	0,78	0,12
	F	11	0,29	1,46	0,77	0,37	0,47	0,11	11	0,13	0,98	0,49	0,28	0,57	0,08
Feopigmentos	S	11	0,00	0,53	0,22	0,17	0,77	0,05	11	0,00	0,43	0,16	0,14	0,85	0,04
	M	11	0,00	0,82	0,28	0,24	0,85	0,07	11	0,00	0,56	0,15	0,18	1,18	0,05
	F	11	0,11	0,75	0,35	0,17	0,49	0,05	11	0,00	0,73	0,31	0,18	0,60	0,06
Clorofila Ativa	S	11	0,00	100,00	66,88	28,58	0,43	8,62	11	47,62	100,00	75,64	19,06	0,25	5,75
	M	11	50,00	100,00	66,95	13,90	0,21	4,19	11	0,00	100,00	71,07	27,42	0,39	8,27
	F	11	47,62	85,71	67,75	14,11	0,21	4,25	11	35,71	83,33	57,79	16,95	0,29	5,11

Fonte: Autoria Própria.

## 2.1 DENSIDADE NUMÉRICA

Em relação à Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), o comportamento da abundância, que será adotado o termo densidade numérica em organismos/L, está descrito nos parágrafos a seguir:

No Setor Abrolhos, foram encontrados valores de densidade numérica variando de 270 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (ABR 03) a 1.634 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (ABR 02), com média 811 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em superfície e entre 178 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (ABR 05) e 950 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (ABR 02), com média 377 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em amostras de fundo (Figura 1, Figura 11A).

No Setor Norte foram encontrados valores de densidade numérica variando de 557x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (ITA 02) a 865 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup>, (BN 01) com média 557 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em superfície, e 259 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (DEG 02) a 1186 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (BN 01), com média 568 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> nas amostras de fundo (Figura 11B).

No Setor Foz Norte, foram encontrados valores de densidade numérica variando de 239 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDN 20) a 614 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDN 30), com média 377 x 10<sup>3</sup> em superfície, e 297 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDN 20 e SDN 30) a 838 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDN 13) com média 478 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> nas amostras de fundo (Figura 11C).

No Setor Foz Central, foram encontrados valores de densidade numérica variando de 378 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SD 05) a 904 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SD 01) em superfície, com média de 522 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup>, e entre 270 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SD 01) a 1124 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SD 05), com média 540 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em amostras de fundo (Figura 11C).

No Setor Foz Sul foram encontrados valores de densidade numérica variando de 212 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDS 30) a 452 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDS 13) em superfície, com média 346 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup>, e entre 382 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDS 13) a 579 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (SDS 30), com média 470 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em amostras de fundo (Figura 11C).

No Setor Costa das Algas foram encontrados valores de densidade numérica variando de 116 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (CA 09) a 915 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (CA 11) em superfície, com média 393 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup>, e 135 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (CA 15) a 1.228 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (CA 04), com média 437 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em amostras de fundo (Figura 11D).

No Setor Sul foram encontrados valores de densidade numérica variando de 239 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (GUA 02) a 811 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (VIX 01) em superfície, média 448 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> e 216 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (VIX 01) a 1.216 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> (GUA 01) com média 715 x 10<sup>3</sup> organismos•L<sup>-1</sup> em amostras de fundo (Figura 11E).

Foram coletadas amostras extras em um período chuvoso (Figura 5) e em um momento de pluma de sedimentos do Rio Doce (Figura 7). De forma geral, temos menores valores de densidade numérica em superfície e maiores no fundo, nas estações SD 01 e SD 02, durante o 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, principalmente em superfície, que poderia ser explicado devido à fertilização da água com o aporte continental.

A Figura 12, apresenta a densidade numérica total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) em superfície (A) e no fundo (B) nas estações amostrais realizadas para a Campanha 1.

Os dados obtidos referentes à Campanha 2 (mensal de novembro de 2018) serão descritos nos parágrafos seguintes.

No Setor Foz Norte foram encontrados valores de densidade numérica variando de  $367 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN 30) a  $514 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ , (SDN 13) com média  $433 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em superfície e entre  $247 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN 20) a  $375 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ , (SDN 13) com média  $305 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em amostras de fundo. No Setor Foz Central, foram encontrados valores de densidade numérica variando de  $309 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 04) a  $1.244 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 01) em superfície, média  $599 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ , e entre  $498 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 04) a  $1124 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 05), com média  $701 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em amostras de fundo. No Setor Foz Sul foram encontrados valores de densidade numérica variando de  $436 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 13) a  $2051 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 30) na superfície, com média  $1026 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  e entre  $224 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 30) a  $475 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 13) no fundo, média  $318 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (Figura 7).

Na Campanha 2 (mensal de Novembro 2018) também foi coletada uma amostra extra em momento de pluma, comparando esta com a amostra da mensal do SD 01, percebemos que dentro da pluma a densidade numérica foi maior, principalmente considerando a superfície ( $1244 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) dentro da pluma contra  $375 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  fora da pluma.

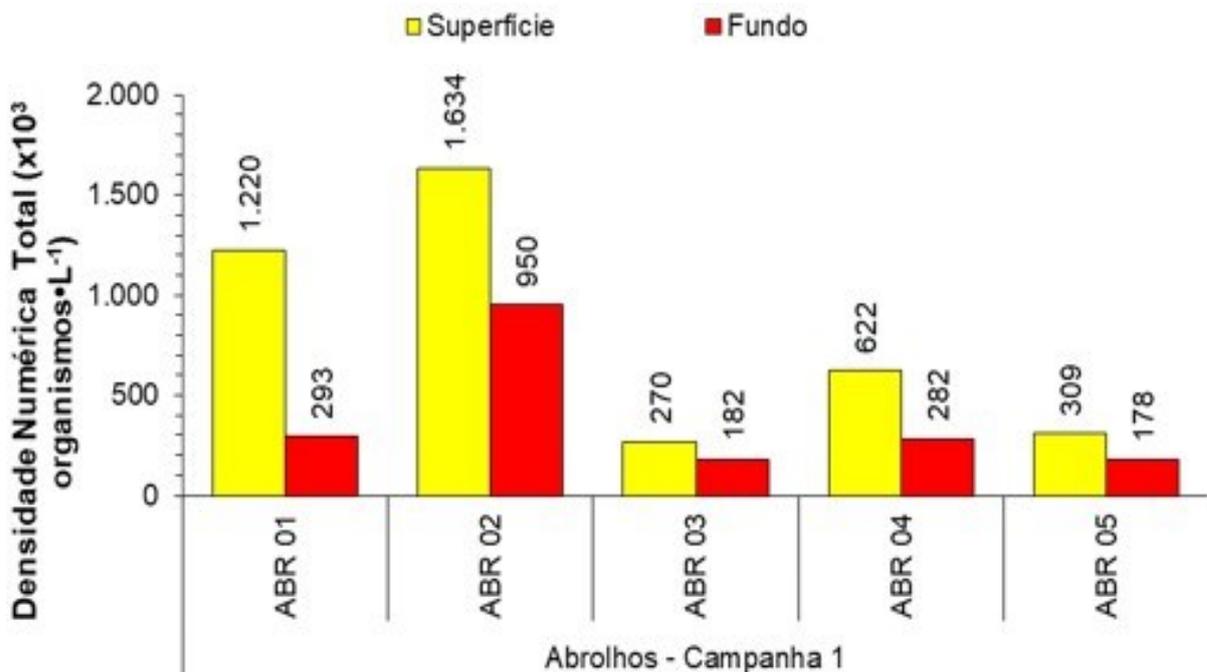
Quanto às amostras referentes à Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018), os resultados serão descritos nos próximos parágrafos.

No Setor Foz Norte foram encontrados valores de densidade numérica variando, em superfície, de  $162 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN 20) a  $440 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN13) com média de  $339 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  e de  $367 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN 30) a  $448 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDN 13) com média de  $399 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  nas amostras de fundo. No Setor Foz Central foram encontrados valores de densidade numérica variando de  $182 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 02) a  $467 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 04) com média de  $325 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em superfície e  $135 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 03) a  $927 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SD 01) com média de  $382 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  nas amostras de fundo. No Setor Foz Sul foram encontrados valores de densidade numérica variando de  $313 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 30) a  $726 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 13) com média de  $460 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em superfície, e  $220 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 30) a  $1.070 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  (SDS 13), com média de  $516 \times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$  em amostras de fundo (Figura 9). Foi o único setor que aparentou uma tendência de diminuição da densidade numérica da costa em direção ao mar.

No monitoramento atual as densidades numéricas se apresentaram elevadas (Figura 12, Figura 13), o que foi observado desde o impacto agudo, demonstrando ainda efeitos na forma de impacto crônico, porém em estudos anteriores do LabFito (pré-acidente) as densidades numéricas de organismos se apresentavam mais baixas (Figura 15, Tabela 3).

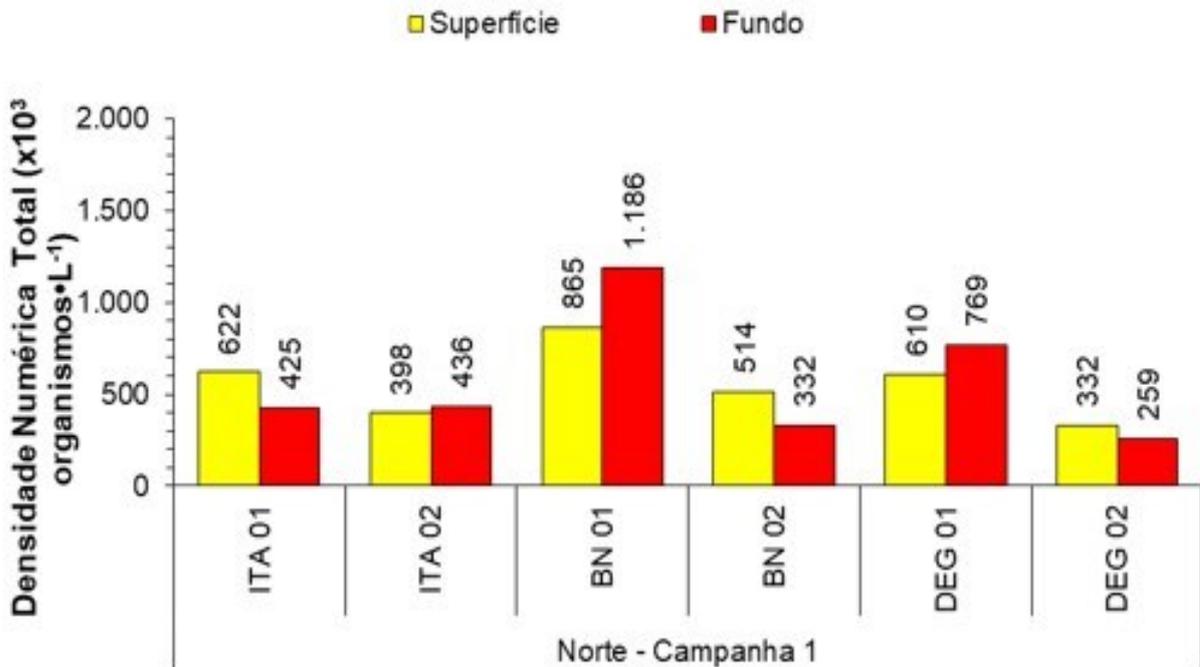
O aumento da densidade numérica de organismos pode estar associado à fertilização (entrada de nutrientes, metais traços entre outros, de origem alóctone), mas também ao desaparecimento de espécies mais sensíveis e o favorecimento de espécies pequenas com alta taxa de reprodução que se adaptam facilmente em condições de disponibilidade de nutrientes, ou mesmo alteração na comunidade zooplancônica, próximo elo da cadeia trófica, que age como regulador da comunidade fitoplancônica.

Figura 1: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



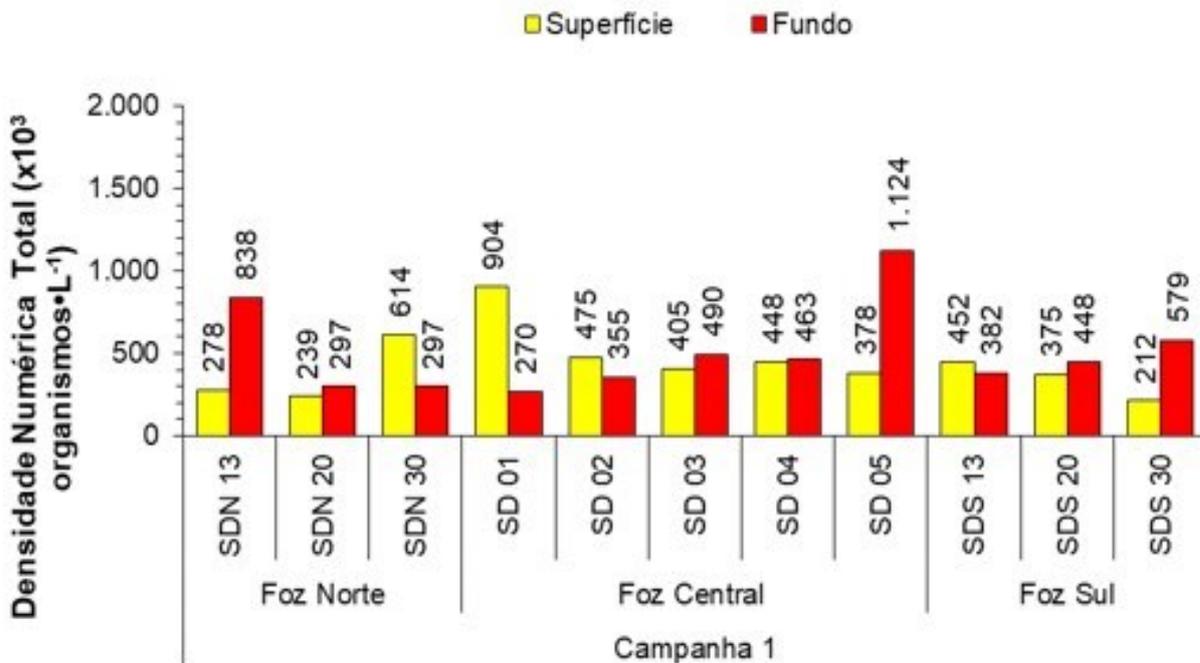
Fonte: Autoria própria.

Figura 2: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



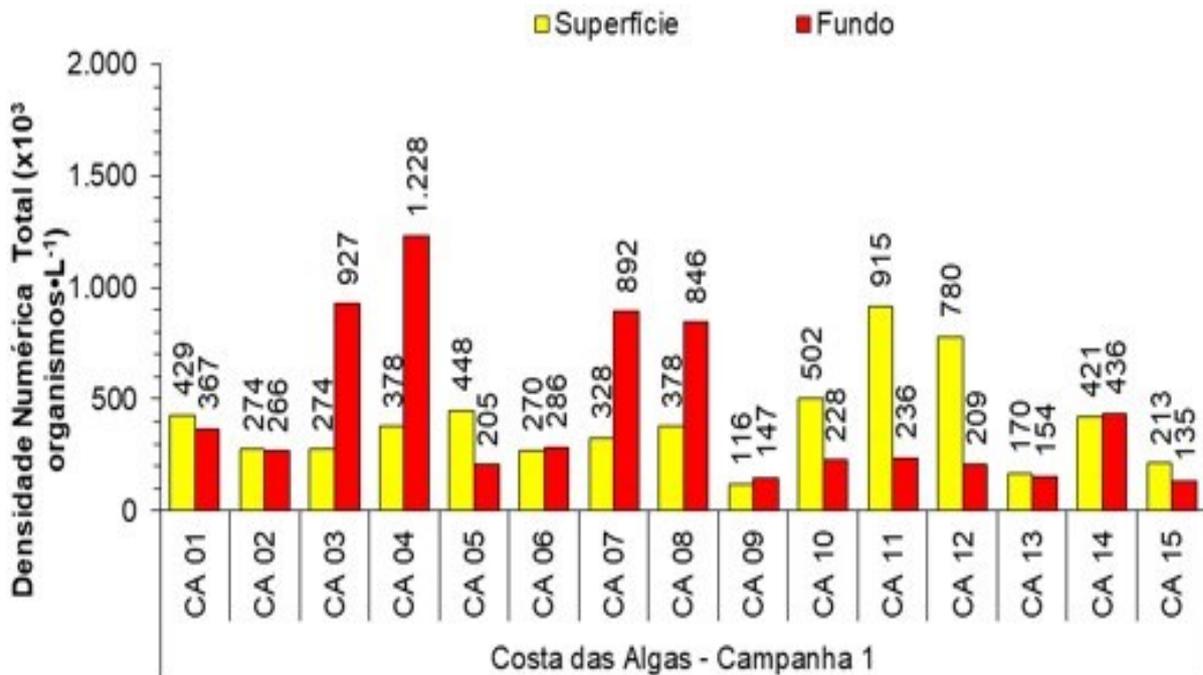
Fonte: Autoria própria.

Figura 3: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



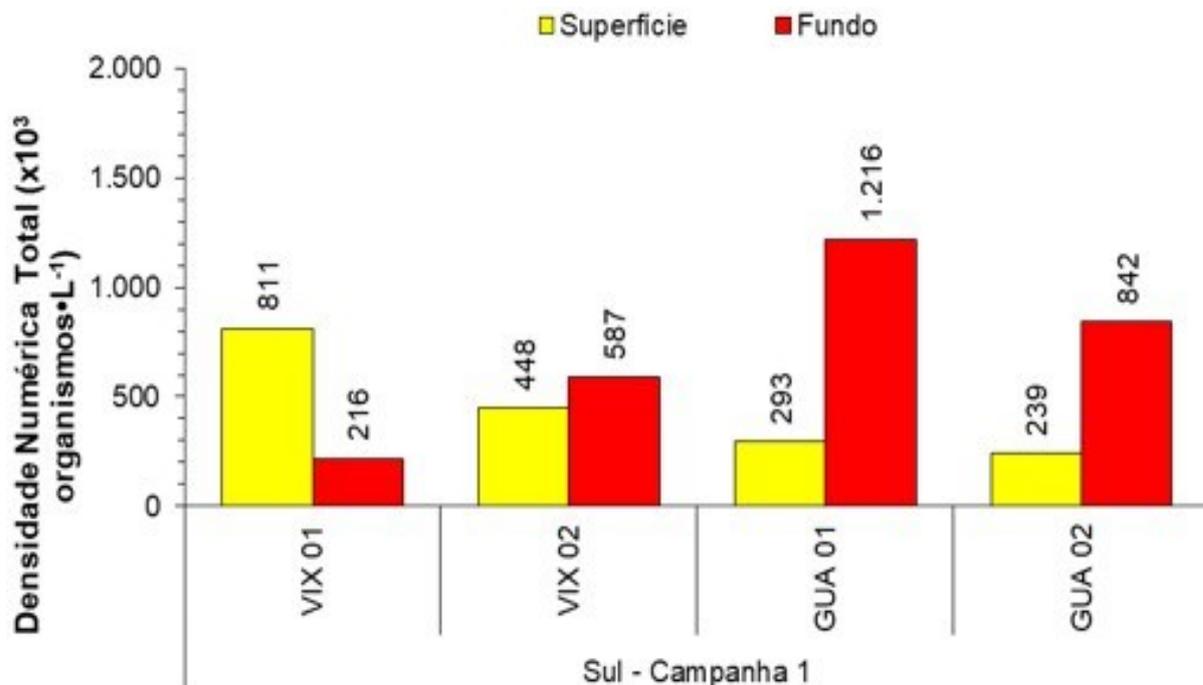
Fonte: Autoria própria.

Figura 4: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



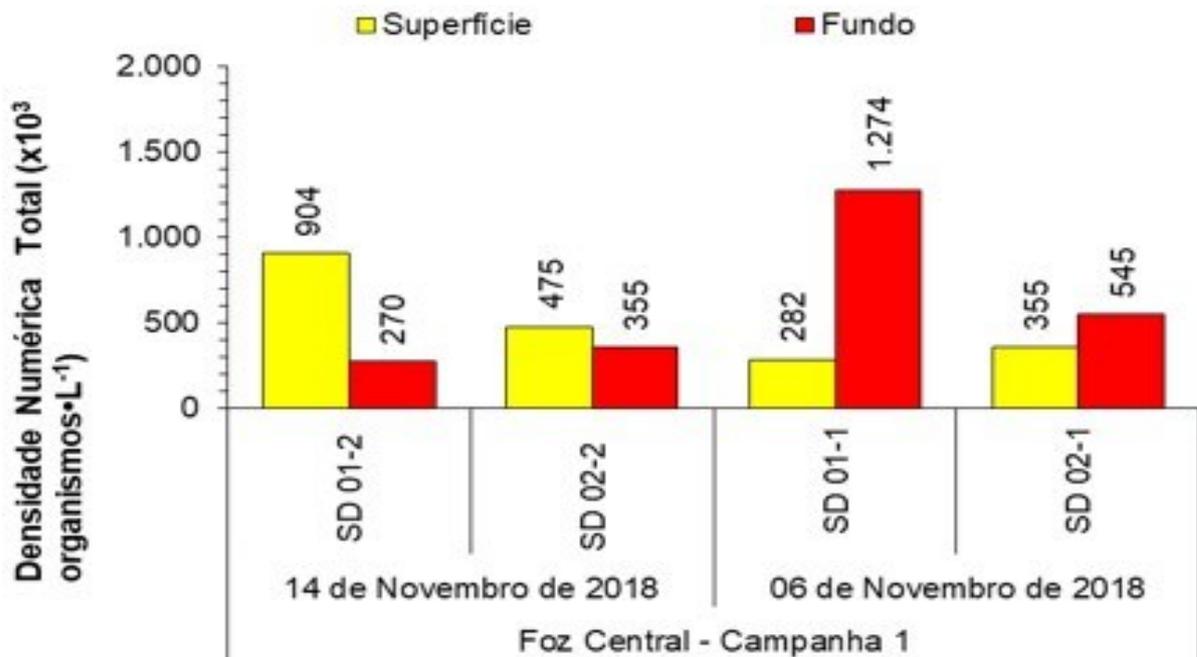
Fonte: Autoria própria.

Figura 5: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



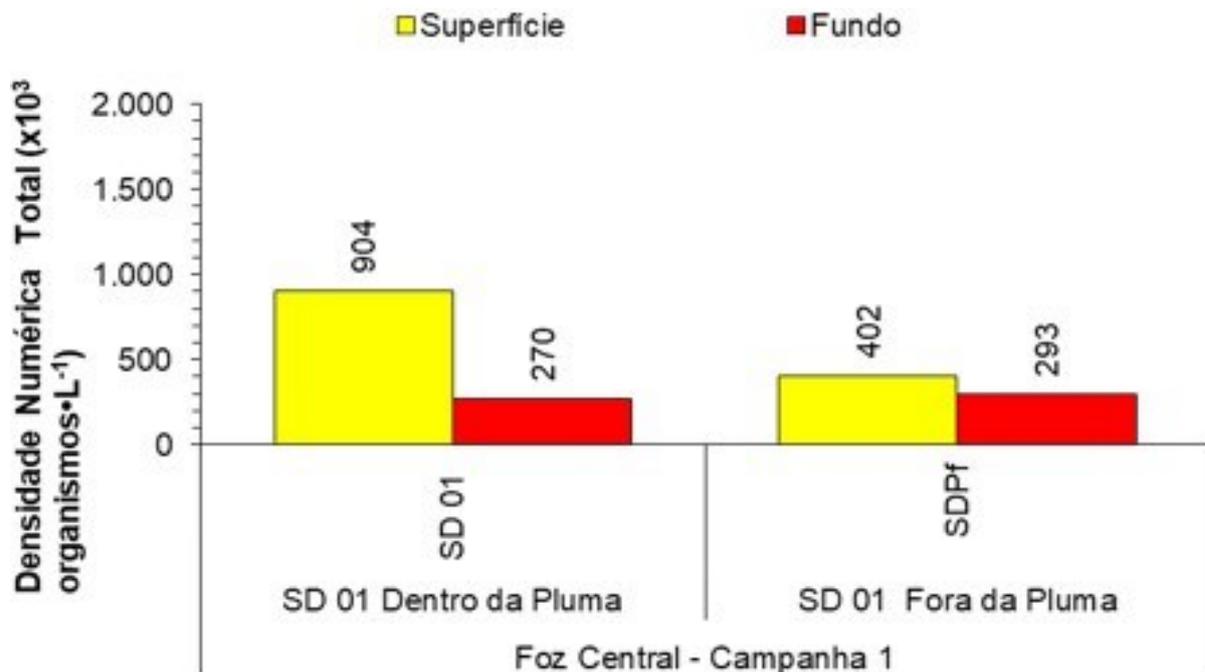
Fonte: Autoria própria.

Figura 6: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



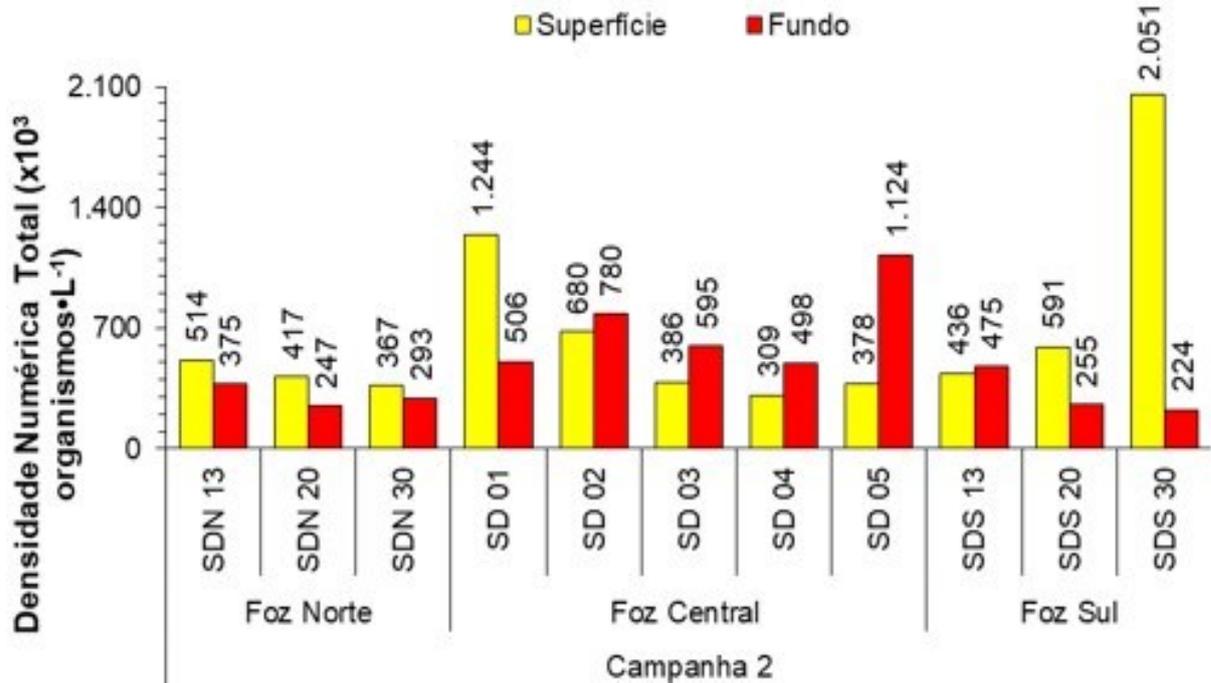
Fonte: Autoria própria.

Figura 7: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



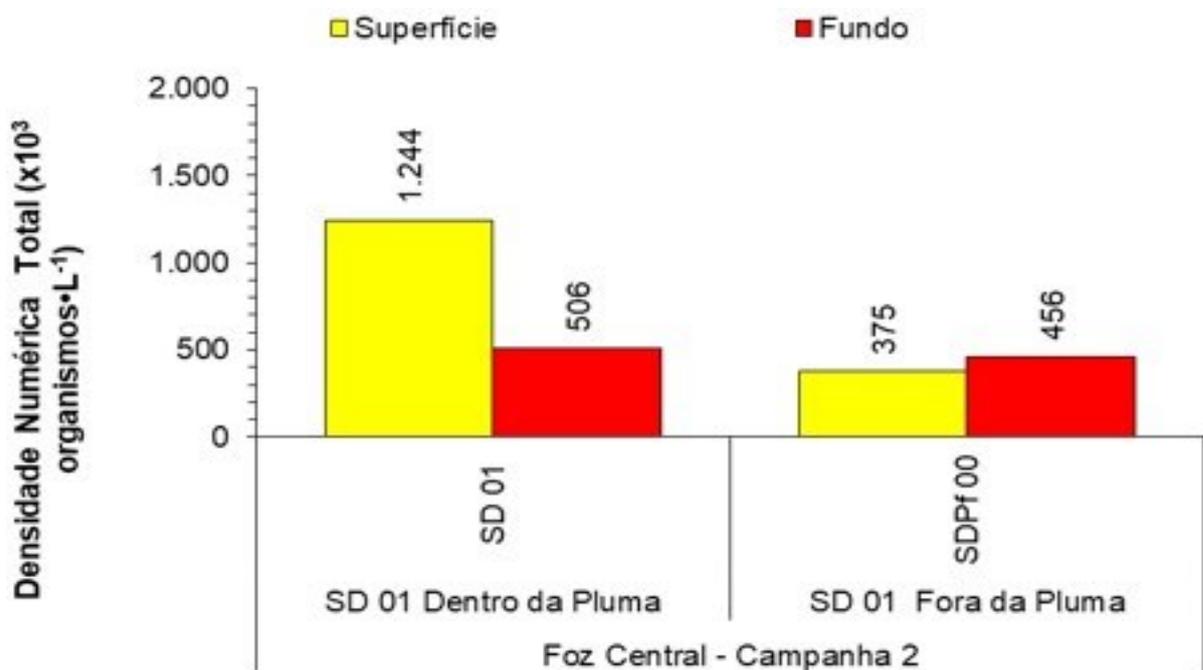
Fonte: Autoria própria.

Figura 8: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico.



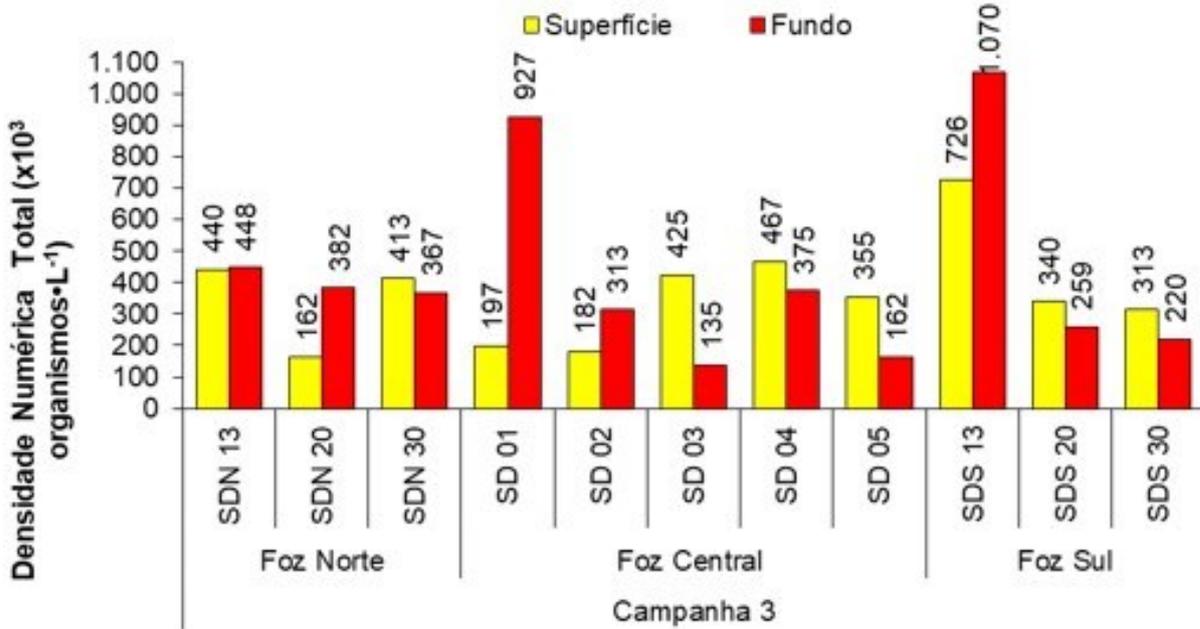
Fonte: Autoria própria.

Figura 9: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

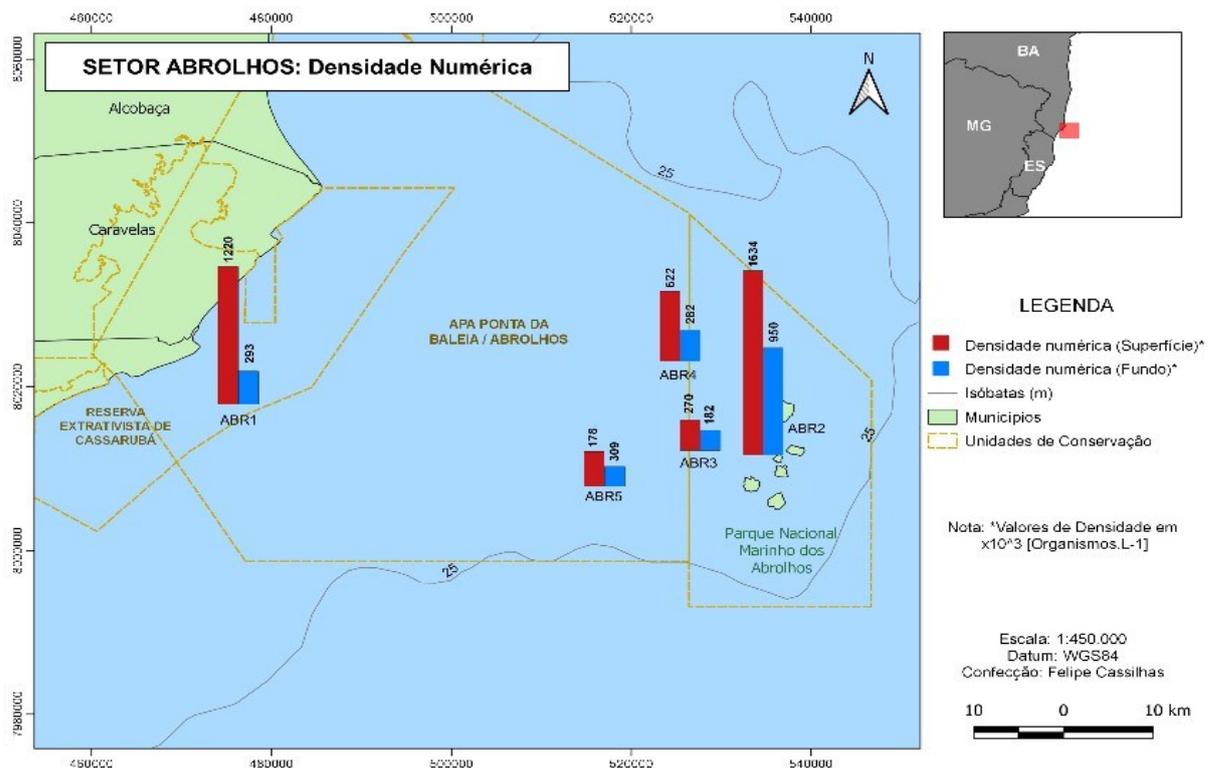
Figura 10: Variações da densidade numérica do fitoplâncton total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

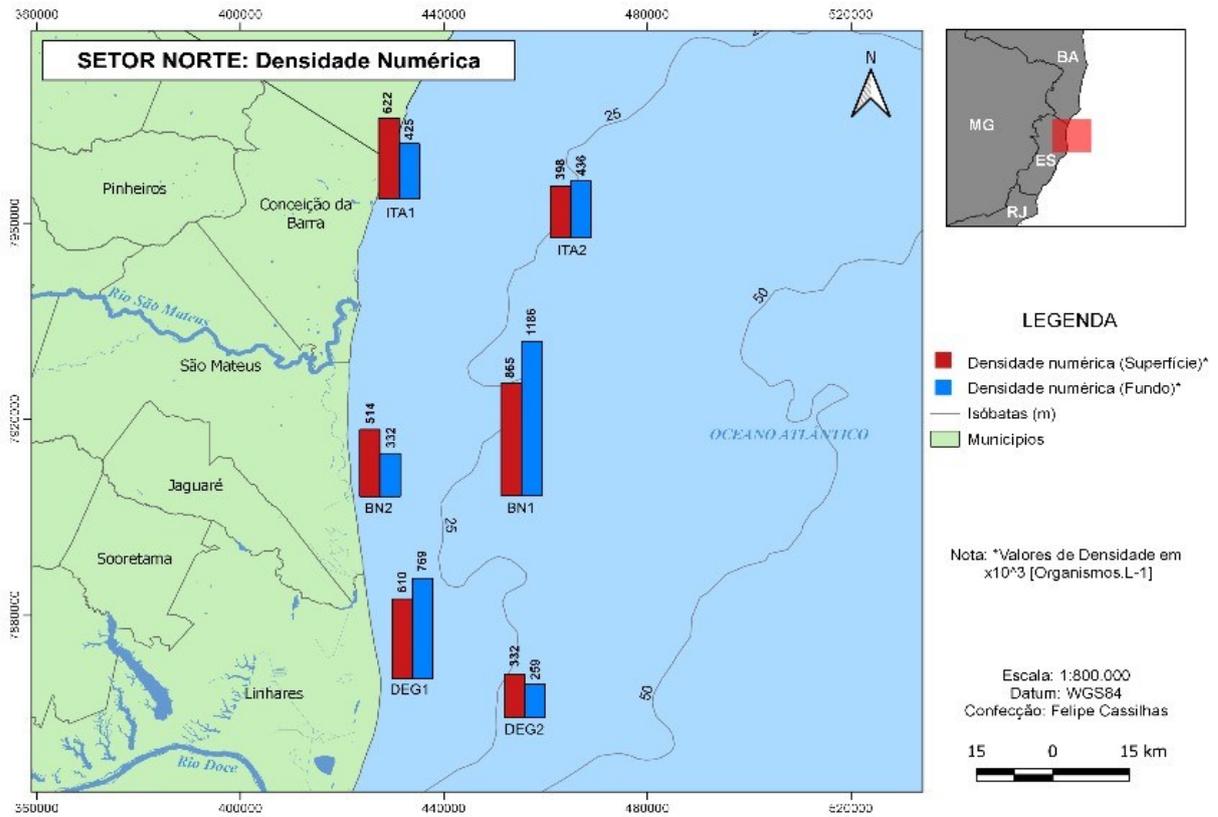
Figura 11A a E: Densidade numérica total da comunidade fitoplanctônica ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) das estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Campanha 1), distribuídas em cinco setores: Abrolhos (A), Norte (B), Foz do Rio Doce (C), Costa das Algas (D) e Sul (E).

Figura 11A



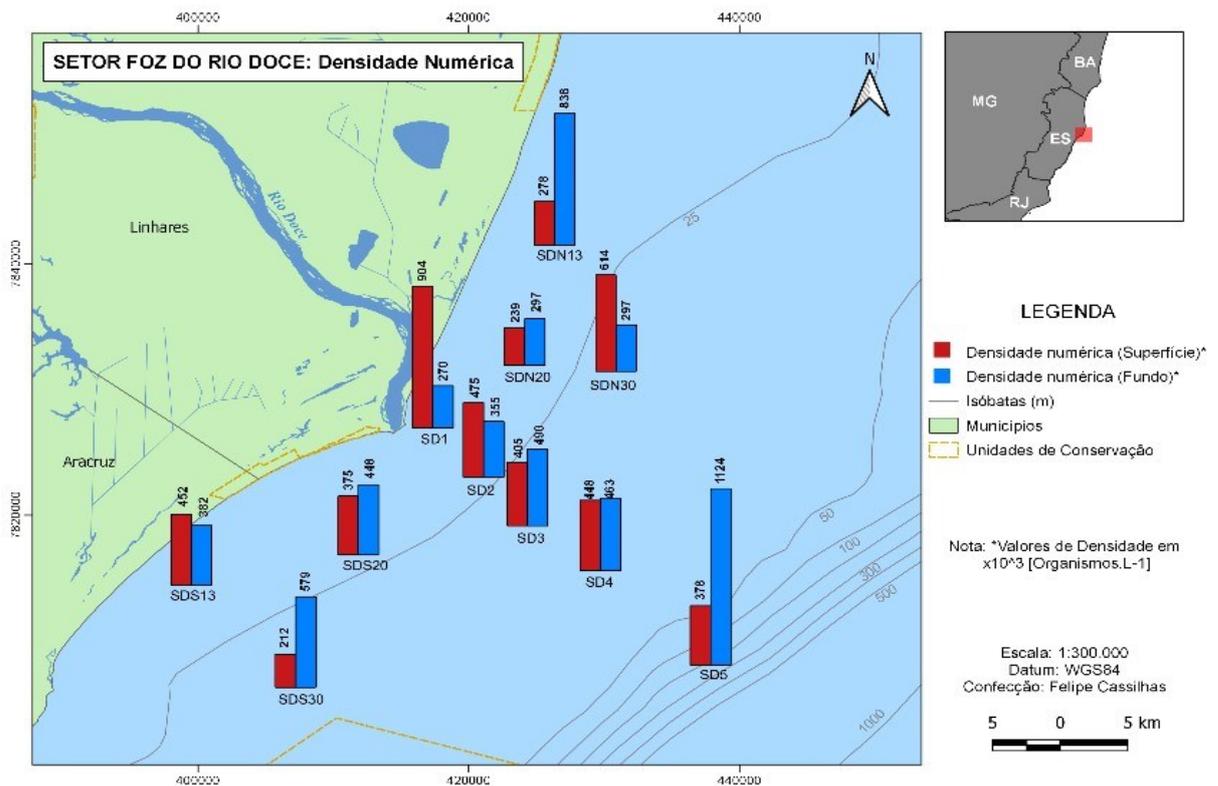
Fonte: Autoria própria.

Figura 11B



Fonte: Autoria própria.

Figura 11C



Fonte: Autoria própria.

Figura 11D

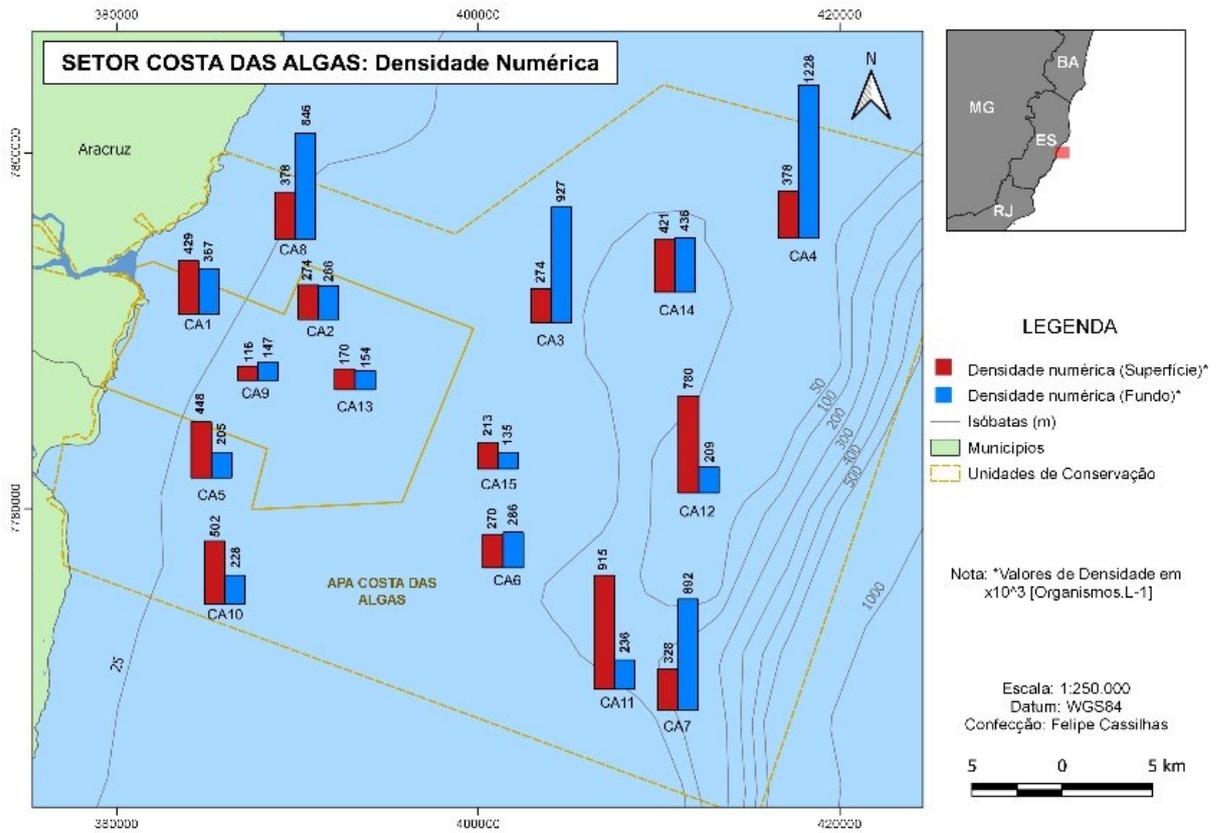
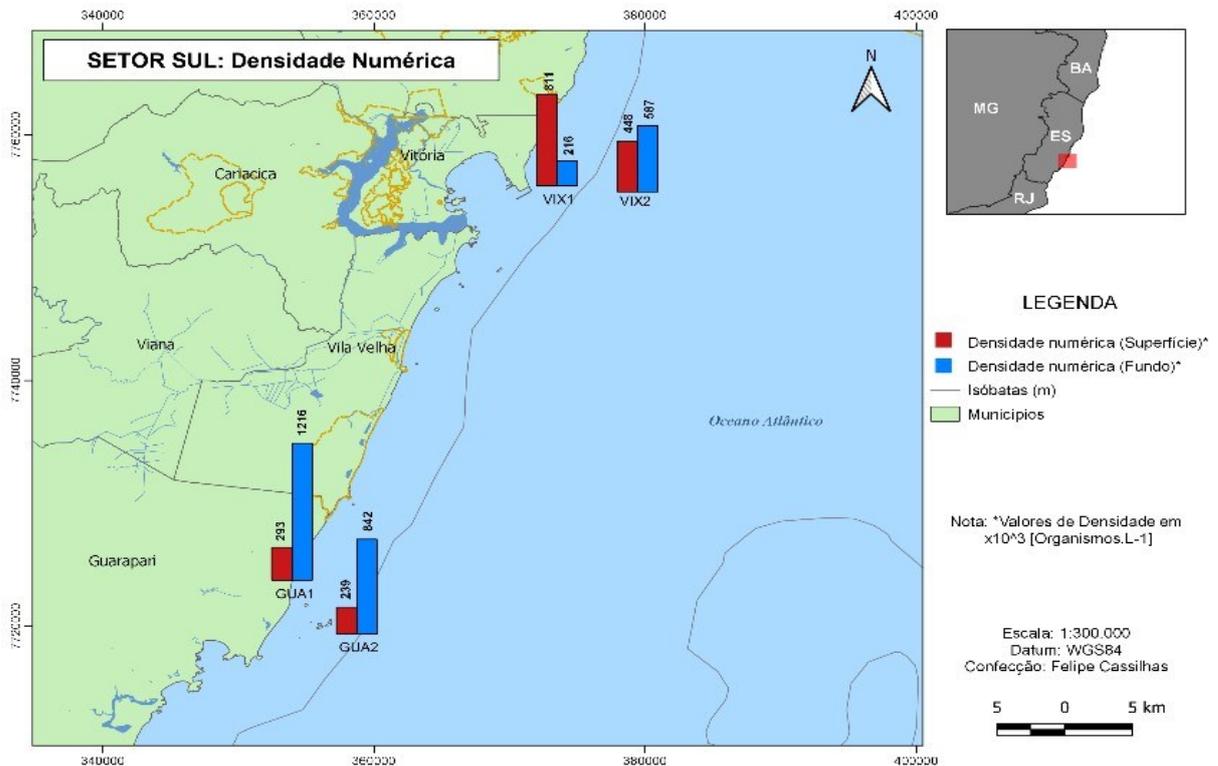
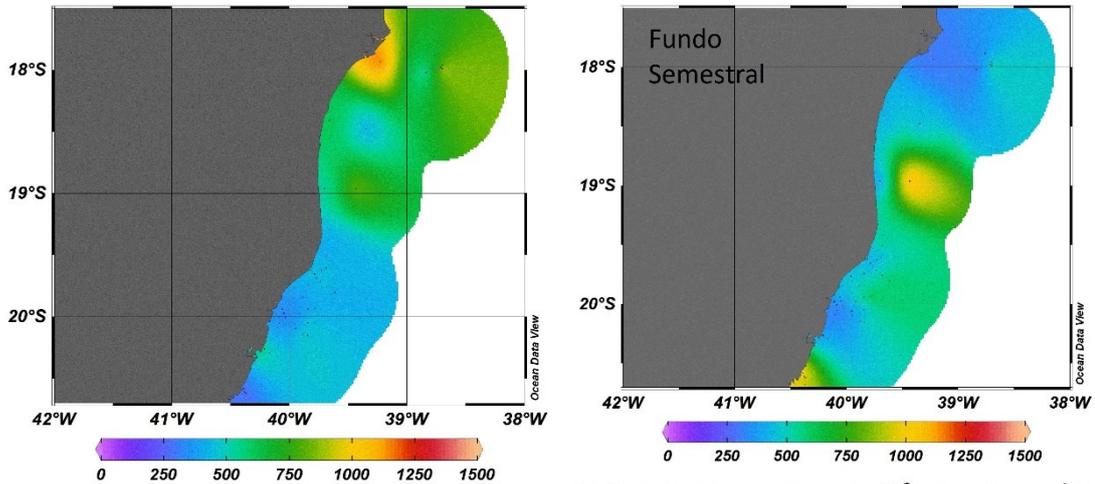


Figura 11D

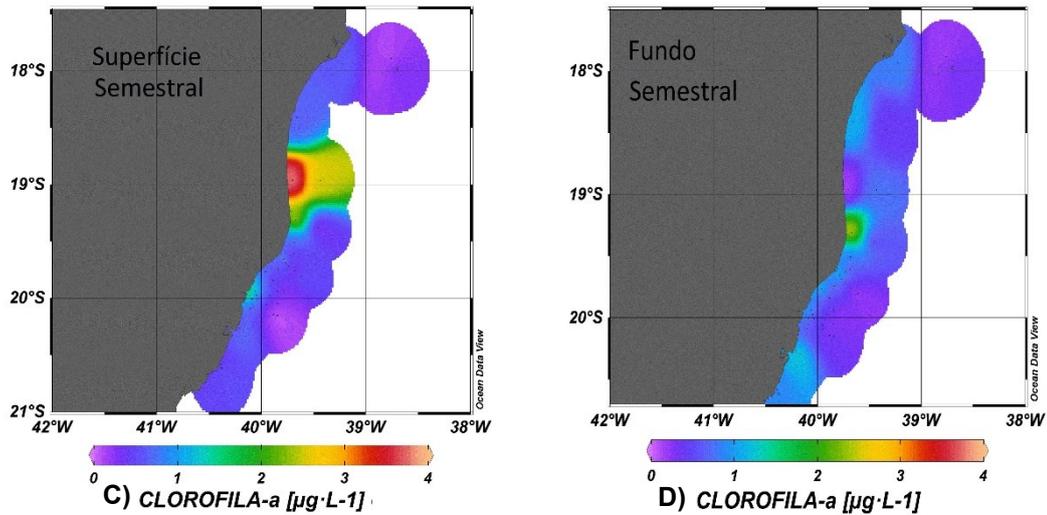


Fonte: Autoria própria.

Figura 12: Distribuição da densidade numérica total ( $\times 10^3$  organismos $\cdot$ L $^{-1}$ ) e das concentrações de clorofila-a e feopigmentos ( $\mu$ g $\cdot$ L $^{-1}$ ) da comunidade fitoplanctônica nas estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Campanha 1). Os Mapas 12A e 12B tratam da distribuição da densidade, enquanto que 12C e 12D mostram a clorofila a e 12E referem-se aos feopigmentos.

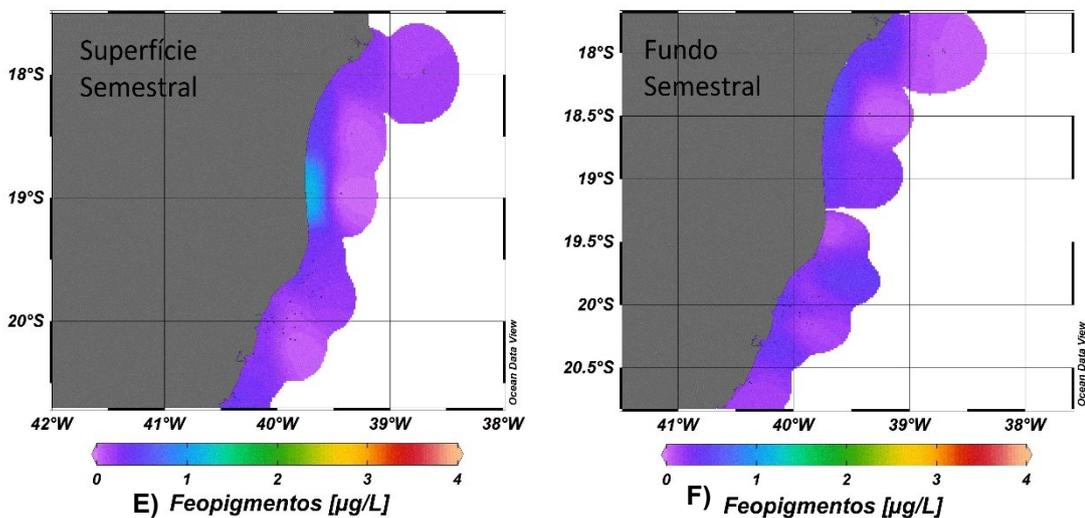


**A) Densidade numérica ( $\times 10^3$  organismos/L)** **B) Densidade numérica ( $\times 10^3$  organismos/L)**



**C) CLOROFILA-a [ $\mu$ g $\cdot$ L $^{-1}$ ]**

**D) CLOROFILA-a [ $\mu$ g $\cdot$ L $^{-1}$ ]**

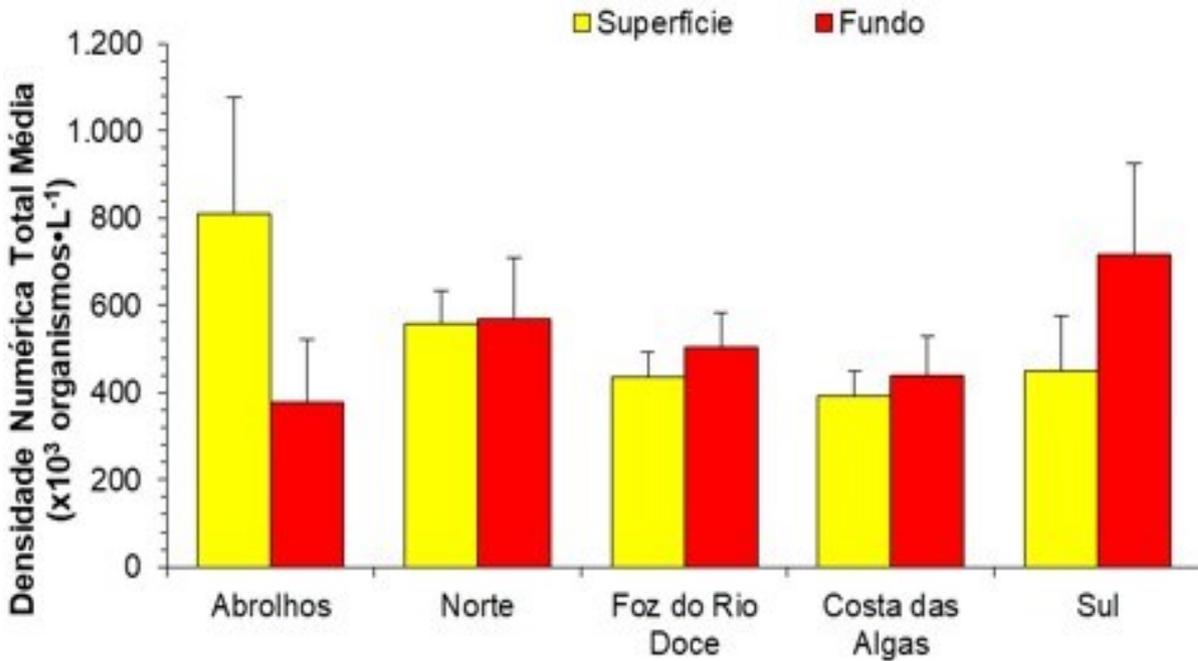


**E) Feopigmentos [ $\mu$ g/L]**

**F) Feopigmentos [ $\mu$ g/L]**

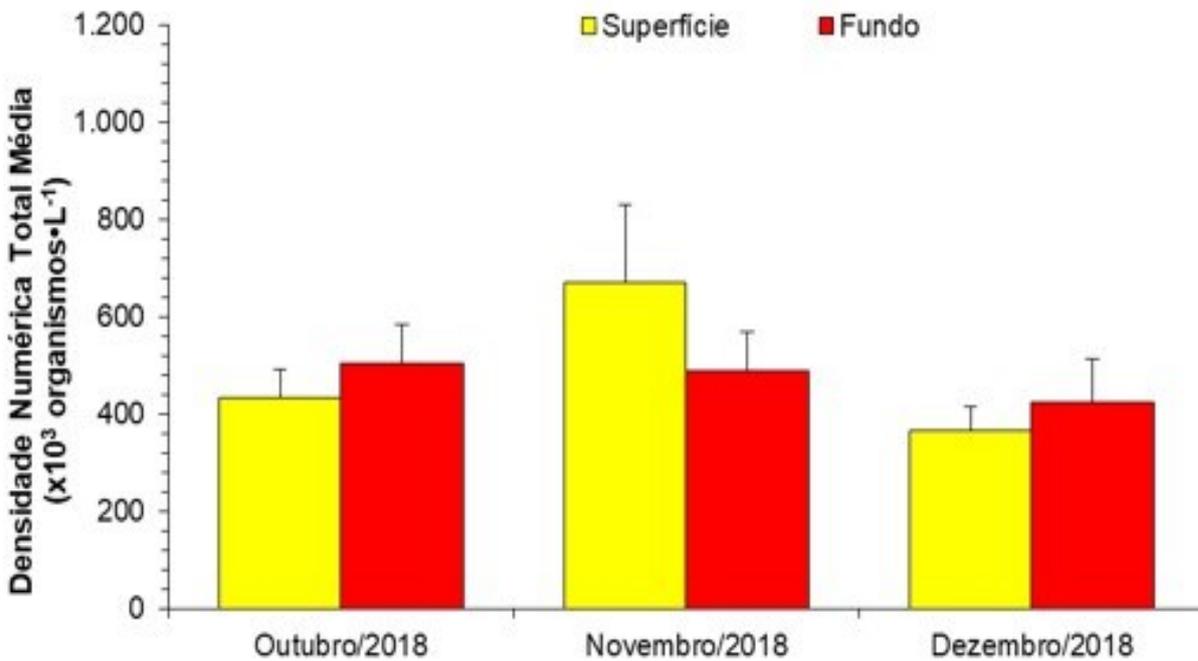
Fonte: Autoria própria.

Figura 13: Abundância (ou densidade) média do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nas águas superficiais e no fundo dos cinco setores (Abrolhos, Norte, Foz do Rio Doce, Costa das Algas e Sul) da área de estudo monitorada durante a Campanha 1 (semestral de 2018). As barras representam o erro padrão das médias das densidades numéricas totais das estações amostrais de cada setor.



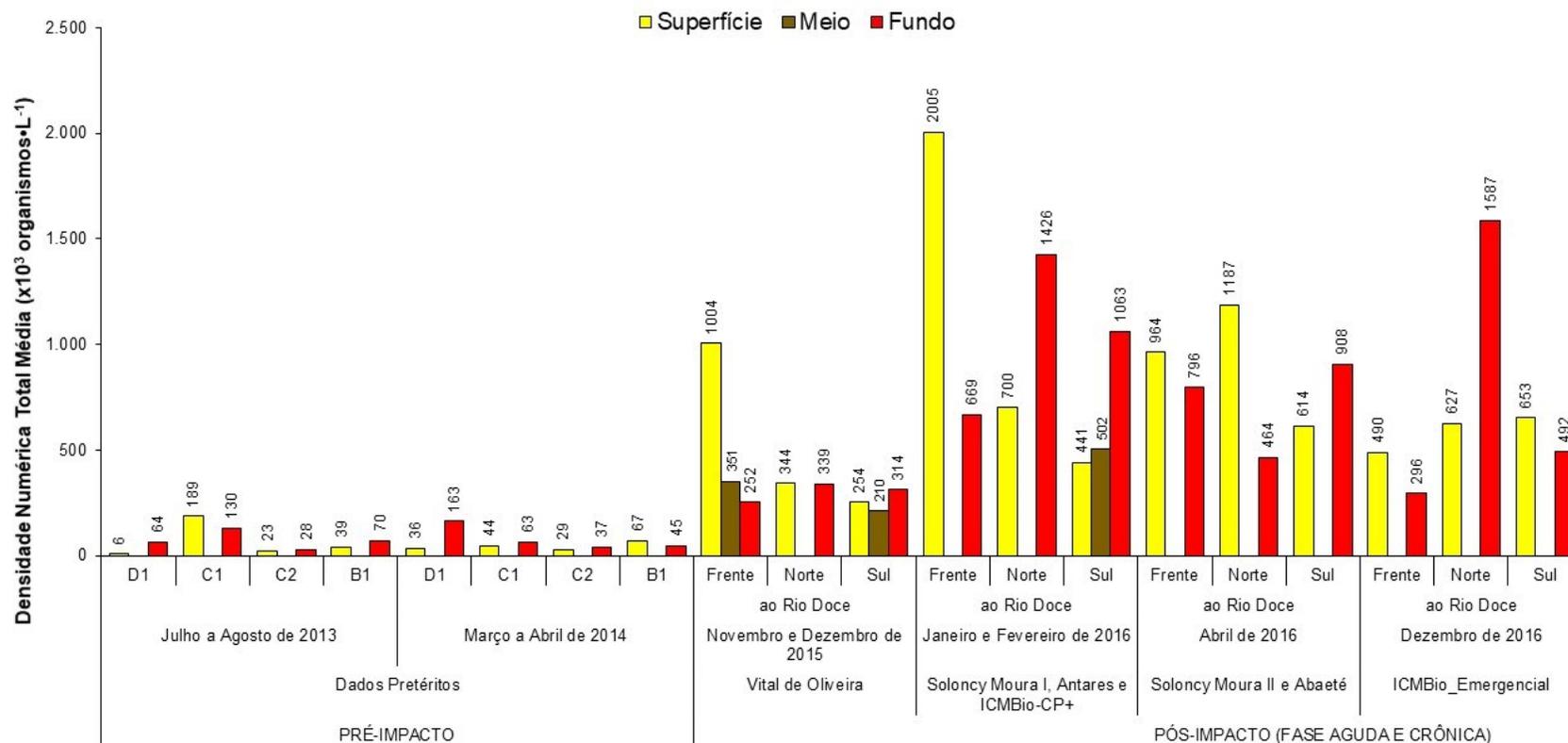
Fonte: Autoria própria.

Figura 14: Abundância média do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nas águas superficiais e no fundo da Foz do Rio Doce durante as Campanhas 1, 2 e 3 (mensais de 2018: Outubro, Novembro e Dezembro). As barras representam o erro padrão das médias das densidades numéricas totais das estações amostrais de cada setor.



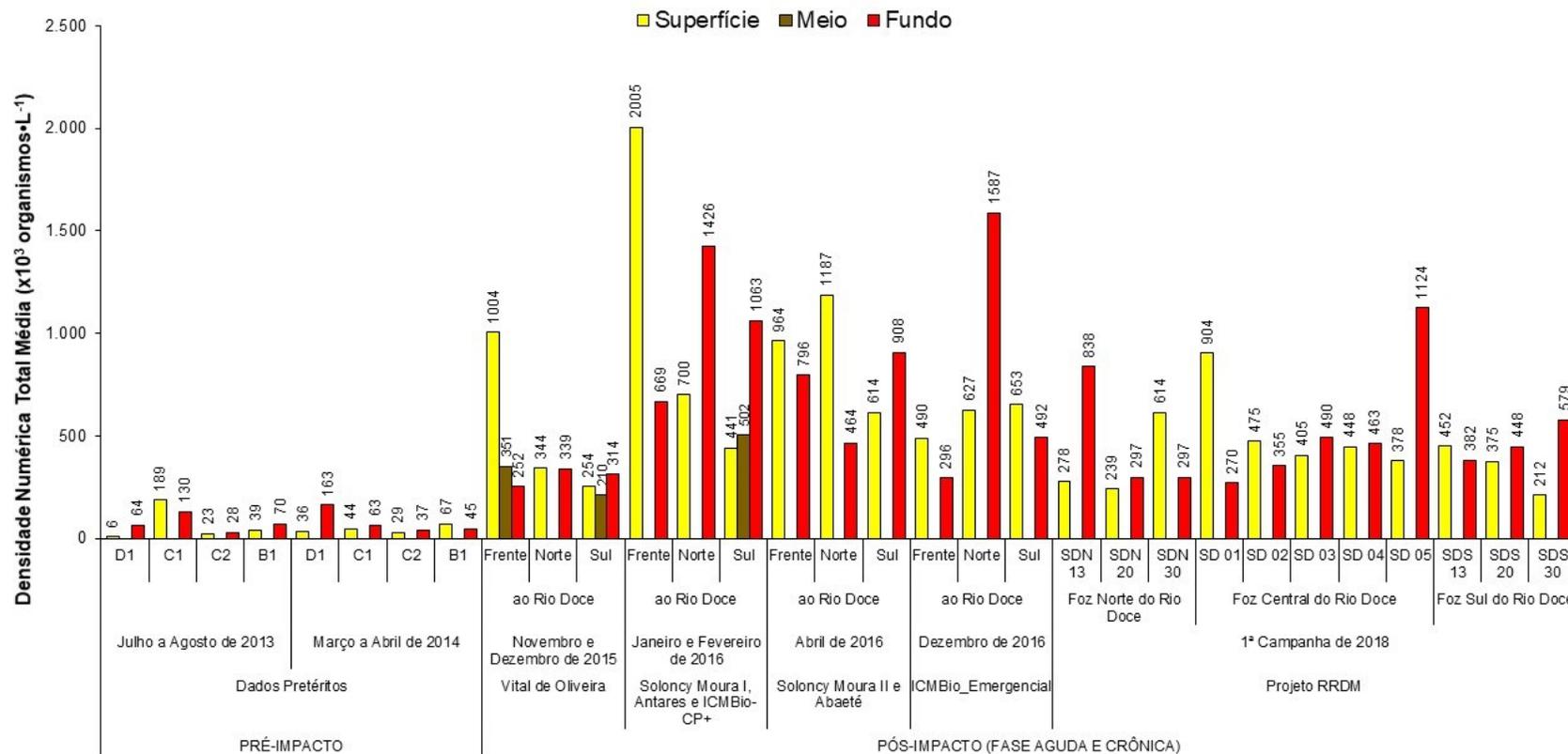
Fonte: Autoria própria.

Figura 15: Evolução do impacto da lama de rejeitos sobre a densidade numérica total (ou abundância) da comunidade fitoplanctônica ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ) nos monitoramentos marinhos realizados pré-impacto, 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 pós-impacto (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 das abundâncias totais obtidas nas fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2016



Fonte: Autoria própria.

Figura 16: 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-impacto (2013 e 2014), ao norte (D1), defronte (C1 e C2) e ao sul (B1) da foz do rio Doce, e pós-impacto (novembro de 2015 a junho de 2017) 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 fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2016 e as abundâncias das estações das três regiões da foz do rio Doce (Foz Norte, Foz Central e Foz Sul) durante a primeira campanha de 2018 (primeira semestral).



Fonte: Autoria própria.

Tabela 3: Estatística descritiva da média da densidade numérica total do fitoplâncton ( $\times 10^3$  organismos $\cdot L^{-1}$ ), da diversidade específica (bits $\cdot$ organismo $^{-1}$ ) e das concentrações de clorofila-a ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) e feopigmentos ( $\mu g\cdot L^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e no fundo (F) nos monitoramentos realizados entre novembro de 2015 e junho de 2017.

Expedição	Período	Estatística Descritiva	Densidade			Diversidade			Clorofila-a			Feopigmentos			
			S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F	
VITAL DE OLIVEIRA	Novembro e dezembro de 2015	Mínimo	135	184	127	0,5	2,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Máximo	4824	687	548	4,4	4,2	4,8	3,8	2,5	5,3	2,3	1,5	9,1	
		Média	605	304	293	3,2	3,3	3,7	1,0	1,4	1,7	0,7	0,5	1,8	
		Mediana	283	228	273	3,3	3,4	3,9	0,9	1,5	1,0	0,3	0,0	0,1	
		Desvio Padrão	1142	191	132	1,0	0,6	0,8	1,2	1,3	2,1	0,9	0,9	3,0	
SOLONCY MOURA I	Janeiro e fevereiro de 2016	Mínimo	251		324	0,4		1,8	0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo	3452		1452	3,7		3,6	4,2		1,5	0,8		1,1	
		Média	831		657	2,1		2,7	0,6		0,4	0,2		0,4	
		Mediana	687		564	2,3		2,7	0,3		0,3	0,1		0,2	
		Desvio Padrão	723		343	0,8		0,6	0,9		0,4	0,3		0,4	
ANTARES		Mínimo	104	502	239	1,3	3,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Máximo	741	502	12441	3,9	3,3	3,3	1,8	0,8	1,8	0,9	13,9	3,2	
		Média	319	502	1386	2,8	3,3	2,0	0,7	0,3	0,4	0,2	1,2	0,7	
		Mediana	282	502	541	3,0	3,3	1,9	0,6	0,4	0,0	0,1	0,2	0,5	
		Desvio Padrão	162		3191	0,8		0,8	0,6	0,3	0,6	0,2	3,7	0,9	
ICMBio_CP+		Mínimo	189		112	0,9		1,5	0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo	20390		18884	4,6		4,7	2,4		4,5	1,7		5,1	
		Média	1232		1316	3,4		3,4	0,5		1,5	0,1		0,5	
		Mediana	429		537	3,6		3,6	0,5		1,2	0,0		0,2	
		Desvio Padrão	3837		3539	1,0		0,9	0,6		1,4	0,3		1,0	
SOLONCY MOURA II	Abril de 2016	Mínimo	243		151	0,5		0,7	0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo	20592		2483	4,0		3,8	1,4		1,5	0,9		1,4	
		Média	1673		784	2,5		2,2	0,4		0,5	0,2		0,4	
		Mediana	587		633	2,5		2,2	0,3		0,4	0,0		0,3	
		Desvio Padrão	4080		603	0,9		0,8	0,4		0,4	0,3		0,3	
ABAETÉ		Mínimo	127		116	1,6		2,2	0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo	3783		915	4,1		4,4	1,6		1,7	1,1		1,1	
		Média	435		374	3,0		3,2	0,4		0,5	0,1		0,2	
		Mediana	278		324	3,1		3,2	0,3		0,4	0,1		0,1	
		Desvio Padrão	683		192	0,6		0,6	0,4		0,4	0,2		0,2	
ICMBio EMERGENCIAL	Novembro de 2016	Mínimo							0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo							1,6		1,1	0,7		0,8	
		Média							0,5		0,5	0,2		0,3	
		Mediana							0,3		0,5	0,1		0,3	
		Desvio Padrão							0,4		0,3	0,2		0,2	
ICMBio EMERGENCI	Dezembro de 2016	Mínimo	212		239	1,0		1,2	0,0		0,0	0,0		0,0	
		Máximo	1344		4797	3,8		4,5	1,3		1,2	1,1		4,7	

Expedição	Período	Estatística Descritiva	Densidade			Diversidade			Clorofila-a			Feopigmentos		
			S	M	F	S	M	F	S	M	F	S	M	F
		Média	604		785	2,5		3,3	0,6		0,6	0,3		0,7
		Mediana	546		384	2,8		3,7	0,4		0,6	0,3		0,3
		Desvio Padrão	338		1112	1,0		0,9	0,4		0,3	0,3		1,2
ARMANDO	Junho de 2017	Mínimo							0,3		0,2	0,0		0,0
		Máximo							1,7		1,3	1,0		0,9
		Média							0,7		0,7	0,4		0,2
		Mediana							0,6		0,8	0,3		0,1
		Desvio Padrão							0,4		0,3	0,3		0,3

Fonte: Autoria própria.

## 2.2 CLASSES DE TAMANHO

Em relação à classe de tamanho da Campanha 1, a contribuição dos organismos nanofitoplânctônicos (até 19µm) prevaleceu na maioria das estações amostrais de todos os setores. O Setor Abrolhos apresentou de 79% (ABR 04 fundo) a 97% (ABR 03 superfície) (Figura 17). No Setor Norte foi observado 64% na superfície de BN 02 a 98% na superfície de DEG 01 (Figura 17). Já a Costa das Algas ostentou percentagens de 62% (CA 02 superfície) a 100% (CA 04 fundo) (Figura 19), enquanto o Setor Sul, 77% no fundo de GUA 02 a 99% na superfície de VIX 02 (Figura 21).

Com relação à contribuição do nanofitoplâncton nas estações próximas à Foz, tem-se no Setor Foz Norte 88% no fundo de SDN 30 a 100% na superfície de SDN 20. No Setor Foz Central a variação foi de 63% na superfície de SD 01 a 100% no fundo de SD 05 e no Setor Foz Sul, de 96% (SDS 30 superfície) a 99% (SDS 13 fundo) (Figura 19).

Vale dizer que, apesar do predomínio do nanofitoplâncton, foi possível observar um destaque esporádico na contribuição do microfitoplâncton em algumas estações amostrais em todos os Setores, com uma percentagem máxima de 38% na superfície de CA 02.

Foram coletadas também amostras extras em um período chuvoso. Essas amostras apresentaram um menor percentual de microfitoplâncton em relação a amostras fora deste evento de maior pluviometria (Figura 21). As amostras coletadas dentro e fora da pluma demonstraram que a contribuição do microfitoplâncton é maior dentro da pluma, tanto em superfície quanto em fundo (Figura 23), o que é esperado devido a maior proximidade da estação de coleta com a costa.

Na Campanha 2, assim como nos setores da Foz na Campanha anterior, constatou-se uma preponderância do nanofitoplâncton sobre o microfitoplâncton em quase todas as estações de todos os setores e nas coletas dentro e fora da pluma. As contribuições mínimas dos Setores Foz Norte, Foz Central e Foz Sul foram, respectivamente, 72% (SDN 20 fundo), 91% (SD 05 superfície) e 90% (SDS 30 fundo). O máximo foi de 100% na superfície de SDS 13 (Figura 23, Figura 25).

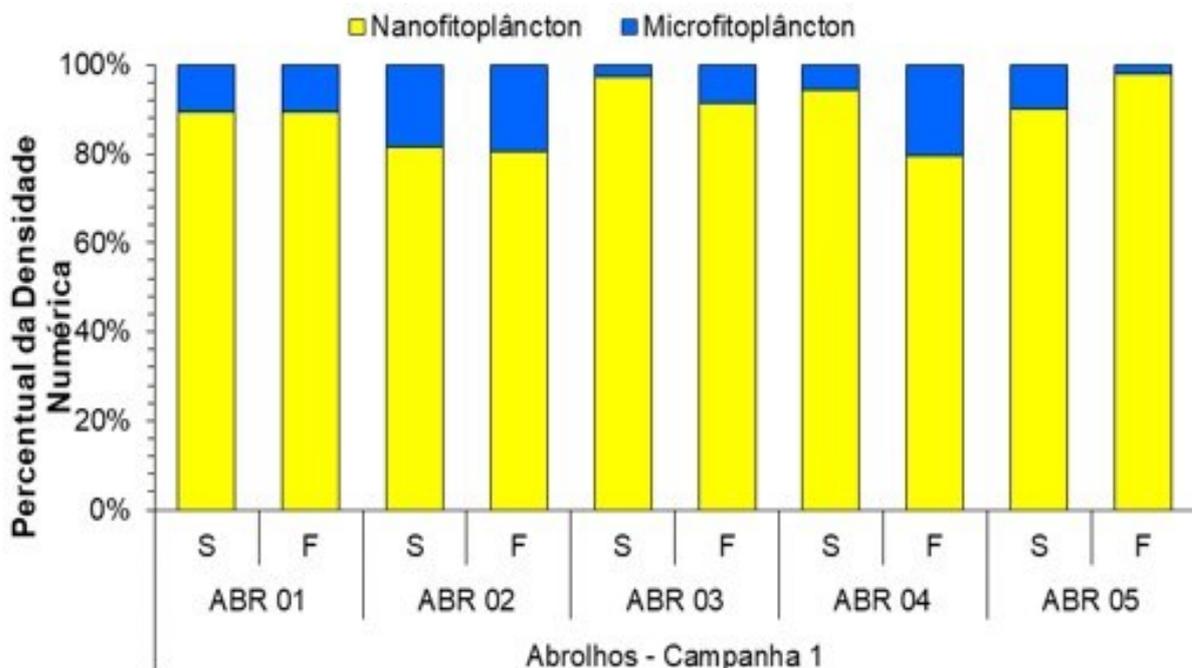
O mesmo se repetiu na Campanha 3, com uma menor participação de 91% na superfície da estação SD 02 do Setor Foz Central (Figura 25).

Sem pormenorizar, independente do período amostral, as frações nanofitoplanctônicas predominaram sobre o microfitoplâncton, com possível influência de sazonalidade nas pequenas flutuações percentuais.

Ao estudar o indicador classe de tamanho, verifica-se que logo após o acidente houve um aumento da importância da fração nanofitoplanctônica, que sempre predominou sobre o microfitoplâncton, porém tomou ainda maior a proporção durante o impacto agudo. Este aumento na proporção de nanofitoplâncton está associado à presença de espécies oportunistas, que por seu pequeno tamanho têm um grande potencial de absorver rapidamente os nutrientes e por sua estratégia de vida se multiplicam rapidamente.

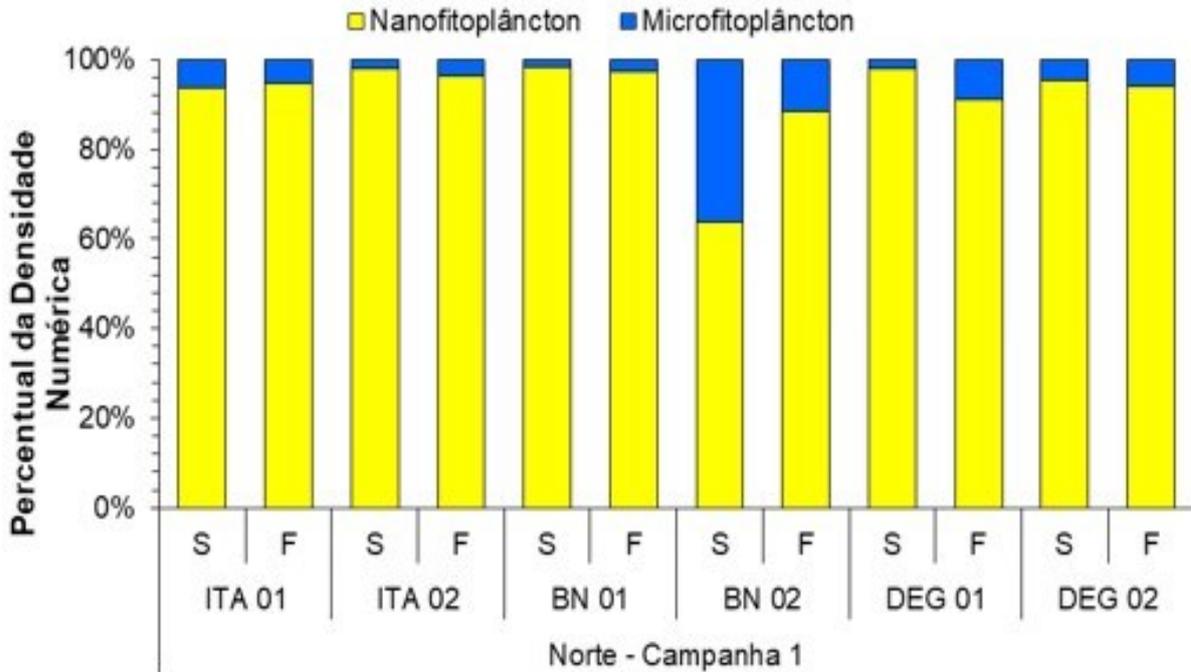
Nos dados do monitoramento atual, o nanofitoplâncton predominou sobre o microfitoplâncton, em condições similares a após abril de 2016 em todas as amostras dos cruzeiros oceanográficos realizados no Setor Foz Central e Foz Norte. No Setor Foz Sul houve uma exceção na estação SDS 13, onde em fevereiro de 2016 a fração microfitoplanctônica foi preponderante, estando sempre fortemente correlacionada com a presença de diatomáceas.

Figura 17: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



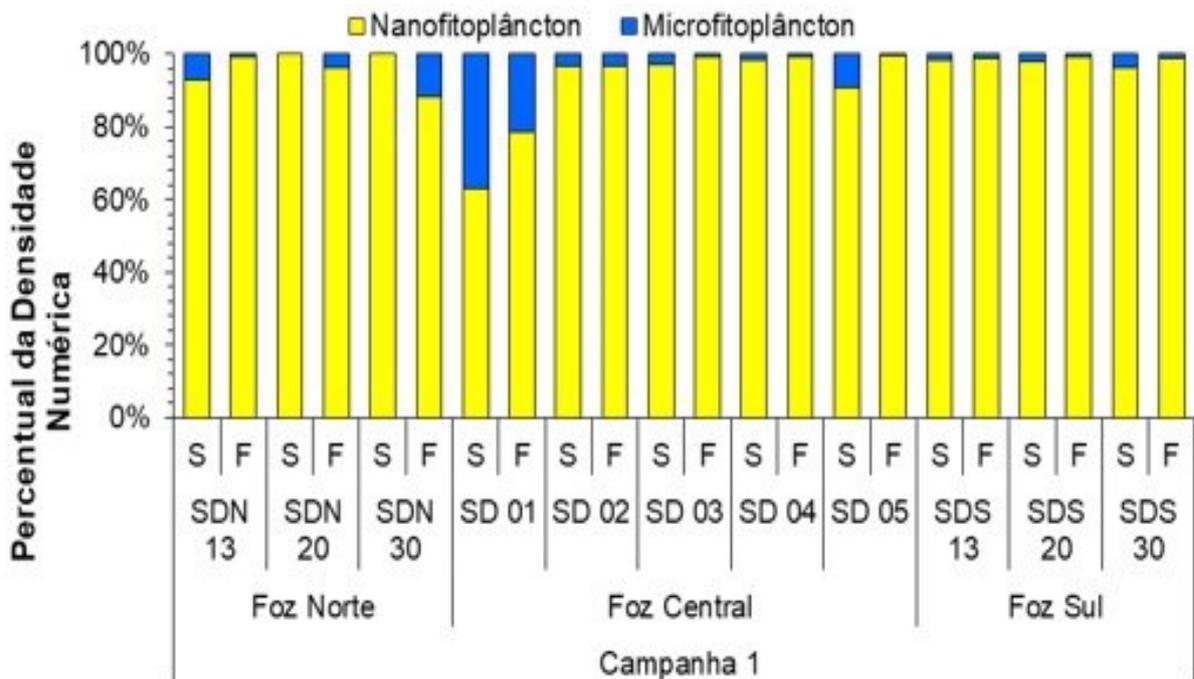
Fonte: Autoria própria.

Figura 18: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



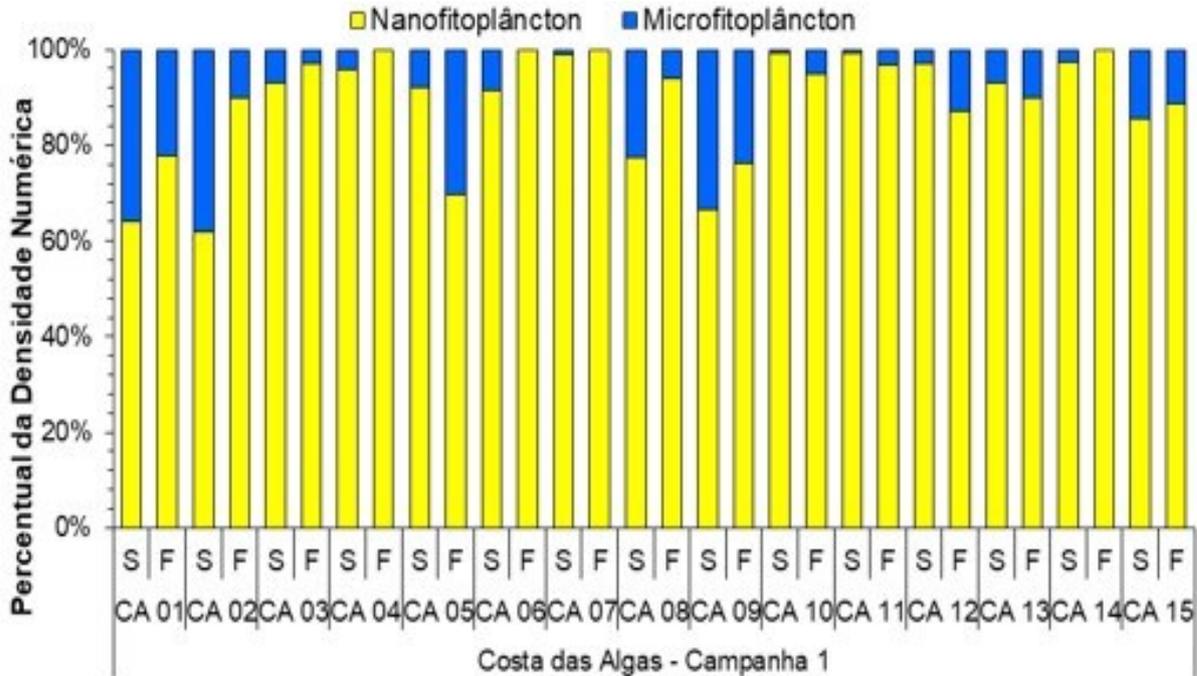
Fonte: Autoria própria.

Figura 19: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



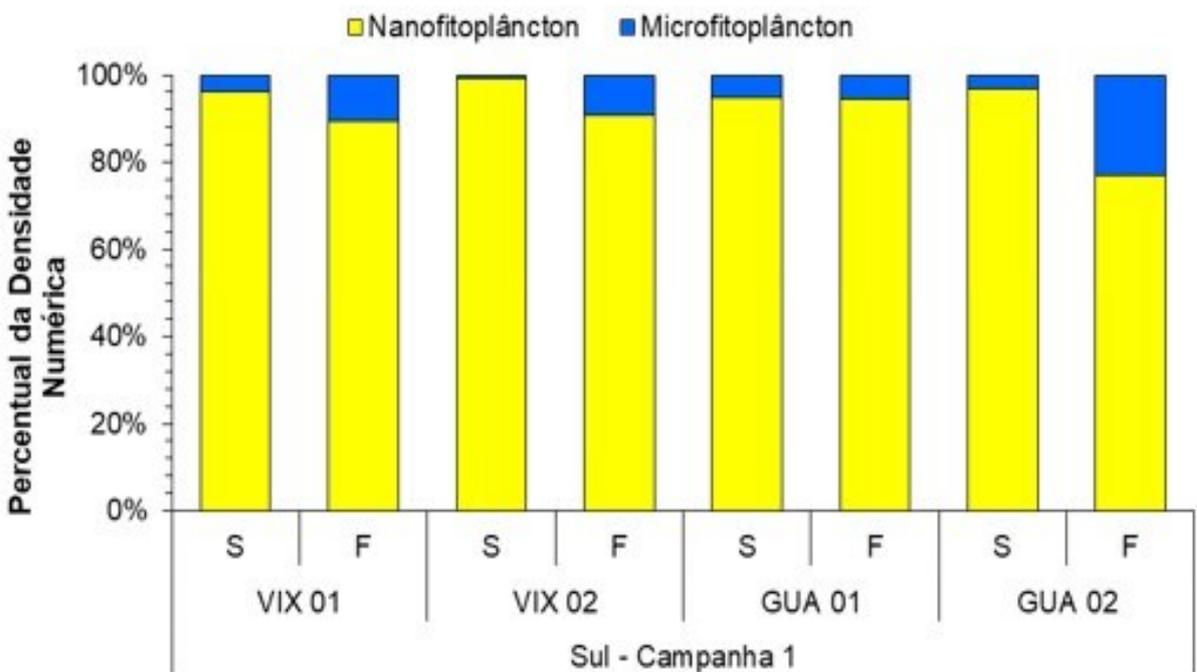
Fonte: Autoria própria.

Figura 20: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



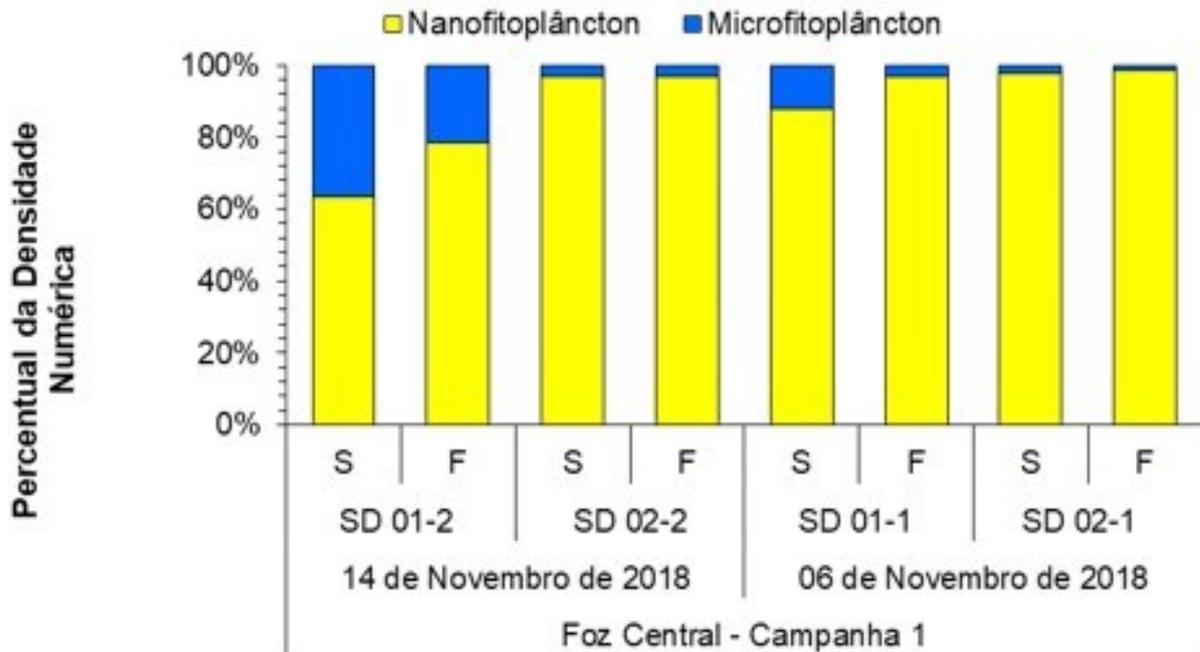
Fonte: Autoria própria.

Figura 21: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19 µm) e microfitoplâncton (20-200 µm) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



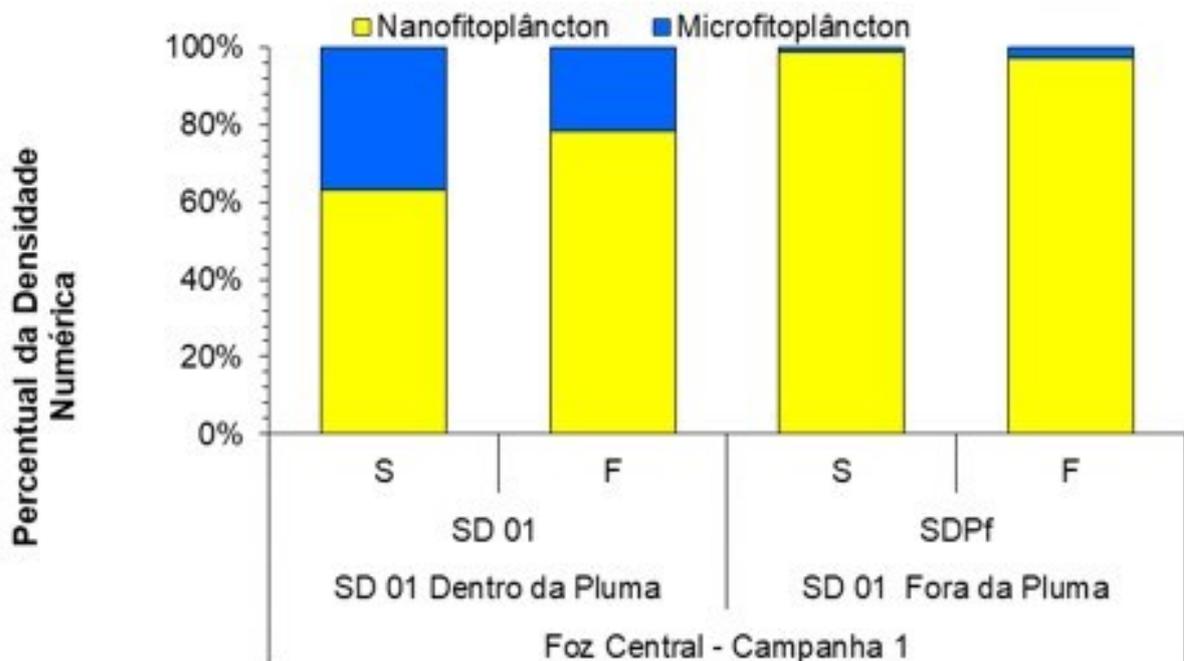
Fonte: Autoria própria.

Figura 22: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



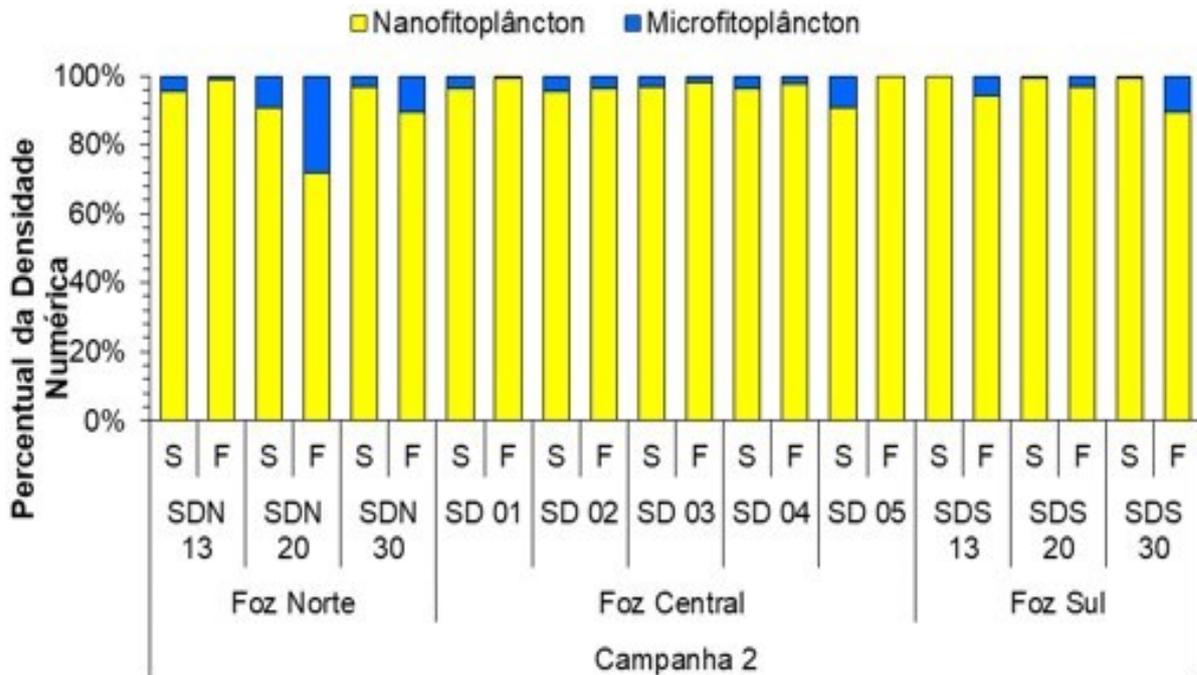
Fonte: Autoria própria.

Figura 23: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



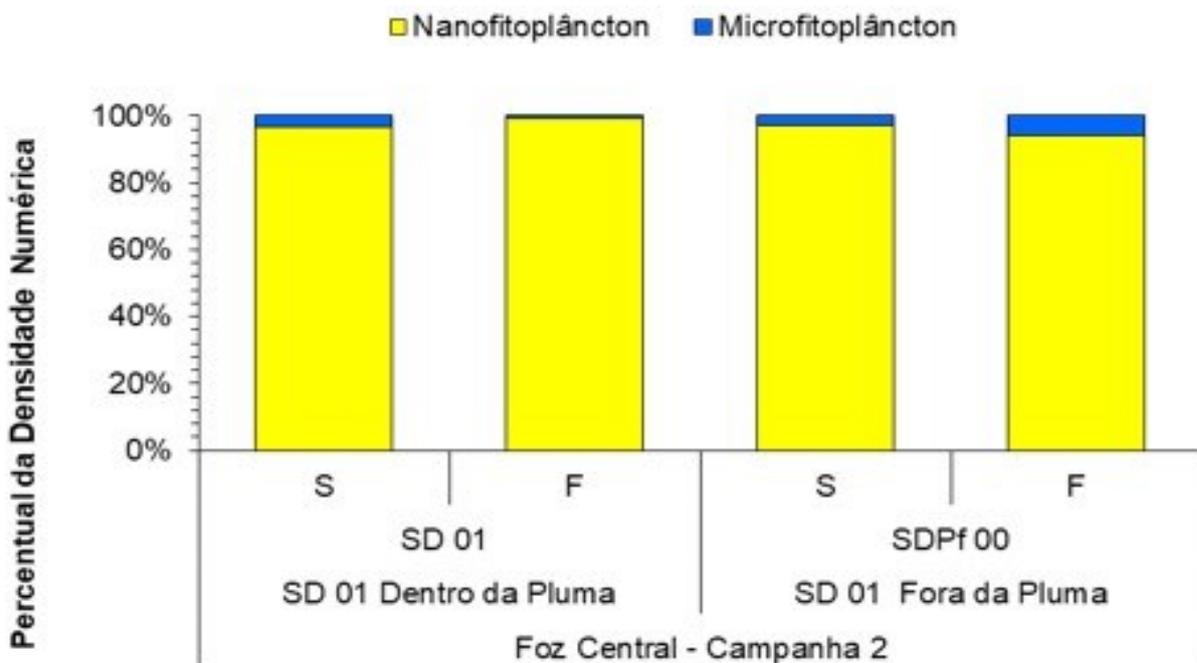
Fonte: Autoria própria.

Figura 24: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico.



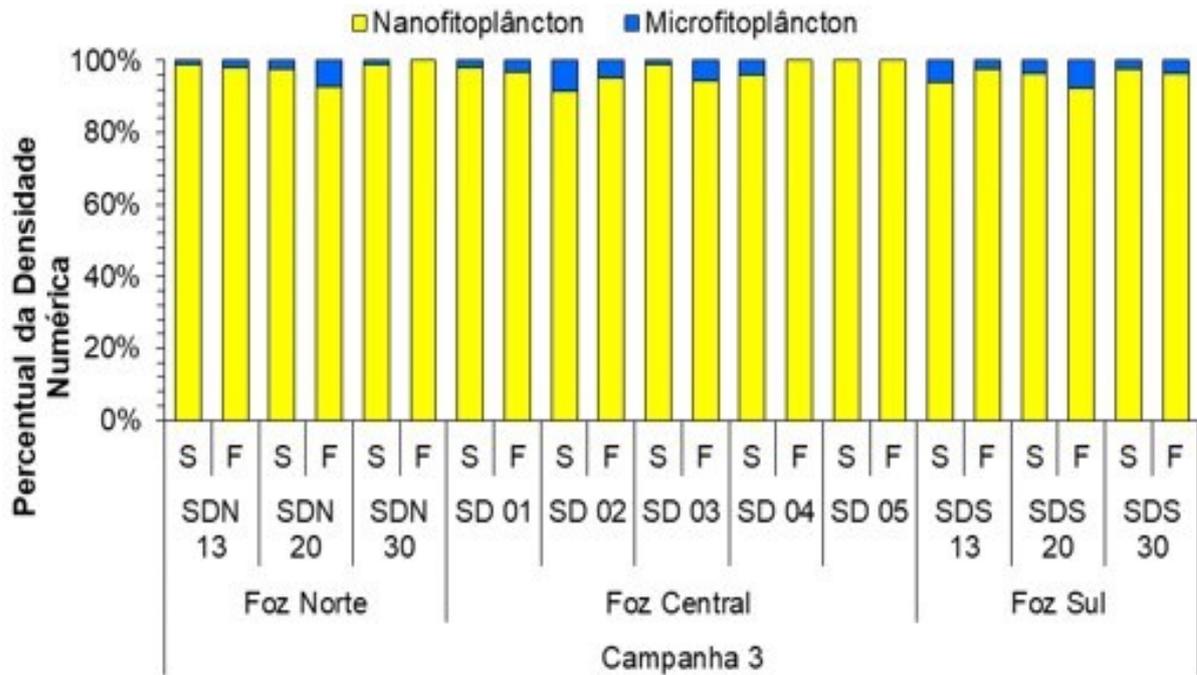
Fonte: Autoria própria.

Figura 25: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu$ m) e microfitoplâncton (20-200  $\mu$ m) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 26: Percentual da densidade numérica total nas classes de tamanho do fitoplâncton: nanofitoplâncton (2-19  $\mu\text{m}$ ) e microfitoplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ ) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

### 2.3 PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E CLOROFILA ATIVA

Na Campanha 1 (semestral de 2018) (Figura 12C, D) as concentrações de clorofila-a variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (estações e amostra: SD 03 no meio e SD 04 no fundo no Setor Foz Central e CA 07 na superfície, CA10 no meio, CA11 na superfície e no meio, CA12 na superfície e CA13 na superfície no Setor Costa das Algas) a  $8,79 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação BN 02 no meio (Setor Norte). As concentrações de feopigmentos (Figura 12E e F) variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (estação e amostra: BN 01 na superfície no Setor Norte; SDN20 no fundo para o Setor Foz Norte; SD 03 na superfície e SD 04 no meio no Setor Foz Central, CA 07 na superfície, CA11 na superfície, no meio e no fundo, CA12 no meio e CA14 no meio no Setor Costa das Algas e SD 01 Extra na superfície fora da pluma) a  $2,67 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (ponto e amostra: BN 02 no meio no Setor Foz Norte).

As estações em destaque com relação à clorofila ativa, ficando acima de 95% foram ABR 01 no meio e ABR 03 no fundo (Setor Abrolhos), BN 01 na superfície (Setor Norte), SDN 13 no fundo e SDN 20 no fundo (Setor Foz Norte), SD 01 no fundo e SD 03 na superfície (Setor Foz Central), CA 03 na superfície, CA 11 no fundo, CA 14 no meio (Setor Costa das Algas) e SD 01 no fundo e SD 02 na superfície nas estações extras coletadas na interface dentro e fora da pluma.

As variações das concentrações de clorofila-a e feopigmentos nas estações amostrais dos diferentes setores na coleta da Campanha 1 (semestral de 2018) estão descritas a seguir.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor de Abrolhos (Figura 27) variaram de  $0,07 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  nas estações ABR 04 na superfície e ABR 04 no fundo, a  $0,84 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação ABR 01 no meio da coluna d'água. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação ABR 01 no fundo ( $0,40 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação ABR 03 no fundo ( $0,01 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

O Setor Norte (Figura 28) apresentou concentração de clorofila-a e feopigmentos mais elevada na estação BN 02 no meio com  $8,79 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e  $2,67 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente, enquanto a concentração baixa de clorofila-a ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi observada em BN 01 no fundo e de feopigmentos ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na estação BN 01 na superfície.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Norte variaram de  $0,26 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 30 na superfície a  $0,98 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 20 no fundo. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDN 30 no fundo ( $0,42 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDN 20 no fundo ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). O Setor Foz Central apresentou concentração mais elevada de clorofila-a na estação SD 01 no fundo com  $1,64 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e de feopigmentos na estação SD 01 na superfície, com  $0,91 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , enquanto a concentração baixa de clorofila-a ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi observada em SD 03 no meio, SD 04 no fundo e SD 05 no meio, e de feopigmentos ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) em SD 03 na superfície, SD 04 no meio e SD 05 na superfície. As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Sul variaram de  $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 30 na superfície a  $1,46 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 13 no fundo. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDS13 no meio ( $0,44 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDS 20 no fundo ( $0,08 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Figura 29).

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 33), 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.

Com relação às amostras coletadas em 06 e 14 de novembro, 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% (Figura 32).

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Costa das Algas (Figura 30) variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  nas estações CA 07 na superfície, CA10 no meio, CA11 na superfície, CA11 no meio, CA12 na superfície e CA13 na superfície a  $2,93 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação CA 01 na superfície. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação CA 02 no fundo ( $0,70 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor nas estações CA 07 na superfície, CA11 na superfície, CA11 no meio, CA11 no fundo, CA12 no meio e CA14 no meio ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Sul (Figura 31) variaram de  $0,27 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação GUA 01 na superfície, a  $1,57 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação VIX 02 no meio. Neste setor, a concentração de feopigmentos foi maior na estação VIX 02 no fundo ( $0,46 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação GUA 02 no fundo ( $0,06 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

Na Campanha 2 (mensal de novembro de 2018) (Figura 34) as concentrações de clorofila-a variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SD 04 na superfície a  $2,37 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SD 01 na superfície (Setor Foz Central). As concentrações de feopigmentos variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  nas estações SD 01 no meio e SD 03 na superfície a  $0,82 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 30 no meio (Setor Foz Norte). As estações com destaque com relação à clorofila ativa (100%) são SD 01 no meio e SD 03 na superfície (Setor Foz Central).

As variações das concentrações de clorofila-a e feopigmentos nas estações amostrais dos diferentes setores, na coleta da Campanha 2 estão descritas a seguir.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Norte (Figura 34) variaram de  $0,26 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 30 na superfície, a  $1,30 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 13 no fundo. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDN 30 no meio ( $0,82 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDN 13 na superfície ( $0,06 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

O Setor Foz Central (Figura 34) apresentou concentração mais elevada de clorofila-a na estação SD 01 na superfície com  $2,37 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e de feopigmentos na estação SD 05 no fundo com  $0,48 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , enquanto a concentração baixa de clorofila-a ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi observada em SD 04 na superfície, e de feopigmentos ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) em SD 01 no meio e SD 03 na superfície. Na estação SD 01 extra a concentração mais elevada de clorofila-a também foi observada na superfície ( $1,34 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), e de feopigmentos ( $0,55 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi observada no fundo.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Sul (Figura 34) variaram de  $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 30 no fundo a  $1,03 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 13 no meio. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDS 13 na superfície ( $0,53 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDS 30 no fundo ( $0,24 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

As concentrações de clorofila-a na superfície e meio da estação amostral coletada dentro da pluma foram maiores comparadas às concentrações encontradas nessas profundidades fora da situação de pluma (Figura 35).

Na Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018) (Figura 36) as concentrações de clorofila-a variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SD 04 no meio (Setor Foz Central) a  $1,24 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SD 01 no meio (Setor Foz Central). As concentrações de feopigmentos variaram de  $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  nas estações SD 03/ superfície, SD 03 no meio, SD 04 no meio, SD 05 na superfície, SD 05 no meio, SD 05 no fundo (Setor Foz Central) e SDN 30 na superfície a  $0,73 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 20 no fundo (Setor Foz Norte). As estações com destaque em relação à clorofila ativa, acima de 95%, foram SDN 30 na superfície (Setor Foz Norte), SD 05 na superfície, SD 03 no meio, SD 03 na superfície (Setor Foz Central) apresentaram 100,00% e SDS 30 no meio (Setor Foz Sul) apresentou 95,24%.

As variações das concentrações de clorofila-a e feopigmentos nas estações amostrais dos diferentes setores, na coleta da Campanha 3, estão descritas a seguir.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Norte (Figura 36) variaram de  $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  nas estações SDN 13 na superfície e SDN 30 na superfície, a  $0,78 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDN 13 no fundo. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDN 30 no fundo ( $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDN 30 na superfície ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

O Setor Foz Central (Figura 36) apresentou concentração mais elevada de clorofila-a na estação SD 01 no meio com  $1,24 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  e de feopigmentos na estação SD 01 no fundo com  $0,39 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , enquanto a concentração baixa de clorofila-a ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) foi observada em SD 04 no meio, e de feopigmentos ( $0,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) em SD 03 na superfície, SD 03 no meio, SD 04 no meio, SD 05 na superfície, SD 05 no meio e SD 05 no fundo.

As concentrações de clorofila-a nas estações amostrais do Setor Foz Sul (Figura 36) variaram de  $0,39 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 30 no fundo a  $1,15 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  na estação SDS 20 no meio. Neste setor a concentração de feopigmentos foi maior na estação SDS 20 no fundo ( $0,73 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e menor na estação SDS 30 no meio ( $0,03 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

Em relação ao Setor Foz Central, apesar da menor pluviosidade no mês de dezembro nos dias que antecederam a coleta, os valores médios de clorofila-a foram menores quando comparados aos períodos anteriores que apresentaram maior pluviosidade (Dados de pluviosidade INMET – Instituto Nacional de Meteorologia). A clorofila ativa foi um pouco maior em média nas amostragens de dezembro (3-5%), mas de uma forma geral os valores são próximos para estes parâmetros.

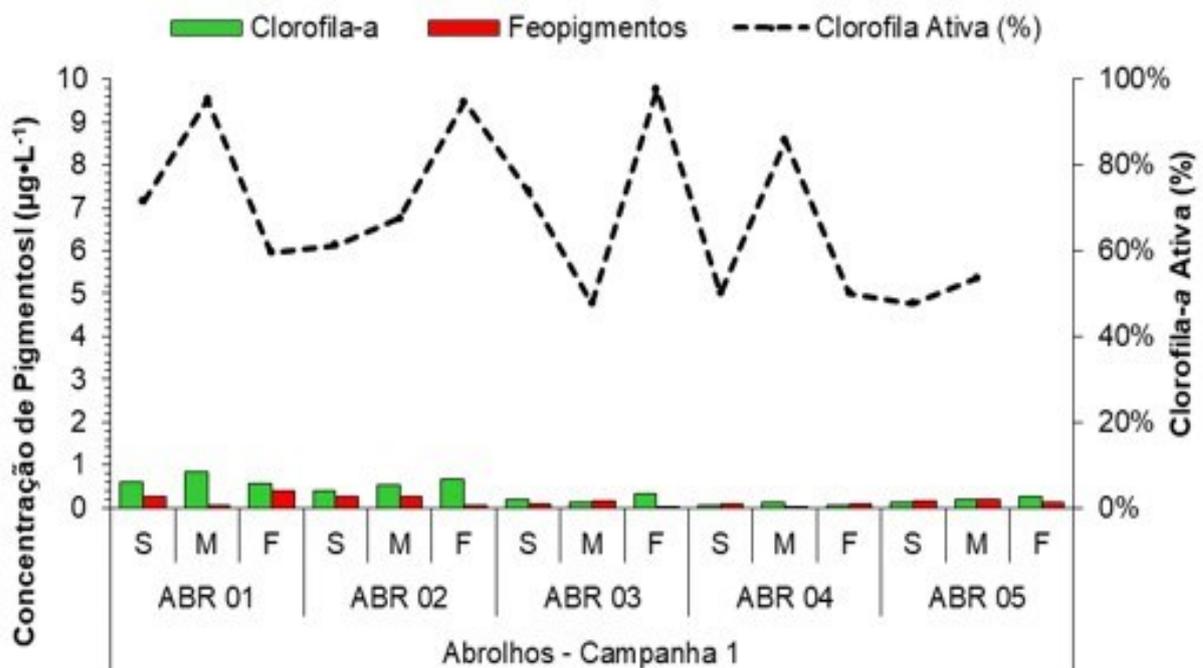
Comparando com o período pré-acidente os valores seguem aumentados em relação à clorofila-a. Em relação ao período pós-acidente, foi observado aumento imediato na clorofila-a, assim como o aumento dos feopigmentos, que indicaram uma comunidade de grande biomassa, porém senescente, que seria o efeito agudo e que foi reduzido até abril de 2016, onde se iniciou a fase crônica (Figura 37).

Quanto à distribuição espaço temporal horizontal, no Setor Foz Central, os valores de clorofila-a foram mais altos no SD 01 e diminuíram com o afastamento da costa. Proporcionalmente também se distribuíram desta forma nos dados pretéritos ao acidente, apesar dos valores estarem àquela época aumentados. Este comportamento de distribuição é esperado ser similar, uma vez que o que mudou,

foram as condições físico químicas e o material carregado pelo rio Doce, mas o padrão de circulação oceanográfico da plataforma, em tese, seria o mesmo. Destacamos neste período os dados da coleta mensal de novembro, onde houveram valores mais elevados de clorofila-a, provavelmente associado às chuvas nos dias que antecederam a coleta (dados INMET, estação automática de Linhares). O Setor Foz Norte teve comportamento similar, com exceção do SDN 30, que por estar na isóbata de 30 metros, está pouca coisa mais distante da costa e das descargas fluviais associadas. O Setor Foz Sul não apresentou um padrão de distribuição horizontal notável.

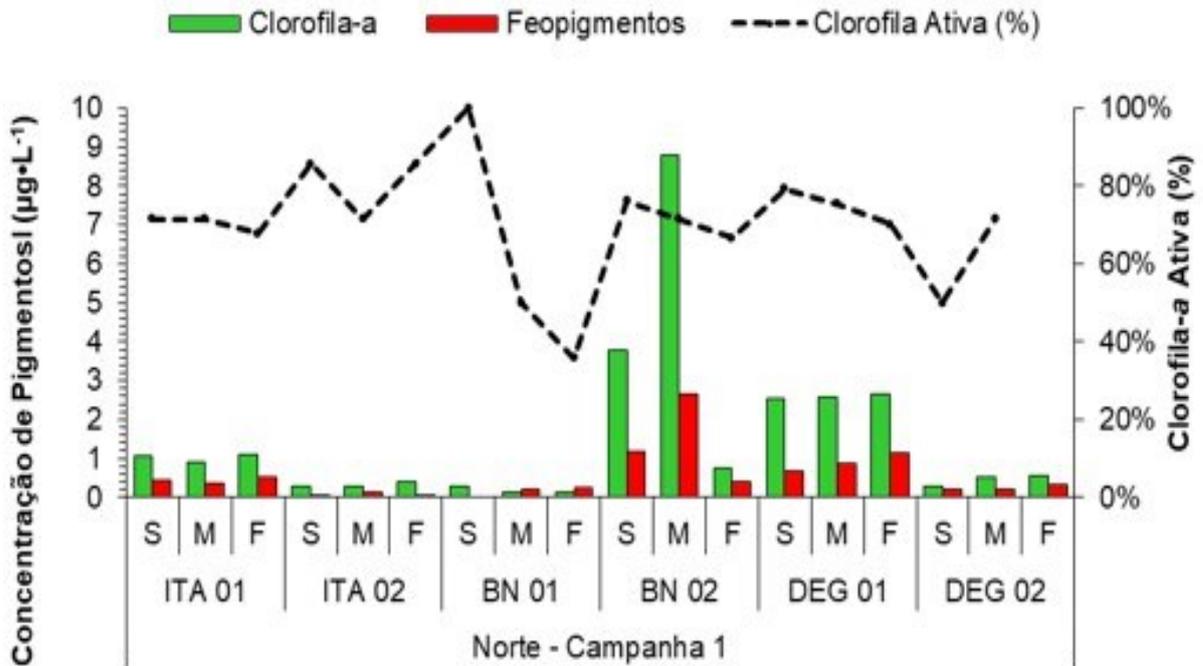
Em relação à proporção entre clorofila-a e feopigmentos, o aumento da proporção de feopigmentos (que demonstraria uma comunidade em senescência) no momento do impacto agudo, pode estar associado ao aumento da turbidez, que limitaria a penetração da luz, ou mesmo a entrada de componentes tóxicos provenientes dos rejeitos de mineração, que podem ter agido de forma direta por toxicidade ou por competição como soluto (competindo com os gases dissolvidos na água e alterando sua qualidade), ou indireta afetando a qualidade da água para comunidade fitoplanctônica, como por exemplo, alteração de propriedades físico-químicas como o pH, que tem efeitos comprovados, em diversos estudos, não só sobre o fitoplâncton, mas também sobre o zooplâncton a solubilização, precipitação e biodisponibilidade de alguns elementos, entre outros efeitos.

Figura 27: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



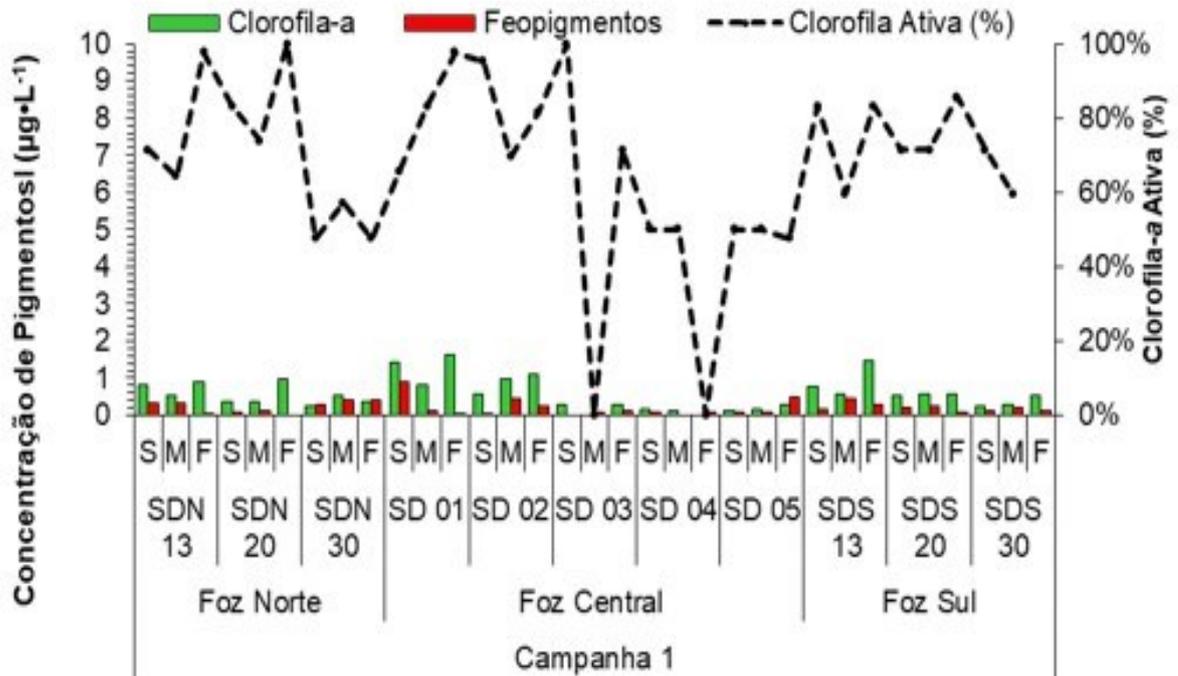
Fonte: Autoria própria.

Figura 28: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



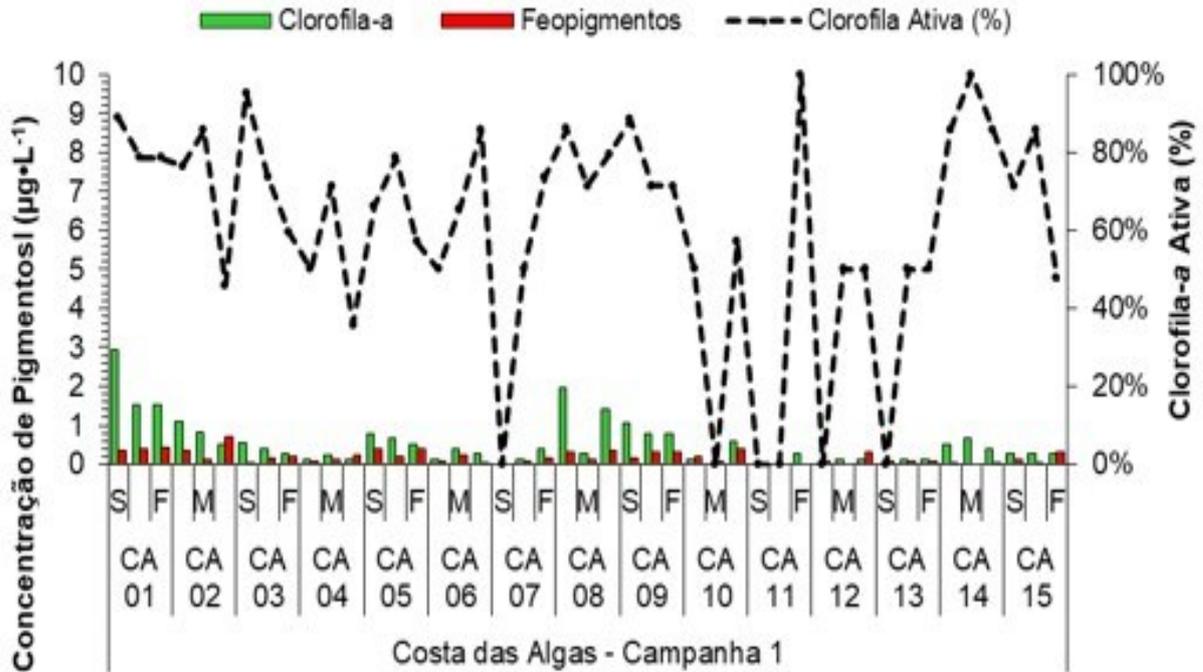
Fonte: Autoria própria.

Figura 29: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



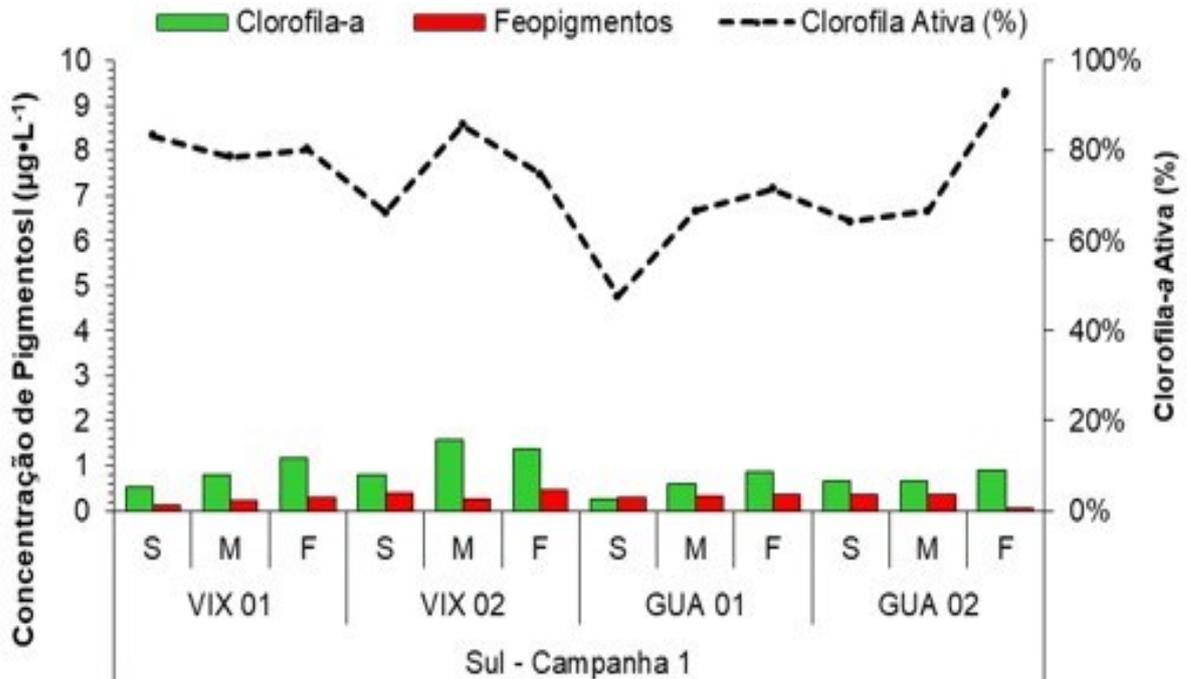
Fonte: Autoria própria.

Figura 30: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



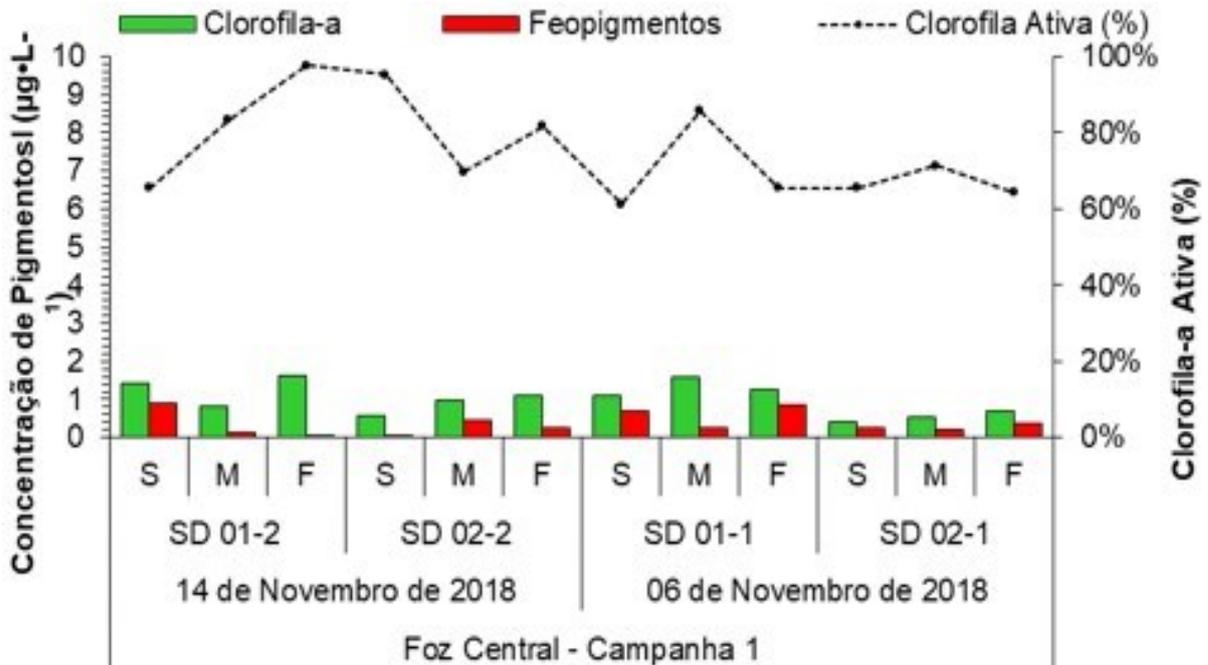
Fonte: Autoria própria.

Figura 31: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



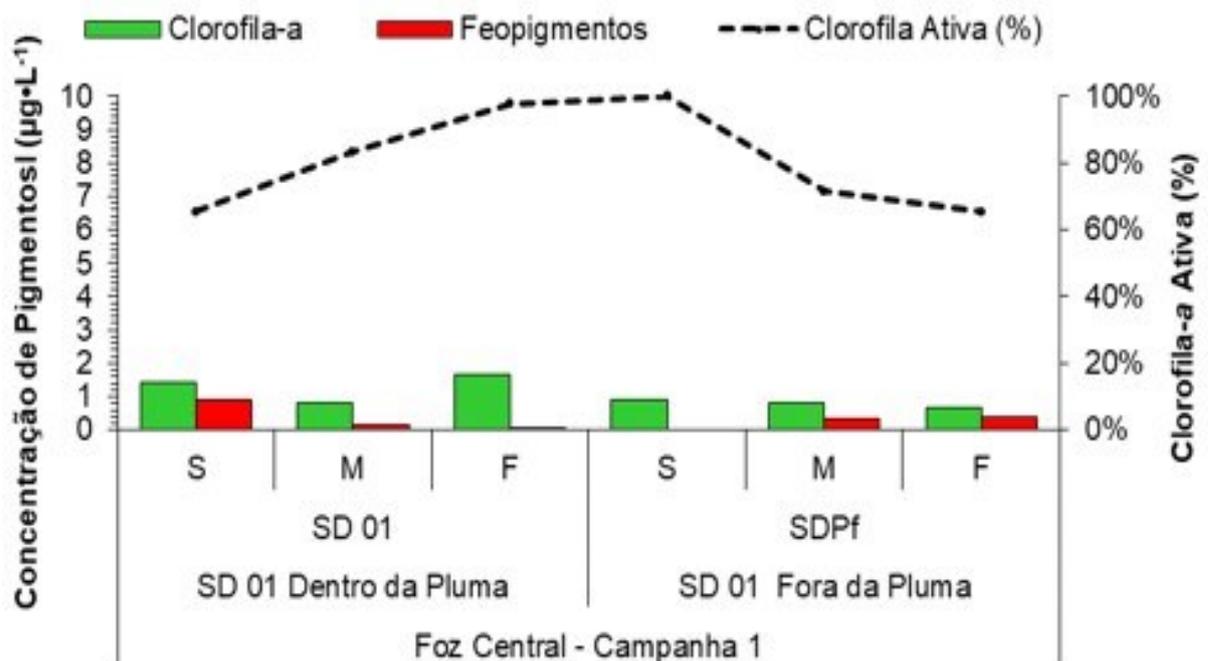
Fonte: Autoria própria.

Figura 32: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



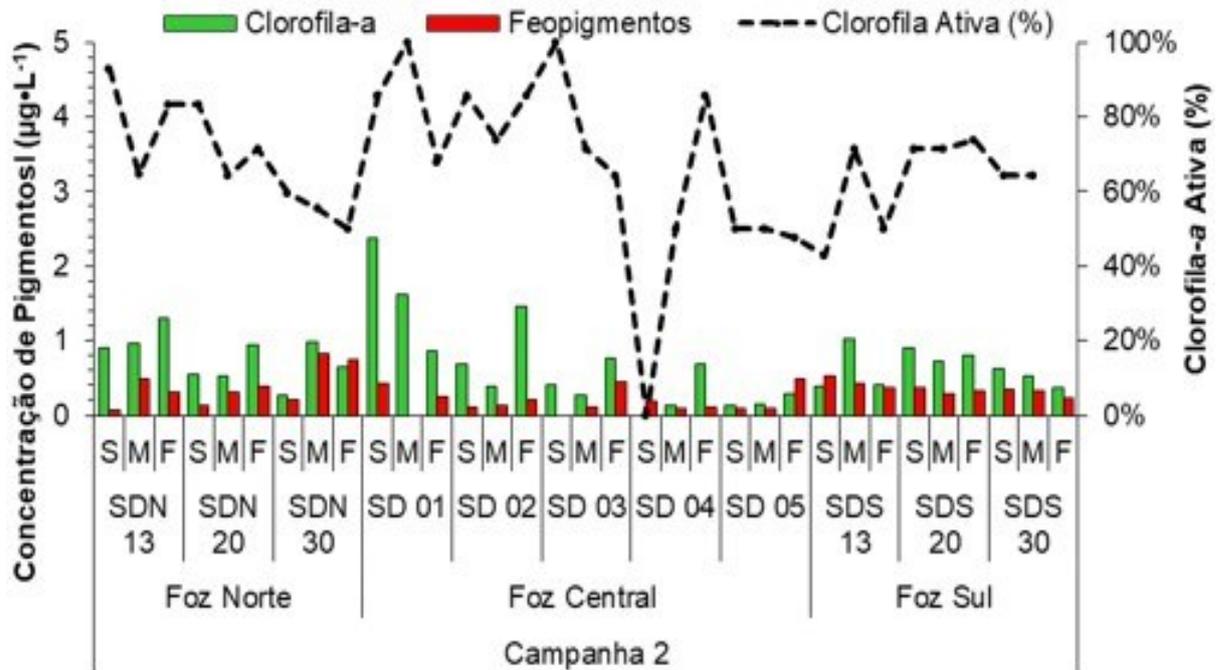
Fonte: Autoria própria.

Figura 33: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



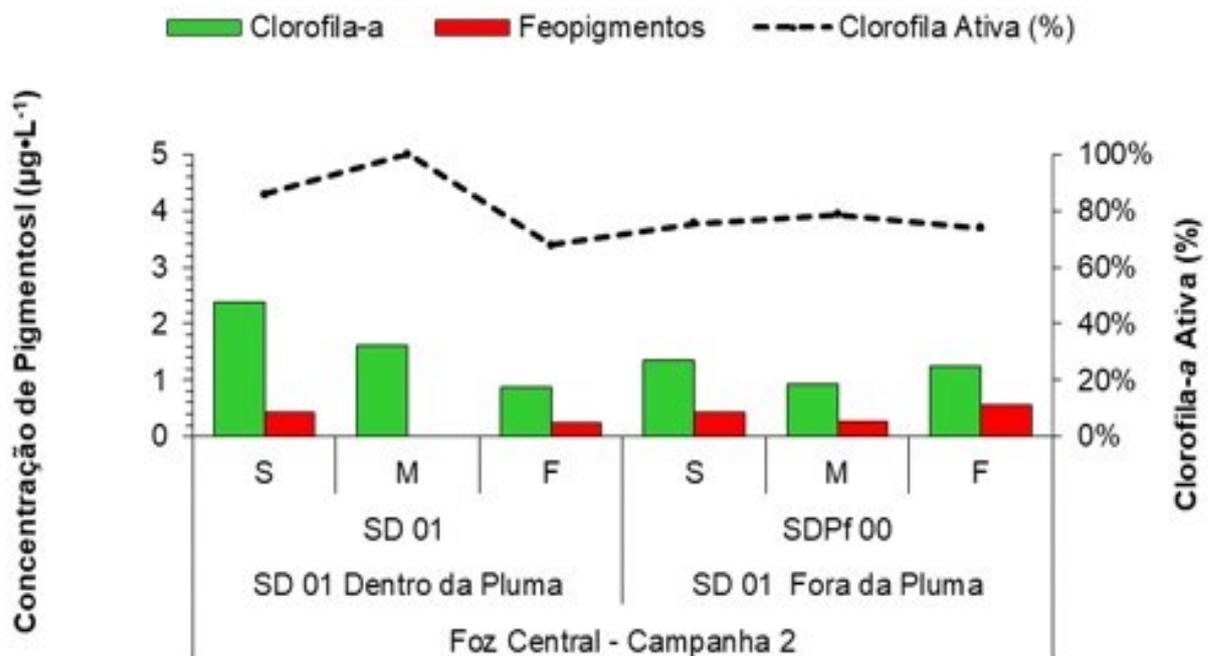
Fonte: Autoria própria.

Figura 34: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



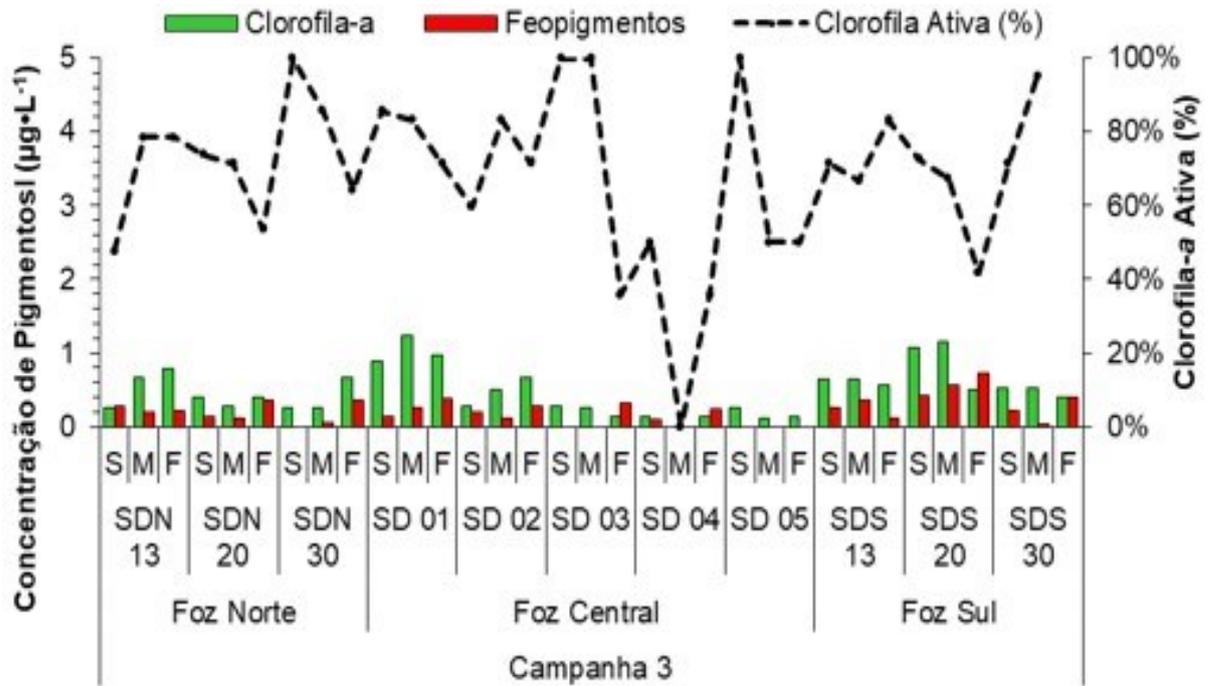
Fonte: Autoria própria.

Figura 35: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



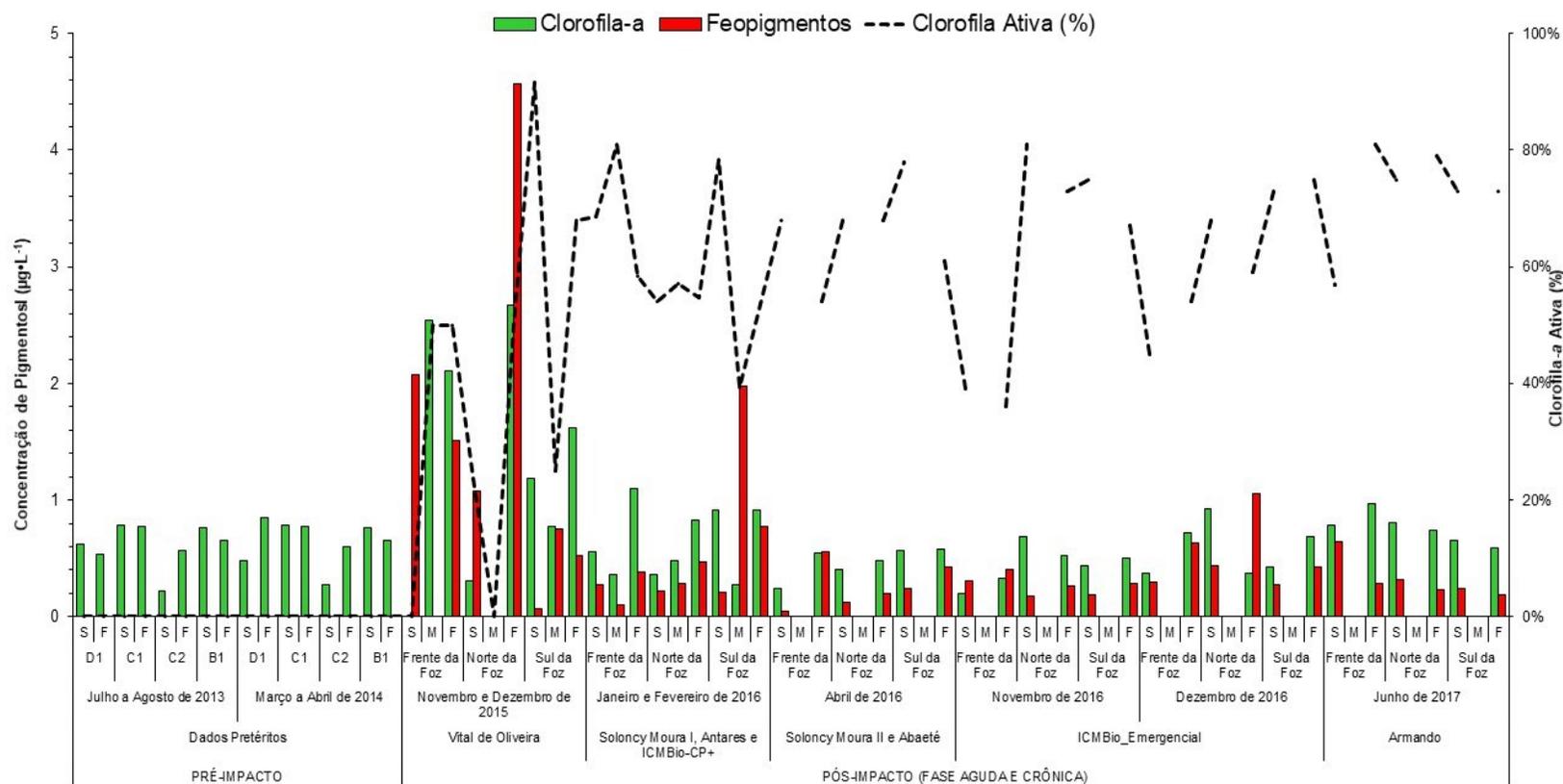
Fonte: Autoria própria.

Figura 36: Variações das concentrações de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) e de feopigmentos ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) na superfície (S), meio (M) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



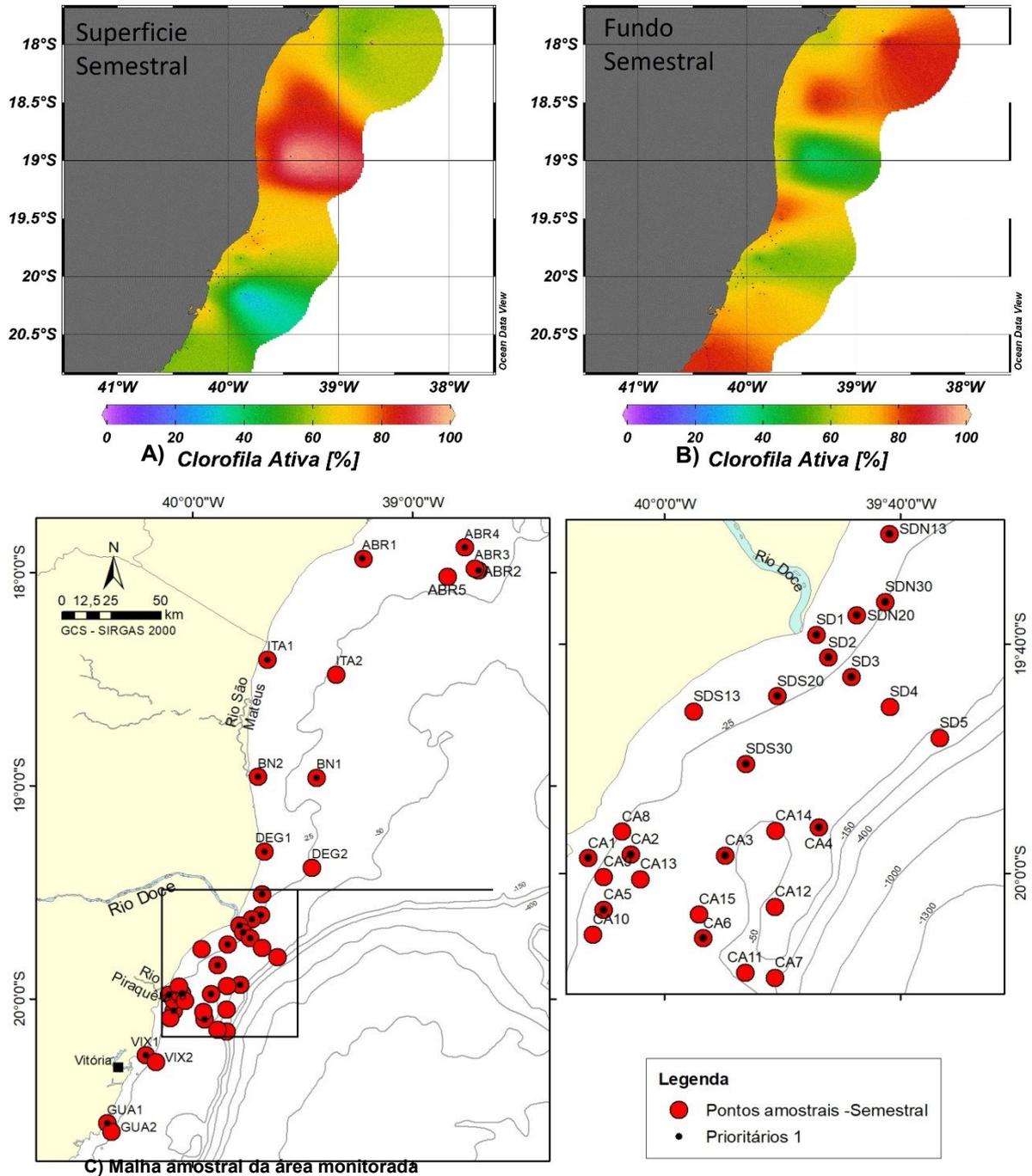
Fonte: Autoria própria.

Figura 37: 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 pré-impacto, 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 pós-impacto (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 fases aguda e crônica durante as expedições oceanográficas de 2015 a 2017.



Fonte: Autoria própria.

Figura 38: Distribuição da percentagem de clorofila ativa da comunidade fitoplanctônica nas estações de amostragem do primeiro monitoramento semestral de 2018 (Primeira Campanha). Os Mapas 38A e 38B tratam da distribuição da clorofila ativa (%), enquanto que 3C representa o mapa de localização das estações de amostragem monitoradas nas campanhas semestral (41 estações) e mensais (11 estações da região da Foz).



Fonte: Autoria própria.

## 2.4 COMPOSIÇÃO QUALITATIVA DO FITOPLÂNCTON

Durante a Campanha 1 foram obtidas 293 taxas pertencentes a 14 Classes taxonômicas diferentes e 1 Subclasse, considerando somente os organismos identificados à nível de gênero e de espécie. Do total de organismos identificados, 82 pertencem à Classe *Mediophyceae*, 83 à Classe *Dinophyceae*, 48 à Classe *Coscinodiscophyceae*, 44 à Classe *Bacillariophyceae*, 15 à Classe *Cyanophyceae*, 8 à Subclasse *Fragilariophyceae* 3 à classe *Trebouxiophyceae*, 2 às Classes *Dyctyochophyceae* e *Coccolithophyceae* cada e 1 às Classes *Noctilucoephyceae*, *Chlorophyceae*, *Conjugatophyceae*, *Cryptophyceae*, *Synurophyceae* e *Euglenophyceae*. A Estação CA 03 na Costa das Algas apresentou o maior número de táxons (61), seguida pelas estações SD1(IIDP) (Setor Foz Central, Dentro da Pluma) com 54 táxons, CA 05 e CA 14 (Costa das Algas) com 53 e 50 táxons respectivamente. Os menores valores foram observados nas estações CA 15 e CA 11 (Setor Costas das Algas) com 17 e 19, respectivamente (APENDICE I, Quadro 1).

Os resultados apresentados nas figuras (Figura 39, Figura 40, Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45) mostram o número de taxa e a média para cada setor amostrado levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os de gênero e espécie apresentados acima. Deste modo, a estação ABR 02 no setor Abrolhos e SD 01-1 no setor Foz Central apresentaram os maiores números de taxa identificado para esta campanha (137 e 103, respectivamente) e o menor foi registrado na estação SD 05 (45) no setor Foz Central.

As figuras (Figura 49, Figura 50, Figura 51, Figura 52, Figura 53, Figura 54, Figura 55, Figura 56, Figura 57, Figura 58, Figura 59) apresentam as contribuições dos principais grupos para a composição qualitativa do fitoplâncton. Três grupos (Diatomáceas (cêntricas e penadas), Algas Verdes e *Dinophyceae*) dominaram entre os demais em todas as regiões com mais de 70% de contribuição quando somados, com exceção do Setor Foz Central que apresentou as maiores contribuições dos grupos Diatomáceas (37,9%), *Cyanophyceae* (21,2%) e Algas Verdes (13,9%).

No Setor Abrolhos a composição teve uma maior contribuição por parte das Diatomáceas (44%), sendo 23,2% das Diatomáceas cêntricas e 20,8% das Diatomáceas penadas, seguidas pelos grupos das Algas Verdes (13,9%) e *Dinophyceae* (14,9%) (Figura 49).

No Setor Norte se observa uma composição bem próxima ao Setor Abrolhos com Diatomáceas (45,3%), sendo 24,1% das Diatomáceas cêntricas e 21,2% das Diatomáceas penadas, seguidas pelos grupos *Dinophyceae* (17,2%) e Algas Verdes (13,4%) e (Figura 50).

A Foz do Rio Doce, em seus setores Norte, Central e Sul, apresentaram contribuições distintas com revezamento nas posições de importância entre os principais grupos. O Setor Foz Norte teve maior contribuição (39,4%) das Diatomáceas, sendo 30,5% das Diatomáceas cêntricas e 8,9% das Diatomáceas penadas, que foi seguida pelas Algas Verdes (17,4%) e *Dinophyceae* (16,5%). O Setor Foz Central apresentou contribuição das Diatomáceas de 40,6% (27,4% cêntricas e 13,2% penadas), sendo seguida pelo grupo *Cyanophyceae* (17%) e pelo grupo *Dinophyceae* (14,8%). Já o Setor Foz Sul

apresentou contribuição semelhante das Diatomáceas (38%) aos outros setores da Foz, sendo 26,2% das Diatomáceas cêntricas e 11,8% das Diatomáceas penadas, com Dinophyceae em 19,3% e Algas Verdes em 14,2% (Figura 51, Figura 52, Figura 53).

A Costa das Algas também foi muito semelhante aos outros setores com valor de contribuição para as Diatomáceas de 40,4% (26,7% cêntricas e 13,7% penadas), seguido pelo grupo Dinophyceae (19,3%) e Algas Verdes (14,2%) (Figura 54).

O Setor Sul foi o que apresentou menor contribuição das Diatomáceas (31%) quando comparado aos outros setores da Campanha semestral, sendo 13,9% Diatomáceas cêntricas e 17,1% das Diatomáceas penadas (maior contribuição deste grupo em todos os setores da campanha), seguidas por *Dinophyceae* (21%) e as Algas Verdes (14,2%) (Figura 55).

As estações extras coletadas na porção Foz Central (SD 1-1 e SD 2-1) mantiveram o padrão observado para a contribuição qualitativa do fitoplâncton até o momento para esta campanha sendo SD 01: 35,6% de Diatomáceas (23,1% cêntricas e 12,5% penadas), 22,5% Dinophyceae e 15,6% Algas Verdes; SD 02: 50,6% de Diatomáceas (31% cêntricas e 19,6% penadas), 13,3% Algas Verdes (Figura 56, Figura 57).

Observando as estações coletados dentro e fora da pluma nota-se a importância dos mesmos grupos para a contribuição qualitativa do fitoplâncton com variações de valores em determinados grupos, a saber: Dentro da pluma as Diatomáceas contribuíram com 53,7% (32,6% cêntricas e 21,1% penadas), Algas Verdes com 14,7% e Dinophyceae 11,6%; Fora da pluma as Diatomáceas contribuíram com 41,9% (25,9% cêntricas e apenas 7,4% penadas), 18,9% *Dinophyceae* e 16% Algas Verdes e *Cyanophyceae*.

Os dados qualitativos da Campanha mensal de outubro de 2018 já se encontram descritos para a Região da Foz do Rio Doce na Campanha semestral de 2018.

Na Campanha 2 foram identificados, 136 táxons pertencentes a 10 Classes e 1 Subclasse taxonômicas, levando-se em consideração somente os organismos identificados em níveis de gênero e espécie para as estações da Foz do Rio Doce em suas porções Sul, Central e Norte. Do total de táxons identificados, 47 pertencem à Classe *Dinophyceae*, 40 à Classe *Mediophyceae*, 20 à Classe *Coccolithophyceae*, 10 à Classe *Bacillariophyceae*, 9 à Classe *Cyanophyceae*, 3 à Subclasse *Fragilariophyceae*, 2 às Classes *Trebouxiophyceae* e *Chlorophyceae* e 1 às Classes *Conjugatophyceae*, *Cryptophyceae* e *Dyctyochophyceae*. Nesta campanha o maior número de organismos identificados em nível de espécie e gênero foram observados nas estações SDN 13 (51), SDS 30 (35) e SD 2 e SDN 30 (30). O menor valor registrado nesta campanha (20) foi observado na estação SD 4 (Quadro 2).

Os resultados apresentados nas figuras (Figura 46, Figura 47) mostram o número e a média de táxons para os setores Foz Norte, Foz Central e Foz Sul e para as coletas dentro e fora da pluma, levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os de gênero e espécie

apresentados acima. Assim, a estação SDS 30 no Setor Foz Sul teve o maior número identificado para esta Campanha (95) e o menor foi registrado na estação SD 05 (45) no Setor Foz Central.

O Setor Foz Norte teve maior contribuição 35,9% das Diatomáceas, sendo 22,9% das Diatomáceas cêntricas e 13,0% das Diatomáceas penadas, que foi seguida pelo grupo das *Dinophyceae* com 21,2% e o grupo Outros.

O Setor Foz Central apresentou um padrão de contribuição semelhante ao observado até o momento, com maior contribuição das Diatomáceas com 23,7% (sendo 16,5% cêntricas e 7,2% penadas) seguido pelo grupo das Algas Verdes (23,4%) e *Dinophyceae* (23,1%).

O Setor Foz Sul apresentou novamente contribuição semelhante à Foz Central, com maior contribuição do grupo das Diatomáceas (24,5%), onde 16,2% são de diatomáceas cêntricas e 8,3% de diatomáceas penadas, seguido do grupo *Dinophyceae* com contribuição de 22,7% e Algas Verdes (21,3%) (Figura 60, Figura 61, Figura 62).

As estações dentro e fora da pluma coletadas (SD 01 e SDPf 00, respectivamente) mantiveram o padrão observado para a contribuição qualitativa do fitoplâncton na porção Foz Central nesta campanha. O SD 01 (dentro da pluma) apresentou uma maior contribuição das Algas Verdes (30%), seguida do grupo *Dinophyceae* (23,3%) e das Diatomáceas (17,8%, sendo 7,8% cêntricas e 10% penadas). O ponto SDPf00 (fora da pluma) também apresentou um padrão distinto, com contribuição de 23,2% das Algas Verdes, 22% *Dinophyceae* e 18,3% do grupo *Cyanophyceae*, as diatomáceas contribuíram com apenas 17,1% (9,8% cêntricas e 7,3% penadas) (Figura 63, Figura 64).

Na Campanha 3 foram identificados, 128 táxons pertencentes a 6 Classes e 1 Subclasse taxonômicas, levando-se em consideração somente os organismos identificados em níveis de gênero e espécie para as estações da Foz do Rio Doce em suas porções Sul, Central e Norte. Do total de táxons identificados, 45 pertencem à Classe *Mediophyceae*, 35 à Classe *Dinophyceae*, 26 à Classe *Coccolodiscophyceae*, 12 à Classe *Bacillariophyceae*, 3 à Classe *Cyanophyceae* e à Subclasse *Fragilariophyceae* e 1 à Classe *Chlorophyceae*. Nesta campanha o maior número de organismos identificados em nível de espécie e gênero foi observado na estação SDS 30 (44) e o menor valor registrado nesta campanha (13) foi observado na estação SD 05 (Quadro 3).

A Figura 48 mostra o número e a média de táxons para os setores Foz Norte, Foz Central e Foz Sul, levando-se em consideração todos os níveis taxonômicos obtidos e não somente os de gênero e espécie apresentados acima. Assim, o ponto SDS 13 no setor Foz Sul teve o maior número identificado para esta campanha (103) e o menor foi registrado na estação SD 05 (38) no setor Foz Central.

O setor Foz Norte teve maior contribuição das Diatomáceas (36,2%), sendo 28% das Diatomáceas cêntricas e 8,2% das Diatomáceas penadas, e na sequência pelo grupo das Algas Verdes e *Dinophyceae*, ambas com 19,2%.

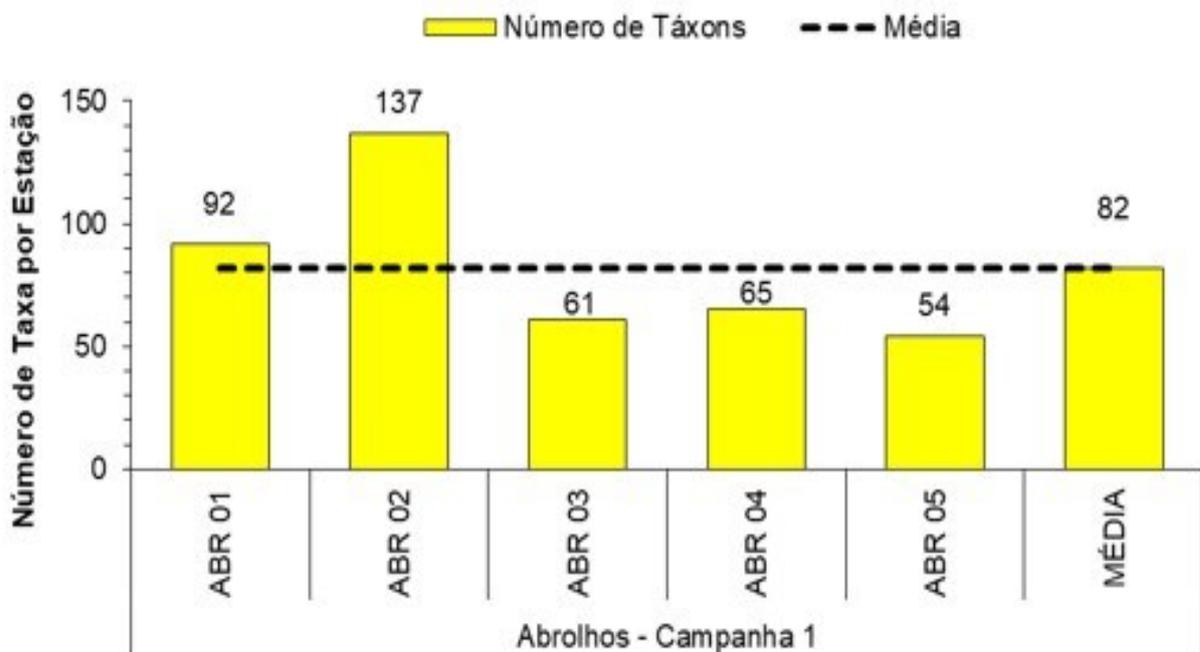
O setor Foz Central apresentou um padrão de contribuição com maior contribuição das Diatomáceas com 33,9% (sendo 25,6% cêntricas e 8,3% penadas) seguido do grupo *Dinophyceae* (19,2%) e da *Cyanophyceae* (15,8%).

O setor Foz Sul apresentou novamente contribuição semelhante à Foz Central, com maior contribuição do grupo das Diatomáceas (36,1%), onde 23,8% são de diatomáceas cêntricas e 12,3% de diatomáceas penadas, seguido do grupo *Dinophyceae* com contribuição de 22,1% e Algas Verdes (15,7%) (Figura 65, Figura 66, Figura 67).

No monitoramento atual foi possível observar, na Foz do Rio Doce, uma alteração no padrão das contribuições dos diferentes grupos da composição qualitativa do fitoplâncton na Campanha 2, onde ocorre um aumento na contribuição de *Dinophyceae* e Algas Verdes e um decréscimo na contribuição de Diatomáceas Cêntricas.

O monitoramento realizado no ecossistema adjacente à Foz do Rio Doce após o impacto agudo apresentou maior contribuição de Diatomáceas Cêntricas, *Chlorophyceae* e Diatomáceas Penadas. No monitoramento atual observou-se que as Diatomáceas Cêntricas continuaram em destaque na composição qualitativa (exceto na Campanha 2), mas houve um aumento na contribuição de *Dinophyceae*, que não apresentou essa representatividade nos monitoramentos após o impacto.

Figura 39: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



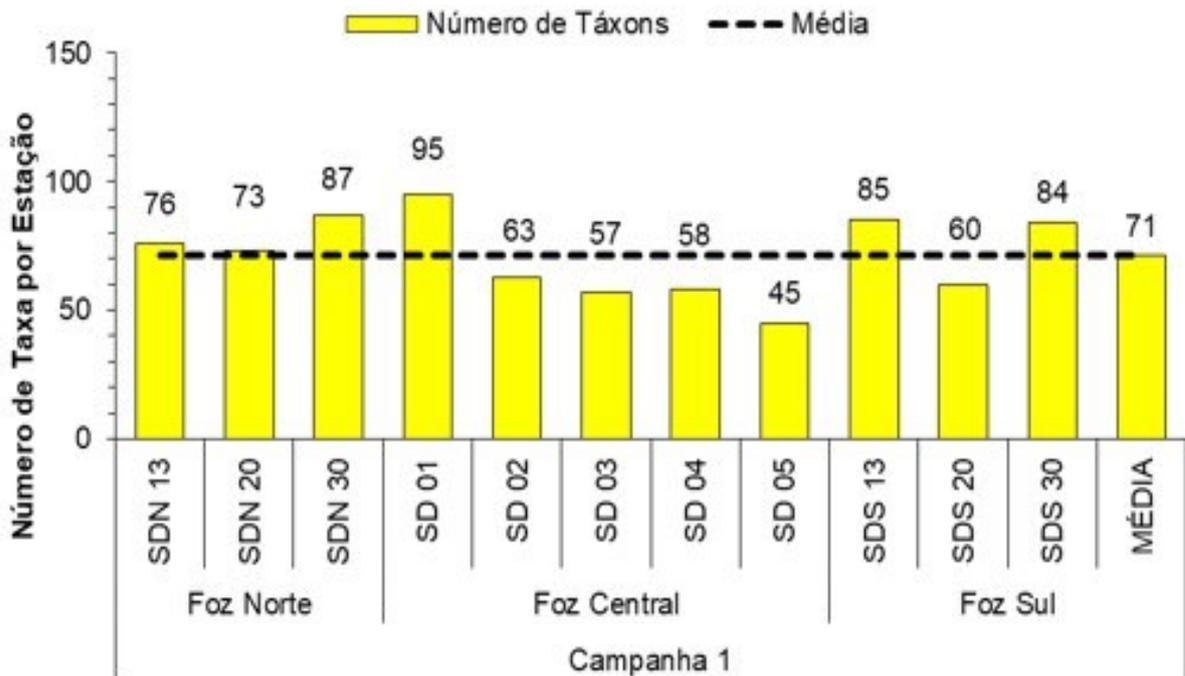
Fonte: Autoria própria.

Figura 40: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 41: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



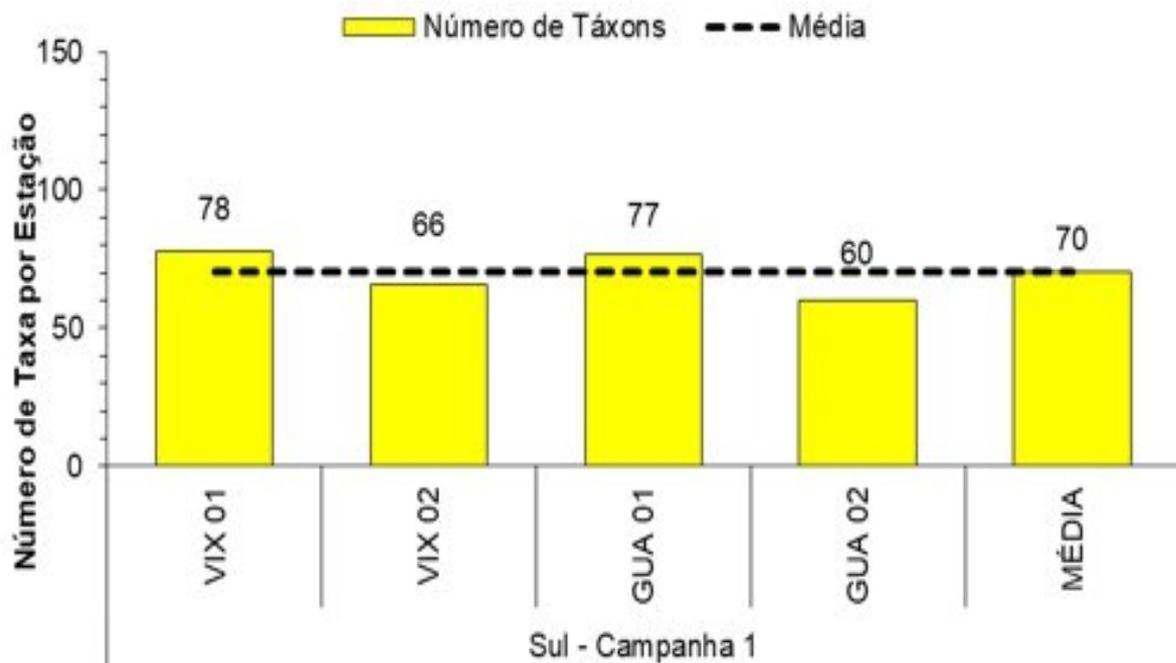
Fonte: Autoria própria.

Figura 42: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 43: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



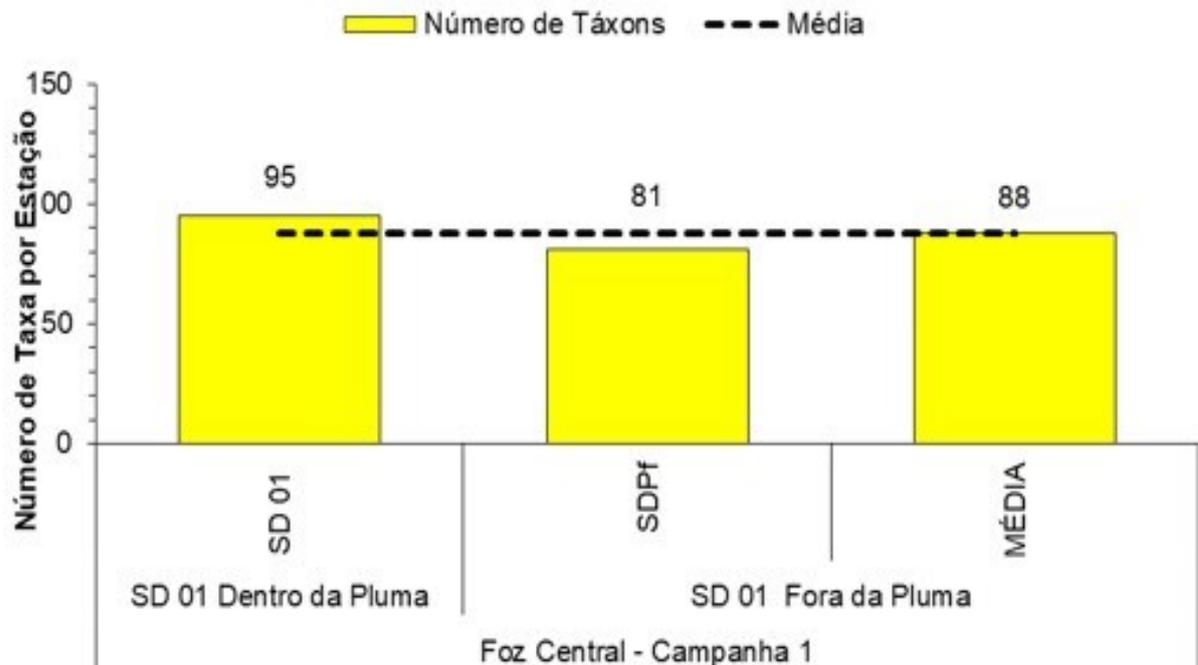
Fonte: Autoria própria.

Figura 44: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



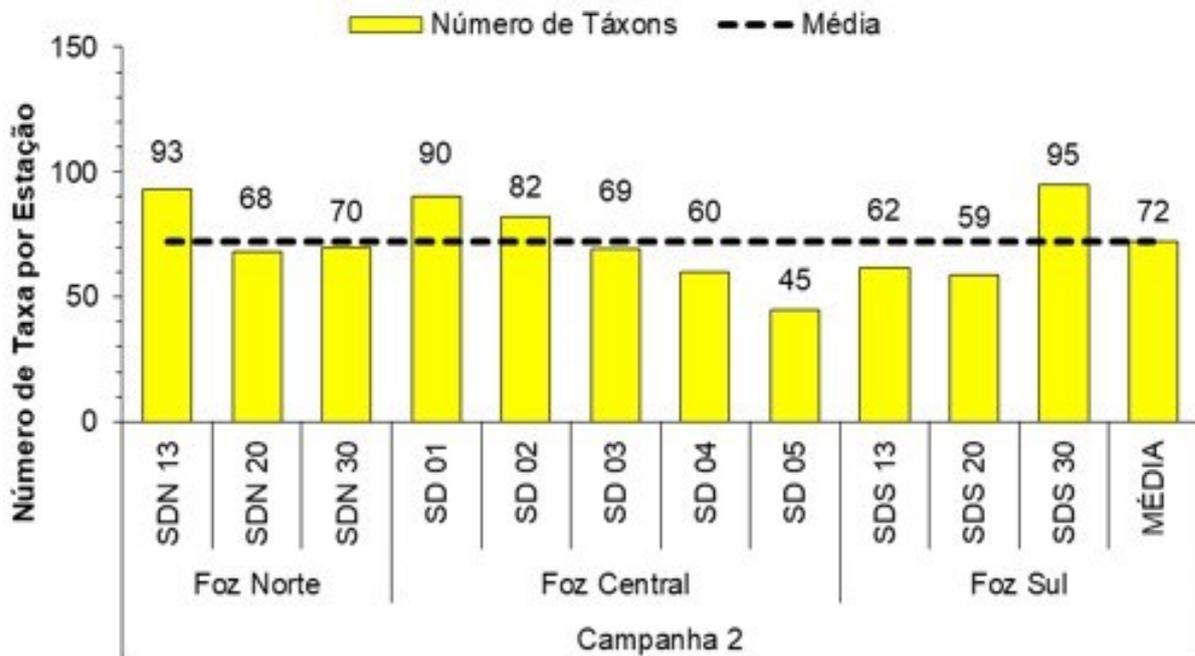
Fonte: Autoria própria.

Figura 45: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



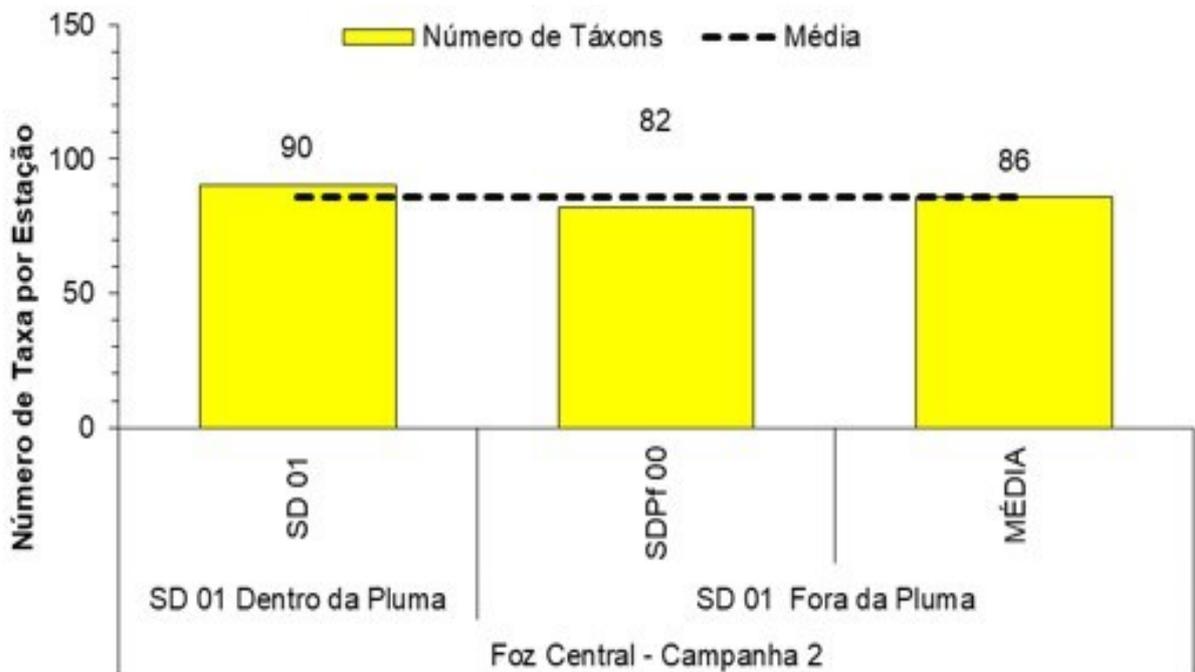
Fonte: Autoria própria.

Figura 46: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 47: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

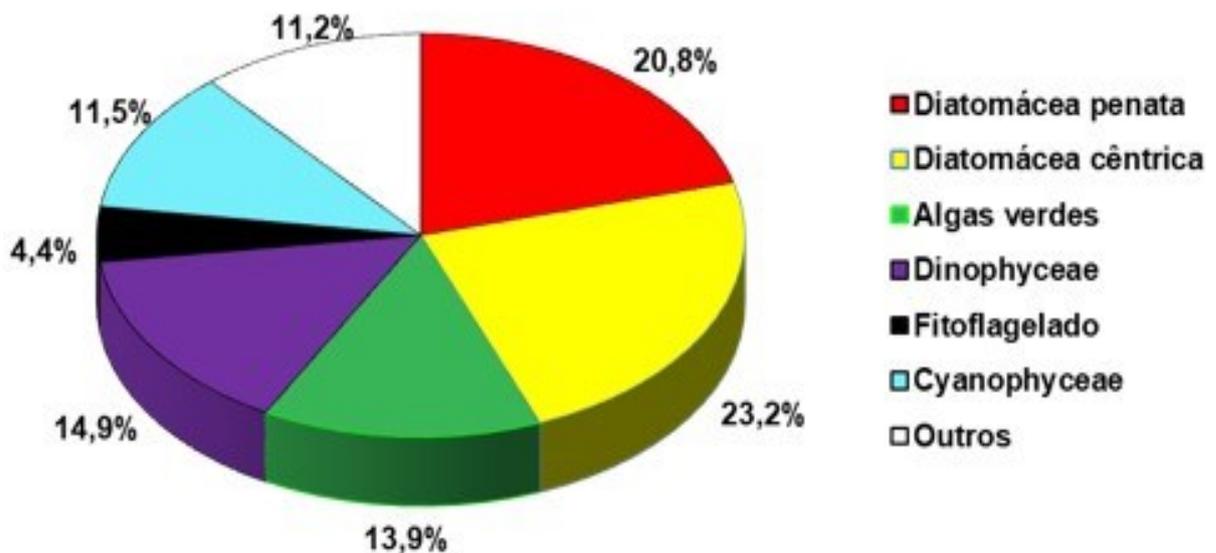
Figura 48: Média e o número de táxons da comunidade fitoplanctônica das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 49: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.

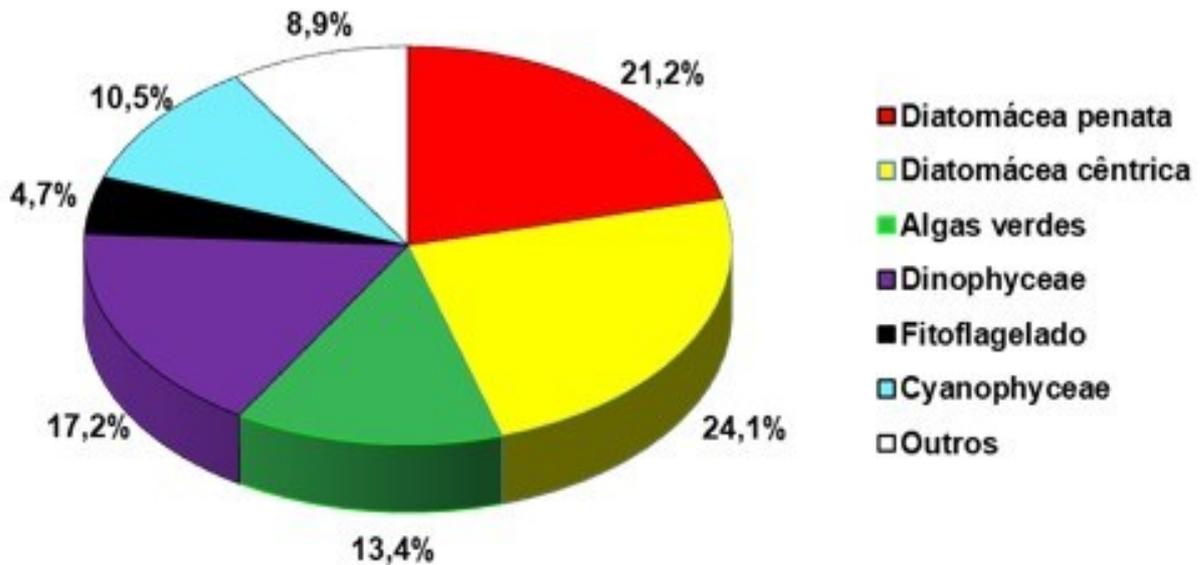
### Abrolhos - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 50: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.

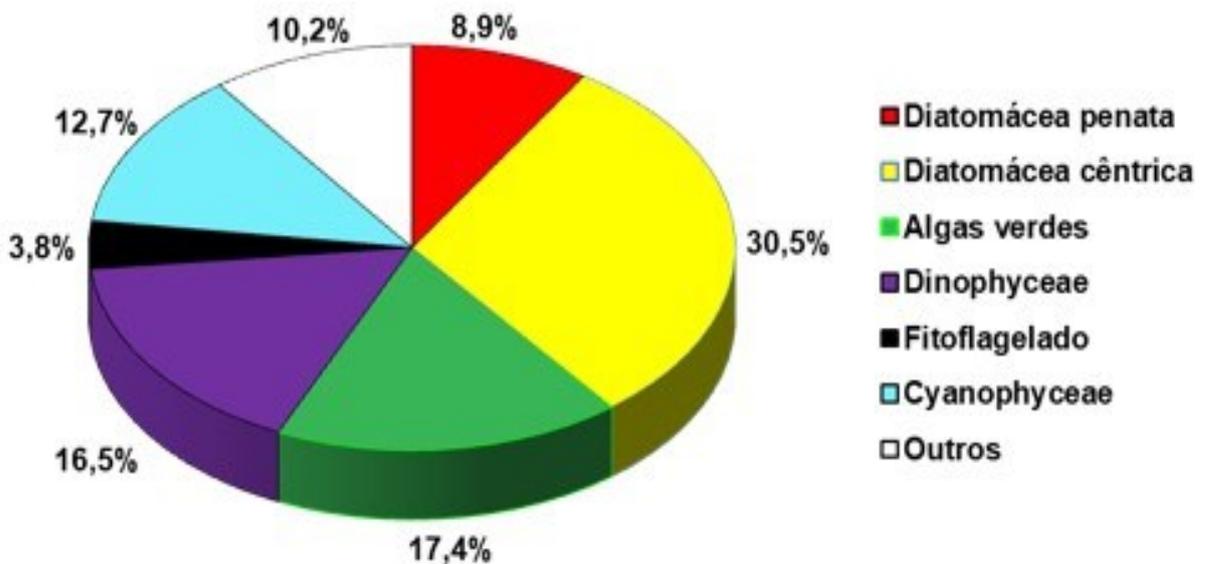
### Norte - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 51: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico.

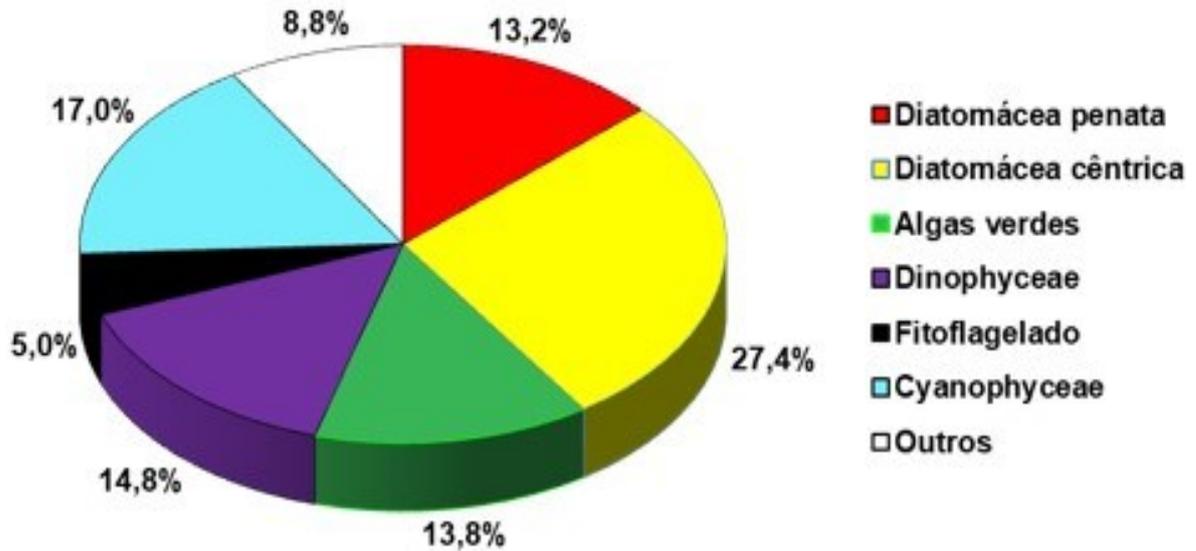
### Foz Norte do Rio Doce - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 52: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico.

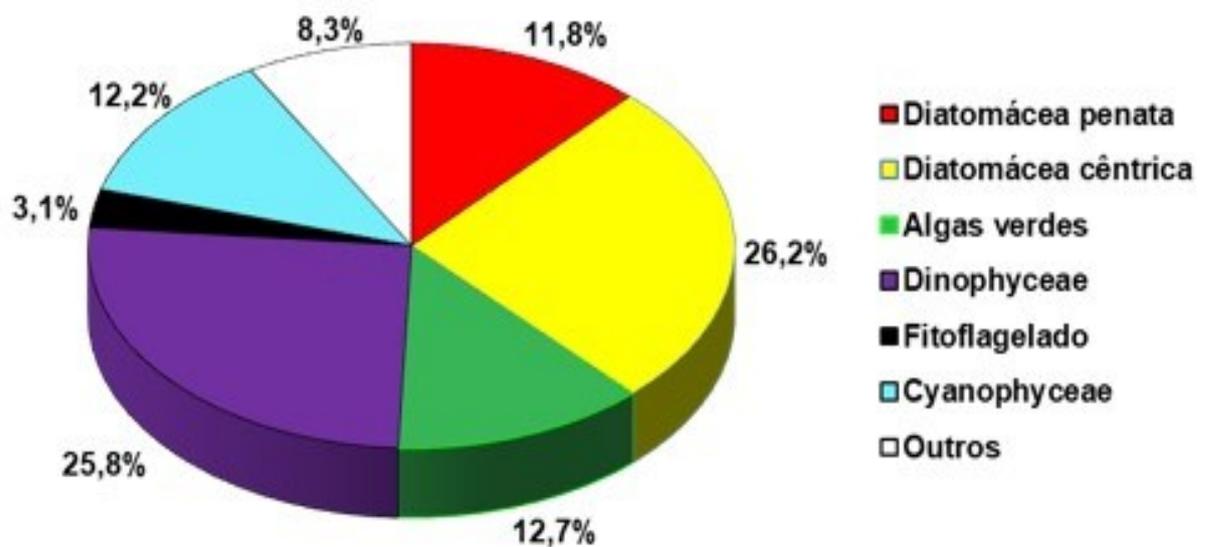
### Foz Central do Rio Doce - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 53: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico.

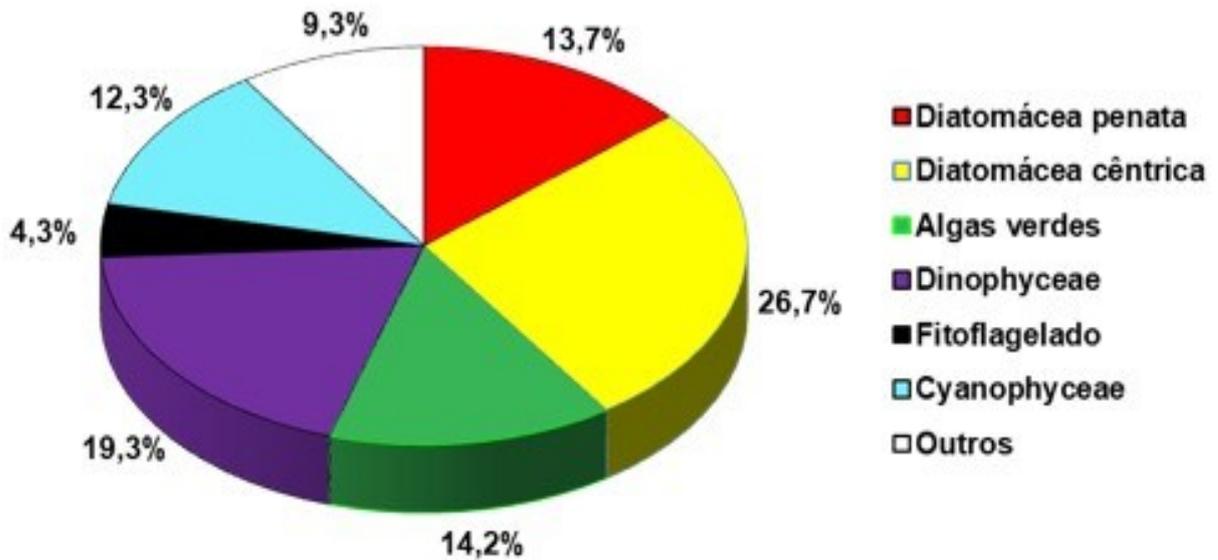
### Foz Sul do Rio Doce - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 54: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.

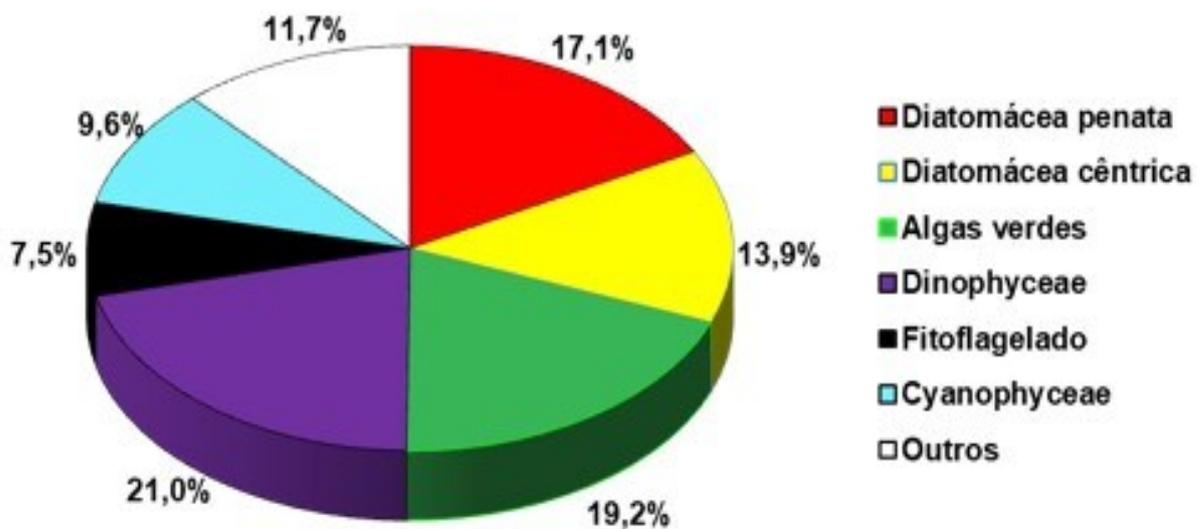
### Costa das Algas - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 55: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.

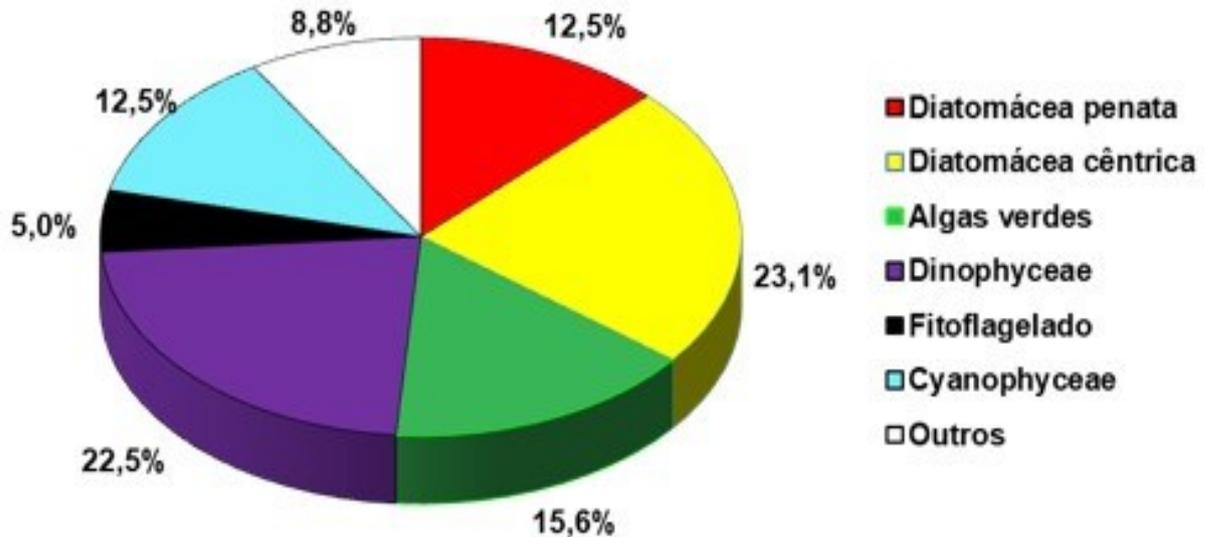
### Sul - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 56: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 06 de novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

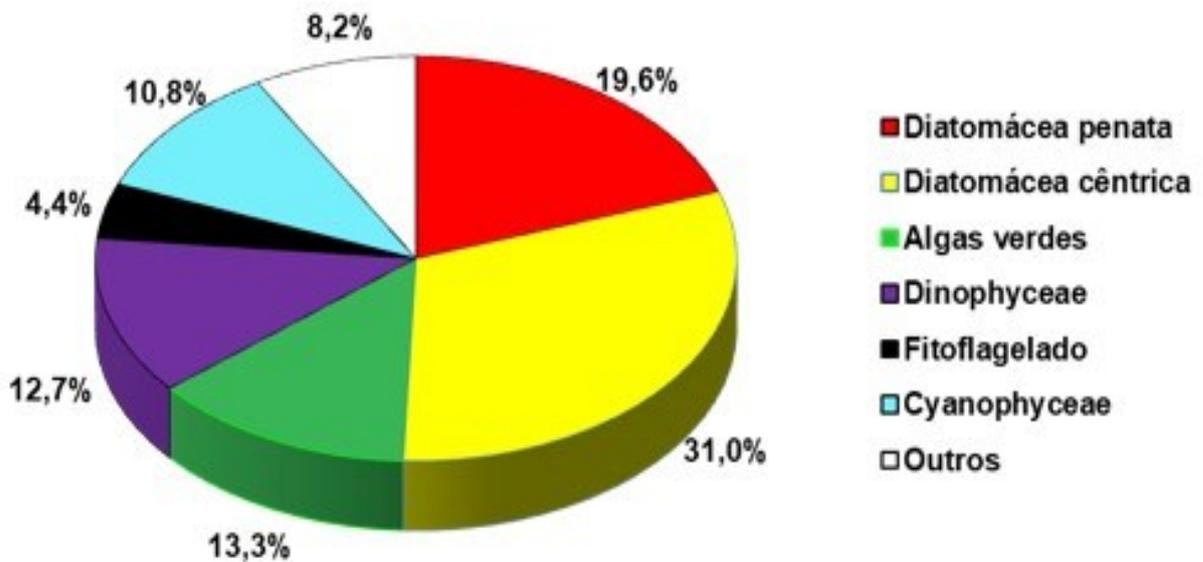
### SD 01-1 e SD 02-1 - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 57: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

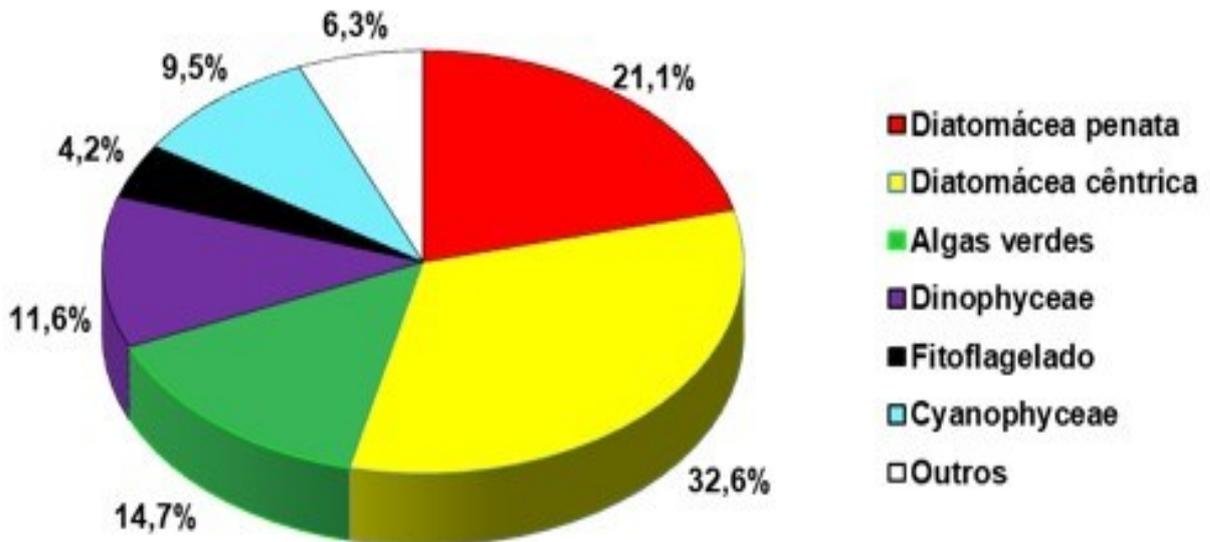
### SD 01-2 e SD 02-2 - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 58: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro da pluma (SD 01). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

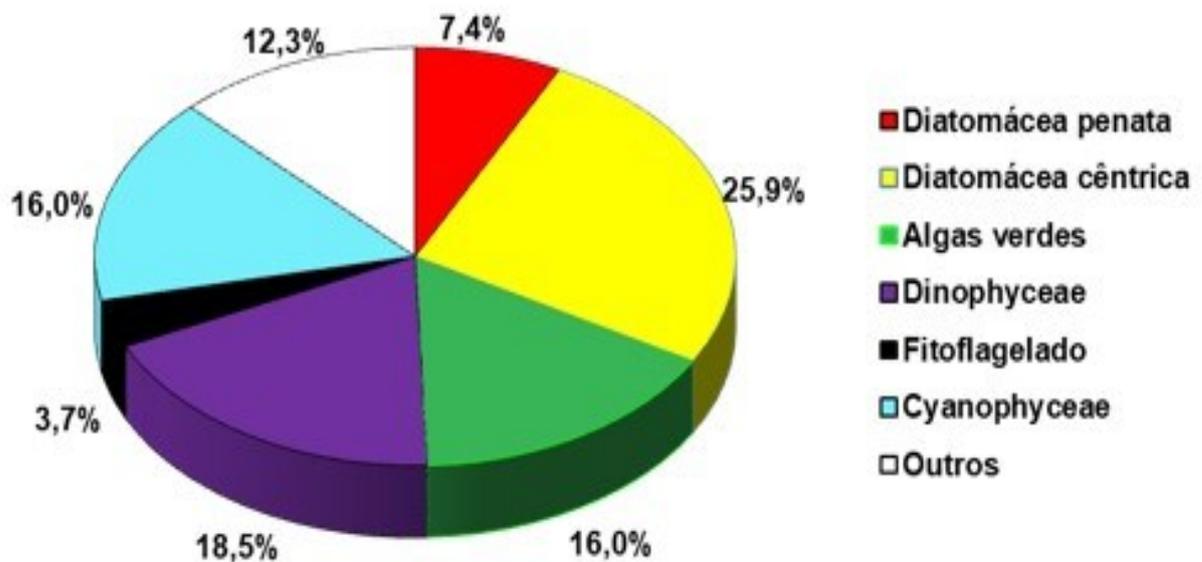
### SD 01 Dentro Pluma - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 59: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada fora da pluma (SDPf). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

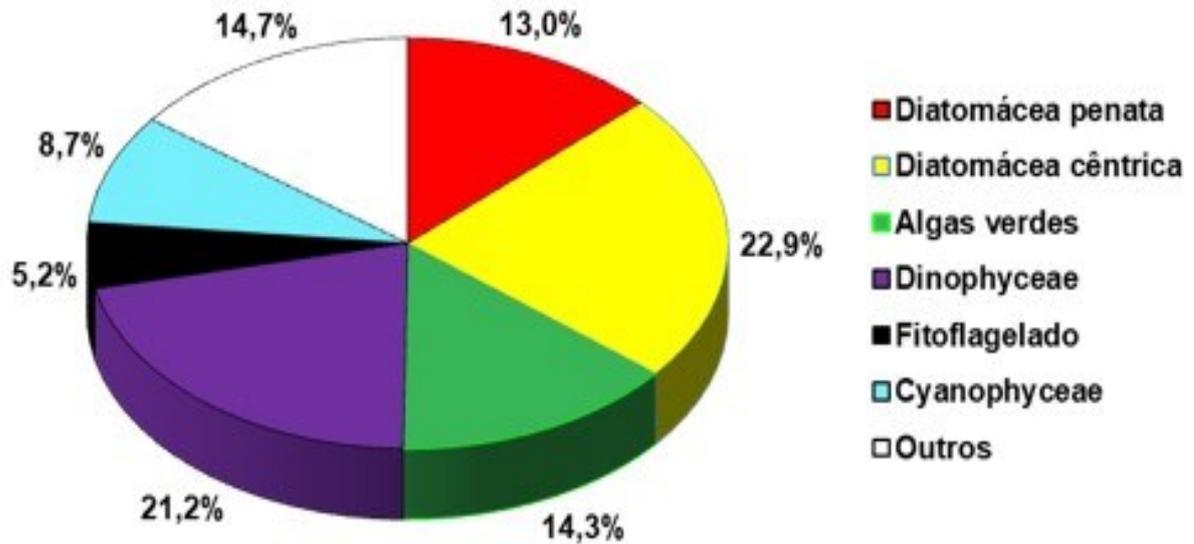
### SDPf - SD 01 Fora Pluma - Campanha 1



Fonte: Autoria própria.

Figura 60: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.

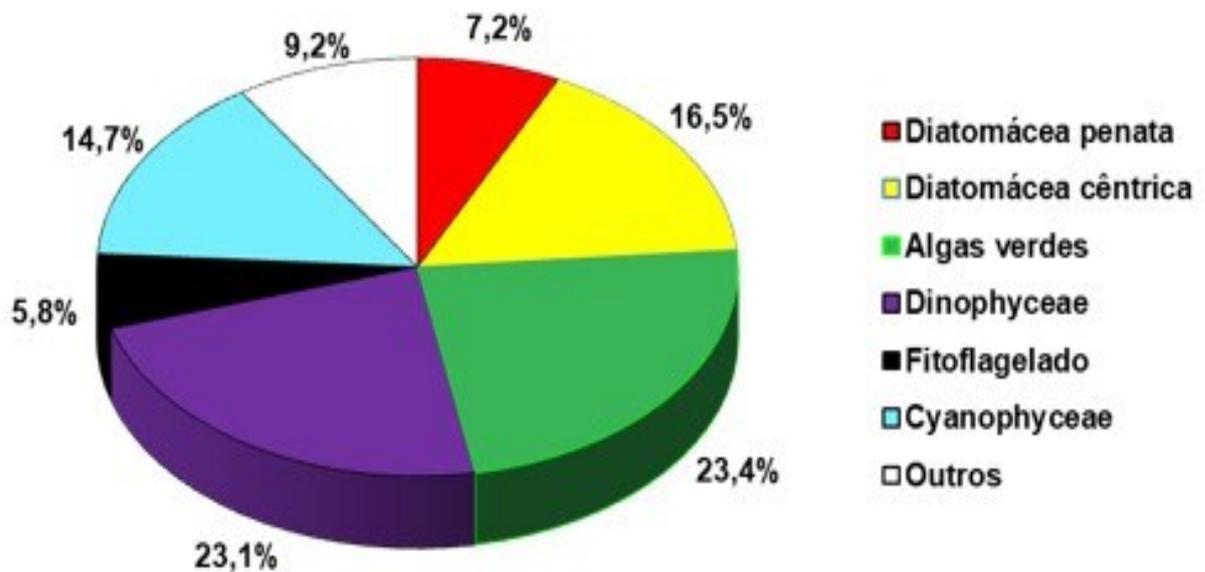
### Foz Norte do Rio Doce - Campanha 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 61: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.

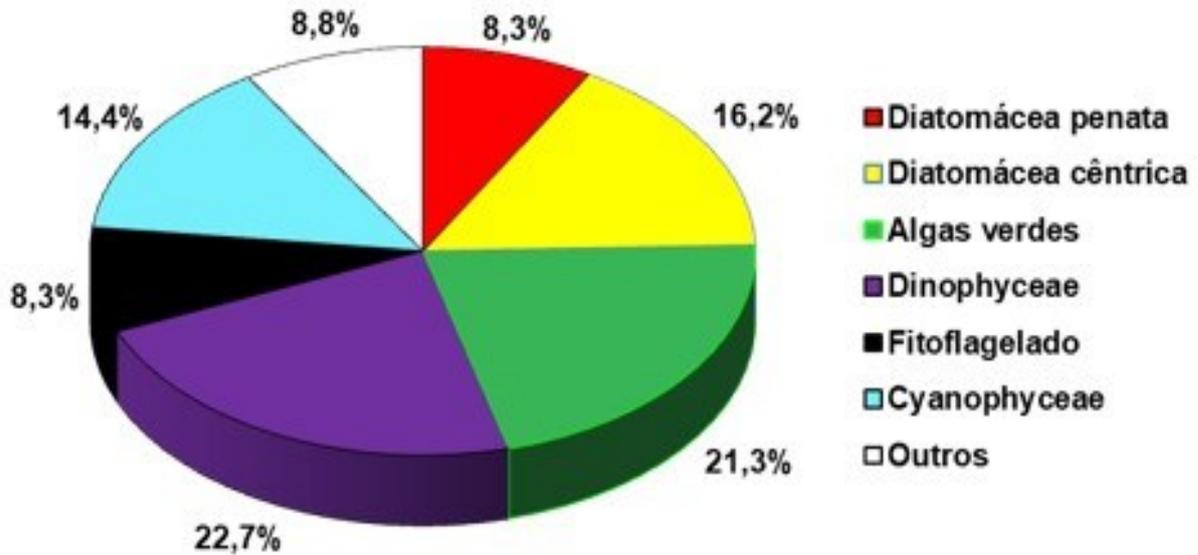
### Foz Central do Rio Doce - Campanha 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 62: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.

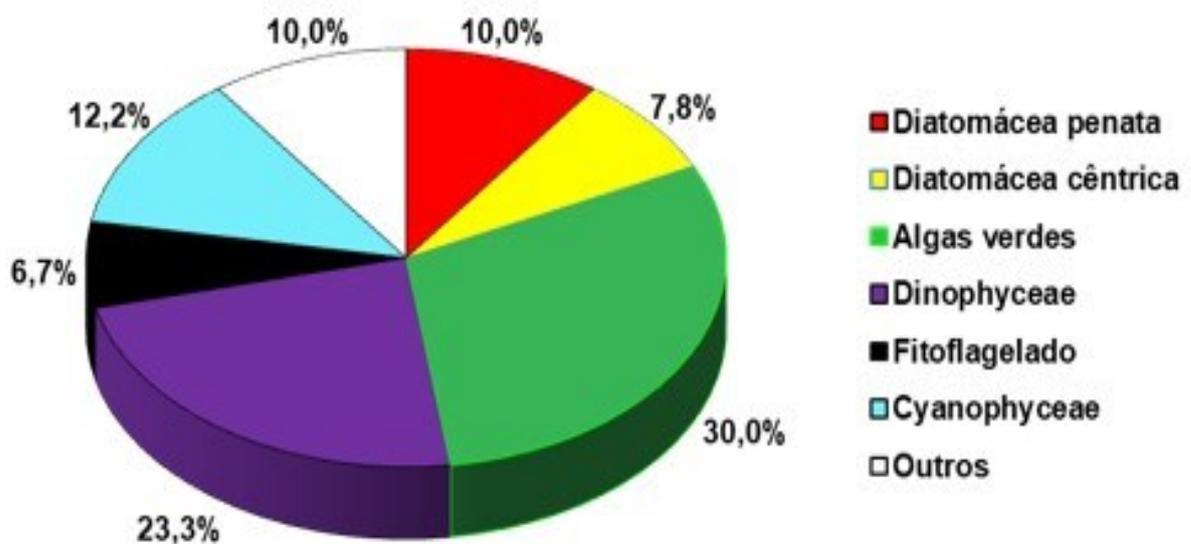
### Foz Sul do Rio Doce - Campanha 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 63: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro da pluma (SD 01). Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.

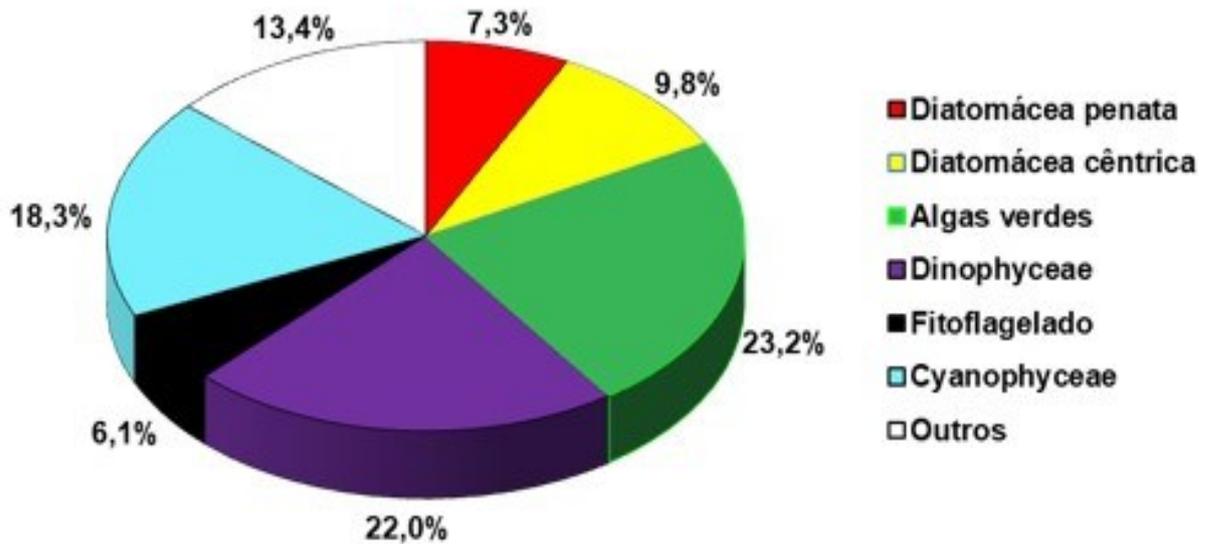
### SD 01 Dentro da Pluma - Campanha 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 64: Composição qualitativa do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada fora da pluma (SDPf 00). Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.

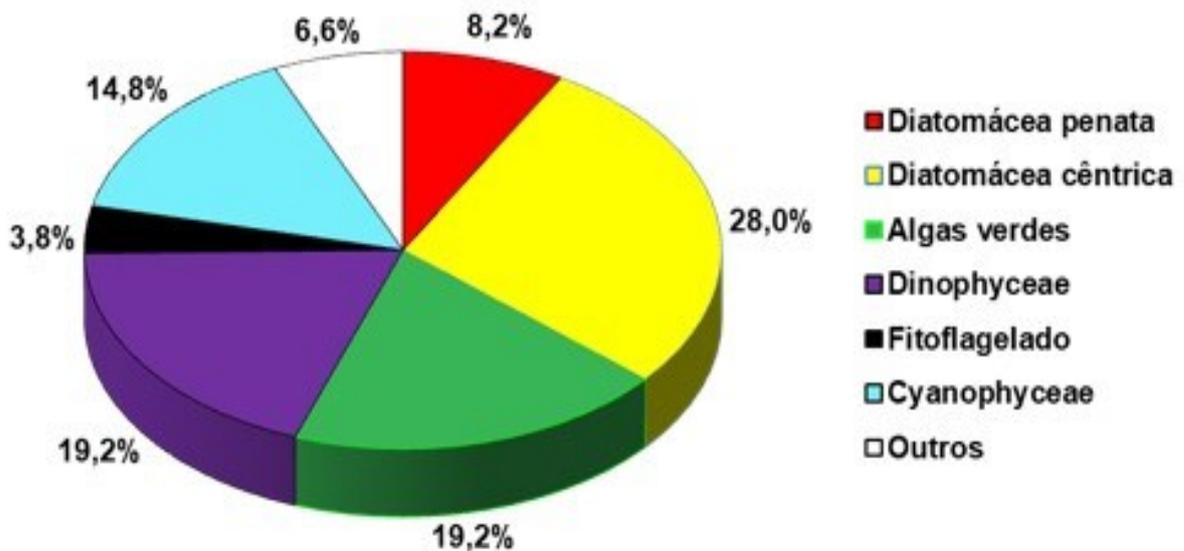
### SDPf 00 - SD 01 Fora da Pluma - Campanha 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 65: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Norte do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

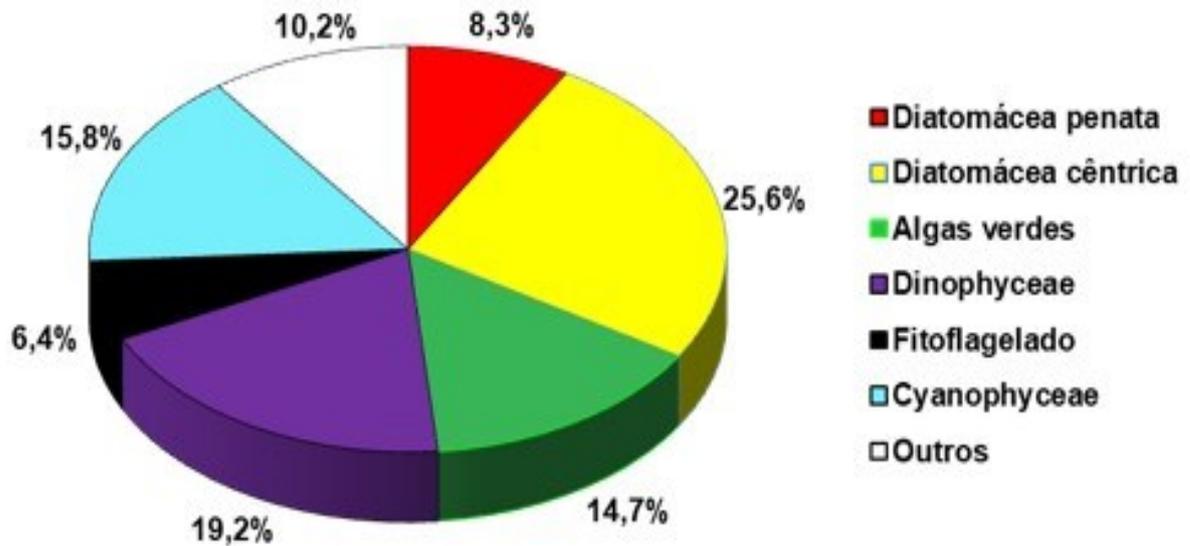
### Foz Norte do Rio Doce - Campanha 3



Fonte: Autoria própria.

Figura 66: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

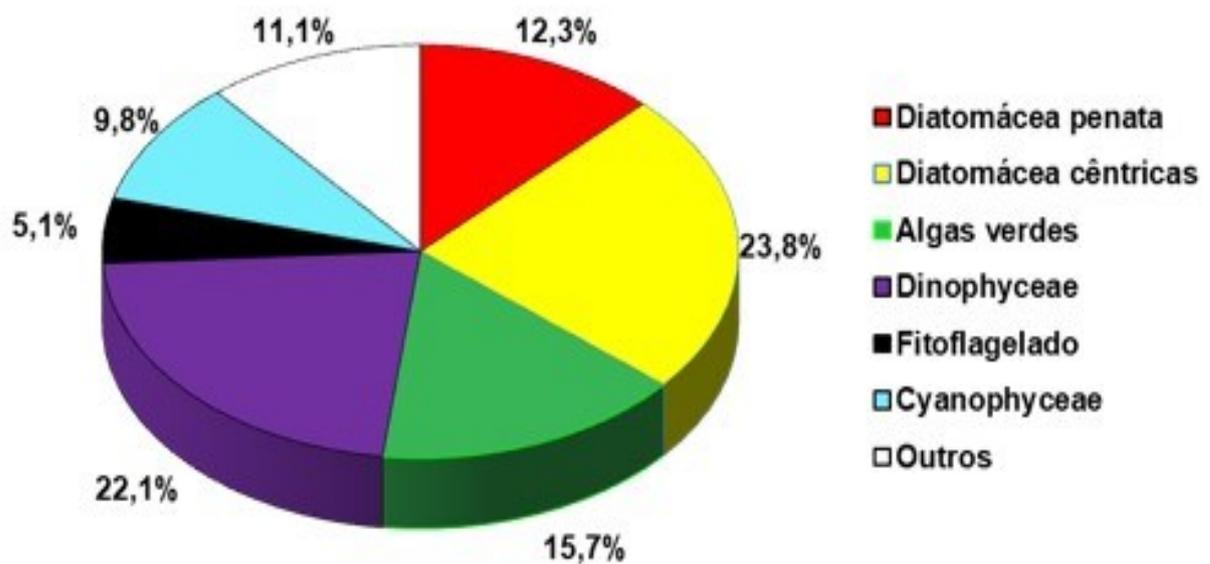
### Foz Central do Rio Doce - Campanha 3



Fonte: Autoria própria.

Figura 67: Composição qualitativa do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Sul do Rio Doce das coletas da Campanha 3 (mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.

### Foz Sul do Rio Doce - Campanha 3



Fonte: Autoria própria.

## 2.5 COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA QUANTITATIVA DO FITOPLÂNCTON

Nas amostragens realizadas na Campanha 1 as estações amostrais localizadas no Setor Foz Central mostraram quase sempre predominância das Cianobactérias nanofitoplanctônicas que contribuíram entre 8% (SD 01, superfície) e 90% (SD 05, fundo). Tais Cianobactérias predominaram na maioria das estações e profundidades (Figura 70).

O mesmo foi observado no Setor Foz Sul (Figura 70), em que a variação foi de 9% (SDS 30, superfície) a 82% (SDS 20, fundo), bem como no Setor Norte, Figura 69, (entre 12% em BN 02, superfície e 69% em ITA 01, fundo). A tendência de superioridade numérica das Cianobactérias também pode ser vista no Setor Costa das Algas (Figura 71), onde se registrou um mínimo de 5% na composição da estação CA 08 (fundo) e um máximo de 72% no fundo de CA 03.

Contudo, houve uma preponderância das Algas Verdes sobre as Cianobactérias no Setor Abrolhos (Figura 68) (75% na superfície de ABR 04), no Setor Foz Norte (Figura 70) (48% na superfície de SDN 20) e no Setor Sul, Figura 72 (66% na superfície de VIX 02).

Todos os setores apresentaram, em todas as estações de amostragem e profundidades, contribuição das Algas Verdes, dentre elas as da Classe Chlorophyceae. No Setor Norte, os valores oscilaram entre 15% (ITA 01, superfície) e 49% (DEG 01, fundo) e preponderou no Setor Foz Norte, onde a presença foi de 27% no fundo da estação SDN 20 e 54% no fundo da estação SDN 30. A contribuição das Algas Verdes no Setor Foz Sul variou de 10% (SDS 20, fundo) a 49% (SDS 30, Fundo), predominando na superfície e fundo da estação SDS 30. Já a variação no Setor Foz Central esteve entre 5% no fundo de SD 05 e 48% na superfície de SD 01.

Desta forma, Cianobactérias e Algas Verdes, principalmente as nanofitoplanctônicas (até 19  $\mu\text{m}$ ), foram os grupos de destaque em toda malha amostral, com alternância de predominância ora do primeiro grupo, ora do segundo, corroborando os dados pretéritos obtidos na mesma região desde a primeira campanha do impacto agudo.

As Diatomáceas, tanto as cêntricas como as penadas, que costumam ser responsáveis pela diversidade de águas costeiras, não foram numericamente representativas em quase todas as estações e profundidades dos seis setores, embora tenha ocorrido na maioria deles. Ademais, apresentaram contribuições mais reduzidas do que seria esperado para a região (mínimo de 0 e máximo de 36%), não ocorrendo registro em várias estações – como nos setores Abrolhos, Norte, Foz Norte, Foz Sul e Costa das Algas - o que é algo pouco comum em águas costeiras. Contudo, na amostragem realizada dentro da pluma na estação SD 01 observou-se um pico de 33% de diatomáceas penadas. Vale ressaltar que essas foram mais representativas numericamente que as cêntricas.

Ainda, o grupo intitulado “Haptophytas” e os Fitoflagelados foram observados em todas as regiões estudadas, não ocorrendo apenas na superfície das estações SD 02-1 (Figura 73) e SDPf (fora da pluma) (Figura 74) e CA 02, e no fundo das estações CA 02, CA13 e SDN20, porém sem grande expressividade na densidade. Os Dinoflagelados, agrupados em Outros, também não se destacaram.

Em relação à Campanha 2, as estações amostrais localizadas no Setor Foz Central mostraram predominância de Cianobactérias nanofitoplanctônicas, com contribuições variando entre 56% (SD 04, fundo) e 90% (SD 05, fundo), e foram hegemônicas em todas as estações e profundidades (Figura 75). O mesmo foi observado no Setor Foz Sul, em que a variação foi de 20% (SDS 30, superfície) a 85% (SDS 13, fundo). No Setor Foz Norte, a tendência da superioridade numérica se manteve com exceção do fundo de SDS 13 e superfície de SDS 30, em que houve um sutil predomínio das Algas Verdes.

É possível notar o aumento da dominância das Cianobactérias sobre as Algas Verdes, em ambas as profundidades, quando se compara com os dados de densidade numérica das estações do Setor Foz Central na Campanha 1 (mínimo de 8% na superfície de SD 01 e máximo de 87% no fundo de SD 05), incluindo a superfície de SDPf00 (Figura 76).

O segundo grupo mais relevante, o de Algas Verdes, foi representativa numericamente nos três setores da Foz do Rio Doce, com destaque no Setor Foz Norte (mínimo de 3% no fundo de SDN 20 e máximo de 38% na superfície de SDN 30).

Em relação às Diatomáceas, a contribuição mais importante foi de organismos do morfotipo penada, com um máximo de 13% no Setor Foz Norte (SDN 20, fundo). No Setor Foz Sul da Campanha 2, observa-se um pico da contribuição das Diatomáceas penadas tanto na superfície (34%) quanto no fundo (14%) da estação SDS 30, acontecimento muito destoante dos verificado em outros setores. Corroborando, inclusive, o padrão encontrado na estação SDS 30 da campanha semestral.

Os demais grupos, como *Haptophytas*, Fitoflagelados e Outros, mantiveram uma distribuição menos relevante, apenas com um aparente aumento no Setor Foz Norte, com um máximo dos Fitoflagelados de 22% no fundo da estação SDN13. Tal inexpressividade não é comum em ambientes marinhos, conforme o documentado em outros estudos do LabFito/UFES.

Considerando as coletas da Campanha 3, as estações amostrais localizadas no Setor Foz Central mostraram predominância de Cianobactérias nanofitoplanctônicas na maioria das estações, com contribuições variando entre 20% (SD 01, superfície) e 77% (SD 04, superfície), e foram hegemônicas em seis dentre as dez amostragens do setor. A tendência de superioridade numérica desses organismos se manteve no Setor Foz Norte, em que a variação foi de 26% (SDN 20, superfície) a 72% (SDN 30, superfície). Porém, no Setor Foz Sul, as contribuições foram menores, com 9% na superfície de SDS 20 e 44% na superfície de SDS30, havendo um sutil predomínio das Algas Verdes sobre as Cianobactérias (Figura 77).

Com relação às Algas Verdes, as contribuições foram de 15% a 45% (SDN 30 superfície e fundo) no Setor Foz Norte, de 6% a 56% (SD 02 superfície, SD 03 superfície) no Setor Foz Central e de 24% a 38% (SDS 20 fundo, SDS 20 superfície) no Setor Foz Sul. Desta forma, pode-se verificar uma maior preponderância do grupo no Setor Foz Sul e em algumas profundidades dos demais setores.

Em relação às Diatomáceas, a contribuição mais importante foi de organismos do morfotipo penada, com um máximo de 25% no Setor Foz Sul (SDS 20 superfície), 15% no Setor Foz Central (SD 02 superfície) e de 3% no Setor Foz Norte (SDN 13 fundo).

O grupo dos Fitoflagelados apresentou um aumento na contribuição em todos os setores em comparação com as campanhas anteriores, principalmente no Setor Foz Central, com 33% no fundo da estação SD 03. É importante ressaltar que o grupo dos Fitoflagelados contempla espécimes que dependem de métodos analíticos mais requintados, como HPLC e microscopia eletrônica, para serem enquadrados em categorias taxonômicas com confiabilidade.

Estudos prévios da estrutura da comunidade fitoplanctônica demonstraram que a composição quantitativa era dominada por Cocolitoforídeos e Cianofíceas unicelulares nanofitoplanctônicas. 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. 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 (semestral, mensal novembro e dezembro de 2018).

Em alternância com as Cianofíceas, as Clorofíceas unicelulares nanofitoplanctônica de formato esférico/ovalado, representantes do grupo Algas Verdes, também apresentaram significativa predominância em termos de composição quantitativa.

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.

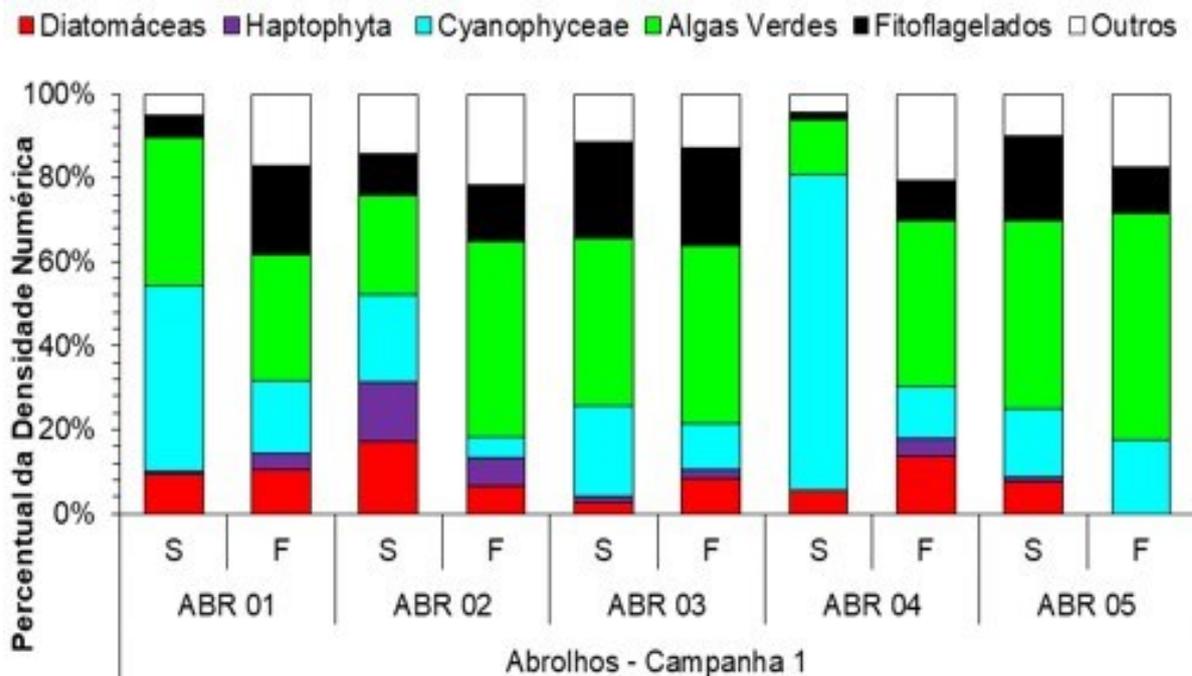
As Diatomáceas e os Dinoflagelados também apresentaram alterações em suas composições, na qual as Diatomáceas tanto cêntricas como penadas passaram a ter maior representatividade a partir de estudos realizados em dezembro de 2016. Possivelmente ligado a grande descarga de nutrientes, principalmente sílica, 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 após impacto, 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.

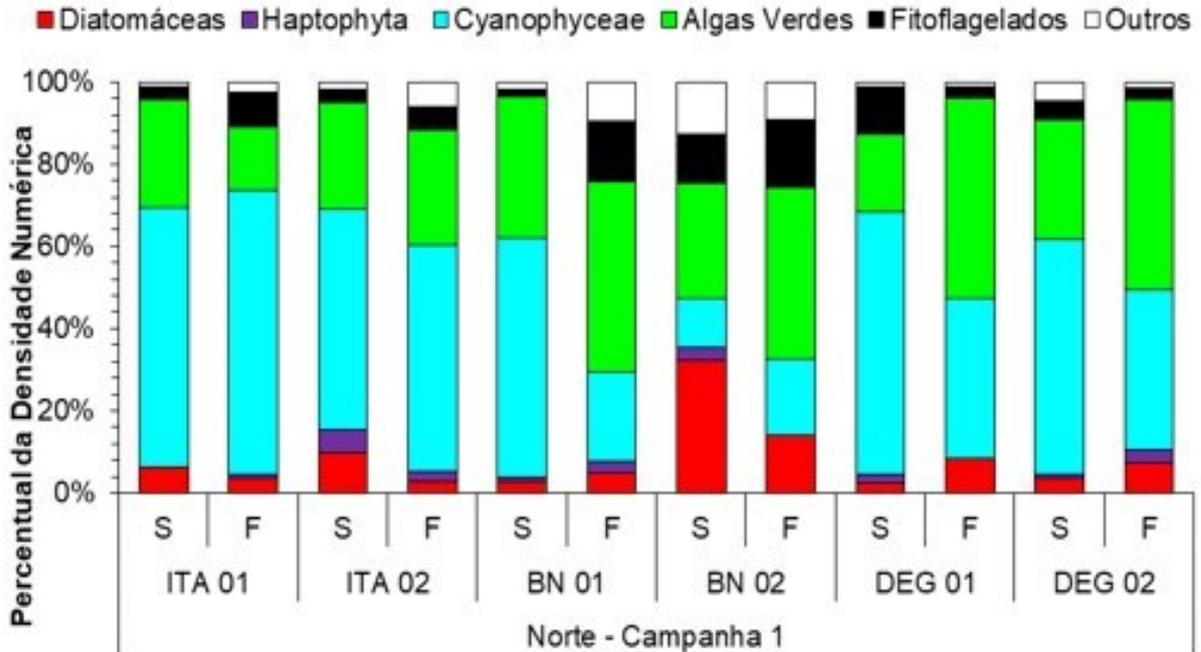
É possível notar uma tendência de manutenção da composição quantitativa da comunidade fitoplânctônica no que se refere ao predomínio de Cianobactérias e Algas Verdes nanofitoplânctônicas, com destaque para espécies dulcícolas, quando se compara os dados atuais com os observados nos relatórios passados da fase emergencial. 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 68: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



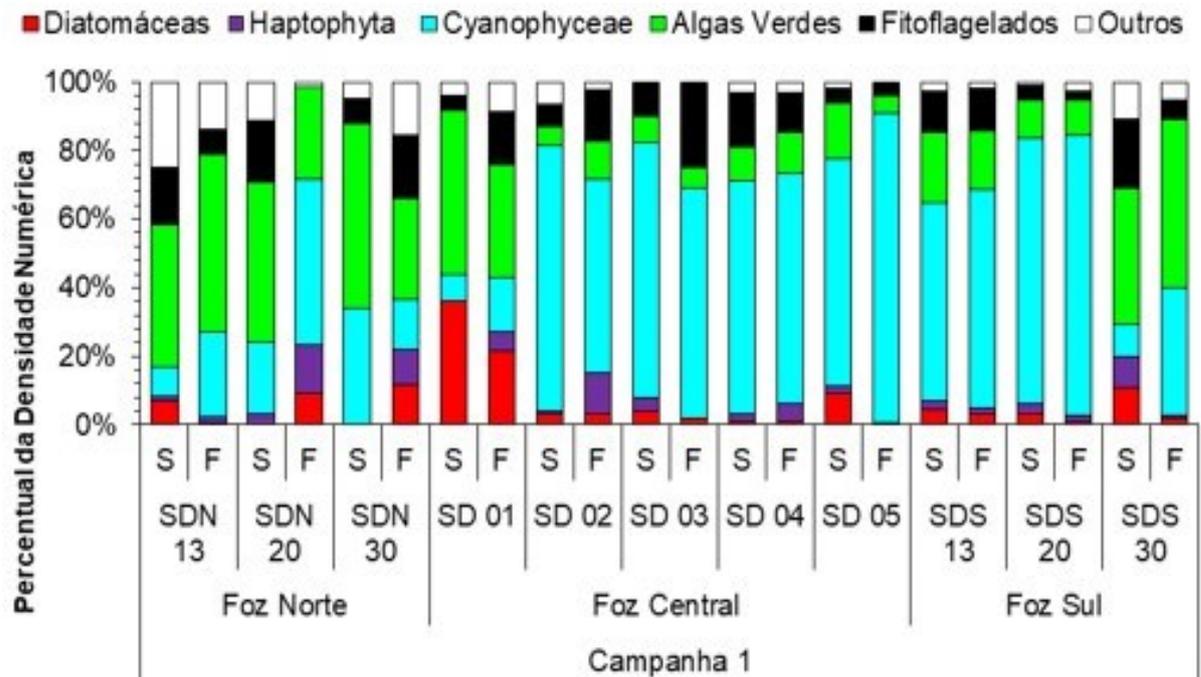
Fonte: Autoria própria.

Figura 69: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



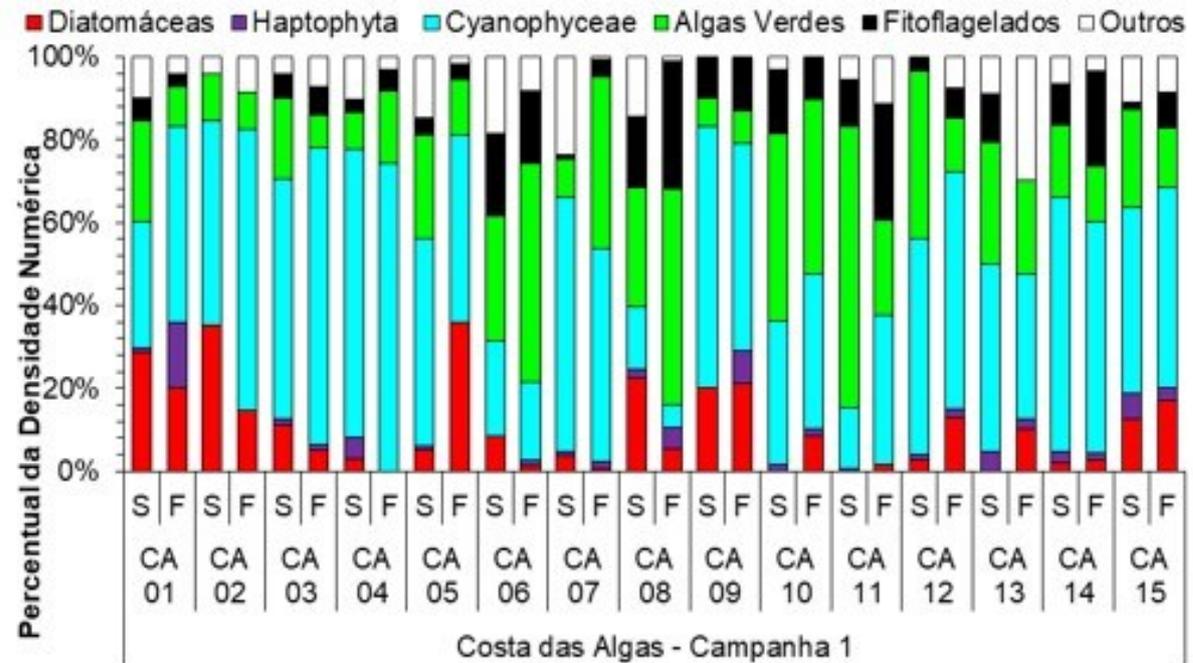
Fonte: Autoria própria.

Figura 70: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal outubro de 2018), durante o impacto crônico.



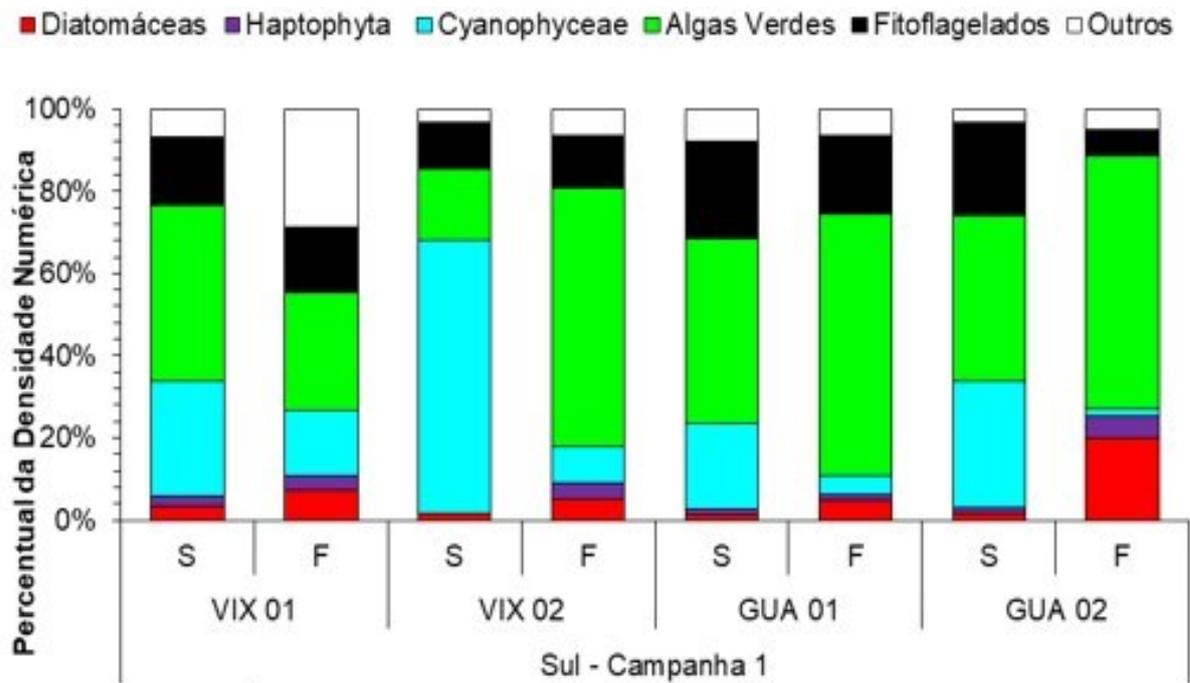
Fonte: Autoria própria.

Figura 71: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



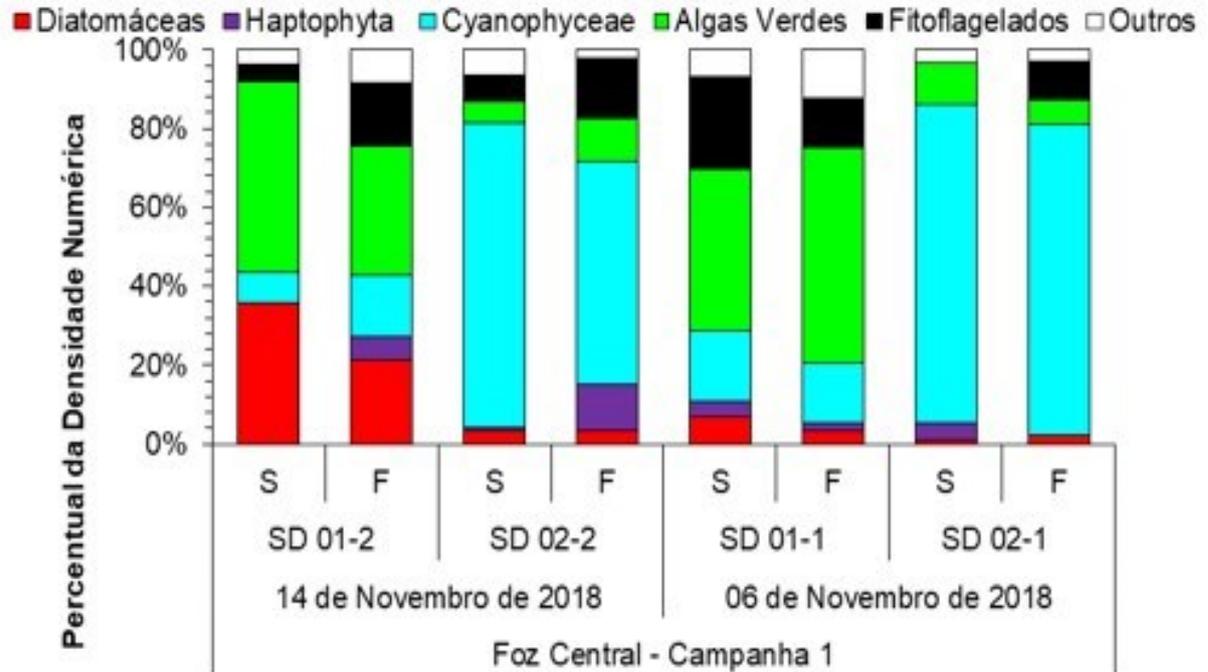
Fonte: Autoria própria.

Figura 72: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



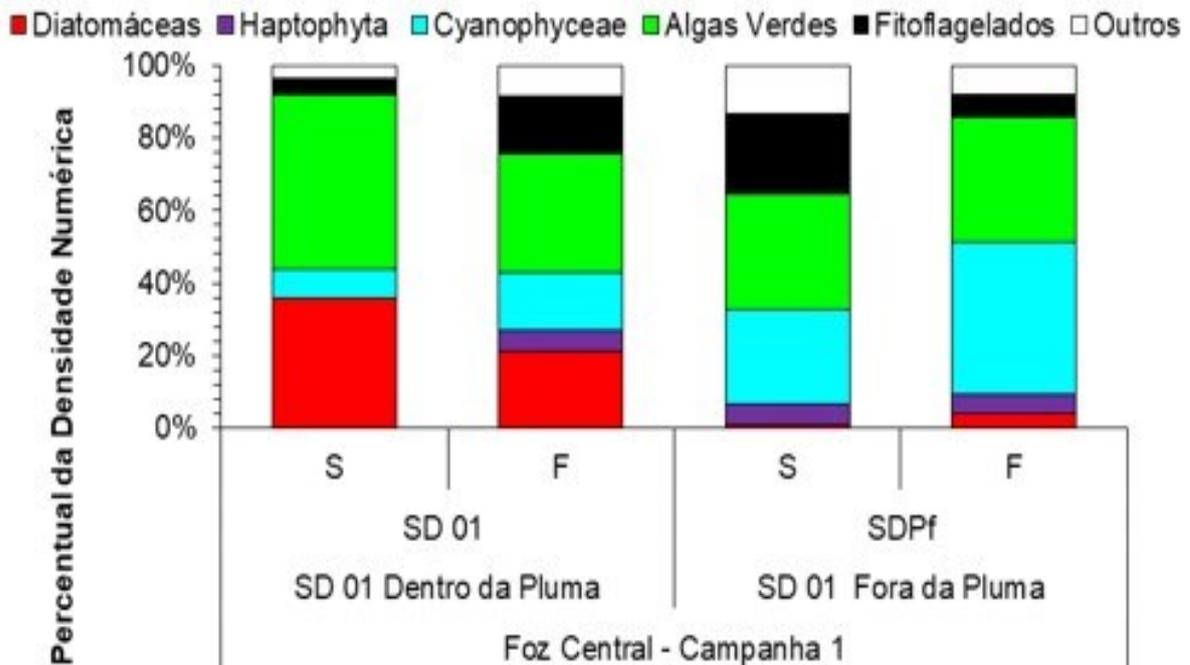
Fonte: Autoria própria.

Figura 73: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



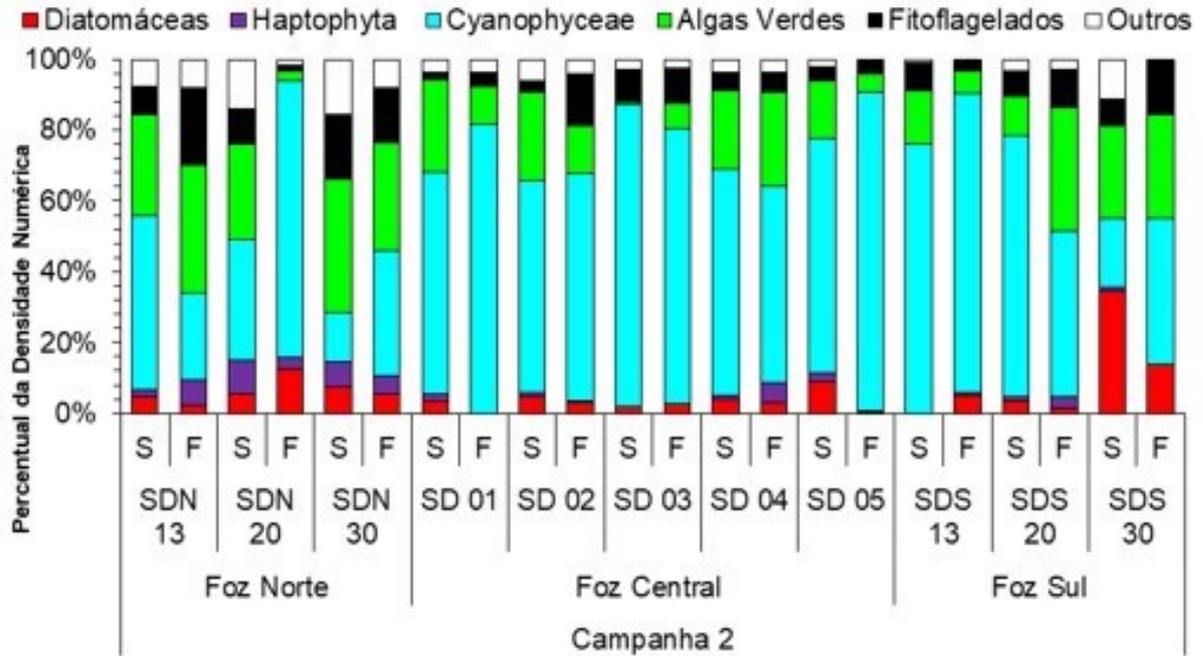
Fonte: Autoria própria.

Figura 74: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



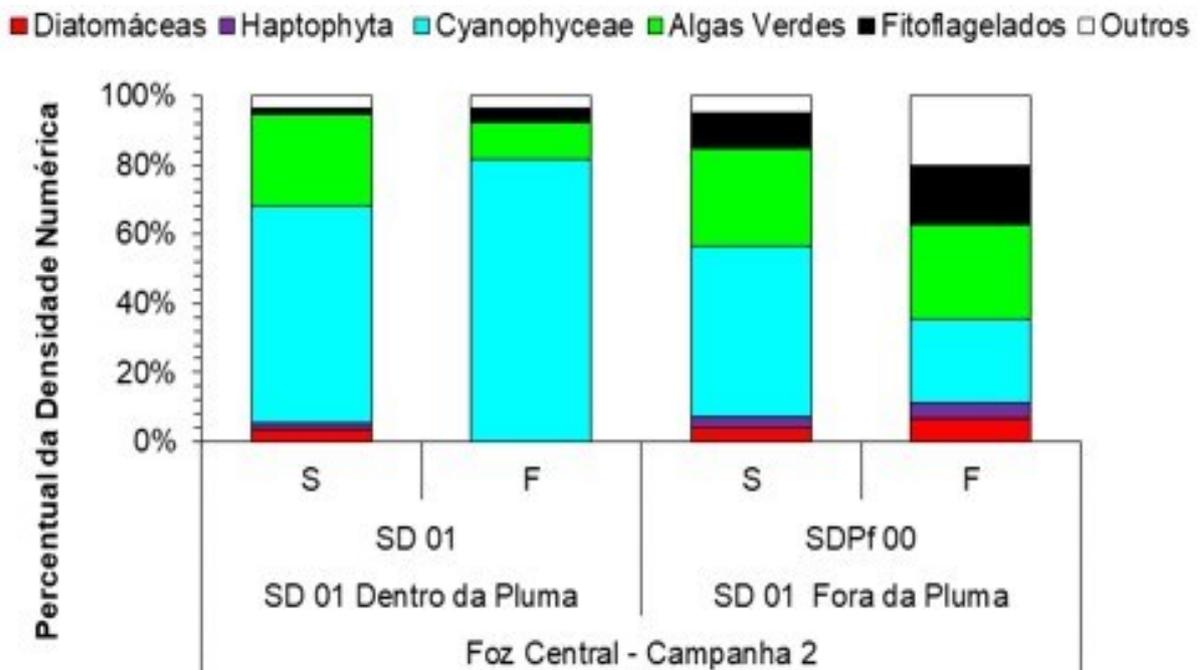
Fonte: Autoria própria.

Figura 75: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



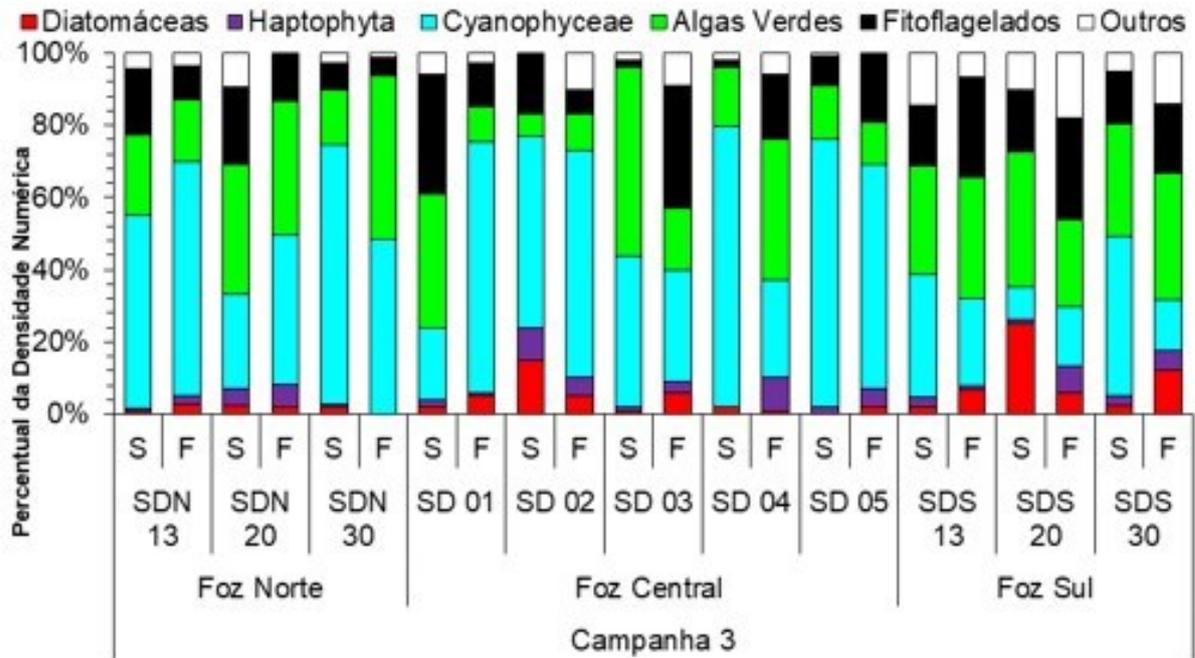
Fonte: Autoria própria.

Figura 76: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 77: Composição quantitativa (%) do fitoplâncton das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

## 2.6 DIVERSIDADE E EQUABILIDADE

A diversidade específica na Campanha 1 variou entre  $1,71 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  (superfície de ABR 04) e  $4,74 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  (fundo de BN 01), caracterizando uma diversidade elevada para a região estudada.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do Setor de Abrolhos (Figura 78) variaram de  $1,71 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  na estação ABR 04 na superfície, a  $4,44 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  na estação ABR 02 no fundo. Neste setor a equabilidade (Figura 88) foi maior na estação ABR 01 e ABR 03 no fundo (0,88) e menor na estação ABR 04 na superfície (0,43). Os índices se apresentaram mais elevados no fundo, na maioria dos pontos.

O Setor Norte (Figura 79, Figura 89) apresentou valores de diversidade e equabilidade mais baixos na estação DEG 01 no fundo com  $2,47 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  e 0,58, respectivamente, enquanto a diversidade mais alta ( $5,74 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$ ) foi observada em BN 01 no fundo e equabilidade mais alta (0,90) em BN 02 na superfície.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do Setor Foz Norte variaram de  $3,03 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  na estação SDN 20 no fundo, a  $3,90 \text{ bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$  na estação SDN 30 no fundo. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDN 20 na superfície (0,89) e menor na estação SDN 20 no fundo (0,71) (Figura 80, Figura 90). Os índices se apresentaram mais elevados na superfície, na maioria dos pontos.

O Setor Foz Central apresentou valores mais elevados de diversidade e equabilidade na estação SD 01 no fundo com 3,63 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,87, respectivamente, enquanto a diversidade mais baixa (1,00 bits•organismo<sup>-1</sup>) foi observada em SD 05 no fundo, bem como a equabilidade mais baixa (0,30). Os valores de diversidade se apresentaram mais elevados no fundo, na maioria dos pontos.

A diversidade observada na estação SD 01-1 da Campanha 1 (Figura 83, Figura 93) foi maior em superfície (4,15 bits•organismo<sup>-1</sup>) e superior às encontradas em SD 01-2, tanto em superfície (3,04bits•organismo<sup>-1</sup>) quanto em fundo (3,63 bits•organismo<sup>-1</sup>). A equabilidade observada na estação SD 01-1 da semestral /outubro 2018 foi maior em superfície (0,87) sendo superior à encontrada em SD 01-2 em superfície (0,65) e igual à encontrada em SD 01-2 no fundo (0,87).

A diversidade observada na estação SD 02-1 da semestral /outubro 2018 foi maior no fundo (2,47 bits•organismo<sup>-1</sup>) e inferior às encontradas em SD 02-2, tanto em superfície (2,83 bits•organismo<sup>-1</sup>) quanto em fundo (3,26 bits•organismo<sup>-1</sup>). A equabilidade observada na estação SD 02-1 da semestral /outubro 2018 foi maior no fundo (0,62) e inferior às encontradas em SD 02-2, tanto em superfície (0,65) quanto em fundo (0,76).

Fazendo um comparativo entre os valores de diversidade e equabilidade encontrados na estação SD 01 em um momento dentro da pluma e outro fora da pluma do Rio Doce na Campanha 1 (Figura 84, Figura 94), verificou-se, dentro da pluma, diversidade mais alta no fundo com 3,63 bits•organismo<sup>-1</sup>, onde apresentou também equabilidade mais alta (0,87). Fora da pluma, a diversidade foi mais elevada na superfície (4,13 bits•organismo<sup>-1</sup>) onde apresentou também equabilidade mais alta (0,84). Entre os dois momentos é possível observar que em superfície a diversidade fora da pluma foi superior à encontrada dentro da pluma, e no fundo, observou-se o inverso, a diversidade encontrada fora da pluma foi inferior à diversidade encontrada dentro da pluma. Em ambos os momentos a equabilidade indicou uma uniforme distribuição do total de indivíduos pelos taxa encontrados, sem apresentar, portanto, dominância de um táxon.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do Setor Foz Sul variaram de 2,03 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS 20 no fundo a 3,56 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS 30 no fundo. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDS 30 na superfície (0,86) e menor na estação SDS 20 no fundo (0,55). Os índices se apresentaram mais elevados na superfície, na maioria dos pontos.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do Setor Costa das Algas (Figura 81) variaram de 2,32 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação CA 02 na superfície a 4,04 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação CA 08 na superfície. Neste setor a equabilidade foi maior na estação CA 06 na superfície (0,89) e menor na estação CA 04 no fundo (0,53) (Figura 91). Os índices se apresentaram mais elevados na superfície, na maioria dos pontos.

O Setor Sul (Figura 82, Figura 92) apresentou valores mais elevados de diversidade (4,34 bits•organismo<sup>-1</sup>) na estação GUA 01 no fundo e equabilidade (0,93) na estação VIX 01 no fundo enquanto os valores de diversidade e equabilidade mais baixos, 1,76 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,53, respectivamente, foram observados em VIX 02 na superfície.

Levando em consideração as amostras da Campanha 2, a diversidade de uma forma geral demonstrou estar alta, variando de 1,00 bits•organismo<sup>-1</sup> no fundo de SD 05 a 4,18 bits•organismo<sup>-1</sup> na superfície de SDS 30 (Figura 85).

Os valores de diversidade nas estações amostrais do setor Foz Norte variaram de 2,85 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDN20 no fundo, a 3,93 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDN 20 na superfície. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDN 30 na superfície (0,87) e menor na estação SDN 13 na superfície (0,71) (Figura 95). Os índices se apresentaram mais elevados na superfície, na maioria dos pontos.

O Setor Foz Central apresentou valores mais elevados de diversidade e equabilidade na estação SD 04 no fundo com 3,74 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,77, respectivamente, enquanto os valores mais baixos foram observados em SD 05 no fundo, 1,00 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,30, respectivamente. Os valores de diversidade se apresentaram mais elevados no fundo, na maioria dos pontos, enquanto os valores de equabilidade se apresentaram mais elevados na superfície.

A diversidade observada na estação SDPf 00 (fora da pluma) da Campanha 2 (Figura 86) foi maior no fundo (4,46 bits•organismo<sup>-1</sup>) quando comparado à SD 01 (dentro da pluma), A equabilidade observada na estação SDPf 00 da Campanha 2 foi maior no fundo (0,87) sendo superior às encontradas em SD 01, tanto em superfície (0,69) quanto em fundo (0,60) (Figura 96).

Os valores de diversidade nas estações amostrais do setor Foz Sul variaram de 2,24 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS 13 no fundo a 4,18 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS 30 na superfície. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDS 20 no fundo (0,83) e menor na estação SDS 13 no fundo (0,55).

Os valores referentes à diversidade e equabilidade nas estações amostrais dos diferentes setores, na Campanha 3, estão descritos a seguir.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do setor Foz Norte (Figura 87) variaram de 2,84 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDN 30 na superfície, a 3,53 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDN 13 no fundo. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDN 20 na superfície (0,89) e menor na estação SDN 30 na superfície (0,67) (Figura 97).

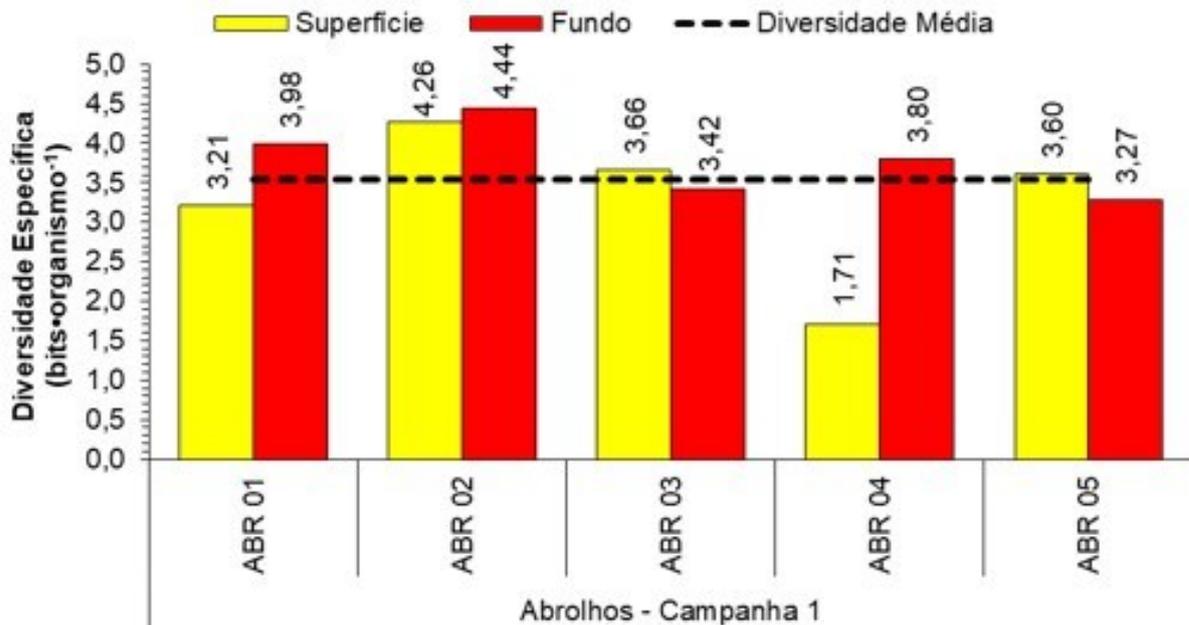
O Setor Foz Central apresentou valores mais elevados de diversidade e equabilidade na estação SD 04 no fundo com 3,89 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,84, respectivamente, enquanto os valores mais baixos em SD 04 na superfície, 2,04 bits•organismo<sup>-1</sup> e 0,55, respectivamente.

Os valores de diversidade nas estações amostrais do setor Foz Sul variaram de 3,01 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS 30 na superfície a 4,39 bits•organismo<sup>-1</sup> na estação SDS13 no fundo. Neste setor a equabilidade foi maior na estação SDS 30 no fundo (0,90) e menor na estação SDS 20 na superfície (0,75).

O monitoramento 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

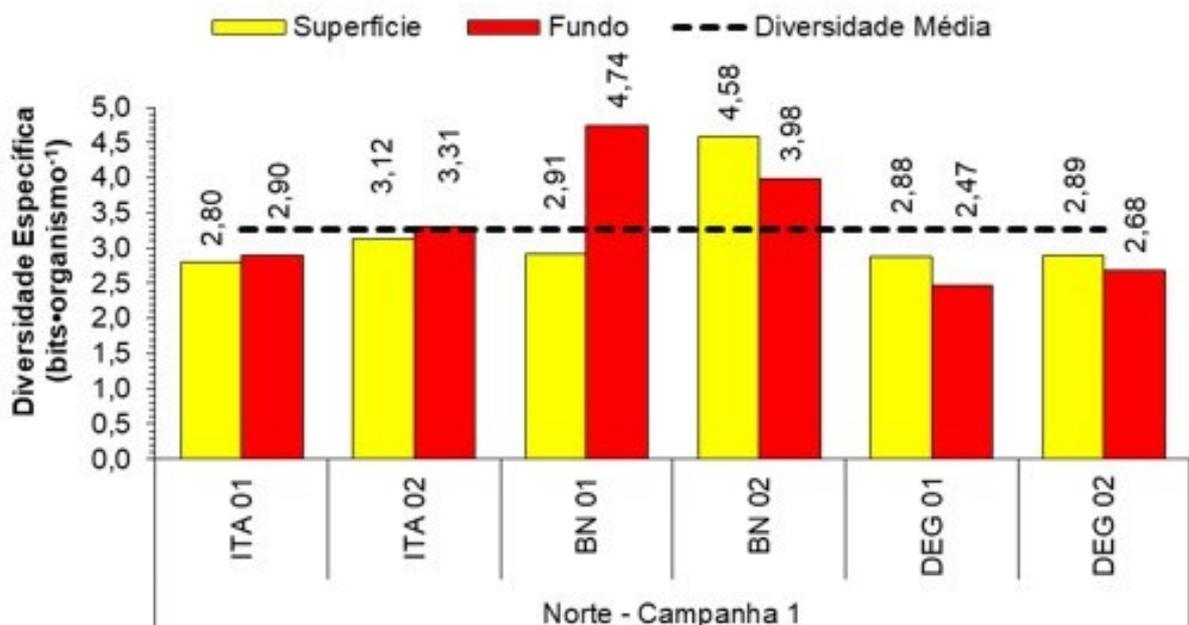
diversidade reduziram. No período de abril de 2016 até dezembro de 2016, as médias dos valores de diversidade foram variáveis, e nas campanhas atuais (semestral, mensal de novembro de 2018 e mensal de dezembro de 2018) tenderam a uma diversidade média em torno de 3 bits•organismo<sup>-1</sup>, na região da foz.

Figura 78: Variações da diversidade específica (bits•organismo<sup>-1</sup>) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



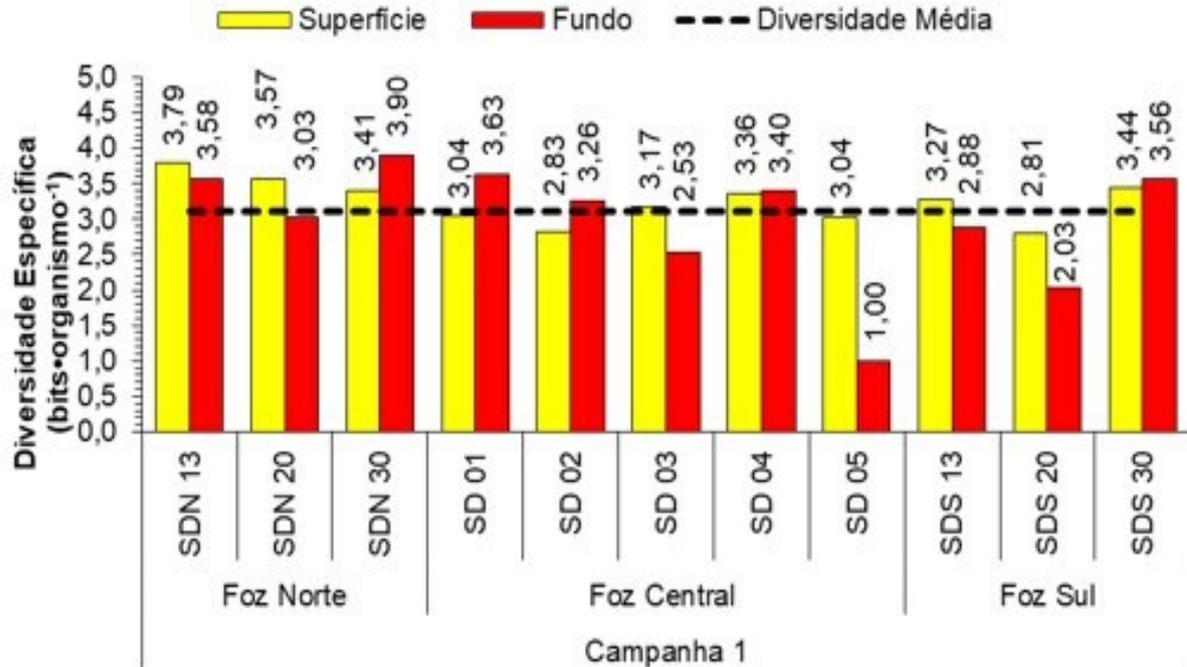
Fonte: Autoria própria.

Figura 79: Variações da diversidade específica (bits•organismo<sup>-1</sup>) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



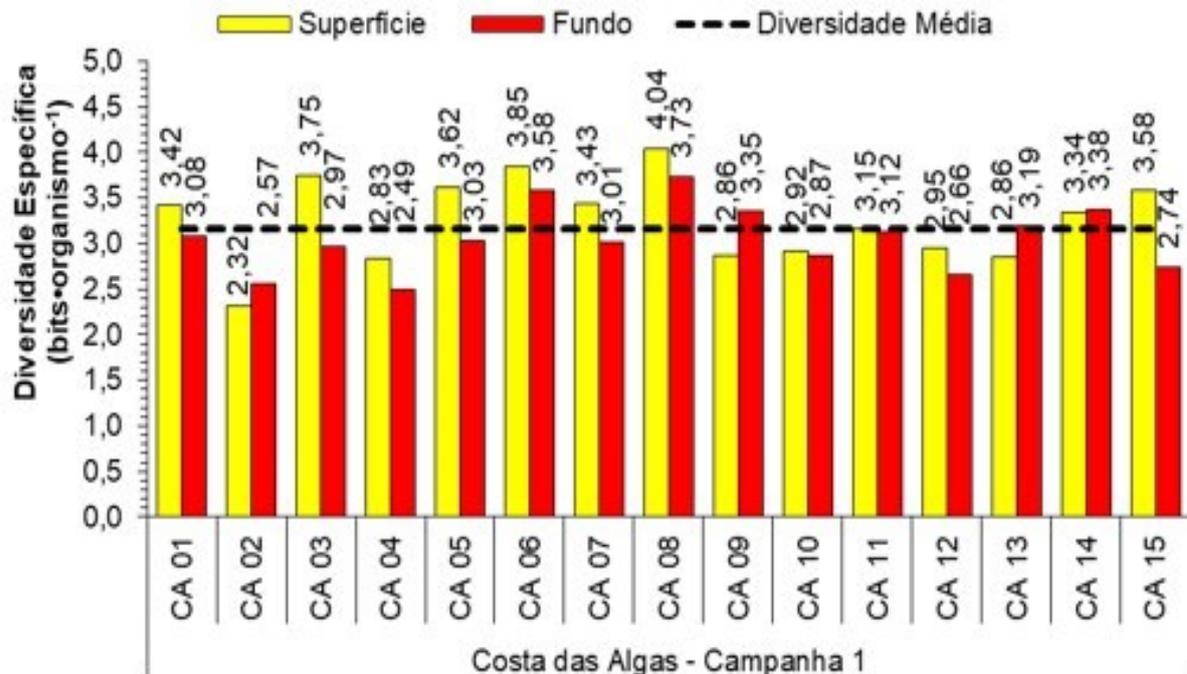
Fonte: Autoria própria.

Figura 80: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



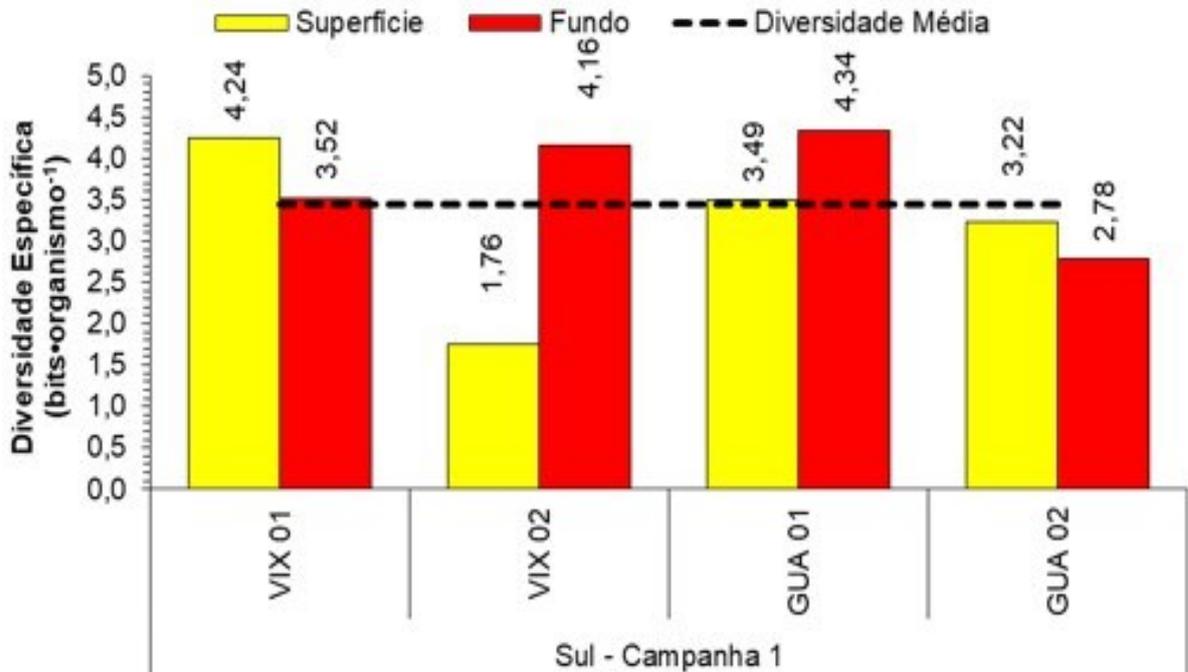
Fonte: Autoria própria.

Figura 81: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



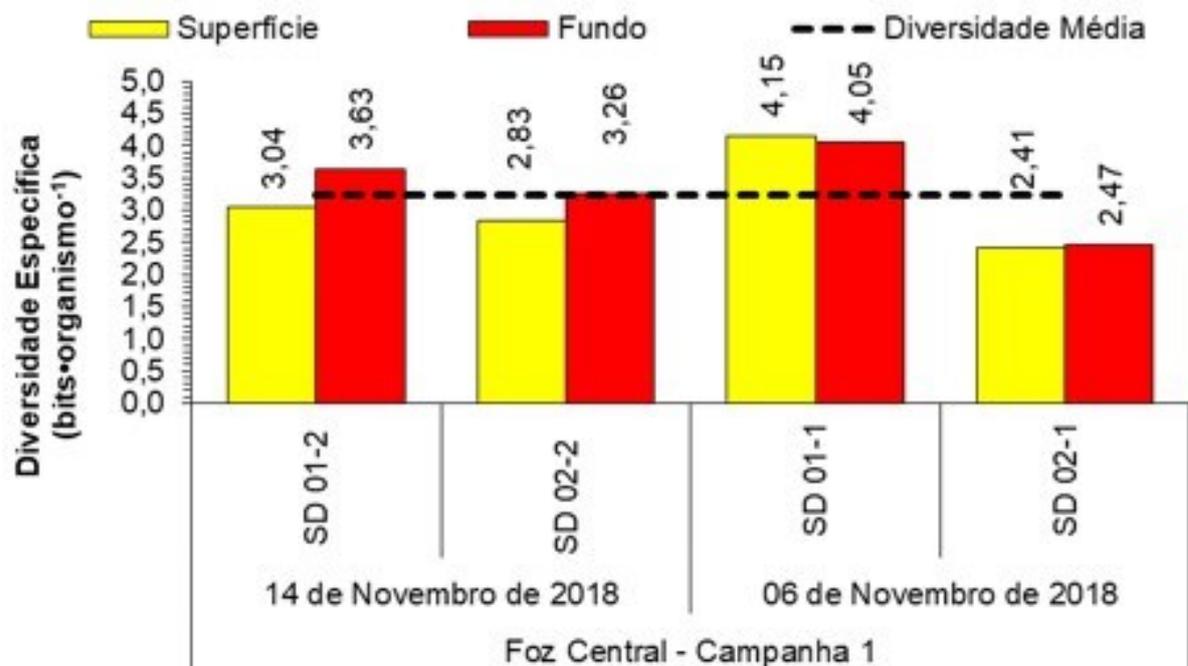
Fonte: Autoria própria.

Figura 82: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



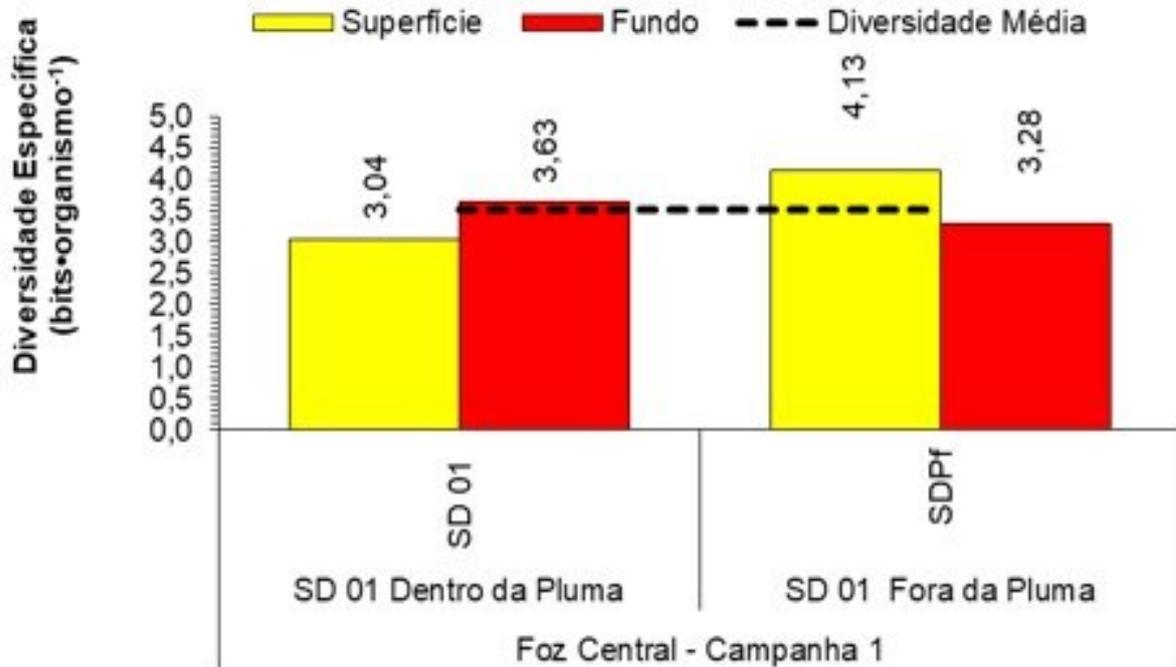
Fonte: Autoria própria

Figura 83: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



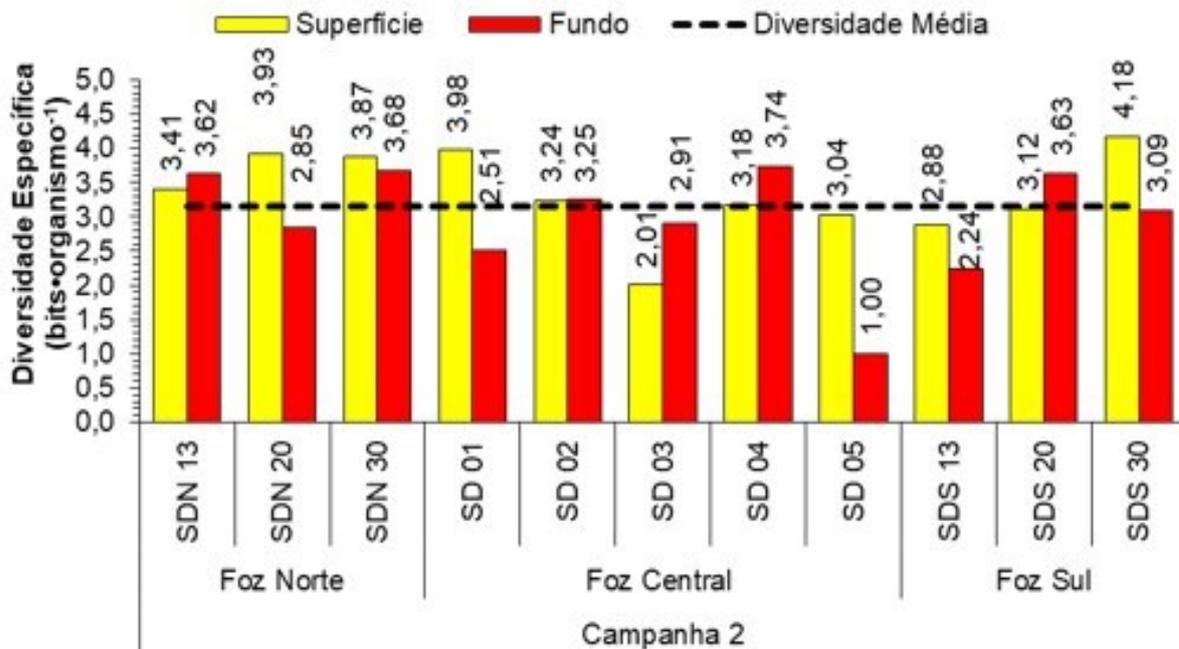
Fonte: Autoria própria.

Figura 84: Variações da diversidade específica ( $\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



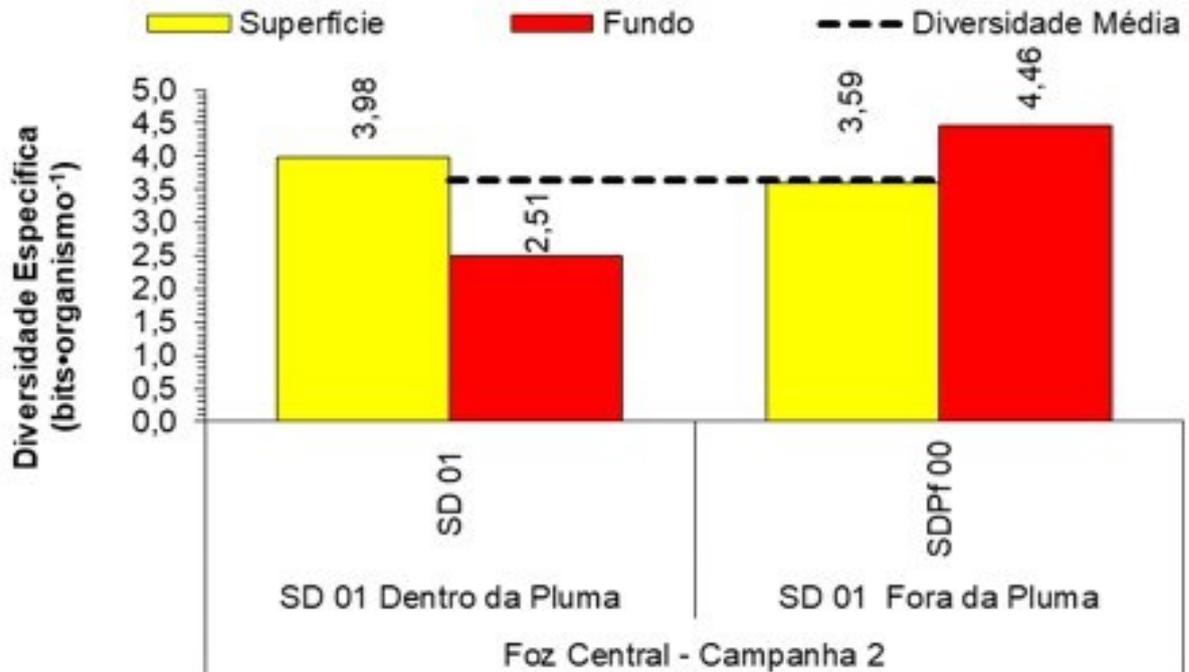
Fonte: Autoria própria.

Figura 85: Variações da diversidade específica ( $\text{bits} \cdot \text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico.



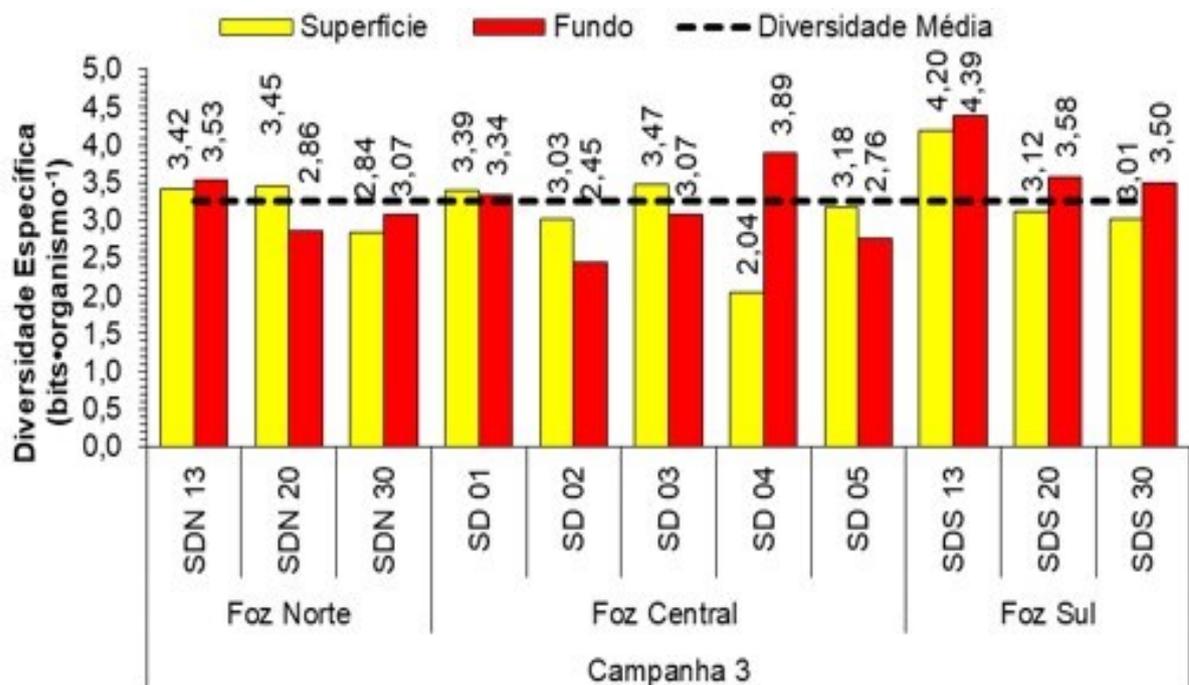
Fonte: Autoria própria.

Figura 86: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



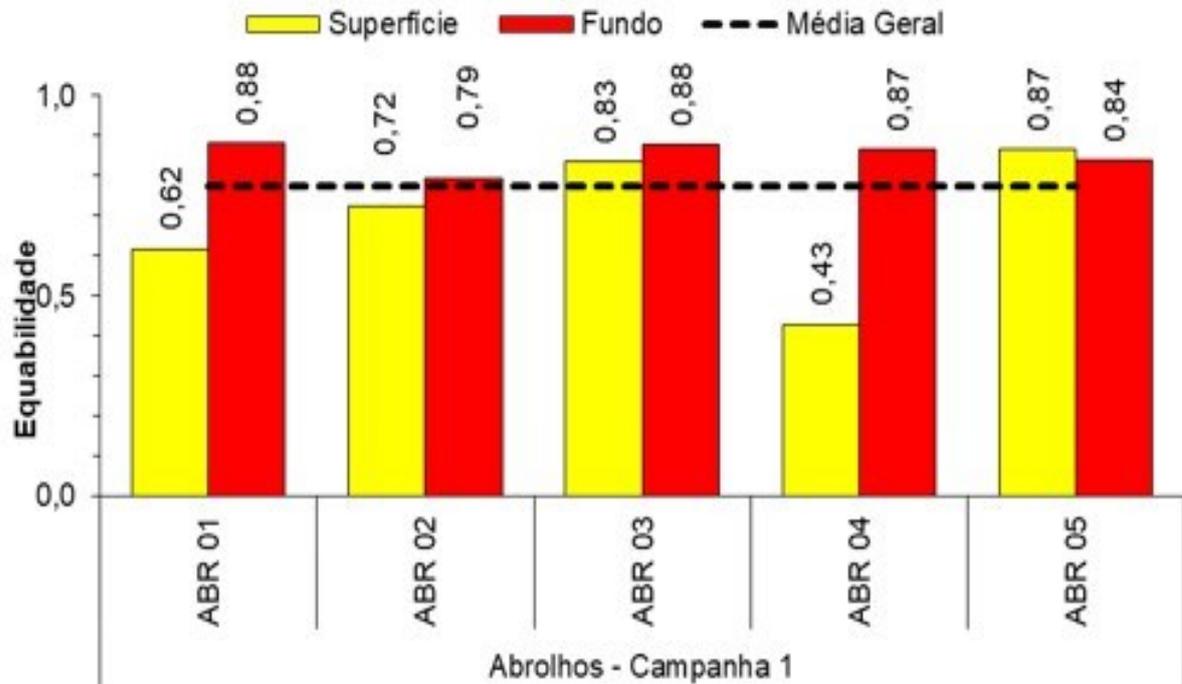
Fonte: Autoria própria.

Figura 87: Variações da diversidade específica ( $\text{bits}\cdot\text{organismo}^{-1}$ ) na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



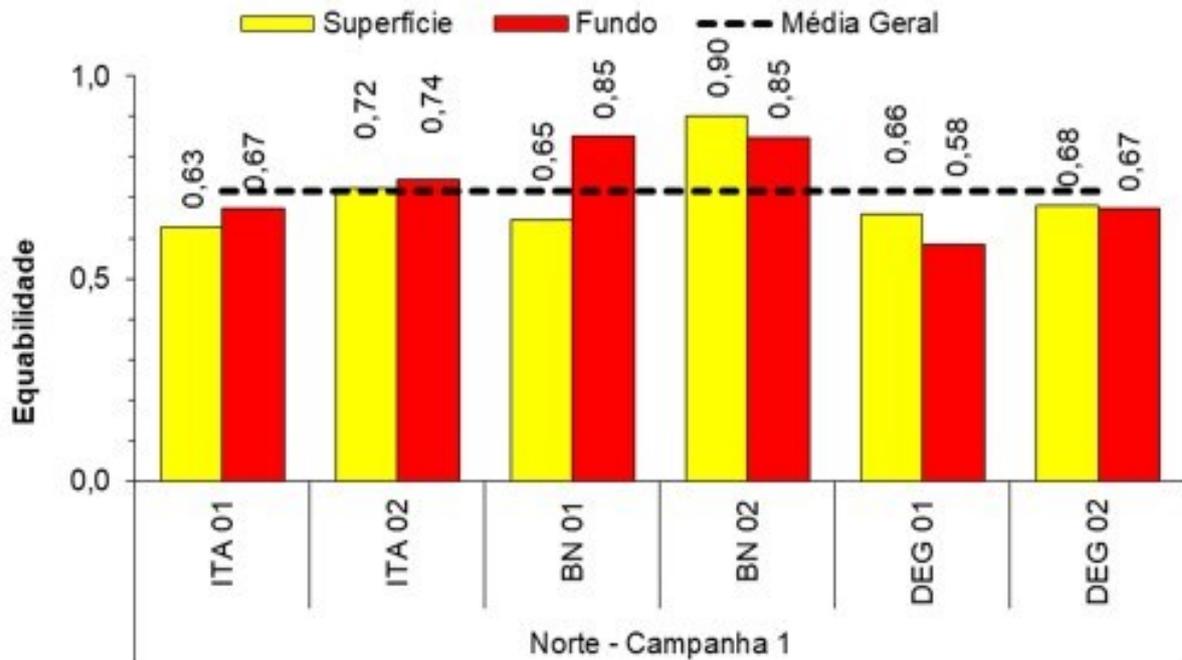
Fonte: Autoria própria.

Figura 88: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor de Abrolhos obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



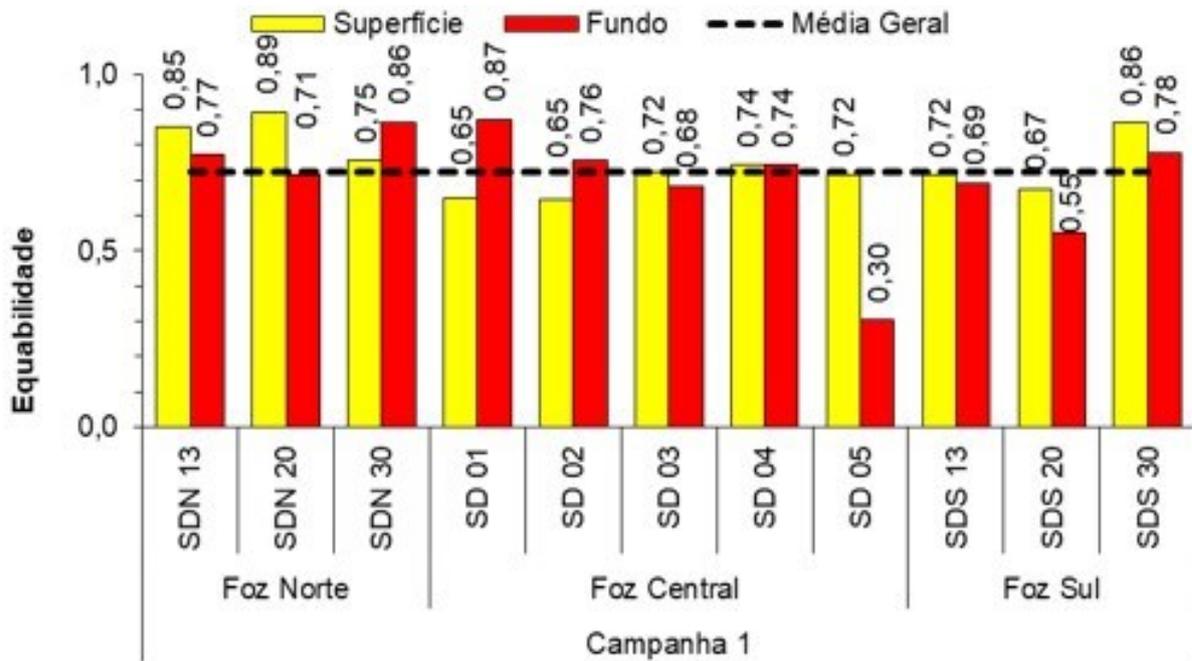
Fonte: Autoria própria.

Figura 89: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Norte obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



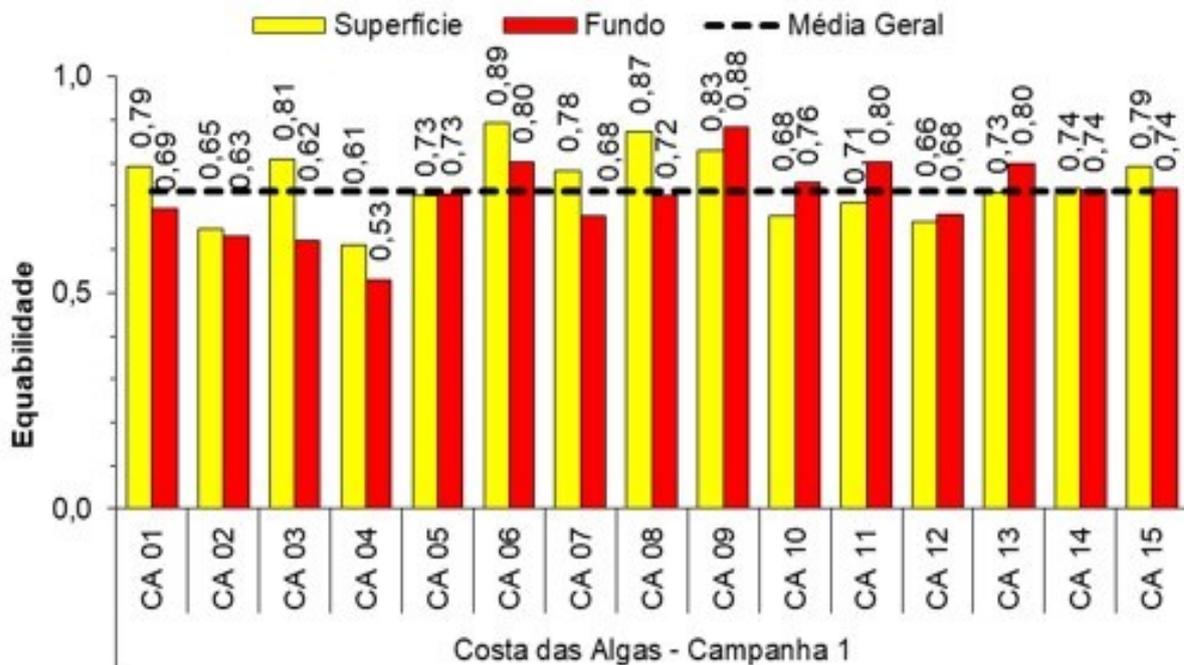
Fonte: Autoria própria.

Figura 90: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral e mensal Outubro de 2018), durante o impacto crônico.



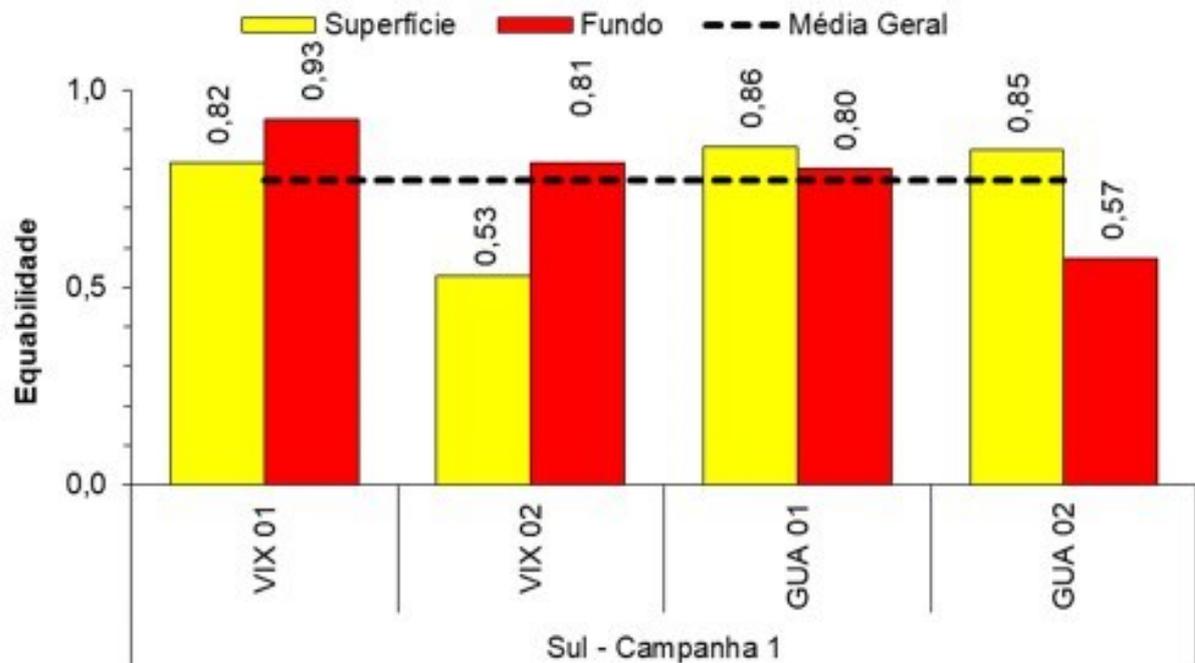
Fonte: Autoria própria.

Figura 91: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Costa das Algas obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



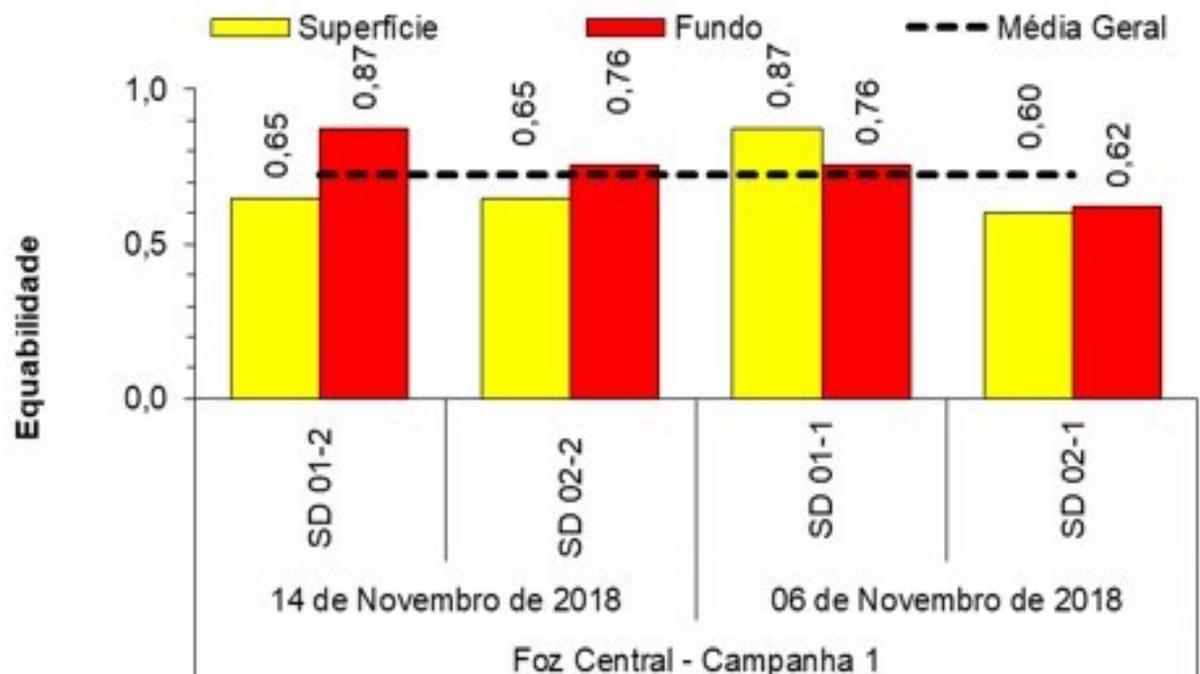
Fonte: Autoria própria.

Figura 92: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Sul obtidas das coletas da Campanha 1 (semestral de 2018), durante o impacto crônico.



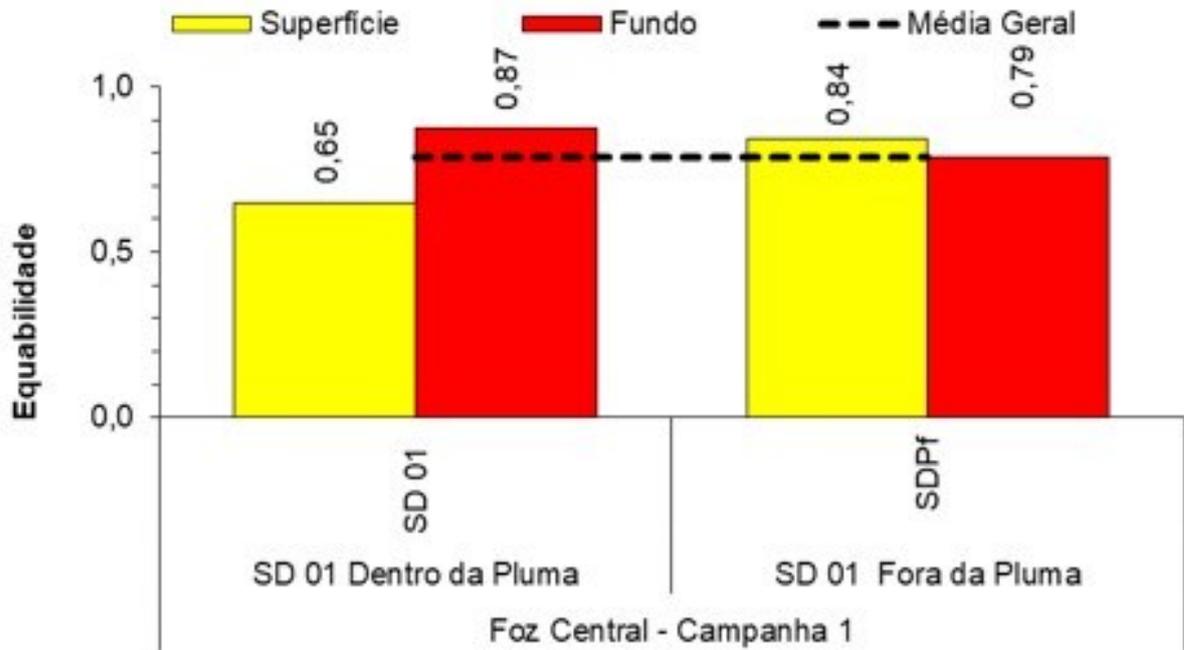
Fonte: Autoria própria.

Figura 93: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais do setor Foz Central coletadas em 14 de Novembro de 2018 (SD 01-2 e SD 02-2) e estações extras coletadas em 06 de Novembro de 2018 (SD 01-1 e SD 02-1). Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



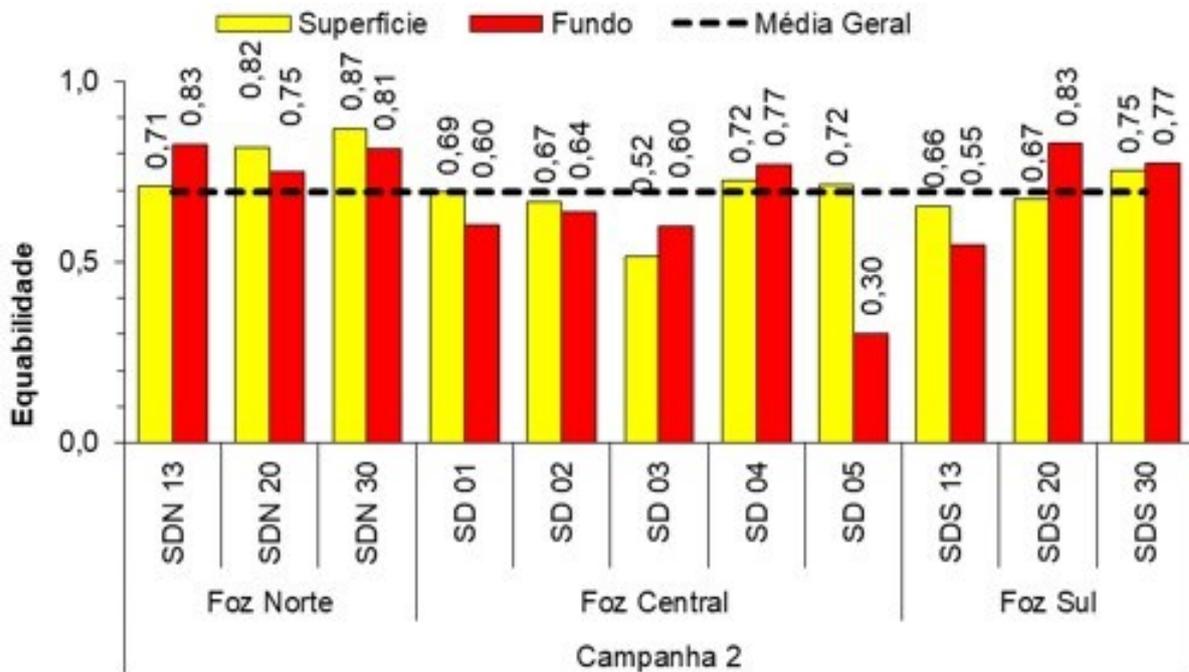
Fonte: Autoria própria.

Figura 94: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf) da pluma. Campanha 1 (semestral e mensal de outubro de 2018), durante o impacto crônico.



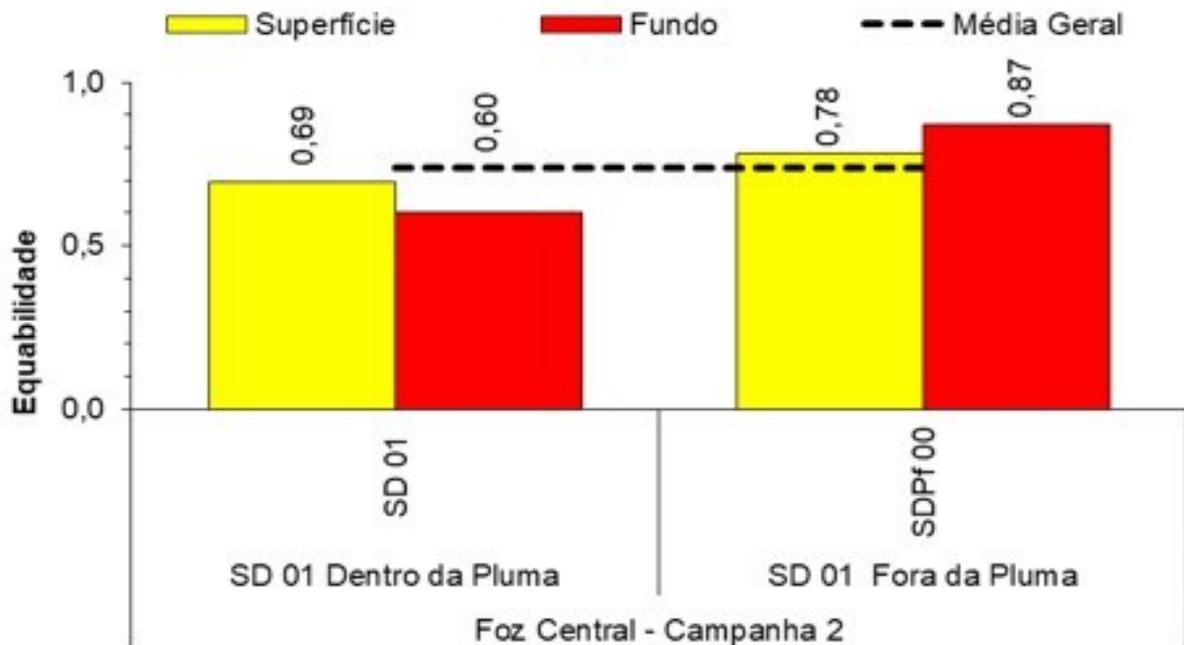
Fonte: Autoria própria.

Figura 95: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 2 (mensal de Novembro de 2018), durante o impacto crônico.



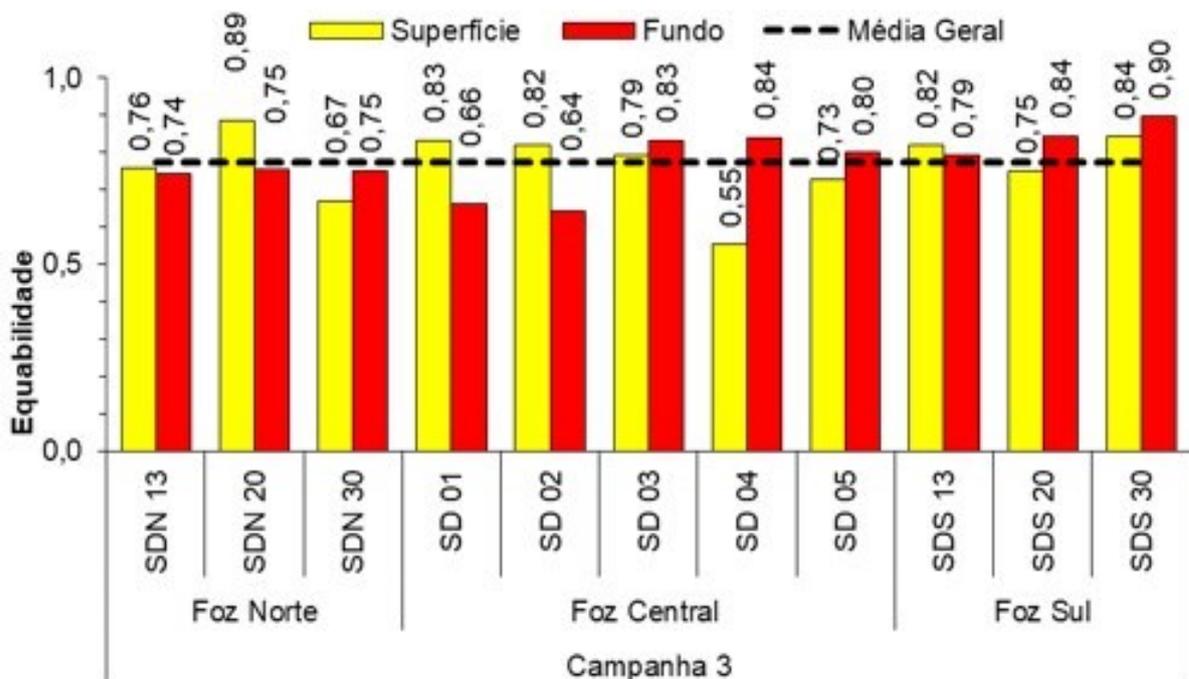
Fonte: Autoria própria.

Figura 96: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) de uma estação amostral do setor Foz Central coletada dentro (SD 01) e fora (SDPf 00) da pluma. Campanha 2 (mensal de novembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

Figura 97: Variações da Equabilidade na superfície (S) e fundo (F) das estações amostrais dos setores Foz Norte, Central e Sul obtidas das coletas da Campanha 3 (mensal de Dezembro de 2018), durante o impacto crônico.



Fonte: Autoria própria.

### 3 CONCLUSÕES

No monitoramento em andamento foi detectado que a plataforma adjacente ao Rio Doce é o principal ecossistema afetado pela lama de rejeitos. A condição oligotrófica desta plataforma pré-acidente foi alterada pelo impacto agudo com a entrada dos rejeitos, que perturbou as condições físicas e químicas desta plataforma, provavelmente incorporando também o elemento ferro, que em geral é nutriente limitante no mar, o que o faz ter grande potencial de modificação na comunidade com seu enriquecimento, pois esse é tido como um elemento essencial na síntese da clorofila-a. Um aspecto importante foi a quase total substituição de espécies mais frágeis, mas de grande ocorrência em águas tropicais, como os coccolitofóridos (LEVINGTON, 1995), por espécies oportunistas, de proliferação rápida, como as cianofíceas e clorofíceas (algas verde), que são mais adaptadas às mudanças de condições e por isso são cosmopolitas (PEARL, 2000). Também foram observadas florações de Cianofíceas como *Synechococcus spp*, *Synechocystis spp*, além do aumento da ocorrência da também Cianofíceas *Trichodesmium spp* e clorofíceas unicelulares nanofitoplanctônicas de formato esférico/ovalado (Algas Verdes). Muitas destas algas predominantes após o impacto são consideradas como espécies oportunistas, que ocorrem quando há mudanças nas condições ambientais.

Como consequência do aporte de matéria alóctone, como impacto agudo se observou que as médias dos indicadores de densidade numérica do fitoplâncton subiram o que refletiu no aumento da biomassa (clorofila-a) após a chegada do rejeito. Essas alterações demonstram que a densidade numérica e os pigmentos fotossintéticos atuam não só como indicadores, mas como evidência de terceiro grau desse impacto agudo, sendo complexamente alterada pela chegada do material alóctone, e não somente associada a uma sazonalidade de período chuvoso, uma vez que há dados pretéritos ao acidente e que comprovam que não existiu alteração similar anteriormente.

Entretanto este efeito incrementador da densidade numérica e aumento de biomassa na fase aguda do impacto, foi acompanhado por uma redução na saúde fisiológica da comunidade, com elevação dos valores de feopigmentos, um produto da degradação da clorofila-a, que indica um aumento na senescência das células, refletindo-se também na proporção de clorofila ativa em várias estações amostrais. Então, devido ao processo de senescência a elevação da densidade numérica não se sustentou, reduzindo até abril de 2016. Isso provavelmente foi causado pelo aumento da turbidez (impacto de primeiro grau) e presença de elementos tóxicos existentes nos rejeitos de mineração (com potencial de causar impactos de primeiro, segundo e terceiro grau, pois afetam em nível de comunidade.).

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.

As médias das concentrações de clorofila-a em sua maioria foram iguais ou inferiores aos dados pretéritos, desde a Campanha 1 até a Campanha 3, o que indica que a comunidade apesar de ainda alterada, esteve fisiologicamente estável nos três meses monitorados 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 biomassa da comunidade e no seu 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, bem como a vinda de mais rejeito acumulado no leito do rio e que viria para o mar carregado pelos processos de aumento de vazão hidrológica. Já os efeitos causados pela ressuspensão do sedimento podem ocorrer em várias circunstâncias relacionadas com qualquer mudança nos processos naturais de circulação de correntes horizontais e verticais.

Na fase crônica passaram a ocorrer grandes variações na composição da comunidade, porém mantendo-se a predominância das cianofíceas e clorofíceas oportunistas e não sendo observada uma recuperação verdadeira da comunidade, através do retorno às condições anteriores. 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.

REYNOLDS (2006) considera que, aplicado ao fitoplâncton, se não ocorrer distúrbio (natural ou antrópico), a comunidade segue o seu processo natural de recuperação. No caso da repetição do distúrbio com um tempo intermediário, esse processo de mudança/reversão seria mais lento e possibilitaria a ocorrência de várias espécies, conseguindo inclusive aumentar a diversidade. Entretanto se este distúrbio ocorrer mais frequentemente, isso só possibilitaria a manutenção das espécies pioneiras e oportunistas, como tem sido observado na área de monitoramento durante o impacto crônico. O distúrbio frequente seria causado pelo aporte de mais rejeito durante o impacto crônico e, principalmente, pela periódica ressuspensão do rejeito contido no sedimento. Isso leva novamente a concluir que enquanto houver presença significativa de rejeito no sedimento, a comunidade fitoplanctônica não conseguiria completar um processo de recuperação natural.

Devido à característica citada de efeitos causados pela vazão hidráulica, estes efeitos crônicos possuem um componente fortemente sazonal, já que a vazão hidráulica aumenta muito no período chuvoso (verão). Isso poderá ser confirmado ou não com mais amostragens em vários períodos sazonais. Já a ressuspensão do sedimento também pode ter característica sazonais ligadas a ocorrência de frentes frias, que ocorrem mais frequentemente no inverno.

A APA de Setiba sofreu um impacto bem menor e até insignificante quando comparada à Abrolhos e à Costa das Algas, possivelmente devido à distância do aporte. A extensão espacial destes efeitos está diretamente relacionada com o alcance da pluma oriunda do rio e a capacidade do rejeito de se incorporar ao sedimento. Também se relaciona com a possível capacidade de contaminação do sedimento para além do alcance da pluma, bem como a capacidade das correntezas de levar o material ressuspensionado para áreas mais distantes. Portanto a dimensão espacial dos efeitos sobre a comunidade fitoplanctônica depende da capacidade de alcance do rejeito vindo diretamente do rio e do rejeito que foi acumulado no sedimento.

Com relação aos efeitos crônicos, podemos dizer que estes continuarão ocorrendo enquanto houver saída de resíduos acumulados no rio e, principalmente, enquanto houver presença do rejeito incorporado ao sedimento. O potencial de modificação da comunidade fitoplanctônica estará presente enquanto houver potencial de liberação deste rejeito para a coluna d'água.

Em suma, enquanto forem observados vestígios representativos do rejeito no sedimento e na água vinda do rio, poderão continuar ocorrendo efeitos crônicos na comunidade fitoplanctônica e alterações nas cadeias alimentares. O grau destes efeitos também deve depender do processo de liberação do rejeito.

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. Alguns destes parâmetros já têm sido testados na fase crônica e tem se mostrados úteis para as avaliações.

#### **4 REFERÊNCIAS**

- LEVINGTON, J. S. Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology. Oxford: Oxford University Press, 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.
- REYNOLDS, C. Ecology of Phytoplankton. Cambridge: Cambridge University, 2006.
- 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.









Taxa	Sul		Costa das Algas													Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte			Abrolhos																		
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05				
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg 1839	X		X																							X									X	X		X		X	X							
<i>Triceratium favus</i> var. <i>quadrata</i> Grunow 1885			X	X															X								X													X								
<i>Triceratium</i> sp.																																									X							
Classe Mediophyceae																																																
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve 1897						X		X		X		X				X	X	X	X				X									X	X								X							
<i>Bacteriastrium furcatum</i> Shadbolt 1854	X					X	X		X	X						X				X								X																		X		
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder, 1864								X									X							X						X	X																	
<i>Bacteriastrium</i> sp.				X			X		X								X												X																			
<i>Bacteriastrium</i> sp.1																X																																
<i>Bacteriastrium</i> sp.2																																												X				
<i>Bacteriastrium</i> sp.3							X																																									
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch 1977														X	X					X	X						X																X					









Taxa	Sul		Costa das Algas												Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte		Abrolhos																					
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05					
<i>Hemiaulus spp.</i>					X	X	X	X	X	X		X	X				X	X		X	X	X							X	X									X	X	X								
<i>Hobaniella longicuris</i> (Greville) Sims & Willians, 2018			X																				X																			X							
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg, 1838																																										X	X	X					
<i>Lauderia borealis</i> Gran, 1900						X	X		X		X									X		X	X																			X	X	X					
<i>Leptocylindrus cf. aporus</i> (French & Hargraves) Najappa & Zingone, 2013								X																																									
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	X						X	X	X		X		X	X	X			X	X	X																								X	X	X	X	X	
aff. <i>Lithodesmium</i> <i>undulatum</i> Ehrenberg, 1839																											X																						
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh, 1832																							X																						X				
<i>Odontella</i> sp.1	X						X										X					X	X						X																				
<i>Odontella</i> sp.2		X																					X						X																				
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873	X		X		X						X						X					X	X					X	X																				







Taxa	Sul		Costa das Algas												Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte		Abrolhos																				
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05				
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.4	X	X	X	X				X	X		X	X			X				X																		X		X		X		X		X			
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.5					X																																											
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing, 1844				X																																					X		X					
<i>Stenopterobia</i> sp.3							X																																			X		X				
<i>Synedra</i> sp.2															X																																	
<i>Synedra</i> sp.4															X																																	
<i>Synedra</i> sp.5 (cf.)																					X																											
<i>Tryblionella nicobarica</i> (Grunow) Mann, 1990																																																
Subclasse Fragilariophycidae																																																
<i>Licmophora</i> sp.																																																X
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902							X												X		X	X				X			X	X										X								
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo, 1910			X	X		X	X							X			X					X	X						X												X		X	X		X		
<i>Thalassionema</i> sp.1											X											X				X			X																			
<i>Thalassionema</i> sp.2																																																

Taxa	Sul				Costa das Algas										Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte				Abrolhos																							
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05									
<i>Thalassionema</i> sp.3		X	X			X			X														X		X																												
<i>Thalassionema</i> sp.4	X	X	X			X										X			X				X			X																											
<i>Thalassionema</i> sp.4																																																					
Filo Miozoa																																																					
Classe Dinophyceae																																																					
<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin, 1841																							X	X																													
<i>Ceratocorys cf. horrida</i> Stein, 1883																												X																									
<i>Corythodinium elegans</i> (Pavillard) Taylor, 1976																					X																																
<i>Dinophysis hastata</i> Stein, 1883				X																																																	
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann 1859																																																					
<i>Dinophysis caudata</i> Kent, 1881					X																																																
<i>Dinophysis caudata</i>	X	X	X	X			X	X			X	X	X			X			X	X	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X																			
<i>Dinophysis cf. exigua</i> Kofoid & Skogsberg 1928											X																																										







Taxa	Sul		Costa das Algas													Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte		Abrolhos																								
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05									
<i>Tripos</i> sp.8	X							X																	X								X																				
<i>Tripos</i> sp.10						X														X				X		X										X				X	X												
<i>Tripos</i> sp.11							X														X																																
<i>Tripos</i> sp.16			X	X		X	X										X	X		X	X								X		X																						
<i>Phalacroma</i> sp.1						X								X																																							
<i>Phalacroma</i> sp.5																					X	X														X																	
<i>Podolampas</i> sp.1																					X																																
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt, 1895			X	X		X		X														X																															
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834												X		X																																							
<i>Prorocentrum</i> sp.						X	X										X		X		X																																
<i>Prorocentrum</i> sp.1																																																					
<i>Protopteridinium</i> cf. <i>adulterum</i> (Balech) Balech, 1974							X	X									X																																				
<i>Protopteridinium claudicans</i> (Paulsen) Balech, 1974														X																																							
<i>Protopteridinium elegans</i> (Cleve) Balech, 1974				X																																																	
<i>Protopteridinium</i> cf. <i>parcum</i> (Balech) Balech, 1974					X			X	X												X	X		X																													

Taxa	Sul		Costa das Algas													Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte		Abrolhos																					
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05						
<i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		X		X		X	X	X		X	X									X	X			X	X	X					X					
<i>Protoperidinium ovum</i>					X	X	X	X		X		X		X							X		X	X	X			X		X				X																
<i>Protoperidinium poucheti</i> (Kofoid & Michener 1911)																	X											X																						
<i>Protoperidinium</i> sp.1	X												X							X		X	X							X		X																		
<i>Protoperidinium</i> sp.2														X																																				
<i>Protoperidinium</i> sp.3				X			X																																											
<i>Protoperidinium</i> sp.4	X		X																		X																													
<i>Protoperidinium</i> sp.5			X	X				X			X											X																			X	X								
<i>Protoperidinium</i> sp.6										X										X					X																									
<i>Protoperidinium</i> sp.7													X								X																													
<i>Protoperidinium</i> sp.8			X			X	X				X				X													X																						
<i>Protoperidinium</i> sp.9			X												X		X																																	
<i>Protoperidinium</i> sp.10							X																																											
<i>Protoperidinium</i> sp.11														X																																				
<i>Protoperidinium</i> sp.12	X			X			X	X									X		X																															
<i>Protoperidinium</i> sp.14		X		X	X																X			X		X																								
<i>Protoperidinium</i> sp.15					X								X								X		X	X					X																					
<i>Protoperidinium</i> sp.16				X	X		X	X				X			X											X			X																					
<i>Protoperidinium</i> sp.17																								X																										



Taxa	Sul		Costa das Algas													Foz Sul			Foz Central					Foz Norte			Norte		Abrolhos																			
	GUA 01	GUA 02	VIX 01	VIX 02	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06	CA 07	CA 08	CA 09	CA 10	CA 11	CA 12	CA 13	CA 14	CA 15	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01-1	SD 01	SDPf	SD 02-1	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30	ITA 01	ITA 02	DEG 01	DEG 02	BN 01	BN 02	ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05				
<i>Trichodesmium</i> sp.1											X			X																														X		X		
<i>Trichodesmium</i> sp. 3							X			X		X					X												X	X								X										
<i>Trichodesmium</i> sp.2										X				X			X										X	X	X													X		X				
<i>Trichodesmium</i> sp. 4																					X							X	X																			
<i>Synechococcus</i> sp.													X	X									X				X																					
<i>Synechococcus</i> sp.												X																																				
<i>Synechocystis</i> sp.2																												X																				
<i>Synechocystis</i> sp.4												X									X																											
Filo Chlorophyta																																																
Classe Trebouxiophyceae																																																
<i>Chlorella</i> sp.1														X																																		
<i>Chlorella</i> sp.2												X	X																																			
<i>Chlorella</i> sp.3												X																																				
Classe Chlorophyceae																																																
<i>Volvox</i> sp.							X	X																																			X			X		
Filo Charophyta																																																
Classe Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)																																																





TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986 var.1		X			X							
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986var.2								X			X	
<i>Proboscia</i> sp.1			X									
<i>Palmerina hardmaniana</i> Hasle, 1996			X		X					X		
<i>Pseudoguinaradia</i> cf. <i>recta</i> Stosch 1986		X	X		X	X						
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundström, 1986	X							X				
<i>Rhizosolenia curvata</i> Zacharias, 1905									X	X		
<i>Rhizosolenia fallax</i> Sundström, 1986			X				X		X			X
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey, 1856								X	X			
<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostenfeld, 1901		X									X	
<i>Rhizosolenia</i> sp.5											X	
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell, 1858						X				X		X
Classe Mediophyceae												
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve, 1897			X									X
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Shadbolt, 1854							X					
<i>Bacteriastrum</i> sp.							X					
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck, 1885												X
<i>Cerataulina</i> sp.			X							X		
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864	X			X	X	X					X	X
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve, 1873	X										X	
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt, 1895							X					X
<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder, 1864						X		X		X	X	

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889										X		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863	X	X	X					X	X	X	X	X
<i>Chaetoceros neglectus</i> Karsten, 1905				X								
<i>Chaetoceros pendulus</i> Karsten, 1905			X								X	
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder, 1864							X			X		
<i>Chaetoceros</i> sp.12			X									
<i>Chaetoceros</i> sp.13	X				X							
<i>Chaetoceros</i> sp.14										X		
<i>Chaetoceros</i> sp.15							X					X
<i>Chaetoceros</i> sp.18										X		
<i>Chaetoceros</i> sp.20											X	
<i>Chaetoceros</i> sp.24			X									
<i>Chaetoceros</i> sp.3	X	X										
<i>Chaetoceros tipo Hyalochaetae 1</i>		X										
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow, 1883									X		X	
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg, 1839												X
<i>Hemiaulus</i> sp.4							X					
<i>Hemiaulus chinensis</i> Greville, 1865						X	X					
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck, 1882						X						
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve, 1873						X					X	
<i>Hemiaulus</i> sp.1									X			
<i>Hemiaulus</i> sp.1										X		

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Hemiaulus</i> sp.5			X				X			X		X
<i>Hemiaulus</i> sp.6			X									
<i>Hemiaulus</i> spp.		X						X	X	X		X
<i>Lauderia borealis</i> Gran, 1900			X							X		
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889		X										
<i>Odontella</i> sp.1										X		
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873										X	X	X
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904		X			X		X			X		
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle&Fryxell, 1977			X									
Classe Bacillariophyceae												
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round, 1990										X	X	
<i>Bacillaria</i> sp.1										X		
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin, 1964	X		X			X						X
<i>Navicula</i> sp.1				X								
<i>Nitzschia</i> cf. <i>longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861										X		
<i>Pinnularia</i> sp.1				X								
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.2			X	X							X	X
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.4										X		
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.1						X				X		
<i>Stenopterobia</i> sp.3						X						
Subclasse Fragilariophycidae												
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902										X		X

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Licmophora</i> sp.						X						
<i>Thalassionema</i> sp.1					X							
Filo Miozoa												
Classe Dinophyceae												
<i>Ceratocorys</i> cf. <i>horrída</i> Stein, 1883							X		X			
<i>Dinophysis caudate</i> W.S.Kent, 1881	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Dinophysis hindmarchii</i> (Murray &Whitting) Balech, 1967							X					
<i>Dinophysis tripos</i> Gourret, 1883									X			
<i>Gonyaulax birostris</i> Stein, 1883								X				
<i>Gonyaulax</i> sp.2			X	X		X		X	X	X	X	
<i>Gonyaulax turbynei</i> Murray &Whitting, 1899	X			X	X	X						
<i>Gymnodinium catenatum</i> Graham, 1943	X	X	X	X	X		X		X	X		X
<i>Gymnodinium</i> sp.										X		
<i>Tripos azoricus</i> (Cleve) Gómez, 2013	X	X	X		X						X	
<i>Tripos concilians</i> (Jørgenen) Gómez, 2013												
<i>Tripos euarcuatus</i> (Jørgenen) Gómez, 2013	X											
<i>Tripos falcatus</i> (Kofoid) Gómez, 2013									X			X
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X		X	X	X	X		X		X	X	X
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X				X		X	X			X	X
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) Gómez, 2013	X										X	
<i>Tripos muelleri</i> Bory, 1827	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Tripos aff. pentagonus</i> (Gourret) Gómez, 2013			X									

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Tripos trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X		X		X	X		X		X	X	X
<i>Tripos</i> sp.8			X			X					X	
<i>Tripos</i> sp.16		X			X		X		X			
<i>Oxytoxum</i> sp.										X		
<i>Podolampas elegans</i> Schütt 1895				X	X	X						
<i>Podolampas</i> sp.1		X										
<i>Prorocentrum gracile</i> F.Schütt, 1895	X		X				X			X		
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834										X		X
<i>Prorocentrum</i> sp.		X	X					X				
<i>Protoperidinium</i> cf. <i>adulterum</i> (Balech) Balech, 1974	X						X			X		X
<i>Protoperidinium</i> cf. <i>parcum</i> (Balech) Balech, 1974							X	X				
<i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974	X	X	X	X			X	X		X	X	X
<i>Protoperidinium ovum</i> (J.Schiller) Balech, 1974	X								X	X		
<i>Protoperidinium poucheti</i> Kofoid&Michener, 1911			X	X	X		X					
<i>Protoperidinium</i> sp.1				X					X	X		
<i>Protoperidinium</i> sp.3										X		
<i>Protoperidinium</i> sp.4		X										
<i>Protoperidinium</i> sp.5								X				
<i>Protoperidinium</i> sp.6	X											X
<i>Protoperidinium</i> sp.7	X											
<i>Protoperidinium</i> sp.8								X	X	X		
<i>Protoperidinium</i> sp.9						X					X	

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Protoberidinium</i> sp.14	X		X		X	X	X			X		
<i>Protoberidinium</i> sp.16										X		X
<i>Protoberidinium</i> sp.18	X				X		X					X
<i>Protoberidinium</i> sp.19			X		X						X	
<i>Pyrocystis</i> sp.										X		
<i>Pyrophacus</i> sp.	X			X	X		X			X		
<i>Schuettilia mitra</i> (Schütt) Balech, 1988				X								
Filo Cyanobacteria												
Classe Cyanophyceae												
<i>Anabaena</i> sp.2				X								
<i>Trichodesmium erythraeum</i> Ehrenberg ex Gomont, 1892				X	X		X		X			
<i>Trichodesmium thiebauti</i> iGomont ex Gomont, 1890	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichodesmium</i> sp.1							X					
<i>Trichodesmium</i> sp.2					X				X			
<i>Trichodesmium</i> sp.3		X		X					X			
<i>Trichodesmium</i> sp.4						X	X					
<i>Microcystis</i> sp.						X						
<i>Synechococcus</i> sp.					X					X		
Filo Chlorophyta												
Classe Trebouxiophyceae												
<i>Chlorella</i> sp.1				X		X				X		
<i>Chlorella</i> sp.3				X		X						

TAXA	Foz Sul			Foz Central						Foz Norte		
	SDS 13	SDS 20	SDS 30	SD 01	SDPf00	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
Classe Chlorophyceae												
<i>Pediastrum biwae</i> Negoro, 1954					X							
<i>Volvox</i> sp.	X	X								X		
Filo Charophyta												
Classe Conjugatophyceae (Zygnematophyceae)												
<i>Staurastrum</i> cf. <i>johnsonii</i> West & West, 1896				X								
Filo Cryptophyta												
Classe Chryptophyceae												
cf. <i>Teleaulax</i> sp.						X						
Filo Ochrophyta												
Classe Dictyochophyceae												
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839			X			X						

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3: Lista de gêneros e espécies do fitoplâncton obtidos nas amostras qualitativas para a campanha mensal de dezembro de 2018.

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
Filo Bacillariophyta											
Classe Coscinodiscophyceae											
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs, 1861	X								X		
<i>Corethron criophilum</i> Castracane, 1886	X										

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Corethron</i> sp.	X										
<i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg, 1839		X			X						X
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg, 1843				X							
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg, 1840	X		X		X				X		X
<i>Dactyliosolen</i> sp.1											X
<i>Dactyliosolen</i> sp.2	X	X	X								
<i>Dactyliosolen phuketensis</i> (B.G.Sundström) Hasle, 1996							X				
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) Peragallo, 1892		X					X		X		
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle, 1996	X	X									
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873		X		X					X		X
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.NormanexRalfs) Hernández-Becerril&MeavedelCastillo, 1997	X			X						X	
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986var.1											X
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986var.2			X				X				
<i>Proboscia</i> sp.1										X	
<i>Rhizosolenia curvata</i> Zacharias, 1905	X			X	X				X	X	X
<i>Pseudoguinardia</i> cf. <i>recta</i> Stosch, 1986				X							
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey 1856	X					X	X	X		X	X
<i>Rhizosolenia hyalina</i> Ostefeld, 1901		X	X			X	X	X	X		
<i>Rhizosolenia</i> sp.1	X			X							
<i>Rhizosolenia</i> sp.4									X		
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell, 1858	X		X		X						
<i>Rhizosolenia</i> cf. <i>setigera</i> Brightwell, 1858	X				X				X		

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg, 1839			X						X		
<i>Triceratium favus</i> var. <i>quadrata</i> Grunow 1885	X		X	X							
Classe Mediophyceae											
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve, 1897											X
<i>Bacteriastrium furcatum</i> Shadbolt, 1854							X		X		
<i>Bacteriastrium hyalinum</i> Lauder, 1864	X										X
<i>Bacteriastrium</i> sp.1				X	X						
<i>Bacteriastrium</i> sp.2					X						
<i>Bellerochea horologicalis</i> Stosch, 1977				X							X
<i>Cerataulina</i> sp.	X		X					X		X	
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864						X					
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve, 1873	X		X		X	X	X		X		X
<i>Chaetoceros brevis</i> Schütt, 1895											X
<i>Chaetoceros</i> aff. <i>coarctatus</i> Lauder, 1864						X					
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow, 1863	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Chaetoceros neglectus</i> Karsten 1905	X										
<i>Chaetoceros pendulus</i> Karsten 1905			X						X		
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder, 1864										X	
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran, 1900		X								X	
<i>Chaetoceros</i> sp.1					X					X	
<i>Chaetoceros</i> sp.10	X								X	X	
<i>Chaetoceros</i> sp.12								X			
<i>Chaetoceros</i> sp.13					X						

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Chaetoceros</i> sp.14								X			
<i>Chaetoceros</i> sp.15							X				
<i>Chaetoceros</i> sp.18					X						
<i>Chaetoceros</i> sp.3	X					X					
<i>Chaetoceros</i> tipo <i>Hyalochaetae</i> 1		X					X		X		X
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow, 1883					X						X
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve, 1873				X	X						
<i>Hemiaulus chinensis</i> Greville, 1865	X	X			X	X					X
<i>Hemiaulus</i> sp.4										X	X
<i>Hemiaulus</i> sp.											X
<i>Hemiaulus</i> sp.1		X		X	X	X	X	X			
<i>Hemiaulus</i> sp.2		X							X		
<i>Hemiaulus</i> sp.5									X		
<i>Hemiaulus</i> sp.6				X							
<i>Hemiaulus</i> sp.8											X
<i>Hemiaulus</i> sp.9										X	X
<i>Lauderia borealis</i> Gran, 1900					X				X		X
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	X		X	X							X
<i>Leptocylindrus</i> sp.				X							
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh, 1832		X		X							
<i>Planktoniella sol</i> (Wallich) Schütt, 1892		X		X							
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873		X									
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904	X	X		X							

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle&G.Fryxell, 1977		X									
<i>Thalassiosira</i> sp.	X	X									
Classe Bacillariophyceae											
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round, 1990		X		X					X		
<i>Asterionellopsis</i> sp.		X									
<i>Coronia decora</i> (Brébisson) Ruck&Guiry, 2016				X							
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin, 1964					X		X		X		
<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1854							X				
<i>Grammatophora flexuosa</i> Grunow , 1881				X							
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861			X								
<i>Pinnularia</i> sp.	X										
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.3	X										
<i>Pleuro/Gyrosigma</i> sp.4									X		
<i>Pleurosigma</i> sp.1									X		
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.4	X									X	
Subclasse Fragilariophycidae											
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère&Peragallo, 1910			X								X
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902		X									
<i>Thalassionema</i> sp.4	X			X							
Filo Miozoa											
Classe Dinophyceae											
<i>Tripos</i> sp.							X				
<i>Dinophysis caudata</i> Kent, 1881	X	X	X	X	X	X			X		X

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein, 1883										X	
<i>Gonyaulax</i> sp.2		X	X	X				X	X		X
<i>Gymnodinium catenatum</i> Graham, 1943	X	X	X	X							
<i>Tripos azoricus</i> (Cleve) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Tripos extensus</i> (Gourret) Gómez, 2013				X							
<i>Tripos falcatus</i> (Kofoid) Gómez, 2013		X							X	X	
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X			X		X
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) Gómez 2013		X		X							
<i>Tripos horridus</i> (Cleve) Gómez 2013		X									X
<i>Tripos muelleri</i> Bory, 1827	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos aff.pentagonus</i> (Gourret) Gómez, 2013	X										X
<i>Tripos symmetricus</i> (Pavillard) Gómez, 2013			X								
<i>Tripos trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez, 2013	X	X	X	X	X		X		X	X	X
<i>Tripos</i> sp.			X								
<i>Tripos</i> sp.16	X	X		X							
<i>Tripos</i> sp.8					X	X				X	
<i>Phalacroma</i> sp.		X	X								
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt, 1895	X	X	X	X							
<i>Prorocentrum</i> sp.1				X							
<i>Protoperidinium cf. adulterum</i> (Balech) Balech, 1974								X			
<i>Protoperidinium cf. parcum</i> (Balech) Balech, 1974					X						
<i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974	X	X	X	X	X	X					X

Taxa	Foz Sul			Foz Central					Foz Norte		
	SDS 30	SDS 20	SDS 13	SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05	SDN 13	SDN 20	SDN 30
<i>Protoperidinium ovum</i> (J.Schiller) Balech, 1974	X			X							X
<i>Protoperidinium pouchetii</i> (Kofoid&Michener) Taylor & Balech, 1988		X									
<i>Protoperidinium sp.1</i>		X		X	X				X	X	
<i>Protoperidinium sp.14</i>	X	X	X								X
<i>Protoperidinium sp.19</i>					X	X		X	X		
<i>Protoperidinium sp.4</i>						X					
<i>Protoperidinium sp.5</i>		X	X		X						
<i>Protoperidinium sp.8</i>							X				X
<i>Protoperidinium sp.9</i>					X				X		
<i>Pyrophacus sp.</i>			X								
Filo Cyanobacteria											
Classe Cyanophyceae											
<i>Anabaena sp.3</i>	X						X				
<i>Trichodesmium thiebautii</i> Gomont ex Gomont, 1890	X		X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichodesmium sp.</i>	X										
Filo Chlorophyta											
Classe Chlorophyceae											
<i>Volvox sp.</i>			X								

Fonte: Autoria própria.