**RELATÓRIO SEMESTRAL DE EVOLUÇÃO DO PMBA/RRDM-FEST**

**MATERIAL SUPLEMENTAR - ANEXO 5 (MANGUEZAL - RT 21)**

**SEDIMENTO**

**Tipo de Análise:** Análise da metais totais (mg kg-1): realizada segundo o método US EPA 3051A (USEPA, 2013); granulometria (%): a fração lama foi analisada através do granulômetro a laser, Mastersizer 2000 da  Malvern Instruments de acordo com a metodologia adaptada de Dias (2004) e a fração areia, a escala granulométrica utilizada foi a de Wentworth (1922) por SUGUIO et. al, 1973; carbonato de cálcio (%): queima lenta e gradual com HCl 30%; matéria orgânica (%): definida pelo peso do sedimento antes da queima na mufla subtraída do peso após a queima segundo método Walkley-Black modificado (EMBRAPA, 2011).

**Data inicial e final dos resultados analisados:** outubro de 2018 a fevereiro de 2020

**Localidades analisadas:** Estuários dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, APA de Costa das Algas, Barra do Riacho, Rio Doce, Urussuquara, Barra Nova, São Mateus e Caravelas

**Periodicidade das Análises:** Dados trimestrais e semestrais

**Forma de análise temporal:** período inverno e verão

**Forma de análise espacial:** Dados analisados por parcelas, por pontos no estuário, por média do estuário

**Tipo de variável:** abiótica

**Descrição da variável:** amostras de sedimentos coletados nas profundidades de 0-5 e 5-15 cm

**Material para tombamento:**

**Exemplar amostrado armazenado:** amostras mantidas e armazenadas à temperatura de -10º C

**Dados brutos compilados e armazenados:**

**Hierarquia ecológica envolvida:** paisagem, ecossistema, comunidade, população, molecular.

**Espécie envolvida no resultado:**

**Dados brutos ou derivados:**

**Unidade de obtenção dos dados:**

**Método ou técnica de tratamento das amostras:** amostras de sedimentos são liofilizados para as análises de metais totais, granulometria e carbonato de cálcio; para análise de matéria orgânica, as amostras são secas em estufa de circulação forçada até peso constate.

**Equipamento de obtenção dos dados brutos:** O amostrador desenvolvido com um cano de PVC com 50 cm demarcado com as profundidades de 5 e 15 cm, toda superfície de metal foi coberta para evitar qualquer tipo de contaminação.

**Responsável pela coleta de dados:** Jaqueline Orlandi Paris

**Responsável pelo processamento da amostra/resultado:** Jaqueline Orlandi Paris, João Victor de Abreu Fernandes

**Responsável pela análise estatística dos dados:** Ivoney Gontijo, Jaqueline Orlandi Paris, Edilson Romais Shimildt

**Responsável pela discussão dos resultados:** Ivoney Gontijo, Jaqueline Orlandi Paris

**Dados transformados:**

**Teste de Normalidade dos dados (Quando aplicada Anova ou Multivariada que precise deste pressuposto):**

**Teste de Homogeneidade entre variâncias:**

**Variável independente:**

**Variável dependente:**

**Análise de Componentes Principais (PCA)**

Serão apresentados no presente relatório, os dados referentes à primeira e segunda campanha realizadas no verão de 2018/19 (dezembro/18 e janeiro/19) e inverno de 2019 (junho e jullho/19), respectivamente. Foram coletadas amostras de sedimentos para análises de granulometria (areia, silte e argila), matéria orgânica (MO), carbonato de cálcio (CaCO3) e metais (ferro, manganês, etc.).

Para a realização das análises multivariadas de componentes principais (PCA = Principal Component Analysis), utilizou-se o procedimento segundo Gotelli e Ellison (2013). Os dados de cada característica foram inicialmente padronizados pela equação , em que Z representa o valor padronizado, adimensional, Yi corresponde ao valor da amostra i para a variável original Y, e, e *s* representam sua média e desvio padrão respectivamente. A Distância Euclidiana foi usada como medida de dissimilaridade. A representação da variabilidade foi feita em gráfico bidimensional com base nos dois primeiros componentes principais. Adicionalmente, para valorização da variabilidade explicada pelos primeiros componentes principais, que deve ser de no mínimo 80% (JOHNSON; WICHERN, 2007; RENCHER, 2002), foi feita, em cada gráfico, nos eixos x e y, a representação da % de explicação da variabilidade por cada um dos dois componentes, no eixo x o primeiro componente principal e no eixo y o segundo componente principal. As análises foram realizadas usando o programa R (R CORE TEAM, 2019). O pacote usado foi o *vegan* - *Community Ecology Package* (OKSANEM et al., 2019) e para as correlações utilizou-se os pacotes *ds* (ARNHOLD, 2014), *corrplot* (WEI; SIMKO, 2017).

As Tabelas 1 a 2 exibem os dados utilizados na elaboração das Figura 56 do relatório anual e Figura 16 do relatório semestral, respectivamente.

## Tabela 1: Dados médios dos parâmetros analisado para cada estuário, utilizados na Análise de Componentes Principais (ACP) da campanha verão (out-nov/18).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estuáios/ Parâmetros | MO\_v | MO\_i | Areia\_v | Silte\_v | Argila\_v | CaCO3\_v | Fe\_v | Mn\_v |
| ----------------------------------- % ---------------------------------- | | | | | | ----- mg kg-1 ----- | |
| PA | 31,83 | 20,35 | 60,50 | 23,83 | 10,24 | 31,29 | 32947,96 | 90,30 |
| PM | 19,56 | 19,13 | 78,50 | 8,64 | 1,91 | 11,04 | 25250,19 | 75,00 |
| SM | 15,29 | 13,49 | 74,96 | 17,99 | 5,67 | 10,37 | 14625,79 | 71,97 |
| CR | 13,43 | 16,92 | 33,89 | 44,77 | 20,31 | 22,32 | 24958,33 | 182,94 |
| UR | 11,17 | 10,44 | 85,73 | 10,88 | 2,04 | 15,45 | 9705,71 | 26,93 |
| BN | 9,43 | 8,82 | 72,51 | 22,32 | 4,91 | 8,17 | 17493,71 | 107,30 |

PA – Piraquê-Açu; PM – Piraquê-Mirim; SM – São Mateus; CR – Caravelas; UR – Urussuquara; BN – Barra Nova. v- verão; i-inverno.

## Tabela 2: Dados médios dos parâmetros analisado para cada estuário, utilizados na Análise de Componentes Principais (ACP) da campanha inverno (jun-jul/19).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estuáios/ Parâmetros | MO\_i | Areia\_i | Silte\_i | Argila\_i | CaCO3\_i |  | Fe\_i | Mn\_i | Zn\_i | Cu\_i | Cr\_i |
| --------------------------------- % -------------------------------- | | | | |  | -------------------------- mg kg-1 ---------------------- | | | | |
| PA | 20,35 | 52,11 | 30,31 | 13,49 | 20,81 |  | 14540,98 | 74,55 | 12,68 | 3,41 | 18,50 |
| PM | 19,13 | 62,29 | 19,48 | 10,39 | 9,80 |  | 14236,78 | 83,24 | 12,29 | 6,82 | 20,63 |
| SM | 13,49 | 50,31 | 38,29 | 11,37 | 13,16 |  | 13793,34 | 112,66 | 15,44 | 3,47 | 27,14 |
| CR | 16,92 | 20,16 | 56,01 | 23,48 | 17,11 |  | 20814,76 | 179,72 | 19,08 | 2,74 | 50,69 |
| UR | 10,44 | 76,46 | 18,51 | 4,08 | 4,02 |  | 6902,48 | 35,46 | 10,41 | 1,86 | 20,45 |
| BN | 8,82 | 66,88 | 26,62 | 6,41 | 3,47 |  | 10236,19 | 90,00 | 14,05 | 2,54 | 23,41 |

PA – Piraquê-Açu; PM – Piraquê-Mirim; SM – Sâo Mateus; CR – Caravelas; UR – Urussuquara; BN – Barra Nova. i-inverno.

**Análises gráficas**

As Tabelas 3 a 7, a seguir, exibem dados utilizados para fazer os gráficos de barra referentes as Figuras 58 a 63 do relatório anual e Figuras 19 a 24 do relatório semestral.

## Tabela 3: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de Piraquê-Açu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Piraquê-Açu | Verão | | | |  | Inverno | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr |  | Fe | Mn | Pb | Cr |
| P1 | 31621,0 | 141,0 | 10,8 | 22,4 |  | 17682,9 | 132,6 | 5,1 | 23,4 |
| P2 | 45988,0 | 85,0 | 15,7 | 29,8 |  | 11974,5 | 48,5 | 4,8 | 17,1 |
| P3 | 21234,0 | 44,0 | 11,8 | 15,2 |  | 13965,5 | 42,6 | 6,0 | 15,0 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 26339,0 | 62,0 | 11,1 | 19,1 |  | 15562,4 | 52,5 | 5,4 | 18,3 |
| F | 39556,0 | 118,0 | 14,4 | 25,8 |  | 13519,6 | 96,6 | 5,3 | 18,7 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 30000,0 | 108,0 | 11,0 | 20,3 |  | 12599,5 | 79,6 | 4,4 | 15,9 |
| ME | 35888,0 | 72,0 | 14,5 | 24,7 |  | 16482,4 | 69,5 | 6,2 | 21,1 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 28778,0 | 85,0 | 11,1 | 19,4 |  | 15343,3 | 75,6 | 5,5 | 19,2 |
| mai/15 | 37117,0 | 96,0 | 14,3 | 25,6 |  | 13738,6 | 73,5 | 5,2 | 17,8 |

## Tabela 4: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de Piraquê-Mirim.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Piraquê-Mirim | Verão | | | |  | Inverno | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr |  | Fe | Mn | Pb | Cr |
| P1 | 24821,0 | 81,0 | 6,8 | 16,2 |  | 14938,7 | 106,9 | 5,0 | 20,9 |
| P2 | 31716,0 | 108,0 | 12,4 | 24,6 |  | 18848,8 | 113,9 | 12,2 | 29,2 |
| P3 | 19213,0 | 36,0 | 8,6 | 16,4 |  | 8922,8 | 28,9 | 3,4 | 11,7 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 12702,0 | 18,0 | 4,5 | 9,9 |  | 3733,5 | 20,5 | 6,3 | 10,2 |
| F | 37798,0 | 132,0 | 14,0 | 28,2 |  | 24740,1 | 146,0 | 7,5 | 31,1 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 17583,0 | 61,0 | 8,3 | 15,8 |  | 15360,3 | 79,7 | 4,5 | 18,6 |
| ME | 32918,0 | 89,0 | 10,2 | 22,3 |  | 13113,3 | 86,8 | 9,2 | 22,6 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 1842,0 | 57,0 | 8,6 | 16,7 |  | 13806,6 | 77,3 | 9,1 | 22,6 |
| 5-15 | 32081,0 | 93,0 | 9,9 | 21,5 |  | 14667,0 | 89,2 | 4,7 | 18,6 |

## Tabela 5: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de São Mateus.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| São Mateus | Verão | | | |  | | Inverno | | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr | |  | | Fe | Mn | Pb | Cr | |
| P1 | 11484,0 | 51,0 | 26,0 | 21,0 | |  | | 12382,5 | 77,8 | 5,5 | 21,1 | |
| P2 | 14812,0 | 75,0 | 15,0 | 23,0 | |  | | 12195,0 | 95,1 | 7,3 | 24,4 | |
| P3 | 17189,0 | 87,0 | 27,0 | 32,0 | |  | | 16402,9 | 160,7 | 9,5 | 35,2 | |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  | |
| B | 11557,0 | 54,0 | 15,0 | 22,0 | |  | | 11637,1 | 103,0 | 6,4 | 23,4 | |
| F | 17973,0 | 92,0 | 31,0 | 29,0 | |  | | 15590,2 | 120,7 | 8,3 | 30,3 | |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  | |
| MD | 14356,0 | 61,0 | 24,0 | 25,0 | |  | | 11809,0 | 97,4 | 8,5 | 30,7 | |
| ME | 14921,0 | 83,0 | 20,0 | 27,0 | |  | | 15447,0 | 125,4 | 6,6 | 24,2 | |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  | |
| 0-5 | 12859,0 | 73,0 | 24,0 | 25,0 | |  | | 14989,8 | 137,6 | 7,7 | 28,6 | |
| 5-15 | 16553,0 | 71,0 | 20,0 | 26,0 | |  | | 12596,9 | 87,7 | 7,2 | 25,7 | |

## Tabela 5: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de Caravelas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Caravelas | Verão | | | |  | Inverno | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr |  | Fe | Mn | Pb | Cr |
| P1 | 24803,0 | 245,0 | 33,0 | 51,0 |  | 25729,5 | 271,8 | 10,3 | 49,7 |
| P2 | 26770,0 | 123,0 | 31,0 | 41,0 |  | 18194,5 | 109,3 | 11,9 | 51,8 |
| P3 | 23301,0 | 139,0 | 29,0 | 50,0 |  | 18520,3 | 158,1 | 11,1 | 50,5 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 21366,0 | 116,0 | 32,0 | 48,0 |  | 19176,9 | 135,0 | 11,9 | 54,7 |
| F | 28551,0 | 222,0 | 30,0 | 47,0 |  | 22452,6 | 224,4 | 10,3 | 46,7 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 25958,0 | 175,0 | 32,0 | 48,0 |  | 22413,0 | 164,2 | 11,2 | 52,9 |
| ME | 23959,0 | 163,0 | 29,0 | 47,0 |  | 19216,5 | 195,3 | 11,0 | 48,5 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 25445,0 | 174,0 | 33,0 | 46,0 |  | 18938,7 | 190,7 | 11,1 | 50,0 |
| 5-15 | 24472,0 | 164,0 | 29,0 | 49,0 |  | 22690,9 | 168,7 | 11,0 | 51,4 |

## Tabela 6: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de Barra Nova.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Barra Nova | Verão | | | |  | | Inverno | | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr | |  | | Fe | Mn | Pb | Cr |
| P1 | 32528,0 | 187,0 | 14,0 | 28,0 | |  | | 13406,1 | 107,9 | 7,1 | 28,1 |
| P2 | 12432,0 | 115,0 | 13,0 | 21,0 | |  | | 13606,9 | 148,8 | 9,4 | 29,6 |
| P3 | 7521,0 | 19,0 | 7,0 | 16,0 | |  | | 3695,6 | 13,4 | 3,6 | 12,5 |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |
| B | 10993,0 | 126,0 | 10,0 | 20,0 | |  | | 9936,3 | 125,5 | 7,7 | 22,6 |
| F | 23995,0 | 89,0 | 12,0 | 24,0 | |  | | 10536,0 | 54,5 | 5,7 | 24,2 |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |
| MD | 12432,0 | 115,0 | 13,0 | 21,0 | |  | | 13406,1 | 107,9 | 7,1 | 28,1 |
| ME | 20025,0 | 103,0 | 11,0 | 22,0 | |  | | 8651,2 | 81,1 | 6,5 | 21,1 |
| - |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |
| 0-5 | 12599,0 | 100,0 | 11,0 | 20,0 | |  | | 10583,2 | 110,4 | 6,0 | 23,6 |
| 5-15 | 22389,0 | 115,0 | 11,0 | 24,0 | |  | | 9889,2 | 69,6 | 7,4 | 23,2 |

## Tabela 7: Teores médios de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por ponto amostral (P1, P2 e P3), bosque (bacia-B e franja-F), margem (direita-MD esquerda-ME) e profundidades (0-5 e 5-15 cm). Dados de Urussuquara.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Urussuquara | Verão | | | |  | Inverno | | | |
| Fe | Mn | Pb | Cr |  | Fe | Mn | Pb | Cr |
| P1 | 1711,0 | 9732,0 | 14,0 | 22,0 |  | 10652,5 | 66,2 | 4,6 | 26,8 |
| P2 | 3805,0 | 4347,0 | 5,0 | 13,0 |  | 6421,5 | 27,3 | 3,4 | 20,7 |
| P3 | 8954,0 | 8008,0 | 5,0 | 17,0 |  | 5268,0 | 24,2 | 3,0 | 17,1 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 3689,0 | 4246,0 | 4,0 | 12,0 |  | 5184,2 | 28,2 | 3,8 | 22,5 |
| F | 11711,0 | 8617,0 | 9,0 | 19,0 |  | 7475,3 | 37,9 | 3,4 | 19,8 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 3805,0 | 4347,0 | 5,0 | 13,0 |  | 6421,5 | 27,3 | 3,4 | 20,7 |
| ME | 11673,0 | 8583,0 | 8,0 | 19,0 |  | 7062,8 | 38,2 | 3,5 | 20,4 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 9557,0 | 5298,0 | 8,0 | 15,0 |  | 8113,7 | 47,4 | 3,6 | 23,3 |
| 5-15 | 9854,0 | 975,0 | 7,0 | 19,0 |  | 5691,2 | 23,5 | 3,4 | 17,6 |

As Tabelas 8 a 13, a seguir, exibem dados utilizados para fazer os gráficos setoriais de percentagens referentes as Figuras 58 a 24 do relatório anual e Figuras 19 a 24 do relatório semestral.

## Tabela 8: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de Piraquê-Açu.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Piraquê-Açu | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| PA1FD1 | 6,70 | 9,99 | 10672,14 | 301,62 | 4,08 | 23,66 | 12068,49 | 316,87 |
| PA1FD2 | 6,48 | 10,45 | 10136,06 | 288,60 | 2,68 | 17,76 | 17862,30 | 280,14 |
| PA1BD1 | 14,04 | 22,07 | 21532,21 | 111,13 | 7,50 | 42,83 | 32628,13 | 115,69 |
| PA1BD2 | 19,07 | 55,21 | 90274,03 | 203,63 | 5,75 | 30,62 | 17673,51 | 98,61 |
| PA1FE1 | 10,75 | 23,93 | 46223,59 | 50,38 | 5,37 | 17,31 | 12089,20 | 81,60 |
| PA1FE2 | 26,43 | 56,30 | 113550,04 | 189,12 | 6,38 | 22,91 | 14197,34 | 104,26 |
| PA1BE1 | 2,48 | 5,99 | 4376,77 | 8,59 | 4,51 | 16,42 | 17372,69 | 30,10 |
| PA1BE2 | 2,32 | 5,75 | 4514,21 | 11,74 | 4,86 | 15,67 | 17571,91 | 33,30 |
| PA2FD1 | 14,19 | 17,21 | 13927,32 | 23,83 | 2,32 | 5,82 | 2540,91 | 7,89 |
| PA2FD2 | 11,69 | 15,61 | 15997,34 | 60,21 | 2,91 | 9,14 | 6263,20 | 18,46 |
| PA2BD1 | 9,08 | 9,09 | 15521,80 | 29,99 | 2,89 | 7,00 | 4723,98 | 12,00 |
| PA2BD2 | 9,28 | 11,69 | 13362,95 | 18,95 | 1,39 | 5,40 | 3710,60 | 11,45 |
| PA2FE1 | 6,08 | 11,52 | 11413,34 | 64,97 | 9,66 | 40,05 | 23698,98 | 92,41 |
| PA2FE2 | 11,99 | 22,83 | 17585,36 | 69,13 | 9,11 | 36,23 | 28114,99 | 118,40 |
| PA2BE1 | 9,71 | 18,52 | 19241,48 | 29,56 | 5,45 | 20,29 | 13654,09 | 64,31 |
| PA2BE2 | 11,95 | 28,85 | 72114,51 | 63,40 | 4,70 | 13,10 | 13089,02 | 63,18 |
| PA3FD1 | 26,21 | 62,49 | 130495,33 | 224,56 | 4,89 | 8,44 | 7385,97 | 19,63 |
| PA3FD2 | 30,13 | 42,91 | 33051,78 | 75,28 | 5,24 | 14,24 | 9132,73 | 21,36 |
| PA3BD1 | 15,45 | 24,78 | 18274,03 | 50,08 | 8,00 | 16,47 | 27395,96 | 35,87 |
| PA3BD2 | 11,57 | 16,06 | 17421,53 | 72,16 | 5,68 | 9,12 | 9808,33 | 16,89 |
| PA3FE1 | 8,12 | 15,32 | 37163,58 | 45,18 | 5,61 | 15,27 | 15488,13 | 52,26 |
| PA3FE2 | 13,65 | 21,06 | 34456,54 | 29,32 | 4,97 | 13,27 | 13392,96 | 45,57 |
| PA3BE1 | 10,81 | 11,52 | 16504,56 | 80,47 | 5,60 | 17,06 | 15073,15 | 78,07 |
| PA3BE2 | 17,67 | 20,11 | 22940,62 | 65,22 | 8,18 | 25,82 | 14046,85 | 70,85 |

## Tabela 9: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de Piraquê-Mirim.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Piraquê-Mirim | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| PM1FD1 | 1,85 | 4,28 | 2477,48 | 7,59 | 6,81 | 26,65 | 21641,23 | 114,07 |
| PM1FD2 | 3,84 | 8,90 | 7417,08 | 25,01 | 1,64 | 5,45 | 3587,23 | 8,40 |
| PM1BD1 | 2,40 | 4,93 | 2838,50 | 4,09 | 2,59 | 7,51 | 4095,63 | 10,35 |
| PM1BD2 | 2,53 | 5,70 | 3169,21 | 6,51 | 4,64 | 17,70 | 16000,67 | 99,27 |
| PM2FD1 | 24,01 | 53,67 | 99098,58 | 392,17 | 11,28 | 50,56 | 41752,60 | 270,45 |
| PM2FD2 | 23,76 | 39,16 | 27209,05 | 138,05 | 9,03 | 43,39 | 40483,20 | 275,71 |
| PM2BD1 | 3,42 | 7,04 | 4417,68 | 15,58 | 2,43 | 7,75 | 6117,21 | 19,57 |
| PM2BD2 | 5,62 | 11,22 | 15050,77 | 25,43 | 2,24 | 7,23 | 5298,60 | 18,04 |
| PM3FD1 | 18,13 | 29,50 | 19899,62 | 58,69 | 6,16 | 24,71 | 20089,31 | 64,24 |
| PM3FD2 | 8,18 | 16,81 | 26773,12 | 44,26 | 5,86 | 27,94 | 23207,55 | 70,32 |
| PM3BD1 | 3,51 | 4,04 | 780,24 | 5,44 | 0,77 | 1,69 | 918,78 | 2,72 |
| PM3BD2 | 2,83 | 4,78 | 1860,77 | 7,11 | 0,86 | 2,89 | 1131,44 | 3,04 |
| PM1FE1 | 2,09 | 3,40 | 1310,91 | 3,89 | 9,72 | 43,56 | 25250,29 | 196,53 |
| PM1FE2 | 27,78 | 70,08 | 128373,79 | 544,27 | 11,38 | 54,72 | 45706,17 | 415,01 |
| PM1BE1 | 10,70 | 26,35 | 49355,89 | 51,76 | 1,17 | 4,92 | 1231,72 | 5,20 |
| PM1BE2 | 3,14 | 6,28 | 3628,13 | 7,04 | 2,06 | 7,00 | 1997,04 | 6,52 |
| PM2FE1 | 18,96 | 34,83 | 20932,54 | 78,31 | 7,77 | 35,93 | 33397,29 | 152,27 |
| PM2FE2 | 16,20 | 36,12 | 73303,12 | 195,58 | 9,87 | 33,70 | 22166,96 | 115,60 |
| PM2BE1 | 2,92 | 5,27 | 2733,03 | 3,50 | 54,02 | 52,85 | 59,18 | 55,91 |
| PM2BE2 | 4,61 | 9,11 | 10980,87 | 12,17 | 0,87 | 2,51 | 1515,59 | 3,86 |
| PM3FE1 | 11,82 | 19,23 | 12317,72 | 43,66 | 4,32 | 9,82 | 7615,31 | 24,50 |
| PM3FE2 | 11,04 | 22,69 | 34464,81 | 50,25 | 5,74 | 16,49 | 11984,03 | 44,35 |
| PM3BE1 | 3,74 | 7,60 | 4873,76 | 18,86 | 1,78 | 5,49 | 3510,09 | 11,80 |
| PM3BE2 | 9,17 | 26,69 | 52737,83 | 60,66 | 1,71 | 4,74 | 2925,67 | 9,94 |

## Tabela 10: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de São Mateus.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| São Mateus | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| SM1FD1 | 89,70 | 21,61 | 4509,56 | 27,84 | 1,30 | 5,33 | 1872,49 | 14,23 |
| SM1FD2 | 3,12 | 7,79 | 5511,10 | 19,83 | 2,82 | 11,56 | 6767,66 | 56,05 |
| SM1BD1 | 18,47 | 25,82 | 14124,61 | 62,43 | 8,90 | 33,04 | 19765,12 | 189,52 |
| SM1BD2 | 17,53 | 31,53 | 23333,67 | 97,82 | 11,74 | 43,95 | 18151,96 | 142,88 |
| SM2FD1 | 19,19 | 28,94 | 19144,51 | 73,62 | 11,03 | 34,97 | 11098,42 | 84,74 |
| SM2FD2 | 17,53 | 31,53 | 23333,67 | 97,82 | 9,51 | 28,56 | 10625,76 | 52,16 |
| SM2BD1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SM2BD2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SM3FD1 | 36,18 | 28,03 | 17994,56 | 65,08 | 11,40 | 45,12 | 14222,62 | 161,54 |
| SM3FD2 | 38,84 | 29,05 | 19061,54 | 50,24 | 9,65 | 35,58 | 15237,11 | 130,06 |
| SM3BD1 | 20,81 | 26,45 | 5133,33 | 44,06 | 8,95 | 32,83 | 10261,34 | 74,41 |
| SM3BD2 | 21,50 | 43,94 | 28743,83 | 156,19 | 9,66 | 36,22 | 10087,46 | 68,39 |
| SM1FE1 | 19,19 | 28,19 | 19427,18 | 111,14 | 8,51 | 34,18 | 19745,76 | 110,27 |
| SM1FE2 | - | - | - | - | 7,29 | 31,77 | 29857,61 | 97,58 |
| SM1BE1 | 3,53 | 6,46 | 1374,49 | 5,55 | 2,36 | 5,89 | 1791,23 | 6,51 |
| SM1BE2 | 28,52 | 25,73 | 12106,70 | 34,15 | 1,20 | 3,36 | 1108,39 | 5,21 |
| SM2FE1 | 24,09 | 32,18 | 20336,73 | 173,05 | 9,75 | 35,21 | 24115,23 | 208,59 |
| SM2FE2 | 28,65 | 31,59 | 20495,03 | 122,15 | 7,62 | 28,46 | 18180,04 | 191,51 |
| SM2BE1 | 15,87 | 24,86 | 14985,25 | 58,10 | 3,81 | 11,43 | 4812,03 | 17,19 |
| SM2BE2 | 7,78 | 13,55 | 8824,15 | 33,56 | 2,13 | 7,61 | 4338,47 | 16,63 |
| SM3FE1 | 27,75 | 47,45 | 27274,08 | 187,88 | 9,05 | 32,54 | 16333,75 | 170,59 |
| SM3FE2 | 31,94 | 33,07 | 20618,19 | 81,75 | 11,27 | 40,23 | 19026,30 | 170,62 |
| SM3BE1 | 13,90 | 18,52 | 4261,12 | 50,13 | 9,64 | 43,64 | 40869,80 | 475,84 |
| SM3BE2 | 22,50 | 30,64 | 14422,81 | 60,70 | 6,11 | 15,69 | 5185,00 | 33,91 |

## Tabela 11: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de Caravelas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Caravelas | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| CR1FD1 | 38,49 | 49,30 | 24671,79 | 210,09 | 13,16 | 53,58 | 21552,86 | 285,98 |
| CR1FD2 | 23,97 | 60,80 | 33401,41 | 438,12 | 10,73 | 56,62 | 37845,19 | 296,62 |
| CR1BD1 | 46,88 | 47,34 | 23571,56 | 334,18 | 8,58 | 39,30 | 15024,52 | 92,44 |
| CR1BD2 | 38,46 | 47,77 | 22969,21 | 248,90 | 10,22 | 59,43 | 36512,93 | 461,88 |
| CR2FD1 | 1,98 | 212,23 | 65188,41 | 444,71 | 9,80 | 42,19 | 15077,92 | 71,38 |
| CR2FD2 | 32,62 | 28,51 | 19879,97 | 143,03 | 10,11 | 47,66 | 28562,92 | 63,93 |
| CR2BD1 | 36,35 | 51,43 | 17303,98 | 33,40 | 14,71 | 60,50 | 10301,50 | 36,89 |
| CR2BD2 | 32,66 | 58,26 | 20523,54 | 40,97 | 12,82 | 62,36 | 23259,66 | 35,57 |
| CR3FD1 | 29,95 | 55,61 | 25466,81 | 363,16 | 10,24 | 48,91 | 18229,72 | 287,62 |
| CR3FD2 | 27,23 | 52,60 | 23942,88 | 106,44 | 10,44 | 51,53 | 27853,29 | 249,86 |
| CR3BD1 | 28,08 | 43,01 | 13897,17 | 32,65 | 10,09 | 53,44 | 24360,45 | 44,75 |
| CR3BD2 | 26,30 | 53,46 | 20679,81 | 37,01 | 13,44 | 59,15 | 10375,24 | 43,16 |
| CR1FE1 | 43,03 | 47,51 | 23592,46 | 224,82 | 9,93 | 46,95 | 32656,87 | 334,66 |
| CR1FE2 | 24,06 | 53,58 | 25718,37 | 273,93 | 8,18 | 34,19 | 16821,39 | 230,18 |
| CR1BE1 | 24,04 | 53,12 | 21987,80 | 95,31 | 11,30 | 59,41 | 22025,33 | 408,25 |
| CR1BE2 | 23,81 | 51,34 | 22512,04 | 130,98 | 10,39 | 48,42 | 23396,52 | 64,39 |
| CR2FE1 | 22,53 | 45,24 | 23998,14 | 268,06 | 11,73 | 46,61 | 17228,71 | 290,18 |
| CR2FE2 | 21,64 | 47,91 | 26222,39 | 243,12 | 10,46 | 45,16 | 19902,58 | 260,59 |
| CR2BE1 | 32,49 | 37,31 | 21085,41 | 118,69 | 10,65 | 46,09 | 14649,83 | 56,75 |
| CR2BE2 | 40,63 | 30,27 | 19961,83 | 26,85 | 14,54 | 63,86 | 16573,15 | 59,01 |
| CR3FE1 | 37,85 | 41,37 | 23215,44 | 157,69 | 10,01 | 48,06 | 18694,93 | 197,65 |
| CR3FE2 | 24,65 | 51,90 | 27308,21 | 124,42 | 8,75 | 38,80 | 15005,16 | 124,10 |
| CR3BE1 | 27,68 | 48,64 | 21356,05 | 138,18 | 13,44 | 54,80 | 17461,42 | 182,31 |
| CR3BE2 | 27,45 | 56,70 | 30545,24 | 155,78 | 12,08 | 49,47 | 16182,16 | 135,14 |

## Tabela 12: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de Barra Nova.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Barra Nova | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| BN1FD1 | 16,42 | 21,49 | 21112,56 | 158,44 | 8,06 | 36,91 | 17775,64 | 112,26 |
| BN1FD2 | 20,50 | 51,71 | 87145,80 | 229,48 | 6,93 | 29,15 | 15382,10 | 85,57 |
| BN1BD1 | 10,60 | 20,00 | 10562,19 | 110,87 | 6,97 | 22,67 | 8101,87 | 112,46 |
| BN1BD2 | 10,30 | 19,39 | 11292,52 | 251,06 | 6,44 | 23,54 | 12364,90 | 121,13 |
| BN2FE1 | 12,46 | 21,89 | 11176,54 | 66,46 | 7,32 | 30,16 | 11693,36 | 50,93 |
| BN2FE2 | 13,70 | 23,35 | 11499,05 | 23,85 | 7,73 | 31,44 | 11258,50 | 44,65 |
| BN2BE1 | 12,17 | 19,98 | 13994,48 | 223,70 | 6,90 | 28,22 | 19330,52 | 364,42 |
| BN2BE2 | 11,98 | 20,33 | 13057,87 | 145,74 | 15,61 | 28,75 | 12145,12 | 135,06 |
| BN3FE1 | 6,19 | 13,49 | 6624,90 | 24,49 | 1,56 | 7,49 | 2853,20 | 13,61 |
| BN3FE2 | 4,71 | 12,32 | 6408,84 | 28,91 | 2,32 | 9,89 | 4253,45 | 20,24 |
| BN3BE1 | 8,80 | 21,40 | 12121,93 | 14,01 | 4,96 | 16,14 | 3744,51 | 8,79 |
| BN3BE2 | 7,29 | 17,63 | 4927,82 | 10,54 | 5,38 | 16,50 | 3931,13 | 10,85 |

## Tabela 13: Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Cromo (Cr), em mg kg-1, no verão e no inverno, por estação. Dados de Urussuquara.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Urussuquara | Verão | | | | Inverno | | | |
| Pb | Cr | Fe | Mn | Pb | Cr | Fe | Mn |
| UR1FE1 | 17,81 | 20,89 | 22717,14 | 43,06 | 4,62 | 36,16 | 14052,12 | 107,34 |
| UR1FE2 | 10,95 | 22,58 | 11503,85 | 70,95 | 4,49 | 17,39 | 7252,81 | 25,08 |
| UR2FD1 | 3,25 | 13,25 | 3336,94 | 15,58 | 3,70 | 19,30 | 6748,34 | 29,74 |
| UR2FD2 | 6,31 | 13,14 | 4272,11 | 12,21 | 3,19 | 22,19 | 6094,60 | 24,78 |
| UR2FE1 | 6,29 | 12,14 | 7173,82 | 16,52 | 1,60 | 9,14 | 5287,84 | 16,22 |
| UR2FE2 | 6,44 | 32,10 | 21263,85 | 32,81 | 2,95 | 14,51 | 5415,82 | 24,03 |
| UR2BE1 | 5,68 | 15,14 | 5000,73 | 12,79 | 4,49 | 28,63 | 6366,66 | 36,15 |
| UR2BE2 | 2,41 | 9,76 | 2377,25 | 11,52 | 3,01 | 16,30 | 4001,69 | 20,31 |

**Dados suplementares**

As tabelas a seguir são referentes a dados não apresentados no relatório anual e semestral devido paralisação dos laboratórios.

A Tabela 14 expressa diferenças percentuais dos demais metais analisados entre as coletas feitas no verão de 2018 e inverno de 2019.

As Tabelas 15, 16 e 17 apresentam dados da 3ª campanha realizadas em outubro de 2019.

## Tabela 14: Diferença percentual dos teores de elementos químicos nos estuários estudados entra a amostragem realizada no verão (outubro de 2018) e no inverno (junho de 2019).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estuários | Al | Cu | Zn | V | Co | Ni | As | Ag | Cd | Ba | Hg |
| --------------------------------------------------- % ----------------------------------------------------- | | | | | | | | | | |
| PA | -57 | -59 | -55 | -29 | -71 | -83 | -48 | 251 | 1245 | -52 | 100 |
| PM | -42 | -18 | -42 | -28 | -4 | 372 | 20 | 12378 | 9908 | -31 | 1308 |
| UR | 26 | -42 | -31 | -21 | -51 | -100 | -45 | 243 | 1791 | -29 | 128 |
| BN | -5 | -32 | -40 | -3 | -1 | -5 | -54 | 9071 | 52936 | -12 | 266 |
| SM | 34 | -4 | -19 | -20 | -84 | -75 | -17 | 77 | 302 | -43 | -70 |
| CR | 12 | 10 | -28 | -1 | -89 | -65 | 4 | -76 | -46 | -42 | 424 |

PA - Piraque-Açu; PM - Piraque-Mirim; UR - Urussuquara; BN - Barra Nova;. SM - São Mateus; CR - Caravelas.

## Tabela 15: Médias gerais das frações granulométricas, matéria orgânica (MO), e carbonato de cálcio (CaCO3) da 3ª campanha (outubro de 2019).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estuários | Areia | Silte | Argila | MO | CaCO3 |
| --------------------------- % ---------------------------- | | | | |
| PA | - | - | - | 24,69 | 18,07 |
| PM | - | - | - | 11,68 | 9,14 |
| SM | - | - | - | 10,54 | 5,37 |
| CR | - | - | - | 20,09 | 13,02 |
| BN | 62,62 | 29,13 | 8,25 | 6,39 | 4,67 |
| BR | 56,31 | 7,14 | 3,04 | 6,60 | 2,35 |
| UR | 74,30 | 20,84 | 4,02 | 8,30 | 3,59 |
| RD | - | - | - | 12,76 | 1,34 |
| CA | - | - | - | 3,12 | 34,28 |

PA - Piraque-Açu; PM - Piraque-Mirim; UR - Urussuquara; BN - Barra Nova;. SM - São Mateus; CR - Caravelas; BR - Barra do Riacho; RD - Rio Doce; CA - Costa das Algas.

## Tabela 16: Médias granulometria por ponto (P1, P2 e P3), bosque (franja e bacia), margem (esquerda e direita) e profundidade (0-5 e 5-15 cm) em cada estuário da 3ª campanha (outubro de 2019).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Amostra 3a coleta | BN | | | BR | | | UR | | |
| Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila | Areia | Silte | Argila |
| P1 | 54,94 | 34,46 | 10,60 | 51,08 | 5,43 | 1,78 | 53,02 | 38,21 | 8,47 |
| P2 | 52,72 | 36,39 | 10,90 | 48,76 | 5,25 | 3,14 | 75,64 | 20,31 | 3,16 |
| P3 | 80,21 | 16,55 | 3,24 | 69,11 | 10,75 | 4,21 | 84,27 | 12,41 | 2,23 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 67,18 | 25,23 | 7,59 | - | - | - | 84,98 | 11,26 | 1,96 |
| F | 58,07 | 33,03 | 8,90 | 56,31 | 7,14 | 3,04 | 70,74 | 24,03 | 4,71 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 54,94 | 34,46 | 10,60 | 56,31 | 7,14 | 3,04 | 75,64 | 20,31 | 3,16 |
| ME | 66,46 | 26,47 | 7,07 | - | - | - | 73,85 | 21,01 | 4,31 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 62,51 | 29,49 | 8,00 | 54,77 | 7,65 | 3,36 | 72,38 | 22,33 | 4,55 |
| 5-15 | 62,73 | 28,77 | 8,49 | 57,85 | 6,64 | 2,73 | 76,22 | 19,35 | 3,49 |

BN - Barra Nova; BR - Barra do Riacho; UR - Urussuquara.

## Tabela 17: Médias de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO3) por ponto (P1, P2 e P3), bosque (franja e bacia), margem (esquerda e direita) e profundidade (0-5 e 5-15 cm) em cada estuário da 3ª campanha (outubro de 2019).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | PA | | PM | | SM | | CR | | BN | | BR | | UR | | RD | | CA | |
| MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 | MO | CaCO3 |
| P1 | 14,76 | 18,76 | 7,44 | 9,36 | 5,79 | 6,03 | 23,23 | 12,08 | 8,15 | 5,80 | 5,08 | 1,95 | 11,74 | 7,13 | 19,05 | 2,25 | 3,68 | 37,59 |
| P2 | 27,79 | 20,62 | 13,71 | 11,52 | 9,32 | 3,79 | 13,07 | 11,53 | 6,92 | 6,05 | 5,96 | 2,55 | 7,30 | 2,57 | 11,08 | 1,47 | 2,89 | 36,10 |
| P3 | 31,52 | 14,82 | 13,87 | 6,55 | 16,20 | 5,90 | 23,98 | 15,46 | 4,10 | 2,15 | 8,75 | 2,54 | 7,09 | 2,33 | 11,64 | 0,36 | 3,59 | 22,73 |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 34,94 | 18,02 | 4,37 | 2,97 | 8,75 | 5,42 | 15,37 | 12,58 | 3,72 | 4,16 | - | - | 6,37 | 1,58 | - | - | - | - |
| F | 14,47 | 17,24 | 18,98 | 15,32 | 12,03 | 5,34 | 24,81 | 13,47 | 9,06 | 5,17 | 6,60 | 2,35 | 8,95 | 4,26 | - | - | - | - |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| MD | 17,84 | 12,84 | 11,89 | 7,61 | 12,96 | 3,83 | 22,04 | 10,51 | 8,15 | 5,80 | 6,60 | 2,35 | 7,30 | 2,57 | - | - | - | - |
| ME | 31,54 | 23,29 | 11,46 | 10,68 | 8,52 | 6,66 | 18,15 | 15,54 | 5,51 | 4,10 | - | - | 8,64 | 3,93 | - | - | - | - |
| - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-5 | 26,09 | 18,72 | 11,95 | 9,56 | 10,85 | 5,56 | 18,84 | 14,20 | 6,83 | 4,79 | 6,00 | 2,45 | 8,79 | 4,31 | 12,71 | 1,52 | 2,76 | 34,66 |
| 5-15 | 23,28 | 17,41 | 11,40 | 8,73 | 10,22 | 5,19 | 21,35 | 11,85 | 5,94 | 4,54 | 7,19 | 2,25 | 7,81 | 2,87 | 15,14 | 1,20 | 4,01 | 29,62 |

PA - Piraque-Açu; PM - Piraque-Mirim; UR - Urussuquara; BN - Barra Nova;. SM - São Mateus; CR - Caravelas; BR - Barra do Riacho; RD - Rio Doce; CA - Costa das Algas.

**Referências:**

DIAS, J. A. Análise textural. In: DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos**. Ed. preliminar. Algarve, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análises de solo.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. 225 p.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **A primer of ecological statistics**. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2013. 579p.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6th ed., Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2007. 773p.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. 2019. **Vegan**: community ecology package. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing*,* Vienna, Austria, 2019.

RENCHER, A.C. **Methods of multivariate analysis**. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, 2002. 727p.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blüncher, EDUSP, 1973. 318 p.

UNITED STATES ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, soils and Oils. (Technical Resource Document, EPA SW-846/3052), 2013.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, p. 377-392, 1922.