
CAPÍTULO VII.5

REFERÊNCIA SUL

(RS-BS)

CONTROLE DE REVISÕES – BR 2400.0051803.09.2

[illegible]

	Original	Rev. 01	Rev. 02	Rev. 03	Rev. 04	Rev. 05	Rev. 06	Rev. 07	Rev. 08
Data	06/03/12	12/07/12							
Elaboração	Mário X.	Mário X.							
Verificação	Cristina F.	Cristina F.							
Aprovação	Mário X.	Mário X.							

ÍNDICE GERAL

VII.5 – RS-BS	1
VII.5.1 – Sedimentologia	1
VII.5.1.1 - Granulometria	1
VII.5.1.2 – Carbonatos.....	5
VII.5.1.3 - Constituintes Orgânicos	6
VII.5.1.3.1 - Estrato de 0 - 2 cm	6
VII.5.1.3.2 - Estrato de 2 - 5 cm	11
VII.5.1.3.3 - Estrato de 5 - 10 cm	16
VII.5.1.4 - Comparação entre Estratos	21
VII.5.2 - Hidrocarbonetos.....	26
VII.5.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)	26
VII.5.2.2- Hidrocarbonetos Alifáticos (n-Alcanos, HTPs e MCNR).....	29
VII.5.3 - Metais	33
VII.5.3.1 - Metais e Sedimentologia.....	44
VII.5.3.2 - Suportes Geoquímicos.....	46
VII.5.4 - Macrofauna	49
VII.5.4.1 - Inventário Taxonômico.....	49
VII.5.4.2 - Avaliação da Amostragem	49
VII.5.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm)	50
VII.5.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm)	52
VII.5.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm)	62
VII.5.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm)	64
VII.5.4.7 - Composição taxonômica (5 - 10 cm).....	74
VII.5.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm)	76
VII.5.4.9 - Comparação entre Estratos	85
VII.5.4.9.1 - Composição Taxonômica	85
VII.5.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos.....	91
VII.5.5 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos	100
VII.5.5.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos.....	101
VII.5.5.2 - Teores em Contaminantes e Índices Biológicos	104

VII.5.5.2.1 - Relações Táxons x Metais no estrato de 0 - 2 cm.....	104
VII.5.5.2.2 - Relações Táxons x Contaminantes no estrato de 0 - 2 cm.....	106
VII.5.5.3 - Comunidades bentônicas	107

FIGURAS

Figura VII.5.1.1-1 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações – Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável – área de Referência Sul – Bacia de Santos – RS-BS.	4
Figura VII.5.1.4-1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos (0 - 10 cm) da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS....	25
Figura VII.5.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada. RS-BS.	50
Figura VII.5.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	52
Figura VII.5.4.4-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	54
Figura VII.5.4.4-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	54
Figura VII.5.4.4-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	55
Figura VII.5.4.4-4 - Diversidade média ($H' = \text{Log}_2$) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	55
Figura VII.5.4.4-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	56
Figura VII.5.4.4-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. ...	57
Figura VII.5.4.4-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para Mollusca em RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	58
Figura VII.5.4.4-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	59

Figura VII.5.4.4-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.....	60
Figura VII.5.4.4-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.	61
Figura VII.5.4.5-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	64
Figura VII.5.4.6-1 - Densidade média (ind.m ⁻²) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.	66
Figura VII.5.4.6-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	66
Figura VII.5.4.6-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.	67
Figura VII.5.4.6-4 - Diversidade média (H' = Log ₂) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.	67
Figura VII.5.4.6-5 - Dominância média (1-λ) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	68
Figura VII.5.4.6-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.	69
Figura VII.5.4.6-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Molusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	70
Figura VII.5.4.6-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	71
Figura VII.5.4.6-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	72

Figura VII.5.4.6-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	73
Figura VII.5.4.7-1 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	76
Figura VII.5.4.8-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	78
Figura VII.5.4.8-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	78
Figura VII.5.4.8-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	79
Figura VII.5.4.8-4 - Diversidade média (Log_2) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	79
Figura VII.5.4.8-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	80
Figura VII.5.4.8-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	80
Figura VII.5.4.8-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Molusca. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	81
Figura VII.5.4.8-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	82
Figura VII.5.4.8-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	83
Figura VII.5.4.8-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	84
Figura VII.5.4.9.1-1 - Número de táxons nos estratos - RS-BS.....	85
Figura VII.5.4.9.1-2 - Número total de táxons por réplica nos estratos. RS-BS. ..	86

Figura VII.5.4.9.1-3 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre réplicas e estratos. Índice de Sorensen, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato de 5 - 10 cm – em azul. RS-BS.	86
Figura - VII.5.4.9.1-4 - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RS-BS.	87
Figura VII.5.4.9.1-5 - Número de táxons de Polychaeta nos estratos por estação. RS-BS.....	88
Figura VII.5.4.9.1-6 - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RS-BS.....	88
Figura VII.5.4.9.1-7 - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RS-BS.	89
Figura VII.5.4.9.2-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) nos estratos e no total. RS-BS.	92
Figura VII.5.4.9.2-2 - Densidade total (ind.m^{-2}) nos estratos. RS-BS.....	94
Figura VII.5.4.9.2-3 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS.....	94
Figura VII.5.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Mollusca pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS..	95
Figura VII.5.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS.	96
Figura VII.5.4.9.2-6 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS.	97
Figura VII.5.4.9.2-7 - Valores de riqueza (d) nos estratos. RS-BS.....	98
Figura - VII.5.4.9.2-8 - Valores de densidade (d) nos estratos. RS-BS.....	98
Figura VII.5.4.9.2-9 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. RS-BS.....	99
Figura VII.5.4.9.2-10 - Valores de Diversidade ($H' = \log_2$) nos estratos. RS-BS..	99
Figura VII.5.4.9.2-11 - Valores de Dominância ($1-\lambda'$) nos estratos. RS-BS.....	100
Figura VII.5.5.1-1 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais (índices e grupos). Posição das variáveis no plano fatorial I-II. As variáveis abióticas foram incluídas como variáveis explicativas suplementares.....	102

Figura VII.5.5.1-2 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II. Os estratos são indicados pelos números 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm).....	103
Figura VII.5.5.2.1-1 - ACP sobre variáveis bentônicas (índices e grupos) do estrato de 0 - 2 cm com projeção das variáveis metais como variáveis suplementares explicativas no plano fatorial I-II.....	105
Figura VII.5.5.2.1-2 - ACP entre grupos e índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (contaminantes) no plano fatorial I-II.....	106
Figura VII.5.5.2.1-2 - ACP entre grupos e índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (contaminantes) no plano fatorial I-II.....	107
Figura. VII.5.5.3-1 - Análise de Correspondência Canônica (ACC), sobre os táxons bentônicos da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.	111

TABELAS

Tabela VII.5.1.1-1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	1
Tabela VII.5.1.2-1 – Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	5
Tabela VII.5.1.3.1-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 0 - 2 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	7
Tabela VII.5.1.3.1-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RS-BS.	9
Tabela VII.5.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS (estrato de 0 - 2 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, MOT as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.	10
Tabela VII.5.1.3.2-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 2 - 5 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	11
Tabela VII.5.1.3.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS.	13
Tabela VII.5.1.3.2-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS (estrato de 2 - 5 cm). MOT indica as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as	

estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.....	15
Tabela VII.5.1.3.3-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 5 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.....	16
Tabela VII.5.1.3.3-2 - - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS.	18
Tabela VII.5.1.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS (estrato de 5 - 10 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, MOT as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.....	20
Tabela VII.5.1.4-1 - Concentração média e desvio padrão dos parâmetros estatísticos granulométricos: matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P, por estrato, para sedimentos nas estações da área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS (n=20).	22
Tabela VII.5.1.4-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	23
Tabela VII.5.1.4-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.	23
Tabela VII.5.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.....	27

Tabela VII.5.2.2-1 - Valores médios de concentração ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) dos n-alcenos, HTPs (mg.kg^{-1}) e MCNR (mg.kg^{-1}) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.	30
Tabela VII.5.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito) e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores de referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004.....	36
Tabela VII.5.3 -2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RS-BS. .	40
Tabela VII.5.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Sul – Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).....	42
Tabela VII.5.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 60$) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato de 0 - 2 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS. Valores significativos ($p < 0,05$) em negrito.	45
Tabela VII.5.3.2-1 - Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS ($n=46$, correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$). 46	46
Tabela VII.5.3.2-2 - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de referência sul – Bacia de Santos comparados as concentrações médias obtidas na área de referência centro (RC-BS) e norte (RN-BS) na Bacia de Santos e valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).	48
Tabela VII.5.4.1-1 - Número total de táxons por grupo. RS-BS.....	49
Tabela VII.5.4.3-1 - Número de táxons por grupo. RS-BS - estrato de 0 - 2 cm... 50	50
Tabela VII.5.4.3-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.....	51

Tabela VII.5.4.4-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.	53
Tabela VII.5.4.5-1 - Número de táxons por grandes grupos em RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	62
Tabela VII.5.4.5-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.	63
Tabela VII.5.4.6-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.	65
Tabela VII.5.4.7-1 - Número de táxons por grandes grupos. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	74
Tabela VII.5.4.7-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.	75
Tabela VII.5.4.8-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.	77
Tabela - VII.5.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos.....	87
Tabela VII.5.4.9.1-2 - Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima = 46. RS-BS.	89
Tabela VII.5.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total.	91
Tabela VII.5.4.9.2-2 - Número total de organismos por estratos. RS-BS.	92
Tabela VII.5.4.9.2-3 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. RS-BS.....	95
Tabela VII.5.5.1-1 - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.....	100
Tabela VII.5.5.3-1 - Lista dos táxons de bentos introduzidos na análise de correspondência canônica - ACC, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.	108

Tabela VII.5.5.3-2 - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência Canônica (CCA), com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.	109
--	-----

ANEXOS

Anexo VII.5.1.1.-1	– Laudo de Granulometria - RS-BS.....
Anexo VII.5.1.2-1	– Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RS-BS.
Anexo VII.5.2.1-1	– Laudo de HPA's – RS-BS.....
Anexo VII.5.2.1.1-1	- Cromatograma HPA's – RS-BS.....
Anexo VII.5.2.2-1	– Laudo de HTP's – RS-BS.
Anexo VII.5.2.2-2	– Laudo de n-alcanos C5 a C7 – RS-BS.
Anexo VII.5.2.2-3	– Laudo de n-alcanos C8 a C40 – RS-BS.
Anexo VII.5.2.2.2-1	- Cromatograma n-alcanos – RS-BS.
Anexo VII.5.2.2-4	– Laudo de MCNR – RS-BS.
Anexo VII.5.4.1-1	– Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RS-BS.....
Anexo VII.5.4.4-1	– Densidades das espécies – RS-BS.

VII.5 – RS-BS

VII.5.1 – Sedimentologia

VII.5.1.1 - Granulometria

Na tabela VII.5.1.1-1 e no anexo VII.5.1.1-1 estão apresentados os dados de composição dos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos (RS-BS). Como observado, os sedimentos são compostos em média por 26,5% de silte (WENTWORTH 1922) com grau de seleção muito pobremente selecionado (FOLK & WARD 1957). No estrato de 0 - 10 cm, os sedimentos desta área são basicamente constituídos por uma média de 32,2% de lama (silte + argila) e 61,1% de areia.

Quanto às curvas de distribuição de frequência (curtose), com exceção da estação RS-BS_16 (perfil platicúrtico), nas demais a distribuição é mesocúrtica. A assimetria é distribuída predominantemente em muito positiva a eventualmente positiva, o que ocorre quando há tendência de valores mais finos, como é o caso dos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos.

Tabela VII.5.1.1-1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Réplicas	Classificação WenthWorth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RS-BS_1_R1	S	4,38	MPS	0,23	P	0,82	PI	50,1	47,5
RS-BS_1_R2	AMF	3,01	MPS	0,33	MP	1,09	Lp	64,3	30,9
RS-BS_1_R3	AMF	3,15	MPS	0,32	MP	0,91	Me	59,8	34,7
RS-BS_2_R1	AMF	3,38	MPS	0,22	P	1,06	Me	58,0	36,8
RS-BS_2_R2	AMF	3,31	MPS	0,31	MP	0,99	Me	59,2	35,5
RS-BS_2_R3	AMF	3,34	MPS	0,29	P	0,99	Me	60,0	35,8
RS-BS_3_R1	AMF	3,81	MPS	0,23	P	0,89	Me	53,6	42,1
RS-BS_3_R2	S	4,51	MPS	0,18	P	0,84	PI	47,3	50,0
RS-BS_3_R3	S	4,37	MPS	0,16	P	0,82	PI	47,8	49,2
RS-BS_4_R1	AF	2,92	MPS	0,24	P	0,95	Me	59,3	32,7

Continua

Continuação

Réplicas	Classificação WenthWorth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RS-BS_4_R2	AF	2,87	MPS	0,23	P	1,07	Me	62,3	30,8
RS-BS_4_R3	AMF	3,06	MPS	0,23	P	0,99	Me	57,8	34,8
RS-BS_5_R1	AMF	3,36	MPS	0,28	P	0,94	Me	56,9	37,1
RS-BS_5_R2	AF	2,50	MPS	0,35	MP	1,00	Me	66,5	27,6
RS-BS_5_R3	AMF	3,00	MPS	0,28	P	0,93	Me	60,6	33,8
RS-BS_6_R1	AMF	3,64	MPS	0,25	P	0,83	PI	53,8	41,2
RS-BS_6_R2	AF	2,72	MPS	0,30	MP	0,96	Me	61,2	30,9
RS-BS_6_R3	AMF	3,60	MPS	0,26	P	0,83	PI	55,4	38,4
RS-BS_7_R1	AF	2,42	MPS	0,32	MP	0,91	Me	63,7	27,3
RS-BS_7_R2	AMG	-0,51	PS	0,38	MP	0,80	PI	64,0	26,4
RS-BS_7_R3	AMF	3,04	MPS	0,18	P	0,82	PI	52,6	38,4
RS-BS_8_R1	AM	1,87	MPS	0,21	P	0,98	Me	68,6	23,6
RS-BS_8_R2	AF	2,34	MPS	0,26	P	1,06	Me	66,7	25,1
RS-BS_8_R3	AF	2,69	MPS	0,27	P	1,04	Me	65,1	28,4
RS-BS_9_R1	AF	2,22	MPS	0,29	P	0,97	Me	67,8	24,8
RS-BS_9_R2	AF	2,66	MPS	0,31	MP	0,97	Me	64,4	29,6
RS-BS_9_R3	AF	2,69	MPS	0,27	P	1,08	Me	65,5	28,6
RS-BS_10_R1	AF	2,58	MPS	0,25	P	0,99	Me	63,4	28,7
RS-BS_10_R2	AF	2,91	MPS	0,24	P	0,96	Me	61,4	32,2
RS-BS_10_R3	AMF	3,19	MPS	0,28	P	0,93	Me	61,6	34,7
RS-BS_11_R1	AF	2,65	MPS	0,25	P	0,93	Me	62,1	30,6
RS-BS_11_R2	AF	2,32	MPS	0,28	P	0,95	Me	65,2	26,0
RS-BS_11_R3	AF	2,84	MPS	0,23	P	0,92	Me	57,8	32,4
RS-BS_12_R1	AMF	3,46	MPS	0,31	MP	0,89	Me	60,1	37,1
RS-BS_12_R2	AF	2,59	MPS	0,33	MP	0,92	Me	63,4	29,4
RS-BS_12_R3	AF	2,70	MPS	0,21	P	1,02	Me	61,8	29,1
RS-BS_13_R1	AF	2,32	MPS	0,36	MP	0,85	PI	62,3	29,3
RS-BS_13_R2	AF	2,38	MPS	0,29	P	0,92	Me	63,2	28,6
RS-BS_13_R3	AMF	3,38	MPS	0,25	P	0,84	PI	56,8	38,2
RS-BS_14_R1	AF	2,50	MPS	0,30	MP	0,95	Me	63,2	27,9
RS-BS_14_R2	AF	2,79	MPS	0,30	MP	0,96	Me	63,1	31,2
RS-BS_14_R3	AF	2,85	MPS	0,28	P	0,94	Me	61,4	31,8
RS-BS_15_R1	AF	2,39	MPS	0,28	P	0,89	Me	62,2	28,1
RS-BS_15_R2	AMF	3,38	MPS	0,21	P	0,97	Me	55,8	38,3
RS-BS_15_R3	AF	2,33	MPS	0,26	P	0,92	Me	63,6	27,0

Continua

Continuação

Réplicas	Classificação WenthWorth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RS-BS_16_R1	AF	2,91	MPS	0,21	P	0,81	PI	59,3	33,4
RS-BS_16_R2	AMF	3,39	MPS	0,26	P	0,86	PI	56,6	38,4
RS-BS_16_R3	AF	2,73	MPS	0,2	P	0,86	PI	57,3	33,5
RS-BS_17_R1	AF	2,53	MPS	0,27	P	1,02	Me	67,7	26,7
RS-BS_17_R2	AF	2,46	MPS	0,25	P	0,96	Me	63,3	27,7
RS-BS_17_R3	AF	2,81	MPS	0,31	MP	0,95	Me	62,7	31,5
RS-BS_18_R1	AF	2,83	MPS	0,31	MP	0,92	Me	63,6	29,8
RS-BS_18_R2	AF	2,2	MPS	0,24	P	0,92	Me	65,3	25,7
RS-BS_18_R3	AF	2,67	MPS	0,25	P	0,92	Me	61,5	28,9
RS-BS_19_R1	AF	2,99	MPS	0,29	P	0,96	Me	62,2	32,9
RS-BS_19_R2	AF	2,75	MPS	0,31	MP	0,94	Me	64,1	27,7
RS-BS_19_R3	AM	1,47	MPS	0,13	P	0,86	PI	63,7	30,9
RS-BS_20_R1	AF	2,38	MPS	0,3	MP	1,04	Me	68,6	25,0
RS-BS_20_R2	AF	2,44	MPS	0,29	MP	0,99	Me	66,4	26,6
RS-BS_20_R3	AF	2,93	MPS	0,26	MP	0,89	Me	61,5	33,2

Classificação WenthWorth: S – silte; AM – areia média; AF – areia fina; AMF – areia muito fina; AMG – areia muito grossa. Grau de seleção: MPS – muito pobremente selecionado. Mediana = D_{50} (Φ). Assimetria (Folk and Ward Method): P – positiva; MP – muito positiva. Curtose (Folk and Ward Method): Me – mesocúrtica; PI – platicúrtica; Le – Leptocúrtica.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de resultados de pesos retidos nas peneiras e a sobreposição dos valores percentuais de cascalho, areia, silte e argila se encontram apresentados na figura VII.5.1.1-1.

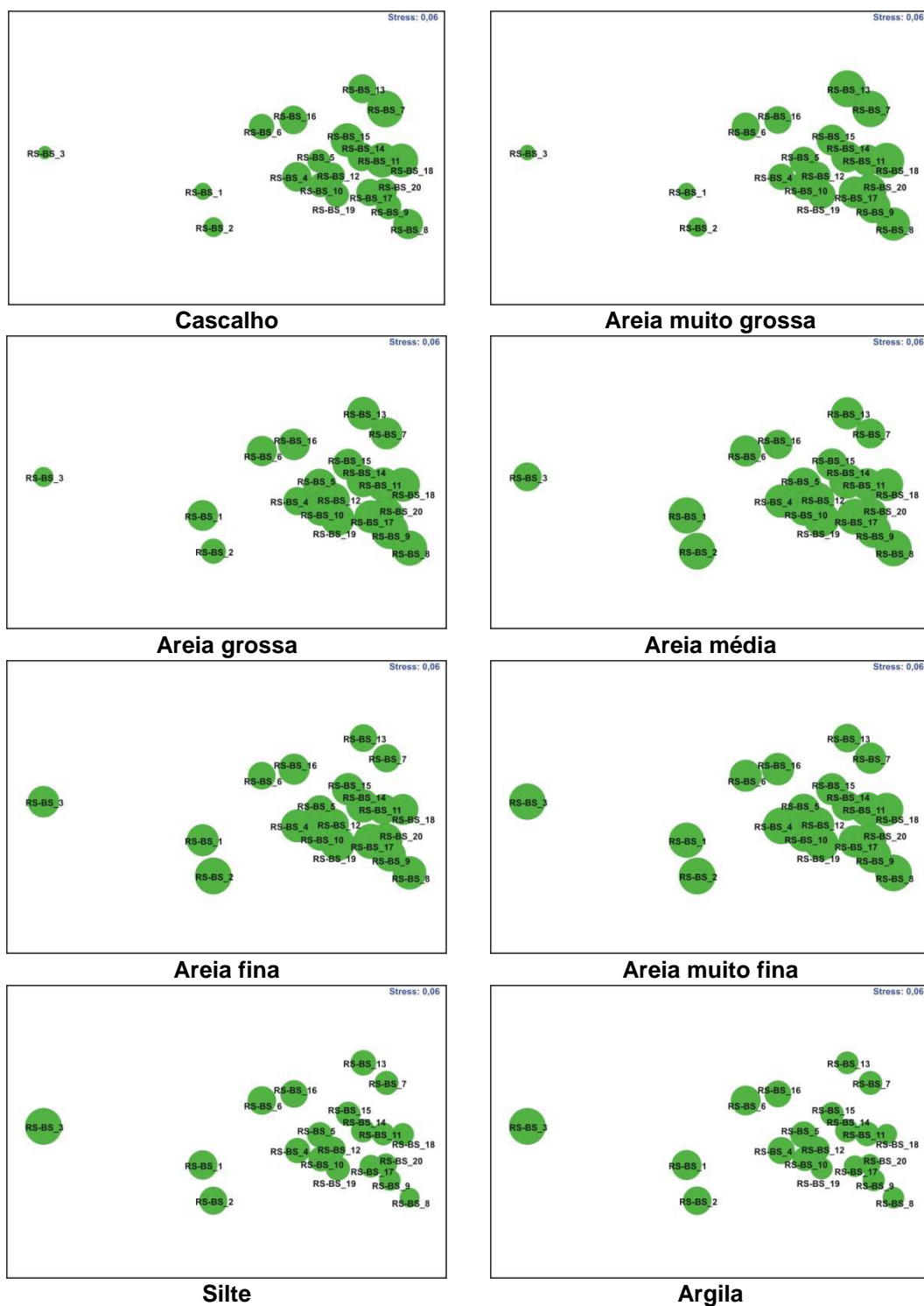


Figura VII.5.1.1-1 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações – Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável – área de Referência Sul – Bacia de Santos – RS-BS.

VII.5.1.2 – Carbonatos

Conforme apresentado na tabela VII.5.1.2-1 e anexo VII.5.1.2-1, os teores de carbonato (CO_3^{2-}) variaram entre 27,7 (RS-BS_3_R3) a 34,2% (RS-BS_20_R2).

O resultado da aplicação do teste estatístico constatou a existência de diferenças estatísticas significativas no CO_3^{2-} entre as estações (ANOVA, $p > 0,05$; $F = 5,76$; $P = 0,000002$). Essas diferenças concentram-se preferencialmente entre a estação RS-BS_3, com média de 28,4%, significativamente menor do que as demais estações, entre a estação RS-BS_1, com média de 30,8%, significativamente menor do que a média da estação RS-BS_20 (média de 33,4%) e entre a estação RS-BS_4, com média de 30,6%, significativamente menor do que as médias das estações RS-BS_11 (33,2%) e RS-BS_20 (33,4%).

Tabela VII.5.1.2-1 – Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Réplicas	CO_3^{2-} %	Réplicas	CO_3^{2-} %
RS-BS_1_R1	29,9	RS-BS_11_R1	32,7
RS-BS_1_R2	31,1	RS-BS_11_R2	33,3
RS-BS_1_R3	31,6	RS-BS_11_R3	33,6
RS-BS_2_R1	30,7	RS-BS_12_R1	31,7
RS-BS_2_R2	31,1	RS-BS_12_R2	33,0
RS-BS_2_R3	31,1	RS-BS_12_R3	32,0
RS-BS_3_R1	28,1	RS-BS_13_R1	32,4
RS-BS_3_R2	29,4	RS-BS_13_R2	31,3
RS-BS_3_R3	27,7	RS-BS_13_R3	32,6
RS-BS_4_R1	30,8	RS-BS_14_R1	33,0
RS-BS_4_R2	29,5	RS-BS_14_R2	32,6
RS-BS_4_R3	31,7	RS-BS_14_R3	32,5
RS-BS_5_R1	31,8	RS-BS_15_R1	31,6
RS-BS_5_R2	32,2	RS-BS_15_R2	32,4
RS-BS_5_R3	31,9	RS-BS_15_R3	33,6
RS-BS_6_R1	31,4	RS-BS_16_R1	31,6
RS-BS_6_R2	31,2	RS-BS_16_R2	29,7
RS-BS_6_R3	32,0	RS-BS_16_R3	33,5

Continua

Continuação

Réplicas	CO ₃ ²⁻ %	Réplicas	CO ₃ ²⁻ %
RS-BS_7_R1	32,6	RS-BS_17_R1	33,3
RS-BS_7_R2	31,9	RS-BS_17_R2	32,1
RS-BS_7_R3	32,1	RS-BS_17_R3	30,7
RS-BS_8_R1	32,2	RS-BS_18_R1	32,2
RS-BS_8_R2	33,3	RS-BS_18_R2	33,5
RS-BS_8_R3	33,1	RS-BS_18_R3	33,0
RS-BS_9_R1	31,7	RS-BS_19_R1	33,1
RS-BS_9_R2	32,7	RS-BS_19_R2	32,3
RS-BS_9_R3	33,0	RS-BS_19_R3	33,6
RS-BS_10_R1	32,3	RS-BS_20_R1	33,5
RS-BS_10_R2	32,2	RS-BS_20_R2	34,2
RS-BS_10_R3	31,2	RS-BS_20_R3	32,5

VII.5.1.3 - Constituintes Orgânicos

VII.5.1.3.1 - Estrato de 0 - 2 cm

Na tabela VII.5.1.3.1-1 e no anexo VII.5.1.2-1, a seguir, estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica no estrato de 0 - 2 cm dos sedimentos coletados RS-BS.

Os teores de carbono orgânico total (COT) variaram de 1,58% (RS-BS_10_R1) a 20,19% (RS-BS_14_R2). Neste estrato os teores de COT equivalem, em média, a 65,4% do conteúdo de matéria orgânica total (MOT), que variou de 2,74 (RS-BS_10_R1) a 6,41% (RS-BS_20_R1).

As concentrações de nitrogênio total (N total) variaram de 400 mg.kg⁻¹ (RS-BS_20_R1) a 1.156 mg.kg⁻¹ (RS-BS_3_R3), enquanto as de fósforo total (P total) variaram de 395 mg.kg⁻¹ (RS-BS_10_R1) a 1093 mg.kg⁻¹ (RS-BS_20_R1). Neste estrato, as razões molares C/N e C/P apresentam médias respectivamente de 40,40 e 96,98.

Tabela VII.5.1.3.1-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 0 - 2 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_1_R1	3,71	2,15	1049	575	23,9	96,7
RS-BS_1_R2	2,93	1,70	1059	659	18,7	66,7
RS-BS_1_R3	3,70	2,14	914	612	27,4	90,5
RS-BS_2_R1	3,37	1,95	929	562	24,5	89,7
RS-BS_2_R2	4,85	2,81	843	736	38,9	98,8
RS-BS_2_R3	4,23	2,45	988	606	29,0	104,5
RS-BS_3_R1	4,66	2,70	1067	653	29,6	107,0
RS-BS_3_R2	3,36	1,95	891	594	25,5	84,7
RS-BS_3_R3	4,98	2,89	1156	641	29,2	116,5
RS-BS_4_R1	4,02	2,33	868	755	31,3	79,7
RS-BS_4_R2	3,15	1,83	1021	609	20,9	77,6
RS-BS_4_R3	3,95	2,28	576	623	46,2	94,5
RS-BS_5_R1	3,36	1,94	648	772	35,0	65,0
RS-BS_5_R2	2,88	1,67	876	702	22,2	61,3
RS-BS_5_R3	3,77	2,18	885	634	28,7	88,8
RS-BS_6_R1	3,70	2,14	924	707	27,0	78,1
RS-BS_6_R2	5,32	3,09	936	712	38,5	112,0
RS-BS_6_R3	4,97	2,88	887	678	37,9	109,7
RS-BS_7_R1	5,70	3,31	635	673	60,8	127,0
RS-BS_7_R2	4,27	2,48	594	730	48,6	87,6
RS-BS_7_R3	6,17	3,58	557	627	74,9	147,4
RS-BS_8_R1	4,52	2,62	655	681	46,7	99,6
RS-BS_8_R2	4,33	2,51	422	731	69,4	88,7
RS-BS_8_R3	4,18	2,43	494	565	57,3	111,0
RS-BS_9_R1	4,30	2,50	566	673	51,4	95,8
RS-BS_9_R2	4,47	2,59	557	631	54,3	106,2
RS-BS_9_R3	4,29	2,49	496	515	58,5	124,8
RS-BS_10_R1	2,74	1,58	664	395	27,8	103,6
RS-BS_10_R2	4,06	2,35	481	570	56,9	106,4
RS-BS_10_R3	2,96	1,71	568	530	35,1	83,3
RS-BS_11_R1	3,31	1,91	800	530	27,9	93,1
RS-BS_11_R2	3,94	2,28	478	503	55,6	116,9
RS-BS_11_R3	2,92	1,68	733	519	26,8	83,9

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_12_R1	3,99	2,31	878	481	30,6	123,8
RS-BS_12_R2	3,82	2,21	898	487	28,7	117,2
RS-BS_12_R3	2,80	1,62	808	473	23,4	88,5
RS-BS_13_R1	2,87	1,66	861	581	22,5	73,7
RS-BS_13_R2	3,33	1,92	1080	442	20,8	112,4
RS-BS_13_R3	3,08	1,78	834	468	25,0	98,5
RS-BS_14_R1	4,54	2,63	836	521	36,7	130,5
RS-BS_14_R2	3,48	20,19	761	480	309,6	1086,8
RS-BS_14_R3	3,26	1,89	538	684	41,0	71,3
RS-BS_15_R1	3,70	2,15	552	769	45,4	72,2
RS-BS_15_R2	3,71	2,14	611	709	41,0	78,1
RS-BS_15_R3	3,81	2,20	937	560	27,4	101,5
RS-BS_16_R1	2,90	1,67	798	567	24,5	76,3
RS-BS_16_R2	4,96	2,87	758	580	44,1	127,7
RS-BS_16_R3	4,45	2,57	897	604	33,4	110,0
RS-BS_17_R1	4,03	2,33	553	584	49,1	102,9
RS-BS_17_R2	3,60	2,08	606	613	40,0	87,6
RS-BS_17_R3	4,05	2,34	602	659	45,4	91,8
RS-BS_18_R1	2,96	1,71	676	925	29,5	47,7
RS-BS_18_R2	5,60	3,24	655	780	57,6	107,2
RS-BS_18_R3	5,45	3,15	724	942	50,8	86,4
RS-BS_19_R1	4,22	2,44	435	679	65,4	92,7
RS-BS_19_R2	4,31	2,49	618	633	47,0	101,6
RS-BS_19_R3	4,71	2,72	625	419	50,8	167,8
RS-BS_20_R1	6,41	3,70	400	1093	108,0	87,5
RS-BS_20_R2	5,37	3,10	428	942	84,5	85,0
RS-BS_20_R3	4,24	2,45	845	867	33,8	73,0

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos (MOT, COT, N total e P total) entre as estações no estrato de 0 - 2 cm em RS-BS estão apresentados na tabela VII.5.1.3.1-2.

Como observado, diferenças estatísticas significativas ocorrem entre as concentrações de todos os parâmetros analisados (tabela VII.5.1.3.1-3).

Tabela VII.5.1.3.1 -2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RS-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,527	0,006740
COT	2,537	0,006532
N total	5,138	0,000007
P total	7,280	0,000000

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Com relação à MOT, ocorrem diferenças significativas entre a estação RS-BS_13 (3,09%) com as estações RS-BS_7 (5,38%) e RS-BS_20 (5,34%).

Diferenças nas concentrações de COT ocorrem entre a estação RS-BS_13 (média de 1,79%) e as estações RS-BS_7 (3,12%) e RS-BS_20 (3,09%).

Para N total as diferenças concentram-se, predominantemente, entre as réplicas das estações RS-BS_1 e RS-BS_3 cuja as médias são, respectivamente, de 1007 mg.kg⁻¹ e 1038 mg.kg⁻¹, significativamente maiores do que as das estações RS-BS_7 (595 mg.kg⁻¹), RS-BS_8 (524 mg.kg⁻¹), RS-BS_9 (540 mg.kg⁻¹), RS-BS_10 (571 mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (587 mg.kg⁻¹), RS-BS_19 (559 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (558 mg.kg⁻¹). As médias das estações RS-BS_2 (920 mg.kg⁻¹) e RS-BS_13 (925 mg.kg⁻¹) são maiores do que a estação RS-BS_8 (524 mg.kg⁻¹).

As concentrações de P total na estação RS-BS_18 (882 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que as médias nas estações RS-BS_1 (615 mg.kg⁻¹), RS-BS_2 (635 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (629 mg.kg⁻¹), RS-BS_9 (606 mg.kg⁻¹), RS-BS_10 (498 mg.kg⁻¹), RS-BS_11 (517 mg.kg⁻¹), RS-BS_12 (480 mg.kg⁻¹), RS-BS_13 (497 mg.kg⁻¹), RS-BS_14 (562 mg.kg⁻¹), RS-BS_16 (584 mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (619 mg.kg⁻¹) e RS-BS_19 (577 mg.kg⁻¹) e a média entre a estação RS-BS_20 (967 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que as médias das estações RS-BS_1 (615 mg.kg⁻¹), RS-BS_2 (635 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (629 mg.kg⁻¹), RS-BS_4 (662 mg.kg⁻¹), RS-BS_5 (703 mg.kg⁻¹), RS-BS_6 (699 mg.kg⁻¹), RS-BS_7 (677 mg.kg⁻¹), RS-BS_8 (659 mg.kg⁻¹), RS-BS_9 (606 mg.kg⁻¹), RS-BS_10 (498 mg.kg⁻¹), RS-BS_11 (517 mg.kg⁻¹), RS-BS_12 (480 mg.kg⁻¹), RS-BS_13 (497 mg.kg⁻¹), RS-BS_14 (562 mg.kg⁻¹), RS-BS_15 (mg.kg⁻¹), RS-BS_16 (mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (619 mg.kg⁻¹) e RS-BS_19 (577 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.5.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS (estrato de 0 - 2 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, MOT as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.

	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19
RS-BS_1																			
RS-BS_2																			
RS-BS_3																			
RS-BS_4																			
RS-BS_5																			
RS-BS_6																			
RS-BS_7	N		N										MOT; COT						
RS-BS_8	N	N	N																
RS-BS_9	N		N																
RS-BS_10	N		N																
RS-BS_11																			
RS-BS_12																			
RS-BS_13								N											
RS-BS_14																			
RS-BS_15																			
RS-BS_16																			
RS-BS_17	N		N																
RS-BS_18	P	P	P						P	P	P	P	P	P		P	P		P
RS-BS_19	N		N																
RS-BS_20	P; N	P	N; P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	MOT; COT; P	P	P	P	P		P

VII.5.1.3.2 - Estrato de 2 - 5 cm

Na tabela VII.5.1.3.2-1 e no anexo VII.5.1.2-1, a seguir, estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica no estrato de 2 - 5 cm dos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos. As concentrações de MOT e COT variaram, respectivamente, de 2,23 e 1,29%, na estação RS-BS_4_R3, a 8,25 e 4,79% na estação RS-BS_7_R1. A média de COT, neste estrato, equivale a 57,9% da média de MOT. As concentrações de N total variaram de 334 mg.kg⁻¹ (RS-BS_7_R1) a 1208 mg.kg⁻¹ (RS-BS_16_R1), enquanto P total teve faixa de variação de 373 mg.kg⁻¹ (RS-BS_16_R3) a 1.071 mg.kg⁻¹ (RS-BS_19_R2) e, as razões molares C/N e C/P apresentaram, respectivamente, médias de 46,7 e 100,6.

Tabela VII.5.1.3.2-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 2 - 5 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_1_R1	3,90	2,26	737	571	35,8	102,4
RS-BS_1_R2	3,22	1,87	829	669	26,3	72,1
RS-BS_1_R3	3,67	2,13	880	607	28,2	90,6
RS-BS_2_R1	5,04	2,92	822	582	41,5	129,7
RS-BS_2_R2	4,90	2,84	831	565	39,9	130,0
RS-BS_2_R3	3,48	2,02	816	658	28,8	79,2
RS-BS_3_R1	5,02	2,91	889	625	38,2	120,3
RS-BS_3_R2	3,90	2,26	808	673	32,6	86,8
RS-BS_3_R3	4,76	2,76	686	679	47,0	105,1
RS-BS_4_R1	4,85	2,81	806	680	40,7	106,9
RS-BS_4_R2	3,54	2,05	732	601	32,7	88,3
RS-BS_4_R3	2,23	1,29	613	701	24,6	47,6
RS-BS_5_R1	4,42	2,55	742	618	40,2	106,8
RS-BS_5_R2	4,72	2,73	802	630	39,6	111,8

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_5_R3	4,51	2,61	652	609	46,7	110,6
RS-BS_6_R1	3,77	2,18	735	583	34,6	96,5
RS-BS_6_R2	4,59	2,66	792	735	39,2	93,5
RS-BS_6_R3	4,72	2,74	716	830	44,6	85,2
RS-BS_7_R1	8,25	4,79	334	665	167,2	185,9
RS-BS_7_R2	4,79	2,78	541	617	59,9	116,4
RS-BS_7_R3	4,23	2,45	521	612	54,9	103,5
RS-BS_8_R1	5,03	2,92	471	605	72,3	124,6
RS-BS_8_R2	4,54	2,63	563	729	54,6	93,4
RS-BS_8_R3	6,32	3,66	446	646	95,9	146,6
RS-BS_9_R1	4,03	2,34	449	690	60,7	87,5
RS-BS_9_R2	4,12	2,39	505	652	55,3	94,8
RS-BS_9_R3	3,79	2,20	589	505	43,6	112,5
RS-BS_10_R1	2,61	1,51	552	504	31,9	77,3
RS-BS_10_R2	3,32	1,92	549	562	40,8	88,2
RS-BS_10_R3	3,14	1,82	791	418	26,8	112,2
RS-BS_11_R1	4,52	2,61	552	535	55,1	126,0
RS-BS_11_R2	3,92	2,26	552	499	47,9	117,3
RS-BS_11_R3	3,46	2,00	748	456	31,2	113,2
RS-BS_12_R1	3,49	2,02	738	548	31,9	95,2
RS-BS_12_R2	3,80	2,20	653	687	39,2	82,6
RS-BS_12_R3	2,98	1,72	628	538	32,0	82,7
RS-BS_13_R1	4,59	2,65	734	457	42,1	149,8
RS-BS_13_R2	3,66	2,13	601	554	41,3	99,1
RS-BS_13_R3	3,46	2,01	767	510	30,6	101,8
RS-BS_14_R1	4,27	2,48	643	461	45,0	138,9
RS-BS_14_R2	4,25	2,47	663	592	43,4	107,6
RS-BS_14_R3	3,50	2,03	701	635	33,8	82,5
RS-BS_15_R1	3,49	2,02	694	626	34,0	83,6
RS-BS_15_R2	3,88	2,24	607	549	43,1	105,4
RS-BS_15_R3	5,42	3,13	727	592	50,3	136,7
RS-BS_16_R1	5,02	2,90	1208	758	28,0	98,9
RS-BS_16_R2	4,04	2,33	684	775	39,8	77,7
RS-BS_16_R3	4,78	2,76	559	373	57,6	191,2

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_17_R1	3,95	2,28	451	628	59,0	93,9
RS-BS_17_R2	3,66	2,12	629	610	39,3	89,6
RS-BS_17_R3	4,48	2,59	893	807	33,9	82,9
RS-BS_18_R1	4,58	2,65	674	847	45,8	80,7
RS-BS_18_R2	3,11	1,80	407	641	51,6	72,5
RS-BS_18_R3	3,83	2,21	557	1059	46,4	54,0
RS-BS_19_R1	4,81	2,78	516	975	62,9	73,7
RS-BS_19_R2	5,71	3,30	574	1071	67,1	79,6
RS-BS_19_R3	4,01	2,32	562	908	48,1	65,9
RS-BS_20_R1	4,64	2,68	340	641	92,0	108,1
RS-BS_20_R2	4,44	2,56	485	902	61,7	73,4
RS-BS_20_R3	4,35	2,51	670	1004	43,7	64,6

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos (estrato de 2 - 5 cm) nos sedimentos de RS-BS são apresentadas na tabela VII.5.1.3.2-2. Como observado, ocorrem diferenças significativas nas concentrações de MOT, COT e P total entre as estações.

Tabela VII.5.1.3.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	1.930	0,039751
COT	1.941	0,038536
N total	2.517	0,06942
P total	2,506	0,000061

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.5.1.3.2-3 são apresentadas as estações nas quais foram observadas as diferenças significativas. No caso das concentrações de MOT e COT, observa-se que as médias entre a estação RS-BS_7 (respectivamente 5,76 e 3,34%) são significativamente maiores do que as médias da estação RS-BS_10 (respectivamente 3,02 e 1,75%). A média de P total da estação RS-BS_19 (985 mg.kg⁻¹) é significativamente superior às médias das estações RS-BS_1 (616 mg.kg⁻¹), RS-BS_2 (602 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (659 mg.kg⁻¹), RS-BS_4 (661 mg.kg⁻¹), RS-BS_5 (619 mg.kg⁻¹), RS-BS_7 (631 mg.kg⁻¹), RS-BS_8 (660 mg.kg⁻¹), RS-BS_9 (616 mg.kg⁻¹), RS-BS_10 (495 mg.kg⁻¹), RS-BS_11 (497 mg.kg⁻¹), RS-BS_12 (591 mg.kg⁻¹), RS-BS_13 (507 mg.kg⁻¹), RS-BS_14 (563 mg.kg⁻¹), RS-BS_15 (589 mg.kg⁻¹) e RS-BS_16 (635 mg.kg⁻¹), as médias entre as estações RS-BS_10, RS-BS_11 e RS-BS_13 são significativamente inferiores às médias das estações RS-BS_18 (849 mg.kg⁻¹), RS-BS_19 (985 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (849 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.5.1.3.2-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS (estrato de 2 - 5 cm). MOT indica as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.

	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19
RS-BS_1																			
RS-BS_2																			
RS-BS_3																			
RS-BS_4																			
RS-BS_5																			
RS-BS_6																			
RS-BS_7																			
RS-BS_8																			
RS-BS_9																			
RS-BS_10																			
RS-BS_11																			
RS-BS_12																			
RS-BS_13																			
RS-BS_14																			
RS-BS_15																			
RS-BS_16																			
RS-BS_17																			
RS-BS_18																			
RS-BS_19	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P	P	P	P	P	P			
RS-BS_20										P	P		P						

VII.5.1.3.3 - Estrato de 5 - 10 cm

Na tabela VII.5.1.3.3-1 e anexo VII.5.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros descritores da matéria orgânica nos sedimentos do estrato de 5 - 10 cm coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos. Considerando as réplicas das vinte estações, o conteúdo de MOT e COT variaram de 2,74 e 1,58%, respectivamente, na estação RS-BS_17_R1 a 7,52 e 4,36%, respectivamente, na estação RS-BS_7_R1. Neste estrato, o COT representa, em média, 57,9% da MOT. As concentrações de N total apresentaram faixa de variação de 367 mg.kg⁻¹ (RS-BS_6_R1) a 926 mg.kg⁻¹ (RS-BS_14_R2), enquanto P total variou de 423 mg.kg⁻¹ (RS-BS_13_R1) a 1160 mg.kg⁻¹ (RS-BS_18_R2). As razões molares C/N e C/P apresentaram médias de 58,3 e 104,3 respectivamente.

Tabela VII.5.1.3.3-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 5 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_1_R1	4,23	2,45	620	744	46,2	85,2
RS-BS_1_R2	4,58	2,66	520	540	59,7	127,2
RS-BS_1_R3	5,41	3,14	617	563	59,3	143,9
RS-BS_2_R1	4,45	2,58	690	720	43,6	92,6
RS-BS_2_R2	6,29	3,65	598	757	71,2	124,5
RS-BS_2_R3	4,81	2,79	607	710	53,7	101,6
RS-BS_3_R1	3,13	1,81	796	565	26,6	83,0
RS-BS_3_R2	5,09	2,95	518	594	66,6	128,5
RS-BS_3_R3	3,53	2,05	684	608	34,9	87,0
RS-BS_4_R1	4,79	2,78	499	526	65,0	136,5
RS-BS_4_R2	4,57	2,64	586	579	52,5	117,8
RS-BS_4_R3	3,52	2,03	524	638	45,3	82,4
RS-BS_5_R1	2,85	1,64	513	653	37,4	65,1
RS-BS_5_R2	4,40	2,54	558	770	53,1	85,2

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_5_R3	4,73	2,73	577	666	55,2	105,9
RS-BS_6_R1	4,86	2,81	367	557	89,3	130,2
RS-BS_6_R2	4,98	2,89	399	675	84,5	110,6
RS-BS_6_R3	6,51	3,78	443	884	99,5	110,4
RS-BS_7_R1	7,52	4,36	371	666	137,2	169,2
RS-BS_7_R2	5,02	2,91	384	541	88,5	139,0
RS-BS_7_R3	5,21	3,02	442	634	79,8	123,2
RS-BS_8_R1	4,02	2,33	433	598	62,8	100,7
RS-BS_8_R2	4,83	2,80	471	639	69,4	113,3
RS-BS_8_R3	4,46	2,59	370	724	81,6	92,3
RS-BS_9_R1	4,52	2,62	419	716	73,0	94,6
RS-BS_9_R2	4,79	2,78	372	753	87,2	95,4
RS-BS_9_R3	3,66	2,12	414	565	59,7	96,8
RS-BS_10_R1	3,99	2,30	518	655	51,9	90,9
RS-BS_10_R2	3,38	1,95	501	463	45,5	109,0
RS-BS_10_R3	3,46	2,00	555	454	42,0	113,7
RS-BS_11_R1	4,30	2,48	453	467	63,9	137,4
RS-BS_11_R2	4,25	2,45	556	493	51,5	128,6
RS-BS_11_R3	3,78	2,18	542	485	47,0	116,2
RS-BS_12_R1	4,43	2,56	562	552	53,2	119,9
RS-BS_12_R2	4,65	2,69	587	491	53,4	141,5
RS-BS_12_R3	4,01	2,32	546	509	49,5	117,6
RS-BS_13_R1	4,50	2,60	553	423	54,8	158,6
RS-BS_13_R2	5,48	3,18	531	435	69,8	188,7
RS-BS_13_R3	3,52	2,04	488	456	48,7	115,5
RS-BS_14_R1	3,51	2,03	452	529	52,5	99,3
RS-BS_14_R2	2,96	1,72	926	741	21,7	59,9
RS-BS_14_R3	4,44	2,58	648	619	46,4	107,5
RS-BS_15_R1	3,61	2,09	617	690	39,4	78,1
RS-BS_15_R2	3,03	1,75	460	472	44,4	95,8
RS-BS_15_R3	3,99	2,31	476	689	56,5	86,5
RS-BS_16_R1	3,61	2,09	606	603	40,2	89,4
RS-BS_16_R2	3,11	1,80	662	485	31,7	95,8
RS-BS_16_R3	3,68	2,12	575	679	43,1	80,8

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RS-BS_17_R1	2,74	1,58	494	693	37,3	59,0
RS-BS_17_R2	2,87	1,66	458	479	42,2	89,4
RS-BS_17_R3	4,23	2,44	586	702	48,6	89,9
RS-BS_18_R1	4,06	2,35	518	827	52,8	73,3
RS-BS_18_R2	4,31	2,49	370	1160	78,5	55,4
RS-BS_18_R3	4,68	2,71	471	598	67,0	116,9
RS-BS_19_R1	3,77	2,18	525	1099	48,4	51,2
RS-BS_19_R2	3,59	2,07	466	748	51,9	71,6
RS-BS_19_R3	5,56	3,21	531	1088	70,5	76,2
RS-BS_20_R1	4,91	2,84	436	656	75,9	111,8
RS-BS_20_R2	3,80	2,20	430	713	59,6	79,6
RS-BS_20_R3	4,87	2,81	443	652	74,1	111,5

Nas tabelas VII.5.1.3.3-2 e VII.5.1.3.3-3 estão apresentados os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos entre todas as réplicas das amostras (estrato de 5 - 10 cm) coletadas na área de Referência Sul - Bacia de Santos. Como observado, ocorrem diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de MOT, COT, N total e P total.

Tabela VII.5.1.3.3-2 - - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,310	0,012822
COT	2.332	0,012030
N total	3.689	0,000250
P total	3,564	0,000352

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

As diferenças observadas nas concentrações de MOT e COT concentram-se entre a estação RS-BS_7 (médias respectivamente de 5,92 e 3,43%) significativamente mais elevadas do que as médias nas estações RS-BS_15 (médias de 3,54 e 2,05%), RS-BS_16 (médias de 3,47 e 2,0%), e RS-BS_17 (médias de 3,28 e 1,89%). Com relação ao N total, as diferenças aparecem entre as estações RS-BS_3 e RS-BS_14 (com médias respectivamente de 666 mg.kg⁻¹ e 675 mg.kg⁻¹) e as estações RS-BS_6, RS-BS_7, RS-BS_8 e RS-BS_9 (médias respectivamente de 403, 399, 425 e 402 mg.kg⁻¹). A média de P total na estação RS-BS_18 (862 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que nas estações RS-BS_11 (482 mg.kg⁻¹) e RS-BS_13 (438 mg.kg⁻¹). A estação RS-BS_19 com média de 978 mg.kg⁻¹, é maior do que nas estações RS-BS_1 (616 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (589 mg.kg⁻¹), RS-BS_4 (581 mg.kg⁻¹), RS-BS_7 (614 mg.kg⁻¹), RS-BS_10 (524 mg.kg⁻¹), RS-BS_11 (482 mg.kg⁻¹), RS-BS_12 (517 mg.kg⁻¹), RS-BS_13 (438 mg.kg⁻¹), RS-BS_15 (617 mg.kg⁻¹), RS-BS_16 (589 mg.kg⁻¹) e RS-BS_17 (625 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.5.1.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS (estrato de 5 - 10 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, MOT as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total, COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total e P as estações nas quais houve diferença nos valores de fósforo total.

	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19
RS-BS_1																			
RS-BS_2																			
RS-BS_3																			
RS-BS_4																			
RS-BS_5																			
RS-BS_6			N																
RS-BS_7			N																
RS-BS_8			N																
RS-BS_9			N																
RS-BS_10																			
RS-BS_11																			
RS-BS_12																			
RS-BS_13																			
RS-BS_14						N	N	N	N										
RS-BS_15							MOT; COT												
RS-BS_16							MOT; COT												
RS-BS_17							MOT; COT												
RS-BS_18											P		P						
RS-BS_19	P		P	P			P			P	P	P	P		P	P	P		
RS-BS_20																			

VII.5.1.4 - Comparação entre Estratos

A tabela VII.5.1.4-1 apresenta os valores de média e desvio padrão para cada um dos estratos, por parâmetro (descritores da matéria orgânica, granulométricos e carbonato).

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$), considerando todas as réplicas das amostras nos três estratos coletadas em RS-BS, mostram a existência de diferenças estatísticas significativas entre os estratos, apenas para as concentrações de N total (tabela VII.5.1.4-2).

Tabela VII.5.1.4-1 - Concentração média e desvio padrão dos parâmetros estatísticos granulométricos: matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P, por estrato, para sedimentos nas estações da área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS (n=20).

			Classif	Média e	Grau de			CO ₃ ²⁻	MOT		N total	P total		
			Wentworth	desvio	seleção	Assimetria	Curtose	(%)	(%)	COT (%)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)	C/N	C/P
RS-BS	0 a 2cm	X	Areia fina	2,82	MPS	P/MP	0,94	32	4,05	2,34	740,5	637,4	40,4	99
		DP	-	0,71	-	-	0,07	1,31	0,87	0,50	194	133,9	17,2	21,1
RS-BS	2 a 5 cm	X	Areia fina	2,82	MPS	P/MP	0,94	32	4,23	2,45	656,9	651	46,7	100,6
		DP	-	0,71	-	-	0,07	1,31	0,91	0,53	153,5	147,6	21,3	27,1
RS-BS	5 a 10 cm	X	Areia fina	2,82	MPS	P/MP	0,94	32	4,30	2,49	522,2	640	58,3	104,3
		DP	-	0,71	-	-	0,07	1,31	0,91	0,53	104,7	152,4	19,4	27,4

Grau de Seleção: MPS - muito pobremente selecionado; Assimetria (Folk and Ward Method): P - positiva e MP - muito positiva.

Obs.: os valores dos parâmetros estatísticos granulométricos e de CO₃²⁻ coletados em 0 - 10 cm, foram repetidos para os 3 estratos.

Tabela VII.5.1.4-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	1,260	0,286183
COT	0,3225	0,724775
N total	30,258	0,000000
P total	0,150	0,860971

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

A média na concentração de N total no estrato de 0 - 2 cm ($740,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) é significativamente maior do que a média nos estratos de 2 - 5 cm ($656,9 \text{ mg.kg}^{-1}$) e 5 - 10 cm ($522,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) e a média no estrato de 2 - 5 cm é significativamente maior do que a média no estrato de 5 - 10 cm (tabela VII.5.1.4-3).

Tabela VII.5.1.4-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações na área de Referência Sul - Bacia de Santos – RS-BS.

Estratos	0 – 2 cm	2 – 5 cm
0 – 2 cm	-	-
2 – 5 cm	N total	-
5 – 10 cm	N total	N total

Na figura VII.5.1.4-1, observa-se que o único parâmetro que apresenta um padrão definido de comportamento é o N total com diminuição das concentrações do topo para a base dos testemunhos.

O COT bem como a MOT misturam dois padrões de comportamento, algumas estações se comportam como o N total e outras com aumento do topo para a base.

Com relação ao comportamento da razão C/N, ela tem sido usada para distinguir entre matéria orgânica sedimentar cuja origem esteja associada a plantas vasculares terrestres (altos valores, acima de 20) ou a algas marinhas (baixos valores, entre 4 e 10). Tal distinção, segundo Meyers (1993), surge a

partir da abundância de celulose, de alta resistência a degradação, nas plantas vasculares e ausência nas algas, e as taxas mais baixas dessa razão se dá pelo fato da matéria orgânica algal ser rica em proteínas, portanto com maiores concentrações de nitrogênio e de menor resistência a degradação. Segundo Saito *et al* (1989), os valores de razão C/N entre 5 e 7 indicam material de origem pelágica e valores entre 8 e 12 representam uma mistura de material oriundo de plâncton marinho e plantas terrestres. Thornton & McManus (1994) definiram razões C/N entre 9 e 19 como sendo indicadoras de condições mistas de matéria orgânica de origem terrestre e marinha. Meyers (1997) sugeriu uma razão C/N entre 4 e 10 para algas marinhas, enquanto valores maiores que 20 são típicos de plantas terrestres. Da mesma forma, Bonetti (2000) adotou valores inferiores a 6 para matéria orgânica de origem marinha e valores superiores a 20 como fonte de depósitos predominantemente terrígenos.

Assim, quando os sedimentos apresentam elevadas razões C/N, evidencia-se uma maior participação da matéria orgânica de origem continental no sistema, ao passo que baixas razões C/N significam uma dominância de matéria orgânica de origem marinha (Burone *et al*, 2003).

Da mesma forma que a razão C/N, a razão C/P pode ser utilizada na determinação da origem da matéria orgânica presente nos sedimentos (RUTTENBERG & GOÑI, 1997). Ramirez & Rose (1992) mostram que a razão C/P apresenta uma larga faixa de variação: bactérias terrestres com C/P = 43; animais com C/P = 78; plantas com C/P = 790; fungos com C/P = 188 e matéria orgânica do solo com C/P = 108. Esses autores obtiveram valores da razão C/P para sedimentos marinhos, fluviais e solos, variando de 140 a 170.

A razão C/N mostra também dois padrões de comportamento, primeiro, com diminuição ou aumento em 2 - 5 cm para voltar a aumentar/diminuir em direção ao estrato de 5 - 10 cm. Na razão C/P não há um padrão definido de comportamento o que pode ser devido a diferenças no estado de oxigenação de cada estrato.

De acordo com Lima (2000) a razão C/P pode ser indicativa do potencial de oxirredução dos sedimentos. Segundo o mesmo autor, baixos valores de razão C/P podem inferir ambiente redutor em decorrência de elevada concentração de P_2O_5 , proveniente da matéria orgânica.

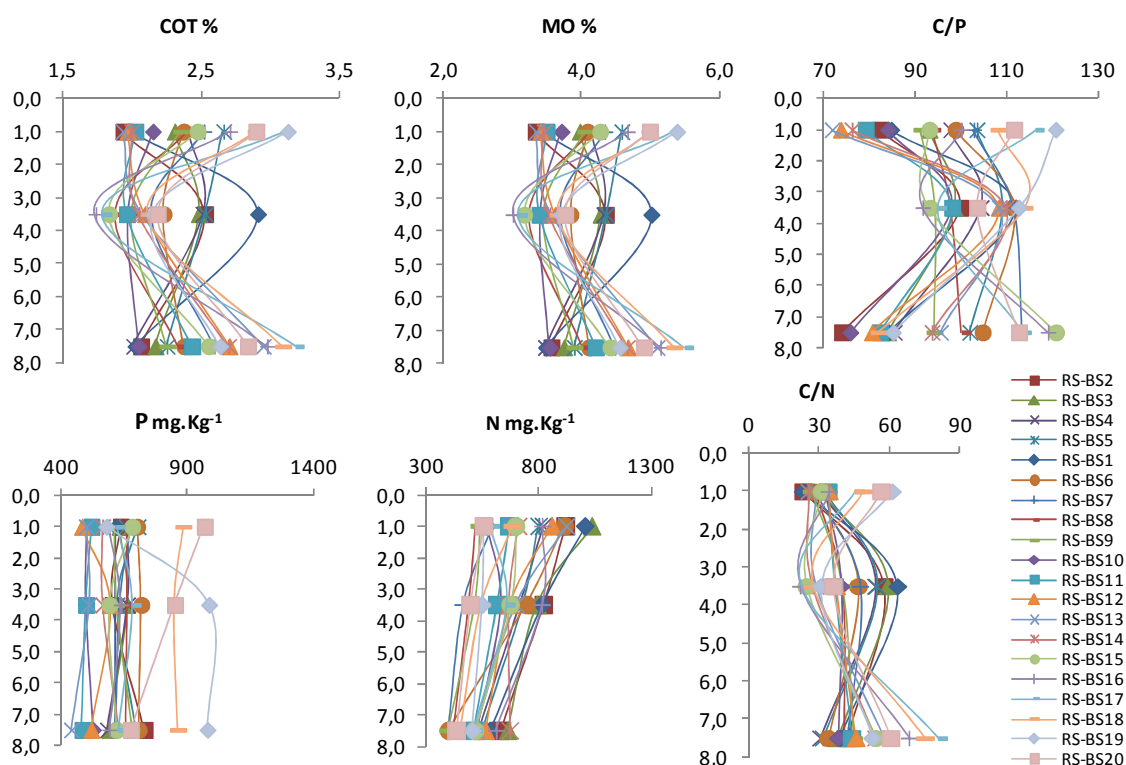


Figura VII.5.1.4-1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos (0 - 10 cm) da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.

VII.5.2 - Hidrocarbonetos

VII.5.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)

Conforme pode ser observado na tabela VII.5.2.1-1 e no anexo VII.5.2.1-1, na área de Referência Sul - Bacia de Santos, as concentrações dos 37 HPAs medidos, em sua grande maioria, são não detectadas ou apresentam valores iguais ou muito próximos ao limite de detecção do método ($0,010 \text{ mg.kg}^{-1}$).

O total de HPAs, com exceção das estações RS-BS_5 ($0,04 \text{ mg.kg}^{-1}$) e RS-BS_9 ($0,68 \text{ mg.kg}^{-1}$), em todas as outras estações os valores foram não detectados. Mesmo o valor de $0,68 \text{ mg.kg}^{-1}$ na estação RS-BS_9, é inferior ao TEL (Threshold Effect Level - $1,68 \text{ mg.kg}^{-1}$) valor este limiar em que raramente esta associado a qualquer efeito biológico sobre organismos bentônicos (NOAA, 1999; MCDONALD *et al.*, 1994).

A agência de Proteção Ambiental Canadense (Canadian Sediment Quality Guideline) considera o teor de $0,766 \text{ mg.kg}^{-1}$ (somatório de apenas 12 dos 16 HPAs) como teor orientador para sedimentos marinhos (CEQG, 2003). A NOAA (National Oceanic and Atmosphere Agency) considera o teor de $1,684 \text{ mg.kg}^{-1}$ (somatório dos 16 HPAs) como valor orientador de threshold (TEL) para biota marinha (NOAA, 1999). É importante, no entanto, mencionar que o primeiro índice representa um valor orientador para o sedimento, que geralmente deve ser usado ao se avaliar se um determinado sedimento está acima ou abaixo de um teor considerado “limite”. O segundo índice (TEL), por outro lado, considera o efeito desses compostos na biota marinha.

Portanto o somatório dos 37 HPAs medido na estação RS-BS_9 da Área de Referência Sul na Bacia de Santos é inferior ao teor orientador indicado pela Agência de Proteção Ambiental Canadense que considera a soma de apenas 12 dos 16 prioritários.

Tabela VII.5.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.

HPAs/Estações	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Naftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2-Metilnaftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
1-Metilnaftaleno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Naftalenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Naftalenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C4-Naftalenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenafteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzotiofeno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fenantreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C4-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Continua

Continuação

HPAs/Estações	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19	RS-BS 20
Pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Pirenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Pirenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Criseno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Indeno(123-cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(ghi)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Σ HPAs (mg.kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	0,04	nd	nd	nd	0,68	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

VII.5.2.2- Hidrocarbonetos Alifáticos (*n*-Alcanos, HTPs e MCNR)

A tabela VII.5.2.2-1 e nos anexos VII.5.2.2-1, VII.5.2.2-2, VII.5.2.2-3 e VII.5.2.2-4 apresenta as concentrações dos hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP), mistura complexa não resolvida (MCNR), *n*-alcanos de *n*-C₅ a *n*-C₄₀ e pristano e fitano nas amostras coletadas na área de Referência Sul na Bacia de Santos (RS-BS).

As concentrações médias dos HTPs nas amostras variaram de 5,33 mg.kg⁻¹ (RS-BS_20) a 11,0 mg.kg⁻¹ nas estações RS-BS_8 e RS-BS_10. Esses valores estão abaixo da faixa de valores encontrada para a Bacia de Santos (0,403 a 127,598 mg.kg⁻¹) (MMA/PETROBRAS/AS/PEG, 2002). Assim como os HTPs, a MCNR apresentou valores médios de concentração baixos, variando de 1,67 mg.kg⁻¹ nas estações RS-BS_16; RS-BS_17 e RS-BS_20 a 4,67 mg.kg⁻¹, na estação RS-BS_2.

Tabela VII.5.2.2-1 - Valores médios de concentração ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) dos n-alcanos, HTPs (mg.kg^{-1}) e MCNR (mg.kg^{-1}) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.

n-alcanos/ estações	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19	RS-BS 20
HTP	9,33	9,67	8,00	9,33	7,33	7,33	6,67	11,00	9,33	11,00	8,33	8,33	8,67	10,67	8,33	6,67	5,67	9,00	8,67	5,33
MCNR	4,33	4,67	3,33	3,33	2,67	3,00	2,33	3,67	2,67	4,00	3,00	2,67	3,67	4,00	3,00	1,67	1,67	3,33	3,00	1,67
n-C5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C8	nd	3,67	7,33	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C10	1,67	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C11	1,67	1,67	3,33	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	5,00	3,33	1,67	nd	nd	1,67	nd	nd	nd	nd	nd
n-C12	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,67	nd	1,67
n-C13	1,67	nd	1,67	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	3,33	3,33	1,67	nd	1,67	nd	3,33	nd	1,67	1,67	1,67
n-C14	16,67	13,67	18,67	23,67	16,67	4,00	12,33	10,33	14,00	33,67	28,33	18,67	5,67	23,33	6,67	21,67	6,00	13,67	11,67	1,67
n-C15	14,00	1nd	11,33	19,33	17,00	7,00	14,33	12,33	8,67	26,67	33,33	29,67	11,33	22,33	9,67	30,33	1nd	18,67	11,33	5,00
n-C16	12,00	13,00	13,33	15,00	9,00	8,33	8,67	1nd	13,67	19,33	21,00	22,00	12,33	16,33	9,67	16,33	10,33	15,67	15,00	5,00
n-C17	21,67	20,33	18,67	19,00	13,00	11,67	12,33	14,67	13,67	23,33	20,67	23,33	16,00	18,67	15,00	18,67	14,00	18,33	18,00	7,33
n-C18	25,33	29,67	26,67	nd	nd	3,33	nd	22,00	12,00	22,00	11,33	18,00	1,67	3,33	1,67	12,67	1nd	1nd	24,33	11,33
n-C19	nd	3,33	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3,33	nd	3,33	5,00	nd	3,33	nd	nd	1,67	1,67	1,67	nd
Pristano	1,67	nd	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3,33	7,67	11,00	5,00	3,33	nd	5,33	1,67	1,67	6,00	nd
n-C20	nd	3,33	3,33	nd	nd	3,33	3,33	nd	3,33	5,00	9,67	9,00	5,00	1,67	nd	3,33	5,33	3,33	7,67	nd
Fitano	nd	3,33	3,33	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	5,00	6,00	12,67	nd	3,33	nd	1,67	1,67	nd	5,00	nd
n-C21	7,67	9,67	7,33	5,67	5,00	6,33	5,33	7,67	1,67	7,00	5,00	7,00	5,00	9,33	5,00	5,00	5,67	9,00	6,67	5,00
n-C22	1,67	3,33	3,33	nd	nd	3,33	3,33	3,33	3,33	1,67	3,33	5,67	5,00	5,00	5,00	3,33	3,33	3,33	nd	nd

Continua

Continuação

n-alcanos/ estações	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19	RS-BS 20
n-C23	5,00	5,00	5,00	1,67	5,00	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	5,00	3,33	5,00	3,33	1,67	nd	5,33	3,33	1,67	nd
n-C24	5,00	5,00	5,00	1,67	5,00	3,33	3,33	nd	5,00	1,67	10,33	5,00	5,00	3,33	5,00	3,33	3,33	5,00	5,00	1,67
n-C25	17,00	16,00	18,33	8,33	12,33	11,00	11,33	11,00	9,33	7,33	8,67	3,33	7,00	9,33	7,33	5,00	11,00	16,00	13,00	7,00
n-C26	8,67	9,00	10,00	3,33	6,67	5,00	7,67	13,00	7,00	7,67	6,67	9,33	7,00	11,00	8,00	5,00	3,33	5,00	5,00	5,00
n-C27	41,33	8,67	41,33	17,00	23,00	21,33	25,00	26,67	17,67	28,33	23,67	13,67	28,00	24,33	20,33	17,33	16,33	24,67	15,00	34,00
n-C28	35,00	29,67	36,33	13,33	21,00	26,33	22,67	27,67	9,67	22,33	22,00	16,67	19,33	25,00	23,33	15,67	16,67	20,67	13,00	14,33
n-C29	46,33	44,33	44,67	29,00	45,33	36,67	39,67	27,00	23,67	44,00	38,00	30,00	37,67	50,33	39,67	32,67	32,33	45,33	28,00	30,67
n-C30	20,33	7,00	13,00	10,33	17,00	12,33	14,00	6,00	11,67	16,00	14,67	11,67	14,33	16,33	14,00	9,33	7,33	14,00	6,67	7,00
n-C31	126,00	122,67	111,33	68,00	120,67	65,00	99,33	112,00	69,00	114,33	105,67	92,67	89,33	107,67	91,67	91,00	63,00	94,33	62,00	59,67
n-C32	419,67	261,00	252,33	160,33	280,33	248,00	194,33	167,00	161,00	243,33	232,33	131,00	183,67	242,67	238,00	138,00	152,33	212,33	233,33	151,33
n-C33	280,67	225,33	204,33	93,00	138,67	129,67	113,67	93,00	94,33	150,33	112,67	104,33	97,33	122,33	413,67	90,00	90,67	126,00	125,33	87,33
n-C34	15,67	14,67	16,00	8,33	12,67	15,67	14,67	47,33	31,00	57,67	8,00	10,00	19,00	5,00	7,67	7,00	20,67	35,67	30,67	21,00
n-C35	120,00	108,00	99,67	74,00	79,67	74,67	63,00	66,67	37,33	100,33	76,00	35,33	49,33	54,33	44,33	nd	57,33	82,33	64,33	75,67
n-C36	38,33	31,00	27,67	15,00	23,33	6,67	10,67	12,00	38,00	24,33	18,00	20,67	22,67	18,33	3,33	15,67	21,67	nd	32,33	15,33
n-C37	28,67	34,33	29,33	3,33	9,67	nd	10,33	9,67	5,67	7,67	21,00	3,33	17,67	10,33	3,33	1,67	17,33	nd	3,33	9,00
n-C38	5,33	5,00	3,33	3,33	3,33	1,67	3,33	nd	1,67	3,33	3,33	3,33	5,33	5,00	1,67	1,67	1,67	3,33	5,00	1,67
n-C39	3,33	3,33	3,33	1,67	3,33	1,67	1,67	nd	nd	nd	3,33	nd	3,33	5,00	1,67	1,67	1,67	3,33	3,33	nd
n-C40	5,00	1,67	3,33	1,67	3,33	nd	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Totais	1347	1031	1021	569	845	706	679	691	582	935	801	603	665	784	971	506	578	763	734	558
Σ pares	610	419	421	234	382	337	288	308	297	424	361	262	300	353	317	231	256	330	378	235
Σ ímpares	737	612	600	335	463	369	392	383	285	510	441	341	364	431	654	275	322	433	356	323
Ímpar/par	1,21	1,46	1,42	1,43	1,21	1,09	1,36	1,24	0,96	1,20	1,22	1,30	1,21	1,22	2,06	1,19	1,26	1,31	0,94	1,37
Pristano/Fitano	-	-	0,50	-	-	-	-	-	-	0,67	1,28	0,87	-	1,00	-	3,20	1,00	-	1,20	-
IPC	1,55	1,97	1,94	1,67	1,52	1,30	1,74	1,66	1,52	1,58	1,52	2,07	1,63	1,57	2,96	2,04	1,65	1,66	1,31	1,71

O somatório da média entre réplicas dos *n*-alcanos por amostra variou de 558 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (RS-BS_20) a 1347 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (RS-BS_1). Em relação aos *n*-alcanos individuais, pode-se observar que eles se distribuem nos intervalos de *n*-C₁₄ a *n*-C₁₈ e, predominantemente, de *n*-C₂₅ a *n*-C₃₇. Nota-se, também, uma maior razão ímpar/par entre os compostos pesados comparativamente aos mais leves (< 22).

Se organismos terrestres e marinhos sintetizam predominantemente *n*-alcanos de cadeias ímpares e os hidrocarbonetos oriundos de petróleo não apresentam preferência entre *n*-alcanos de cadeias ímpares ou pares (VOLKMAN *et al.*, 1992), valores de IPC (índice de preferência de carbono), que considera a razão ímpar/par próximos a 1 sugerem presença de hidrocarbonetos de origem petrogênica, enquanto valores superiores a 1 indicam presença de hidrocarbonetos biogênicos (COIMBRA, 2006). Neste sentido, o conhecimento das razões ímpar/par, aliado ao fato de que organismos marinhos produzem *n*-alcanos de cadeias ímpares curtas de baixo peso molecular, *n*-C₁₅ a *n*-C₂₁, enquanto plantas superiores exibem *n*-alcanos de cadeias ímpares longas de alto peso molecular, *n*-C₂₃ a *n*-C₃₃, conforme já mencionado, pode ser uma importante ferramenta na identificação da origem desses compostos nos sedimentos.

Pristano (C₁₉) e fitano (C₂₀) são constituintes comuns de sedimentos jovens (Meyers, 2003). Por frequentemente estarem presentes no petróleo são bons indicadores de contaminação por óleo (VOLKMAN *et al.*, 1992). Entretanto também existem fontes naturais destes compostos, fazendo com que seu uso como indicador de contaminação por petróleo deva ser acompanhado por outros indicadores.

Existem duas fontes naturais principais de pristano (Meyers, 2003): pré-processamento do fitol da clorofila *a* por herbívoros planctônicos (TISSOT & WELT, 1984) e erosão de rochas sedimentares que contem pristano retido durante o processo de diagênese. Bactérias metanogênicas constituem importante fonte de fitano para o ambiente (RISATTI *et al.*, 1984) e, desta forma, o fitano pode ser considerado um registro da metanogênese no fundo de

ambientes lacustres (Meyers, 2003). Segundo Mendes (2007) a simples presença do fitano pode indicar presença de óleo.

A razão pristano/fitano, onde foi possível calcular (todos os dados acima do limite de detecção), variou de 0,50 na estação RS-BS_3 a 3,20 na estação RS-BS_16.

Como esses compostos não fazem parte da maior parte da biota terrestre podem ser usados como indicadores das condições de oxi-redução durante o processo de sedimentação da matéria orgânica (MELLO *et al.*, 1988). Isto significa dizer que o pristano se forma sob condições oxidantes e o fitano sob condições redutoras. Portanto a razão pristano/fitano pode se indicadora de condições paleoambientais de deposição da matéria orgânica (MELLO *et al.*, 1988).

VII.5.3 - Metais

Na tabela VII.5.3-1 e anexo VII.5.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos metais analisadas (estrato de 0 - 2 cm) nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos. Os sedimentos marinhos desta área apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração para os teores médios de metais totais:

$$\text{Al} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Ba} > \text{V} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Hg}$$

As maior concentração de alumínio (Al), de 43.395 mg.kg⁻¹, foi observada na RS-BS_1_R2, enquanto a menor, 23.421 mg.kg⁻¹, na RS-BS_19_R1. Ferro (Fe) apresentou maior valor de concentração, de 26.548 mg.kg⁻¹, na RS-BS_3_R1, enquanto a menor foi de 16.541 mg.kg⁻¹ na RS-BS_14_R3. Manganês (Mn) mostrou maior concentração (1.638 mg.kg⁻¹) na RS-BS_1_R2 enquanto a menor de 447,9 mg.kg⁻¹, na estação RS-BS_20_R1. Bário (Ba) tem sua maior concentração na estação RS-BS_3_R1 (142 mg.kg⁻¹) e menor na RS-BS_19_R1 (76 mg.kg⁻¹). Vanádio (V) mostra maior concentração (66 mg.kg⁻¹) na estação RS-BS_3_R1, enquanto o menor valor (38 mg.kg⁻¹) na estação RS-BS_8_R2. Zinco

(Zn) apresentou maior valor de concentração ($204,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) na RS-BS_17_R2 enquanto seu menor valor ($26,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) ocorreu nas estações RS-BS_8_R2 e RS-BS_20_R1. Para Cromo (Cr) a maior concentração ($50,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) foi observada na estação RS-BS_3_R1 e menor ($32,4 \text{ mg.kg}^{-1}$), na RS-BS_8_R2. Níquel (Ni) teve seu maior valor de concentração ($23,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) na RS-BS_3_R1, enquanto seu menor valor ($12,6 \text{ mg.kg}^{-1}$) foi observado na estação RS-BS_20_R1. Cobre (Cu) mostrou maior concentração ($11,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) na estação RS-BS_3_R1 e menor ($4,4 \text{ mg.kg}^{-1}$), na estação RS-BS_20_R1. A maior concentração de Chumbo (Pb) foi observada na estação RS-BS_15_R3 ($12,2 \text{ mg.kg}^{-1}$), enquanto a menor ($6,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) ocorreu na estação RS-BS_12_R2. O maior valor de concentração de cádmio (Cd) ocorreu na estação RS-BS_12_R2 ($0,70 \text{ mg.kg}^{-1}$) e a menor, em várias estações ($0,30 \text{ mg.kg}^{-1}$). Mercúrio (Hg) mostrou maior valor de concentração ($0,100 \text{ mg.kg}^{-1}$) na estação RS-BS_2_R2 e menor valor nd (não detectado) em várias estações. Entre os metais analisados, seis deles (Fe, Ba, V, Cr, Ni e Cu) apresentaram seus maiores valores de concentração na estação RS-BS_3_R1, enquanto cinco deles (Mn, Zn, Ni, Cu e Cd) apresentaram menores concentrações na estação RS-BS_20_R1.

Entre os metais analisados, Al, Fe, Mn, Ba e V não possuem valores de referência TEL e PEL, nem nos níveis de referência da Resolução CONAMA 344/2004. Por outro lado, as médias de concentração de Ni são ligeiramente mais elevadas que o valor limiar de referência de TEL, estando, no entanto, os valores individuais de todas as réplicas abaixo do nível de referência PEL (tabela VII.5.3-1)

Deve-se ressaltar que as concentrações medidas nos sedimentos de Mexilhão na Bacia de Santos referem-se à concentração total, sem avaliação da fração do metal capaz de produzir resposta tóxica. A fração dos metais nos sedimentos considerada biodisponível é aquela que se encontra na fase dissolvida, ou seja, na água intersticial. Assim, sedimentos ricos em sólidos que retêm os metais de interesse sob formas pouco solúveis, não devem produzir respostas toxicológicas ou reações brandas (DI TORO *et al.*, 1992).

A distribuição dos metais entre sedimento e água intersticial é controlada, basicamente, pela presença de partículas finas, pela quantidade e qualidade da matéria orgânica e pela produção de sulfetos. A degradação microbiana aliada à grande quantidade de matéria orgânica no sedimento geralmente remove todo o oxigênio molecular abaixo da camada superficial, criando condições ideais para a redução do sulfato a sulfeto (HARBISON, 1986).

Segundo Di Toro *et al.* (1992), a razão molar MSE/SVA (MSE representa a soma das concentrações dos metais extraídos simultaneamente aos sulfetos volatilizáveis por acidificação) pode auxiliar na avaliação da biodisponibilidade destes metais no sedimento. Para valores desta razão inferiores a 1, o sedimento não apresenta toxicidade aguda. Estudos mostram que a mortalidade de espécies aumenta com a razão molar na faixa entre 1,5 e 2,5 (CASAS & CRESELIUS, 1994).

Tabela VII.5.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito) e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores de referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004.

Réplicas	Al %	Fe %	Mn mg.kg ⁻¹	Ba mg.kg ⁻¹	V mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Cd mg.kg ⁻¹	Hg mg.kg ⁻¹
RS-BS_1_R1	36.649	23.680	1.399,2	130	58,0	41,6	44,2	19,2	9,3	9,6	0,40	0,02
RS-BS_1_R2	43.395	25.401	1.638	130	60,0	44	46,6	20,5	9,8	11	0,50	0,03
RS-BS_1_R3	31.787	23.280	1.504,8	119	59,0	40,6	45,8	20,3	8,9	11,3	0,40	0,06
RS-BS_2_R1	32.114	21.476	1.231,9	112	52,0	36,3	41,3	17,9	7,9	9,5	0,40	0,04
RS-BS_2_R2	25.337	18.683	1.235,7	105	49,0	34,3	38,5	17,4	7,5	9,2	0,40	0,1
RS-BS_2_R3	32.597	22.045	1.369,5	117	55,0	38,4	43	19	8,4	10,9	0,40	nd
RS-BS_3_R1	42.931	26.548	1.627,4	142	66,0	48,6	50,2	23,4	11,2	12	0,50	0,05
RS-BS_3_R2	29.687	21.839	1.165,7	113	55,0	37	42,8	19,1	7,9	10,1	0,40	nd
RS-BS_3_R3	35.553	26.147	1.583,3	126	58,0	41	45,6	20,3	10,2	11,3	0,50	nd
RS-BS_4_R1	32.327	22.621	1.568,2	114	55,0	37,9	43,7	19,9	8,3	10,5	0,40	0,02
RS-BS_4_R2	36.228	23.270	1.565,4	121	56,0	40,5	43,5	20,6	9	11,2	0,50	0,04
RS-BS_4_R3	25.017	19.455	977,8	100	49,0	32,3	39,6	17,5	7,1	8,8	0,40	0,05
RS-BS_5_R1	27.617	21.906	1.458,2	107	53,0	35,5	42,2	19,3	7,4	10,3	0,40	0,05
RS-BS_5_R2	33.735	23.263	1.498	115	56,0	38	44,2	20,4	8	9,4	0,40	0,03
RS-BS_5_R3	30.916	22.575	1.526,6	112	55,0	38,4	43,5	19,6	8,1	9,7	0,40	nd
RS-BS_6_R1	39.841	24.929	1.441,9	116	57,0	39	45,9	20,1	8,3	9,5	0,50	nd
RS-BS_6_R2	30.147	23.623	1.512,4	110	57,0	38,8	45,2	20,2	8,2	10,3	0,40	0,06

Continua

Continuação

Réplicas	Al %	Fe %	Mn mg.kg ⁻¹	Ba mg.kg ⁻¹	V mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Cd mg.kg ⁻¹	Hg mg.kg ⁻¹
RS-BS_6_R3	29.465	23.179	1.530,8	109	56,0	37,3	44,3	19,8	7,9	10	0,40	nd
RS-BS_7_R1	32.042	22.606	1.353,7	110	54,0	36,7	42,7	19,3	7,9	10,2	0,50	nd
RS-BS_7_R2	28.388	22.697	1.367,6	109	54,0	38,6	42,7	19,4	8,1	9,5	0,50	0,02
RS-BS_7_R3	36.424	24.011	1.602,4	117	56,0	38,6	45,1	19,9	8,2	10,1	0,50	0,03
RS-BS_8_R1	31.443	21.372	1.530	113	51,0	37	40,8	18,4	7,9	10,2	0,40	nd
RS-BS_8_R2	23.557	16.629	1.472,5	87	38,0	26,5	32,4	13,8	5,4	6,8	0,40	0,03
RS-BS_8_R3	27.288	18.954	1.093	93	44,0	29,7	36,1	16	6,2	7,9	0,40	nd
RS-BS_9_R1	27.389	20.992	1.097,4	102	51,0	33,4	40,2	17,3	7	10,4	0,40	0,04
RS-BS_9_R2	31.897	21.461	1.279,2	110	52,0	35,3	41	18	7,8	9,4	0,40	0,02
RS-BS_9_R3	28.470	20.854	1.340	107	52,0	34,9	40,5	18,4	7,4	10,8	0,40	nd
RS-BS_10_R1	31.480	21.980	1.621,9	112	52,0	35,8	41,1	18,7	7,8	10	0,40	nd
RS-BS_10_R2	26.265	19.596	1.284,1	97	49,0	32,5	38,9	17,6	6,9	8,8	0,40	0,02
RS-BS_10_R3	31.428	21.147	1.046,2	101	49,0	40,3	40,3	17,1	7,2	9,5	0,30	nd
RS-BS_11_R1	37.745	23.500	1.242,9	117	54,0	41,1	41,5	17,9	8,1	9,1	0,30	0,03
RS-BS_11_R2	34.701	22.484	1.106,2	117	50,0	37,2	39,5	16,7	7,2	8,4	0,30	0,05
RS-BS_11_R3	36.971	22.963	1.342,1	113	54,0	41	42,3	18,6	8	10,2	0,40	0,02
RS-BS_12_R1	39.305	23.855	1.450,9	117	54,0	39,9	40,8	18,3	8,1	10,9	0,40	0,03
RS-BS_12_R2	35.405	22.730	788,6	121	45,0	46,1	46,9	14,7	7,1	6,7	0,70	nd
RS-BS_12_R3	39.357	23.222	1.281,5	120	54,0	42,3	41,7	18,3	8,2	10,1	0,40	nd

Continua

Continuação

Réplicas	Al %	Fe %	Mn mg.kg ⁻¹	Ba mg.kg ⁻¹	V mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Cd mg.kg ⁻¹	Hg mg.kg ⁻¹
RS-BS_13_R1	39.586	24.389	1.430,4	118	57,0	44,7	45,9	20,1	8,7	10	0,30	0,03
RS-BS_13_R2	41.535	24.185	1.303,6	120	56,0	42,3	42,4	19,3	8,7	11,2	0,30	0,05
RS-BS_13_R3	36.118	23.854	1.369,8	111	56,0	40,7	43,7	18,9	7,7	9,9	0,30	nd
RS-BS_14_R1	28.608	20.106	891,9	87	45,0	32,1	37,4	14,5	5,7	8,4	0,30	nd
RS-BS_14_R2	33.755	22.058	1.128,3	103	51,0	38,1	40,6	17	6,9	9,2	0,40	0,02
RS-BS_14_R3	24.403	16.541	1.112,4	107	51,0	38,3	39,4	17,6	7,3	10,2	0,40	nd
RS-BS_15_R1	33.882	22.887	993,1	103	51,0	37,7	41,3	17,3	7,1	10,8	0,40	0,04
RS-BS_15_R2	34.842	22.711	1.040,5	101	49,0	36,9	39,3	16,8	6,9	8,7	0,30	0,02
RS-BS_15_R3	39.662	23.983	1.234,5	118	54,0	42,3	43,2	18	8,4	12,2	0,30	nd
RS-BS_16_R1	37.022	23.154	1.259,1	109	53,0	40,7	42,2	17,7	8	10,5	0,30	nd
RS-BS_16_R2	36.083	22.715	1.022	107	52,0	40,8	42,4	17,5	7,9	10,2	0,30	nd
RS-BS_16_R3	42.761	25.648	1.438,6	121	57,0	45,4	45,1	19,9	9,2	11,3	0,30	nd
RS-BS_17_R1	25.060	17.364	450,1	78	40,0	27,4	35,2	12,7	4,6	7,6	0,30	0,07
RS-BS_17_R2	31.929	20.765	937,8	97	48,0	204,1	38,9	15,9	6,9	8,9	0,30	nd
RS-BS_17_R3	33.074	21.656	883,9	103	49,0	36	40,8	15,4	6,9	9,2	0,40	nd
RS-BS_18_R1	33.367	21.889	1.020,2	106	50,0	37,9	40,8	17,3	7,4	8,5	0,30	0,05
RS-BS_18_R2	33.643	21.982	1.108,7	106	50,0	36,8	41,2	16,7	7,1	8,9	0,30	nd
RS-BS_18_R3	37.376	24.096	1.259	113	55,0	41,7	44	18,9	8,2	10	0,30	nd
RS-BS_19_R1	23.421	18.321	547,2	76	42,0	27,8	37	13,2	4,9	7,7	0,30	nd

Continua

Continuação

Réplicas	Al %	Fe %	Mn mg.kg ⁻¹	Ba mg.kg ⁻¹	V mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Cd mg.kg ⁻¹	Hg mg.Kg ⁻¹
RS-BS_19_R2	30.090	20.483	924,2	95	47,0	33	38	15,3	6,1	9,3	0,30	nd
RS-BS_19_R3	31.753	21.421	988	98	48,0	35,5	39,6	16,4	6,7	9,8	0,30	0,03
RS-BS_20_R1	24.440	18.447	447,9	77	41,0	26,5	36,2	12,6	4,4	7,2	0,30	nd
RS-BS_20_R2	26.497	19.363	620,9	85	43,0	28,4	37,4	13,9	5,2	7,9	0,30	0,03
RS-BS_20_R3	37.190	23.284	1.298,5	112	52,0	39	40,8	17,3	7,8	9,4	0,30	0,02
Média	32.849,9	22.104,6	1.230,8	108,5	51,9	40,3	41,6	17,8	7,61	9,68	0,38	0,04
Desvio Padrão	5.158,2	2.184,8	290,9	12,8	5,2	22,0	3,2	2,2	1,25	1,20	0,08	0,02
TEL	-	-	-	-	-	124	52	16	19	30	0,7	0,100
PEL	-	-	-	-	-	271	160	43	108	112	4,2	0,700
CONAMA 344/2004 Nível 1	-	-	-	-	-	150	81	30,9	34	46,7	1,2	0,150
CONAMA 344/2004 Nível 2	-	-	-	-	-	410	370	51,6	270	218	9,6	0,710

Apesar dos relativamente baixos valores de desvios padrão, o teste estatístico (ANOVA, $p < 0,05$, $n = 46$) foi aplicado ao conjunto de dados para a verificação da existência de diferenças estatísticas nos teores totais de metais entre as estações em RS-BS. Entre os metais estudados, Fe, Mn, Ba, V, Cr, Cu e Cd foram os únicos que apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as estações em RS-BS (tabela VII.5.3-2).

Tabela VII.5.3 -2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RS-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
Al	2,408	0,09571
Fe	3,61	0,000309
Mn	3,494	0,000425
Ba	3,967	0,000120
V	4,79	0,000015
Zn	0,8588	0,630116
Cr	4,73	0,000018
Ni	1,3418	0,212368
Cu	4,220	0,000062
Pb	1,776	0,062587
Cd	4,491	0,000032
Hg	0,71107	0,785823

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

De um modo geral o que pode ser observado é que, para Fe, as diferenças significativas concentram-se entre estação RS-BS_8, com média $18.985 \text{ mg.kg}^{-1}$, significativamente inferior à média das estações RS-BS_1 ($24.120 \text{ mg.kg}^{-1}$), RS-BS_3 ($24.845 \text{ mg.kg}^{-1}$) e RS-BS_13 ($24.143 \text{ mg.kg}^{-1}$). A estação RS-BS_14 (média de $19.568 \text{ mg.kg}^{-1}$) é significativamente menor do que a média da estação RS-BS_3 ($24.845 \text{ mg.kg}^{-1}$).

O Mn mostra diferenças significativas entre as estações RS-BS_1 (média de 1.514 mg.kg^{-1}), RS-BS_5 (média de 1.494 mg.kg^{-1}) e RS-BS_6 (média de 1.495 mg.kg^{-1}) e as estações RS-BS_17 (média de $757,3 \text{ mg.kg}^{-1}$), RS-BS_19 (média de 820 mg.kg^{-1}) e RS-BS_20 (média de 789 mg.kg^{-1}).

A estação RS-BS_17 (média de 757,3 mg.kg⁻¹) significativamente menor do que as médias das estações RS-BS_3 (1.459 mg.kg⁻¹) e RS-BS_7 (média de 1.441 mg.kg⁻¹).

A concentração média de Ba nas estações RS-BS_1 e RS-BS_3 (126,3 e 127 mg.kg⁻¹) são significativamente maiores do que as médias das estações RS-BS_8, RS-BS_17, RS-BS_19 e RS-BS_20 (respectivamente médias de 97,7, 92,7, 89,7 e 91,3 mg.kg⁻¹), a média na estação RS-BS_12 (119,3 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que a média na estação RS-BS_19 (89,7 mg.kg⁻¹).

As diferenças nas concentrações de V ocorrem entre as estações RS-BS_1 (59 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (59,7 mg.kg⁻¹), e RS-BS_6 (56,7 mg.kg⁻¹) com médias significativamente maiores do que nas estações RS-BS_8 (44,3 mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (45,7 mg.kg⁻¹), RS-BS_19 (45,7 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (45,3 mg.kg⁻¹). Além dessas, a concentrações de V na estação RS-BS_13 (56,3 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das concentrações nas estações RS-BS_8 (44,3 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (45,3 mg.kg⁻¹).

Para Cr ocorrem diferenças significativas entre as estações RS-BS_1 (45,5 mg.kg⁻¹), RS-BS_3 (46,2 mg.kg⁻¹), RS-BS_6 (45,1 mg.kg⁻¹) e as estações RS-BS_8 (36,4 mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (38,3 mg.kg⁻¹), RS-BS_19 (38,2 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (38,1 mg.kg⁻¹). A estação RS-BS_8 (36,4 mg.kg⁻¹) é diferente significativamente das estações RS-BS_5 (43,3 mg.kg⁻¹), RS-BS_7 (43,5 mg.kg⁻¹) RS-BS_12 (43,1 mg.kg⁻¹), RS-BS_13 (44 mg.kg⁻¹) e RS-BS_16 (43,2 mg.kg⁻¹). A estação RS-BS_3 (46,2 mg.kg⁻¹) tem média maior do que a RS-BS_14 (39,1 mg.kg⁻¹).

Para Cu as diferenças são quase que exclusivamente entre as estações RS-BS_1 (9,33 mg.kg⁻¹), e RS-BS_3 (9,77 mg.kg⁻¹) e as estações RS-BS_8 (6,50 mg.kg⁻¹), RS-BS_17 (6,13 mg.kg⁻¹), RS-BS_19 (5,90 mg.kg⁻¹) e RS-BS_20 (5,80 mg.kg⁻¹), além dessas a média na estação RS-BS_3 (9,77 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que na estação RS-BS_14 (6,63 mg.kg⁻¹).

Cd mostra diferenças entre as estações RS-BS_7 (média de 0,50 mg.kg⁻¹) e RS-BS_12 (média de 0,50 mg.kg⁻¹) médias significativamente maiores do que as das estações RS-BS_13, RS-BS_16, RS-BS_18, RS-BS_19 e RS-BS_20 (média de 0,30 mg.kg⁻¹ cada).

Tabela VII.5.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Sul – Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).

	RS-BS 1	RS-BS 2	RS-BS 3	RS-BS 4	RS-BS 5	RS-BS 6	RS-BS 7	RS-BS 8	RS-BS 9	RS-BS 10	RS-BS 11	RS-BS 12	RS-BS 13	RS-BS 14	RS-BS 15	RS-BS 16	RS-BS 17	RS-BS 18	RS-BS 19
RS-BS_1																			
RS-BS_2																			
RS-BS_3																			
RS-BS_4																			
RS-BS_5																			
RS-BS_6																			
RS-BS_7																			
RS-BS_8	Fe, Ba, V, Cr, Cu		Fe, Ba, V, Cr, Cu		Cr	V, Cr	Cr					Cr	Cr, V			Cr			
RS-BS_9																			
RS-BS_10																			
RS-BS_11																			
RS-BS_12																			
RS-BS_13								Cd	Fe			Cd							
RS-BS_14			Fe, Cr, Cu																
RS-BS_15																			
RS-BS_16								Cd				Cd							
RS-BS_17	Mn, Ba, V, Cr, Cu		Mn, Ba, V, Cr, Cu		Mn	Mn, V, Cr	Mn												

Continua

Continuação

	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS	RS-BS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
RS-BS_18							Cd					Cd							
RS-BS_19	Mn, Ba, V, Cr, Cu		Ba, V, Cr, Cu		Mn	Mn, V, Cr	Cd					Ba, Cd							
RS-BS_20	Mn, Ba, V, Cr, Cu		Ba, V, Cr, Cu		Mn	Mn, V, Cr	Cd					Cd	V						

VII.5.3.1 - Metais e Sedimentologia

A tabela VII.5.3.1-1 apresenta a matriz de correlação entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e dos metais totais em sedimentos da área de Referência Sul - Bacia de Santos.

O AI mostra associação positiva e significativa com Fe, Mn, Ba, V, Zn, Cr, Ni, Cu e Pb e correlação significativa e negativa com COT, MOT e P total. Por outro lado, o COT (indicador de produtividade biológica) e a MOT mostram correlação significativa e positiva com o P total.

Tabela VII.5.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 60$) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato de 0 - 2 cm) na área de Referência Sul – Bacia de Santos - RS-BS. Valores significativos ($p < 0,05$) em negrito.

	Al	Fe	Mn	Ba	V	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd	Hg	CO ₃ ²⁻	MOT	COT	P total	N total
Al	1,00																
Fe	0,88	1,00															
Mn	0,36	0,60	1,00														
Ba	0,76	0,83	0,66	1,00													
V	0,63	0,85	0,79	0,83	1,00												
Zn	0,82	0,81	0,39	0,77	0,67	1,00											
Cr	0,65	0,85	0,66	0,83	0,89	0,73	1,00										
Ni	0,46	0,73	0,87	0,76	0,95	0,54	0,84	1,00									
Cu	0,68	0,83	0,76	0,90	0,93	0,75	0,85	0,89	1,00								
Pb	0,46	0,60	0,62	0,62	0,74	0,52	0,61	0,73	0,75	1,00							
Cd	0,01	0,19	0,54	0,39	0,38	0,08	0,43	0,51	0,37	0,30	1,00						
Hg	-0,01	0,06	0,11	0,07	0,09	-0,08	-0,01	0,12	0,08	0,03	0,10	1,00					
CO ₃ ²⁻	-0,18	-0,30	-0,38	-0,36	-0,49	-0,29	-0,42	-0,51	-0,50	-0,46	-0,46	-0,17	1,00				
MOT	-0,29	-0,17	-0,10	-0,27	-0,20	-0,35	-0,15	-0,17	-0,20	-0,11	0,01	-0,10	0,19	1,00			
COT	-0,30	-0,17	-0,09	-0,26	-0,19	-0,35	-0,14	-0,16	-0,18	-0,10	0,02	-0,10	0,18	1,00	1,00		
P total	-0,27	-0,12	0,02	-0,24	-0,06	-0,26	-0,03	0,01	-0,09	-0,12	0,07	0,12	-0,06	0,39	0,39	1,00	
N total	0,62	0,72	0,53	0,76	0,75	0,66	0,75	0,66	0,78	0,55	0,26	0,05	-0,52	-0,22	-0,22	-0,19	1,00

VII.5.3.2 - Suportes Geoquímicos

Os resultados da análise por componentes principais (ACP) aplicada aos resultados obtidos para o teor de metais totais, CO_3^{2-} , COT, MOT, P total e N total se encontram na tabela VII.5.3.2-1. Para COT, MOT, P total e N total foram considerados os valores obtidos no estrato de 0 - 2 cm.

Tabela VII.5.3.2-1 - Análise por componentes principais
varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS (n=46, correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$).

Parâmetros	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Al	0,78	-0,14	0,44
Fe	0,89	0,10	0,30
Mn	0,78	0,07	-0,11
Ba	0,95	-0,00	0,02
V	0,95	0,08	0,12
Zn	0,11	-0,22	0,28
Cr	0,90	0,16	0,09
Ni	0,44	0,36	-0,38
Cu	0,98	0,07	0,01
Pb	0,79	0,05	0,14
Cd	0,40	0,24	-0,61
CO_3^{2-}	-0,63	-0,17	0,44
MOT	-0,29	0,90	0,18
COT	-0,28	0,91	0,18
P total	-0,30	0,58	0,18
N total	0,83	-0,01	-0,04
% variância	49,3	14,4	7,7

Observa-se que o conjunto de dados, no estrato de 0 - 2 cm, pode ser representado por três fatores principais que, juntos, explicam 71,4% da variância total dos dados.

O fator 1, o mais importante, explica 49,3 % da variância total dos dados e apresenta associação positiva e significativa com Al, Fe, Mn, Ba, V, Cr, Cu, Pb.

O fator 2 é responsável por 14,4% da variância total e apresenta associação positiva e significativa com MOT, COT e P total.

Na tabela VII.5.3.2-2, é mostrada a concentração média de metais medidas nos sedimentos de RS-BS comparadas às concentrações médias de RN-BS, de RC-BS e com os valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995). Como pode ser observado, em RS-BS os valores médios de concentração de Fe são iguais, de Al, Cu, Hg e Ba são menores e de V e Pb são mais altos que RN-BS e inferiores a RC-BS, enquanto Ni, Cr e Zn apresentam concentrações semelhantes às de RN-BS e inferiores as de RC-BS.

Com relação a média da crosta superior, os valores em RS-BS são menores para Al, Fe, Ba, Zn, Ni, Cu, Pb e Hg, maiores para Mn, Cr e Cd e semelhantes para V.

Tabela VII.5.3.2-2 - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de referência sul – Bacia de Santos comparados as concentrações médias obtidas na área de referência centro (RC-BS) e norte (RN-BS) na Bacia de Santos e valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).

	Al mg.kg ⁻¹	Fe mg.kg ⁻¹	Mn mg.kg ⁻¹	Ba mg.kg ⁻¹	V mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Cr mg.kg ⁻¹	Ni mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Pb mg.kg ⁻¹	Cd mg.kg ⁻¹	Hg mg.kg ⁻¹
RS-BS	32849,9±5158,2	22104,6±2184,8	1230,8±290,9	108,5±12,8	51,9±5,2	40,3±22	41,6±3,2	17,8±2,2	7,61±1,25	9,68±1,20	0,38±0,08	0,04±0,02
RC-BS	64053,9±12740,4	21719±7204,7	1010,5±355	215,7±21,4	59,6±4,4	59,7±16,9	51,3±3,9	25,1±5,4	10,9±1,18	12,6±1,61	0,34±0,11	0,063±0,064
RN-BS	49963±4303	22638±1058	555±36,4	200±6,0	46,8±2,1	43,3±2,1	41,3±2,0	17,3±1,0	12,4±0,66	8,5 ± 0,99	0,41±0,06	0,74±0,22
Crosta Superior	77440	30890	527	668	53	52	35	18,6	14,3	17	0,102	0,056

VII.5.4 - Macrofauna

VII.5.4.1 - Inventário Taxonômico

O inventário dos táxons coletados em RS-BS se encontra no anexo VII.5.4.1-1. Foram individualizados 151 táxons pertencentes a nove filos (tabela VII.5.4.1-1).

Tabela VII.5.4.1-1 - Número total de táxons por grupo. RS-BS.

Filo/Grupo	Táxons
Classe Anthozoa*	2
Classe Hydrozoa*	2
Classe Turbellaria*	1
Filo Nemertinea*	1
Filo Mollusca	33
Filo Polychaeta	59
Filo Sipuncula*	1
Subfilo Crustacea	39
Filo Bryozoa*	1
Filo Echinodermata	12
Total	151

*grupos não submetidos ao detalhamento taxonômico.

VII.5.4.2 - Avaliação da Amostragem

A avaliação da amostragem mostra que a partir da 38ª réplica, a inclinação da curva amostrada apresenta clara diminuição de sua inclinação, refletindo o baixo incremento no número de táxons com o aumento da área amostrada.

Ao todo foram coletadas 60 réplicas com uma área de 900 cm² (30 x 30 cm) cada, o que equivale a um total de 5,40 m² amostrados.

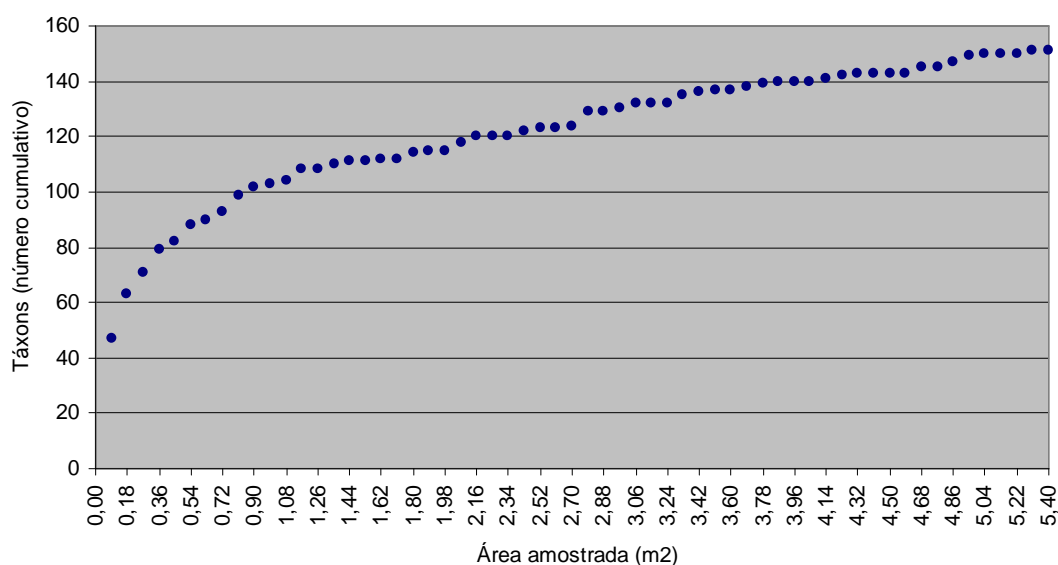


Figura VII.5.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada. RS-BS.

VII.5.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm)

Foram identificados, neste estrato, 133 táxons pertencentes a nove filos, incluindo os animais solitários e coloniais (tabela VII.5.4.3-1).

Tabela VII.5.4.3-1 - Número de táxons por grupo.
RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Grupos	Táxons	(%)
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	1	-
Classe Hydrozoa ⁽¹⁾	2	-
Classe Turbellaria ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	31	24,60
Classe Polychaeta ⁽²⁾	53	42,06
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	34	26,98
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	8	6,35
Total (1+2)	133	-
Total (2)	126	100,00

⁽¹⁾ – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

⁽²⁾ – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

A classe Polychaeta (filo Annelida) foi o grupo predominante com 53 táxons compreendendo 25 famílias, uma subfamília e 27 espécies. O subfilo Crustacea foi representado por duas classes, oito ordens, três infraordens, 12 famílias e nove espécies. Para o filo Mollusca foram individualizados 31 táxons, sendo 29 espécies e dois indivíduos imaturos para os quais só foi possível determinar a classe. No filo Echinodermata foram relacionadas uma classe, uma família e seis espécies.

O número de táxons encontrados por réplica e por estação, os valores médios, desvios padrão (DP) e coeficientes de variação (CV) se encontram na tabela VII.5.4.3-2.

Tabela VII.5.4.3-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Estações/Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RS-BS_1	39	30	27	56	32	6,2	19,5
RS-BS_2	32	39	35	63	35	3,5	9,9
RS-BS_3	29	30	41	55	33	6,7	20,0
RS-BS_4	38	34	40	58	37	3,1	8,2
RS-BS_5	38	39	38	57	38	0,6	1,5
RS-BS_6	42	39	37	62	39	2,5	6,4
RS-BS_7	35	41	48	65	41	6,5	15,7
RS-BS_8	28	38	26	51	31	6,4	21,0
RS-BS_9	39	41	41	60	40	1,2	2,9
RS-BS_10	33	39	48	60	40	7,5	18,9
RS-BS_11	40	35	29	65	35	5,5	15,9
RS-BS_12	40	32	22	54	31	9,0	28,8
RS-BS_13	45	37	51	66	44	7,0	15,8
RS-BS_14	33	26	34	52	31	4,4	14,1
RS-BS_15	35	24	36	48	32	6,7	21,0
RS-BS_16	27	44	29	58	33	9,3	27,9
RS-BS_17	21	23	38	47	27	9,3	34,0
RS-BS_18	39	48	38	65	42	5,5	13,2
RS-BS_19	32	29	43	56	35	7,4	21,3
RS-BS_20	29	28	40	51	32	6,7	20,6

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

Os resultados por estação variaram entre 47 e 66 táxons. O menor valor foi registrado na estação RS-BS_17 e o mais alto na estação RS-BS_13. A maior variabilidade foi registrada na estação RS-BS_17 e a mais baixa na estação RS-BS_5.

O dendrograma gerado a partir da matriz de similaridade qualitativa indica similaridades entre 67,17% e 87,64% entre as estações (figura VII.5.4.3-1), os grupamentos são compostos por estações que, em muitos casos, não apresentam proximidade espacial.

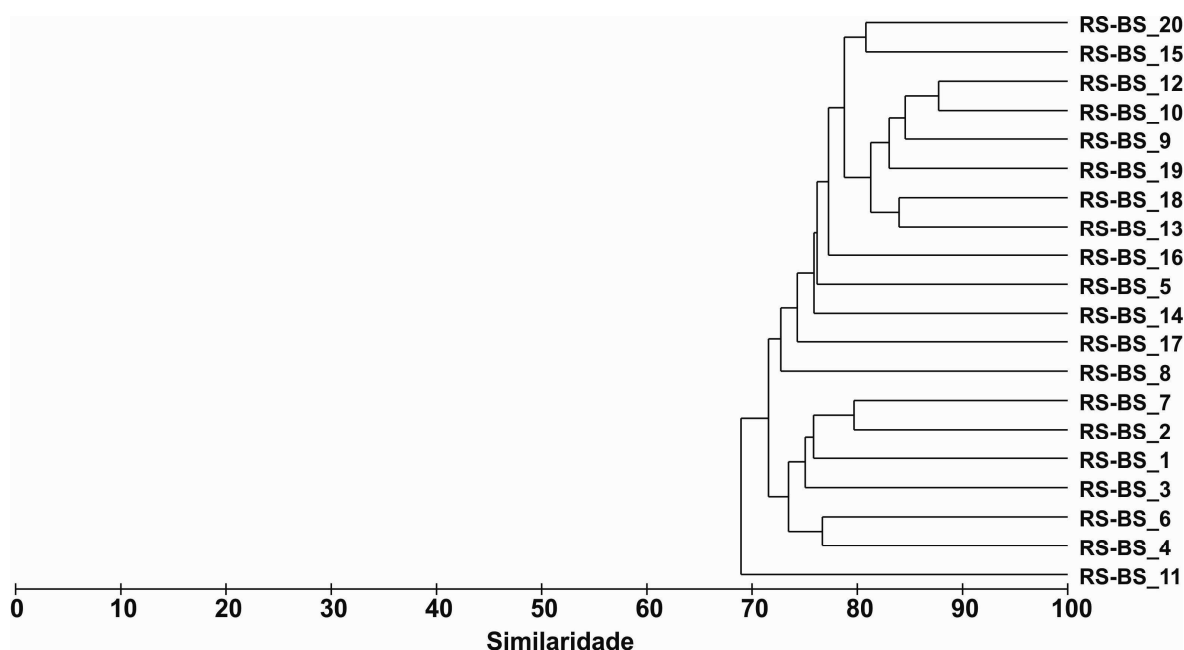


Figura VII.5.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

VII.5.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm)

Os resultados médios de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) estão relacionados na tabela VII.5.4.4-1 e ilustrados nas figuras VII.5.4.4-1 a VII.5.4.4-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.5.4.4-1.

Os resultados de densidade apresentaram as mais altas variabilidades entre os índices medidos com CV de 19,37%, sendo o menor valor foi registrado na estação RS-BS_17 (1.708 ind.m⁻²) e o maior na estação RS-BS_13 (3.417 ind.m⁻²). A riqueza variou de 3,39, em RS-BS_17, a 5,16 na estação RS-BS_13. Os demais índices apresentaram valores muito próximos em todas as estações com CVs inferiores a 5%.

Tabela VII.5.4.4-1 - Densidade (ind.m⁻²), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Índice	Densidade (ind.m ⁻²)		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log ₂)		Dominância (1-λ')	
Estações	Média	(±DP)	Média	(±DP)	Média	(±DP)	Média	(±DP)	Média	(±DP)
RS-BS_1	1.950	421	3,91	0,64	0,85	0,04	4,18	0,34	0,90	0,03
RS-BS_2	2.083	257	4,37	0,47	0,91	0,04	4,66	0,32	0,95	0,02
RS-BS_3	2.308	1.309	4,03	0,52	0,88	0,01	4,41	0,24	0,92	0,02
RS-BS_4	2.692	176	4,47	0,37	0,89	0,02	4,62	0,15	0,94	0,01
RS-BS_5	2.833	539	4,58	0,11	0,90	0,00	4,69	0,03	0,95	0,00
RS-BS_6	3.092	555	4,57	0,29	0,89	0,03	4,66	0,06	0,94	0,01
RS-BS_7	2.958	406	4,92	0,76	0,89	0,01	4,73	0,26	0,95	0,01
RS-BS_8	1.775	397	3,83	0,74	0,90	0,01	4,39	0,23	0,94	0,01
RS-BS_9	3.333	247	4,73	0,10	0,87	0,01	4,59	0,06	0,94	0,00
RS-BS_10	2.542	618	4,80	0,75	0,94	0,02	4,91	0,17	0,96	0,00
RS-BS_11	2.300	433	4,27	0,66	0,89	0,04	4,52	0,32	0,93	0,02
RS-BS_12	2.258	978	3,80	0,95	0,89	0,02	4,34	0,36	0,93	0,02
RS-BS_13	3.417	895	5,16	0,73	0,90	0,02	4,85	0,31	0,95	0,01
RS-BS_14	2.200	715	3,73	0,36	0,89	0,03	4,32	0,16	0,93	0,01
RS-BS_15	2.400	456	3,81	0,82	0,85	0,05	4,20	0,52	0,91	0,05
RS-BS_16	2.183	879	4,07	0,99	0,87	0,06	4,32	0,56	0,91	0,05
RS-BS_17	1.708	754	3,39	1,04	0,87	0,03	4,04	0,53	0,90	0,04
RS-BS_18	2.917	1.047	4,94	0,52	0,90	0,02	4,81	0,26	0,95	0,02
RS-BS_19	2.858	1.158	4,03	0,67	0,87	0,04	4,39	0,44	0,92	0,04
RS-BS_20	2.067	625	3,97	0,72	0,88	0,03	4,36	0,42	0,92	0,03
Média	2.520	-	4,32	-	0,89	-	4,52	-	0,93	-
DPI	488	-	0,45	-	0,02	-	0,22	-	0,02	-
CV (%)	19,37	-	10,45	-	2,44	-	4,96	-	1,77	-

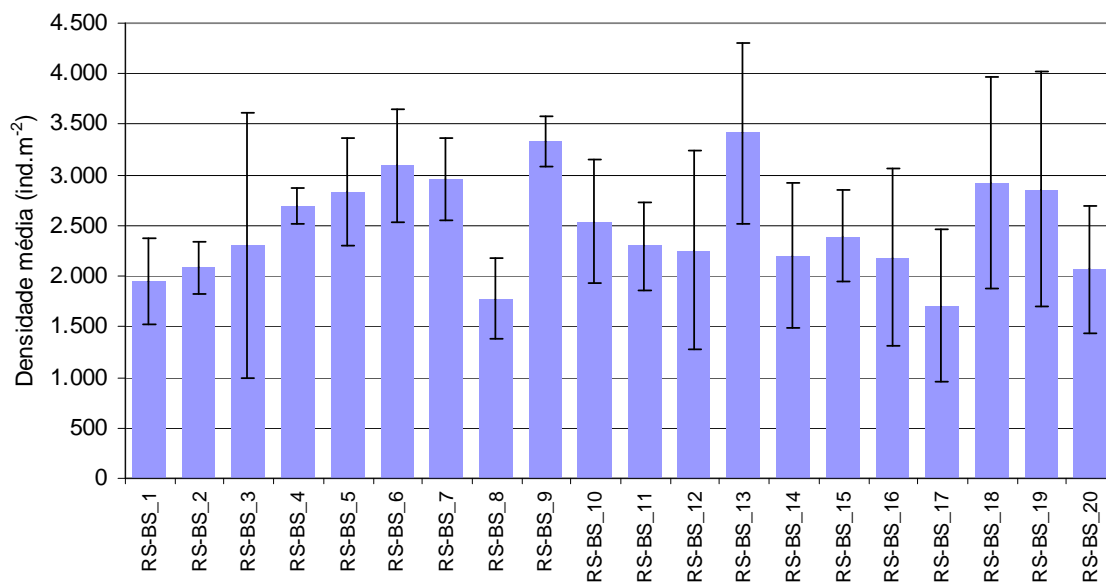


Figura VII.5.4.4-1 - Densidade média (ind.m²) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

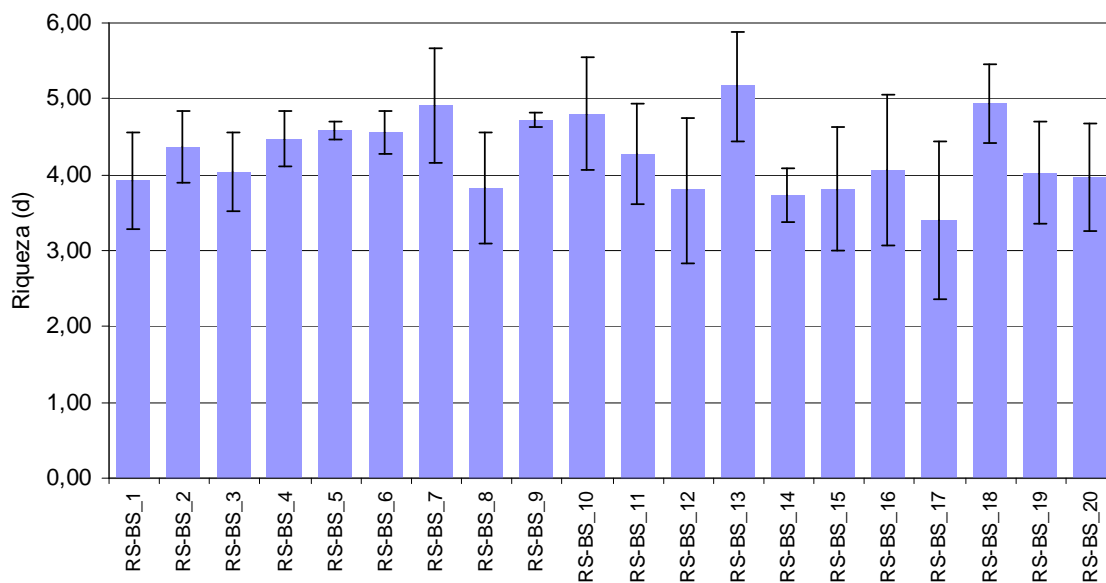


Figura VII.5.4.4-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

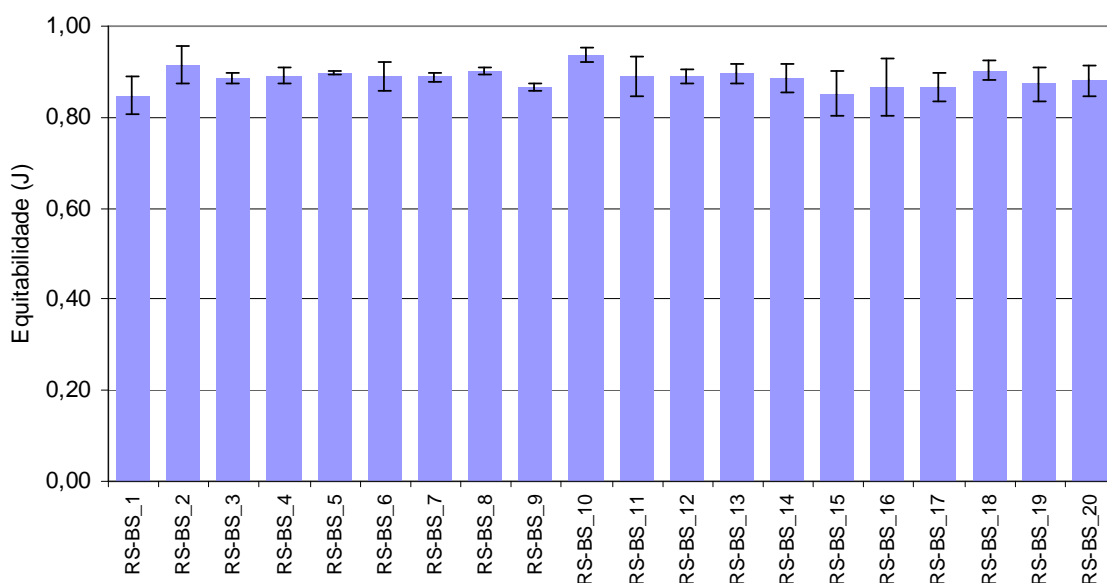


Figura VII.5.4.4-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

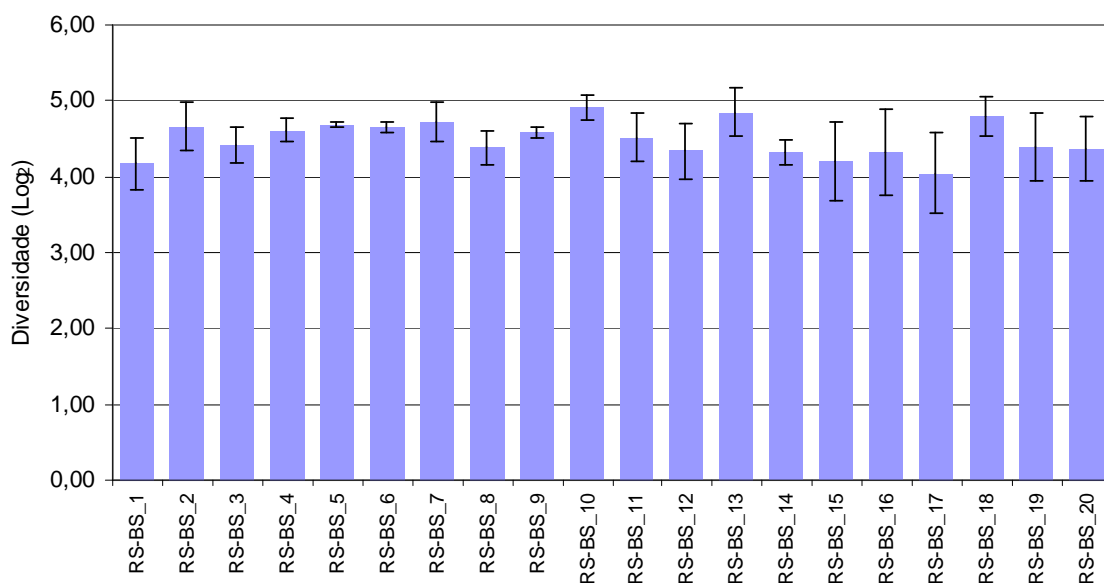


Figura VII.5.4.4-4 - Diversidade média ($H' = \log_2$) e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

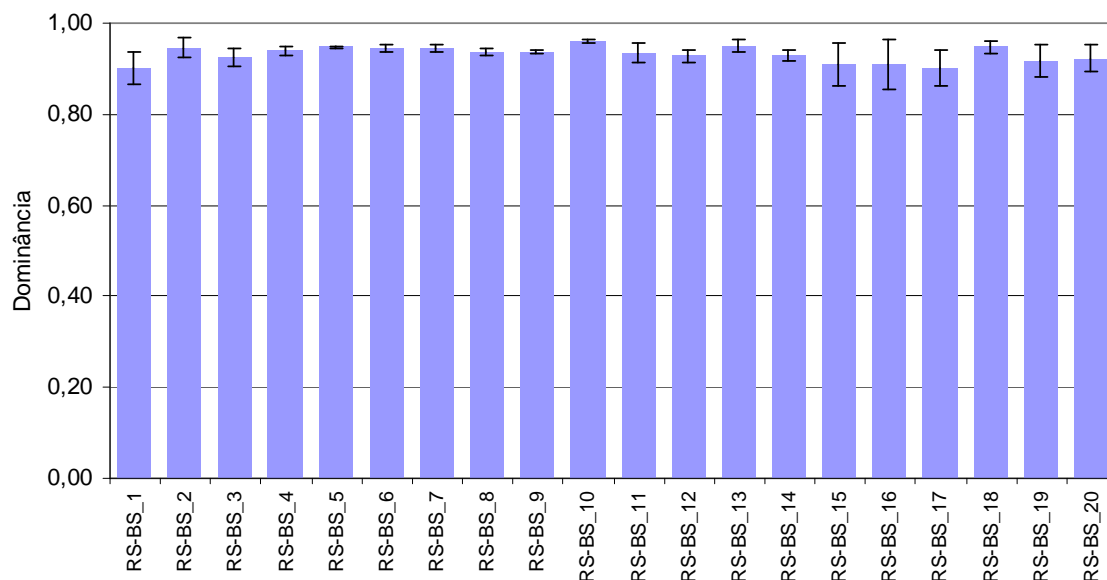


Figura VII.5.4.4-5 - Dominância média (1-λ) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A similaridade entre estações, calculada a partir da matriz de dados quantitativos (densidade), apresentou valores entre 64,20% e 83,06% (figura VII.5.4.4-6). As estações RS-BS_1, RS-BS_2 e RS-BS_3 destacam-se com as similaridades mais baixas, o que sugere uma relação com os teores mais altos de silte encontrados nessas amostras.

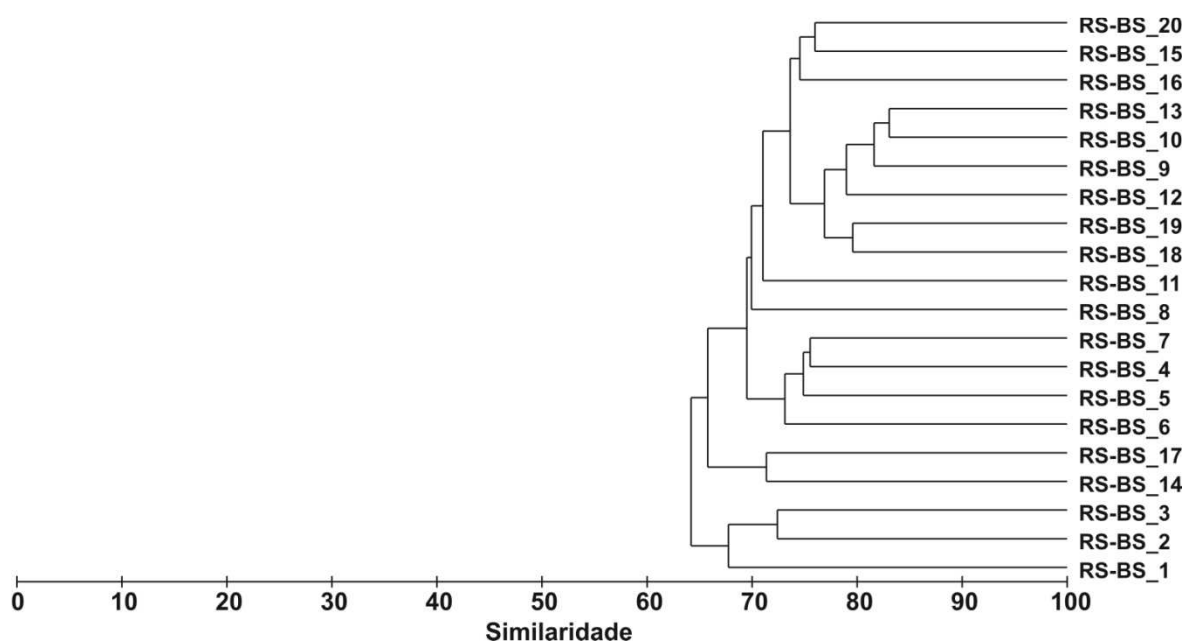


Figura VII.5.4.4-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

O dendrograma gerado a partir dos dados de Mollusca apresenta similaridades mais baixas, entre 52,62% e 82,00%, que decorrem do fato de três dos 31 táxons encontrados terem ocorrido em todas as estações e que, excluindo esses três, apenas cinco foram encontrados em mais de dez estações (figura VII.5.4.4-7).

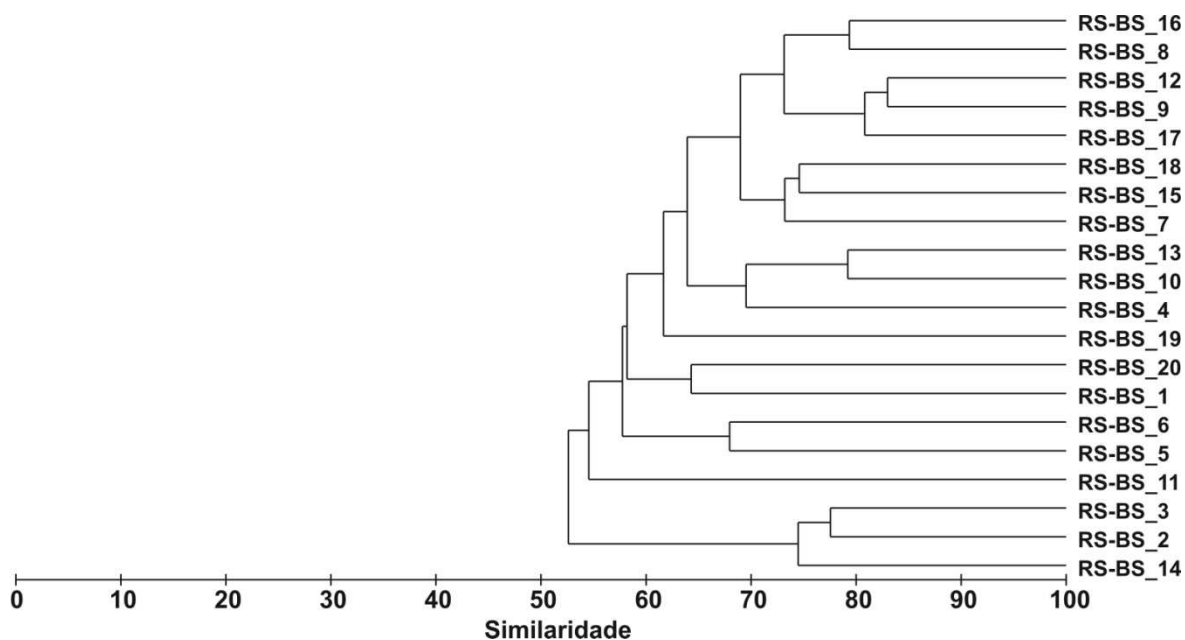


Figura VII.5.4.4-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para *Mollusca* em RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

As similaridades para *Polychaeta* ficaram entre 68,46% e 86,59%. Destaca-se um grupo, composto pelas estações RS-BS_1, RS-BS_2, RS-BS_3, RS-BS_14 e RS-BS_17, que foi o responsável pelo valor mais baixo (figura VII.5.4.4-8).

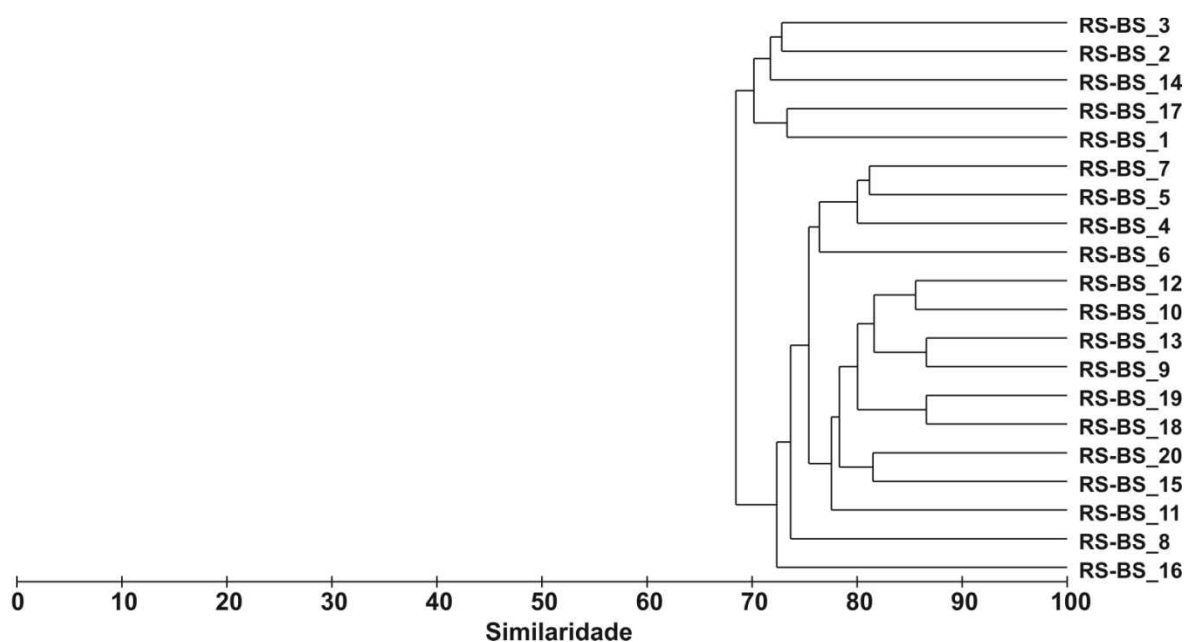


Figura VII.5.4.4-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para *Polychaeta*. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

O dendrograma obtido para Crustacea mostra similaridades de 54,38% a 84,07% (figura VII.5.4.4-9). As estações RS-BS_1 a RS-BS_7 formam um grupo que se destacam com similaridade de 54,38% em relação às outras. Este resultado decorre da família Nannastacidae (Cumacea) que só ocorreu nessas estações.

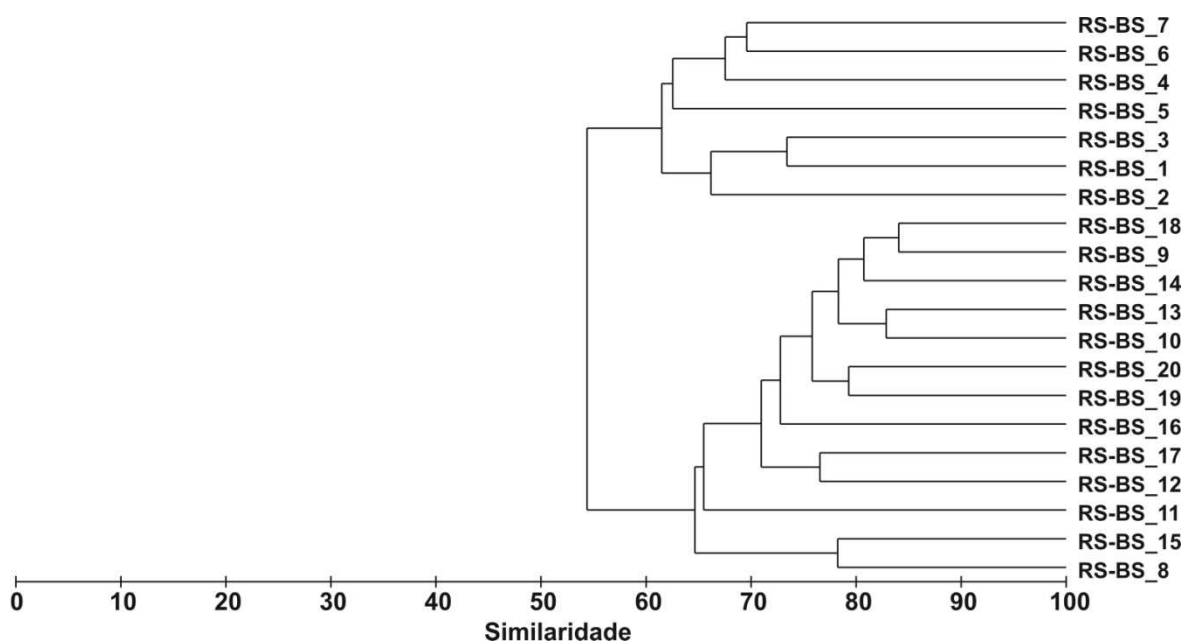


Figura VII.5.4.4-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de dados granulométricos (pesos retidos nas peneiras) e sua respectiva sobreposição com os valores dos índices biológicos se encontram apresentados na figura VII.5.4.4-10. O resultado sugere que não existe uma relação entre a composição granulométrica do substrato nas estações e os valores dos índices biológicos medidos.

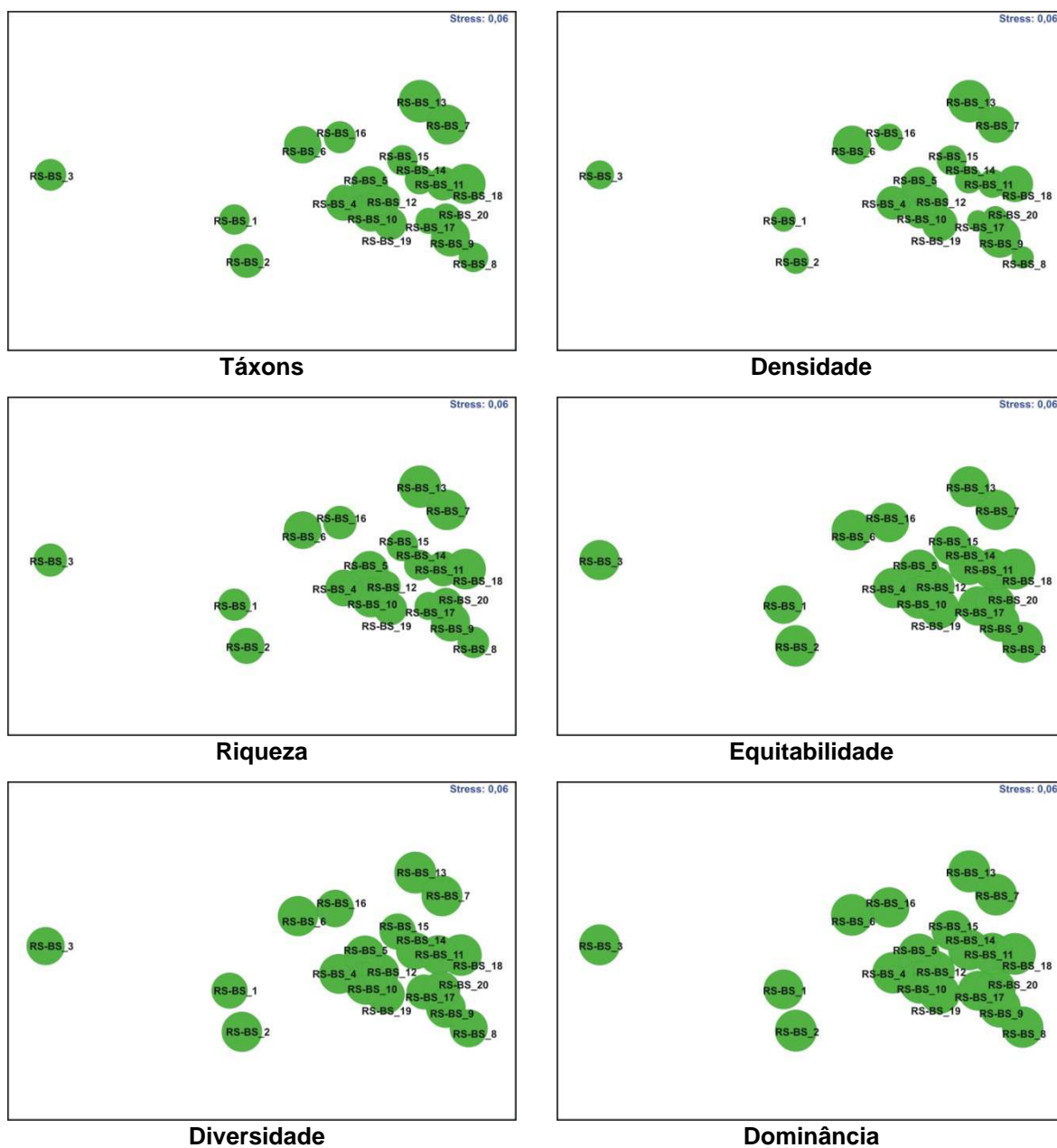


Figura VII.5.4.4-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.5.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm)

Neste estrato foram encontrados 106 táxons pertencentes a nove filos (tabela VII.5.4.5-1).

Tabela VII.5.4.5-1 - Número de táxons por grandes grupos em RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

Grupo	Táxons	%
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	1	-
Classe Hydrozoa ⁽¹⁾	1	-
Classe Turbellaria ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	19	19,00
Classe Polychaeta ⁽²⁾	53	53,00
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	23	23,00
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	5	5,00
Total (1+2)	106	-
Total (2)	100	100,00

(1) Grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

(2) Grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Para a classe Polychaeta foram identificadas 23 famílias, uma subfamília e 29 espécies. O subfilo Crustacea foi representado por duas classes, cinco ordens, duas infraordens, sete famílias e sete espécies. Para o filo Mollusca foram discriminadas 19 espécies e para o filo Echinodermata cinco espécies.

O número total de táxons encontrados por réplica, por estação e outros parâmetros estatísticos relativos a essa variável se encontram na tabela VII.5.4.5-2.

A estação com menor número de táxons foi a RS-BS_12 onde foram encontrados 38 táxons. Já as que apresentaram maior número foram as RS-BS_13 e RS-BS_18 onde foram registrados 52 táxons.

Tabela VII.5.4.5-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.

Estações / Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RS-BS_1	23	29	27	47	26	3,1	11,6
RS-BS_2	32	21	21	41	25	6,4	25,7
RS-BS_3	19	24	36	51	26	8,7	33,2
RS-BS_4	23	30	24	44	26	3,8	14,8
RS-BS_5	27	28	27	44	27	0,6	2,1
RS-BS_6	29	26	28	44	28	1,5	5,5
RS-BS_7	27	32	20	44	26	6,0	22,9
RS-BS_8	20	30	33	45	28	6,8	24,6
RS-BS_9	28	30	30	43	29	1,2	3,9
RS-BS_10	30	22	21	42	24	4,9	20,3
RS-BS_11	25	36	36	47	32	6,4	19,6
RS-BS_12	24	24	25	38	24	0,6	2,4
RS-BS_13	34	29	40	52	34	5,5	16,0
RS-BS_14	23	27	26	42	25	2,1	8,2
RS-BS_15	23	19	33	42	25	7,2	28,8
RS-BS_16	26	23	25	44	25	1,5	6,2
RS-BS_17	20	27	26	47	24	3,8	15,6
RS-BS_18	24	21	34	52	26	6,8	25,8
RS-BS_19	29	21	34	50	28	6,6	23,4
RS-BS_20	21	21	34	45	25	7,5	29,6

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

A similaridade qualitativa mínima entre estações foi de 67,17% e a máxima de 87,64% (figura VII.5.4.5-1). As estações RS-BS_1, RS-BS_2, RS-BS_3 e RS-BS_18 foram as que apresentaram os resultados mais baixos e as mesmas, com exceção da última, apresentam granulometria diferenciada. Nos demais grupamentos não existe uma relação entre a distribuição espacial e as estações que os formam.

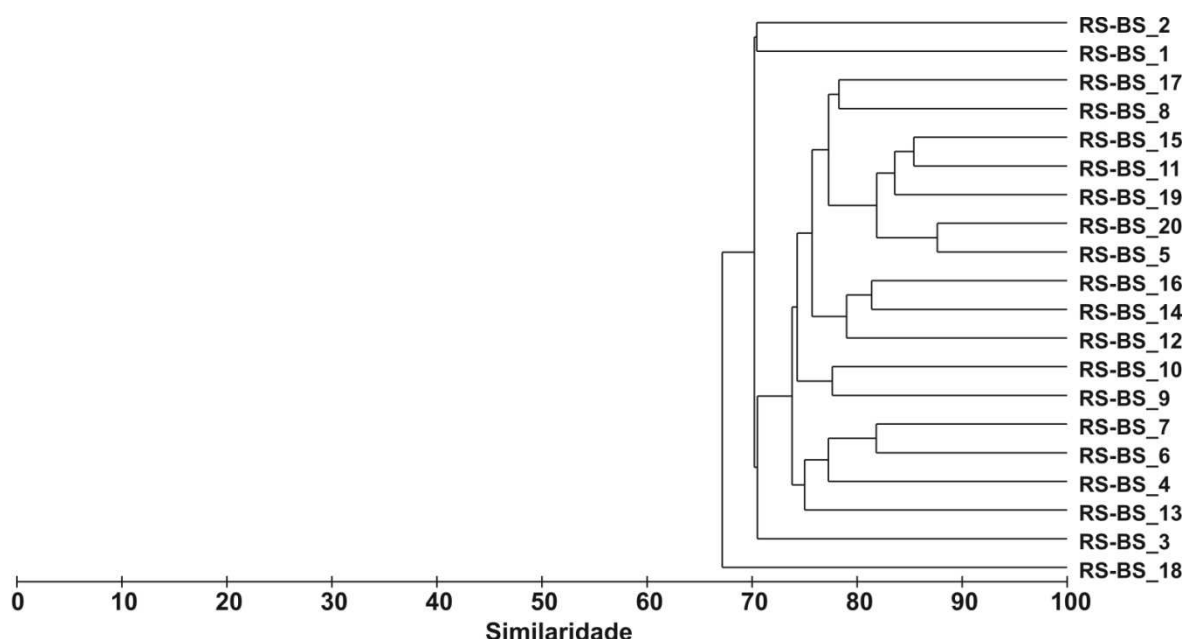


Figura VII.5.4.5-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

VII.5.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm)

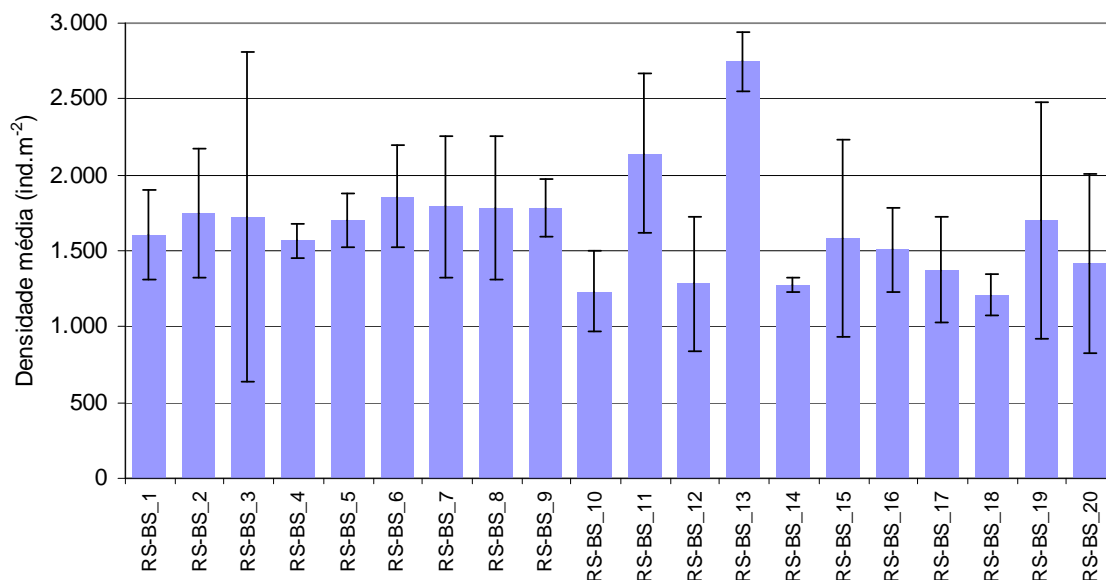
Os resultados de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.5.4.6-1 e ilustrados nas figuras VII.5.4.6-1 a VII.5.4.6-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.5.4.4-1.

Os resultados de densidade foram os que apresentaram as maiores amplitudes o que resultou em CV de 21,34%. Esse mesmo parâmetros calculado para a riqueza ficou em 8,73% e para a equitabilidade, diversidade e dominância foi inferior a 4%.

Tabela VII.5.4.6-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.

Índice Estações	Densidade (ind.m^{-2})		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log_2)		Dominância ($1-\lambda'$)	
	Média	(\pm DP)	Média	(\pm DP)	Média	(\pm DP)	Média	(\pm DP)	Média	(\pm DP)
RS-BS_1	1.608	293	3,34	0,27	0,93	0,01	4,35	0,10	0,94	0,00
RS-BS_2	1.750	427	3,12	0,67	0,91	0,01	4,18	0,28	0,93	0,01
RS-BS_3	1.725	1090	3,33	0,87	0,90	0,04	4,15	0,36	0,92	0,02
RS-BS_4	1.567	113	3,26	0,44	0,88	0,05	4,06	0,31	0,90	0,04
RS-BS_5	1.700	173	3,41	0,11	0,91	0,02	4,30	0,13	0,94	0,01
RS-BS_6	1.858	333	3,46	0,32	0,91	0,03	4,32	0,21	0,94	0,01
RS-BS_7	1.792	465	3,30	0,81	0,88	0,05	4,13	0,50	0,92	0,03
RS-BS_8	1.783	475	3,51	0,75	0,90	0,01	4,28	0,33	0,93	0,01
RS-BS_9	1.783	188	3,70	0,20	0,93	0,02	4,50	0,03	0,95	0,00
RS-BS_10	1.233	267	3,23	0,65	0,91	0,02	4,14	0,29	0,92	0,02
RS-BS_11	2.142	528	4,05	0,75	0,91	0,01	4,55	0,28	0,94	0,01
RS-BS_12	1.283	440	3,23	0,17	0,91	0,03	4,18	0,12	0,92	0,01
RS-BS_13	2.750	195	4,12	0,61	0,90	0,03	4,56	0,28	0,94	0,01
RS-BS_14	1.275	43	3,36	0,24	0,93	0,01	4,31	0,12	0,94	0,00
RS-BS_15	1.583	648	3,16	0,75	0,89	0,02	4,05	0,31	0,91	0,02
RS-BS_16	1.508	275	3,14	0,21	0,89	0,03	4,07	0,09	0,91	0,02
RS-BS_17	1375	350	3,18	0,52	0,90	0,02	4,11	0,34	0,92	0,02
RS-BS_18	1208	138	3,42	0,90	0,92	0,02	4,28	0,46	0,93	0,02
RS-BS_19	1700	777	3,50	0,69	0,89	0,04	4,22	0,47	0,92	0,04
RS-BS_20	1417	592	3,26	0,81	0,91	0,01	4,17	0,33	0,92	0,01
Média	1.709	-	3,42	-	0,91	-	4,26	-	0,93	-
DP	365	-	0,30	-	0,02	-	0,17	-	0,01	-
CV (%)	21,34	-	8,73	-	1,80	-	3,93	-	1,31	-

nd – não determinado



**Figura VII.5.4.6-1 - Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

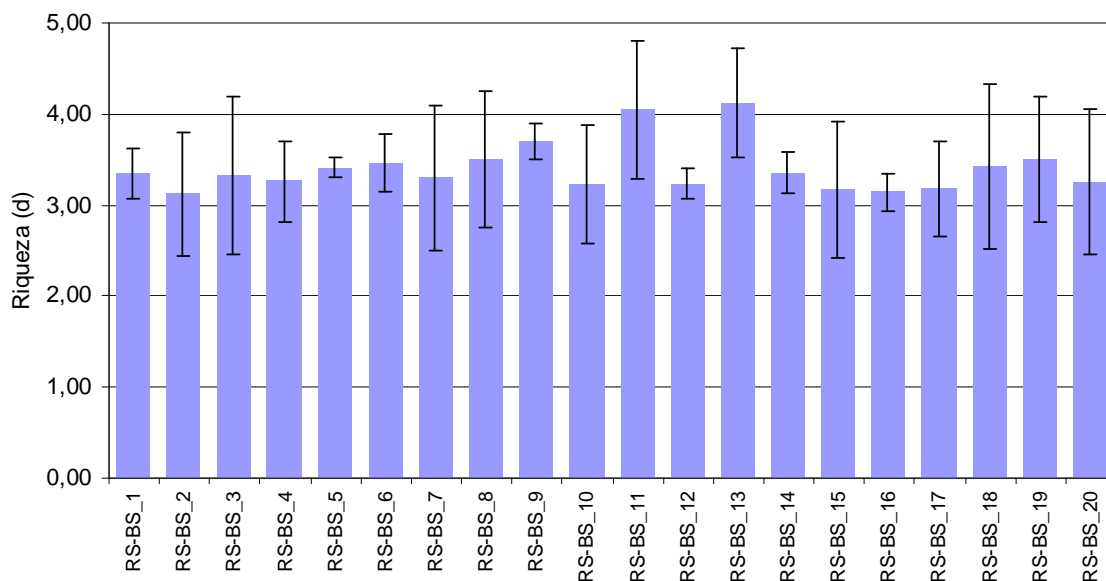


Figura VII.5.4.6-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

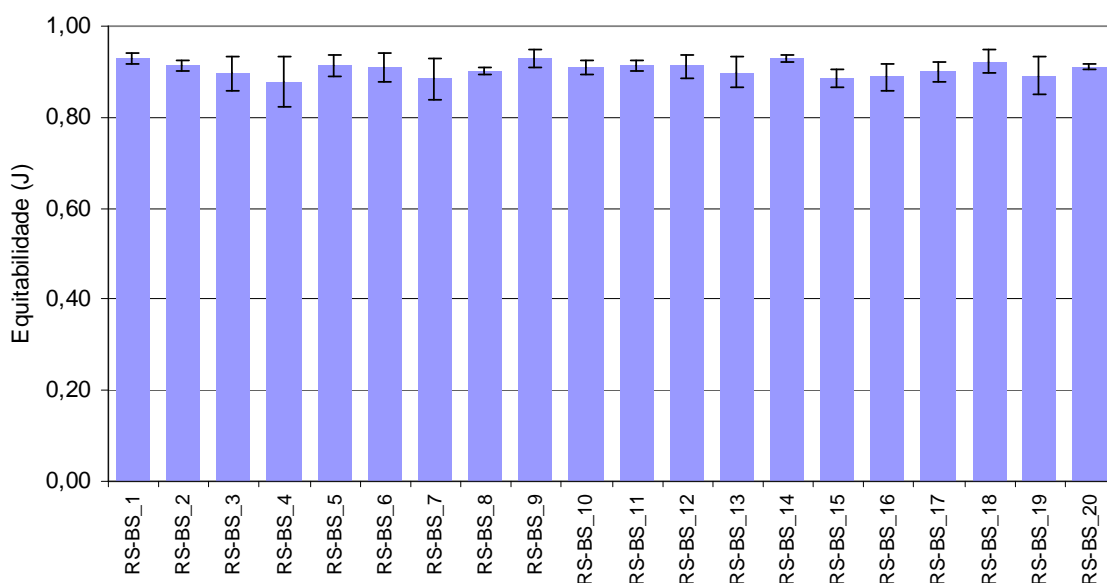


Figura VII.5.4.6-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

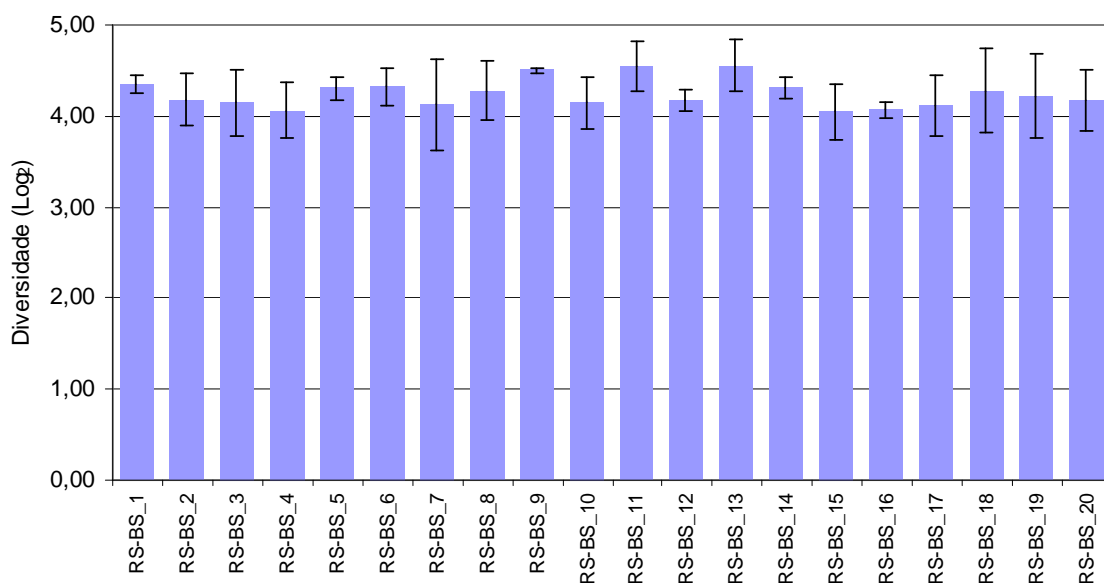


Figura VII.5.4.6-4 - Diversidade média ($H' = \log_2$) e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

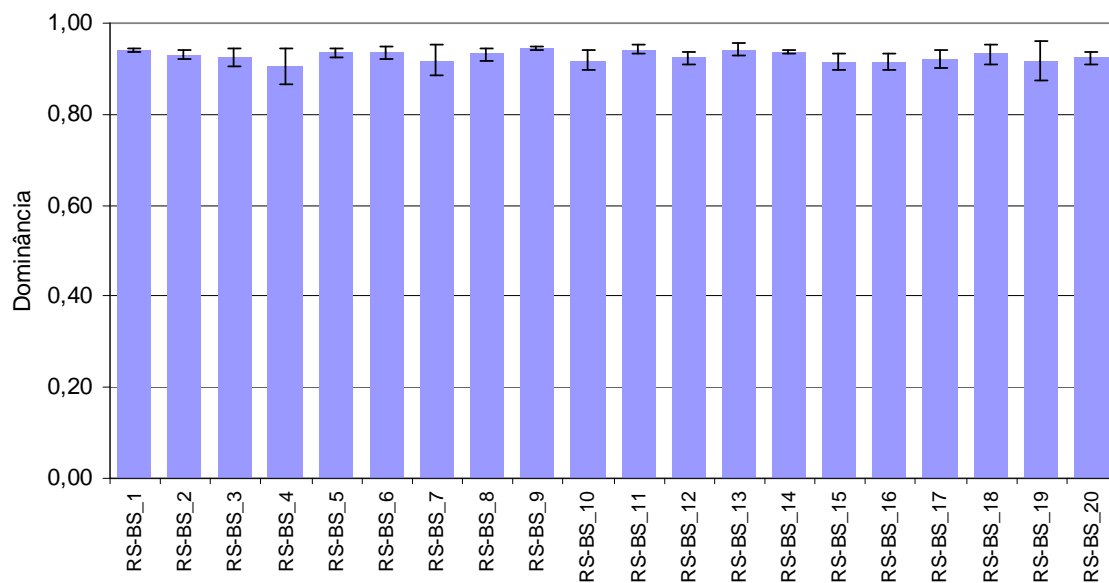


Figura VII.5.4.6-5 - Dominância média (1-λ) e barra de desvio padrão (±). RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

As similaridades observadas entre estações estiveram entre 62,40% e 78,95% (figura VII.5.4.6-6). Os grupos formados não sugerem nenhuma relação com a distribuição espacial das estações.

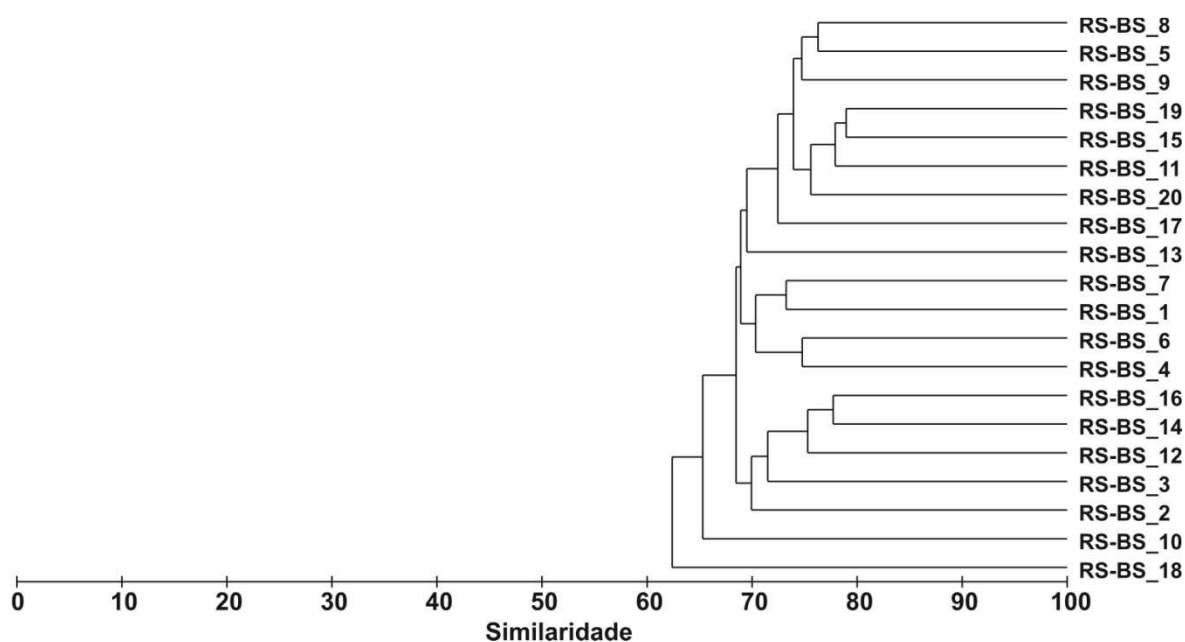


Figura VII.5.4.6-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma gerado com os dados quantitativos de Mollusca mostra similaridades muito variáveis entre estações – entre 27,73% e 100% (figura VII.5.4.6-7). A baixa frequência de ocorrência dos táxons pelas estações explica o resultado obtido. De fato, apenas um táxon ocorreu em 17 das 20 estações analisadas. A estação RS-BS_9 foi excluída devido à ausência desses organismos.

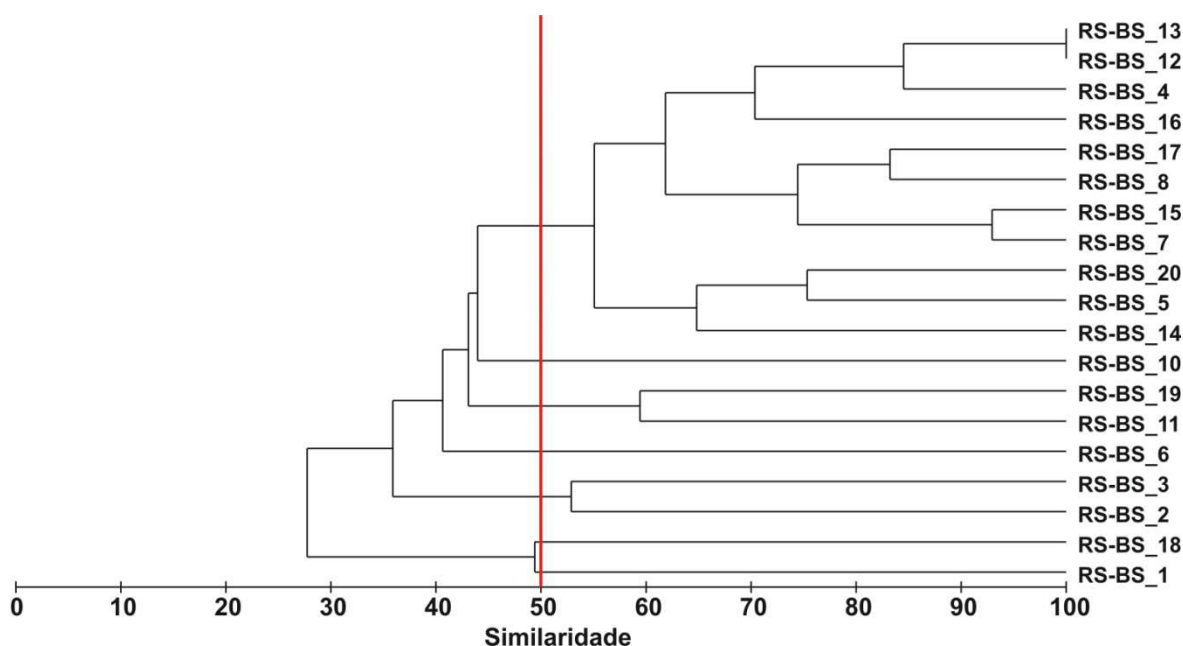


Figura VII.5.4.6-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Molusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma gerado para os Polychaeta mostra similaridades altas e grupos formados por estações que não apresentam relação espacial com a posição das estações no campo (figuras VII.5.4.6-8).

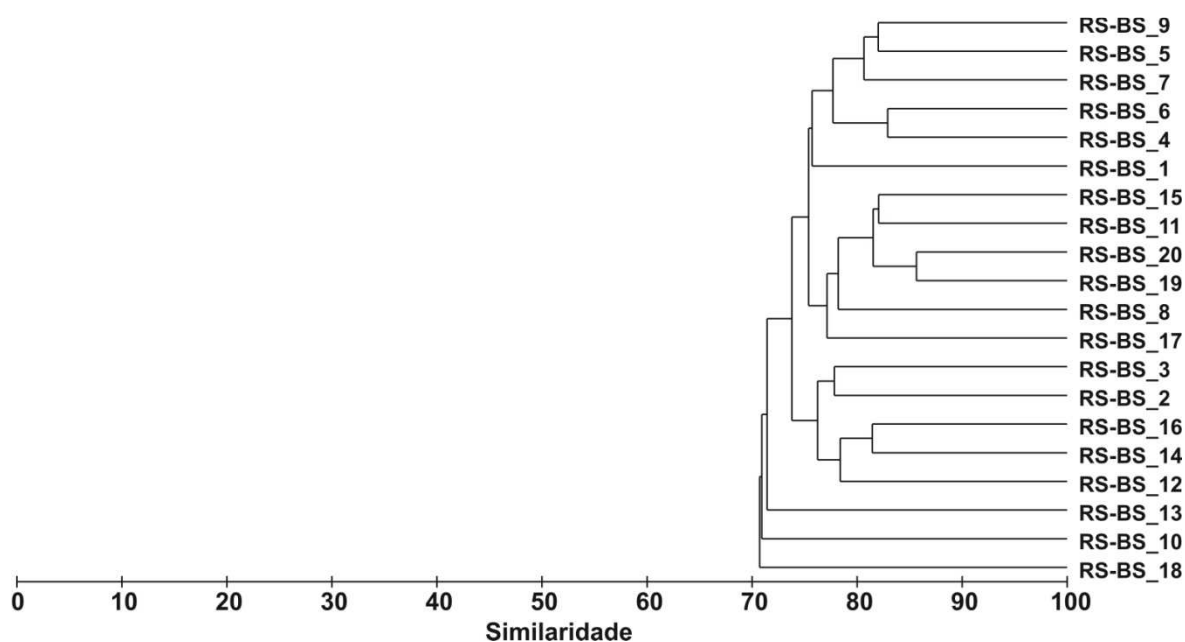


Figura VII.5.4.6-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa de *Polychaeta* entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma obtido a partir dos dados de Crustacea apresenta similaridades entre estações que vão de 42,03 a 79,26% (figura VII.5.4.6-9). Os três grandes grupamentos de estações formados apresentam similaridades inferiores a 50% e são compostos por estações que não guardam relação espacial entre si.

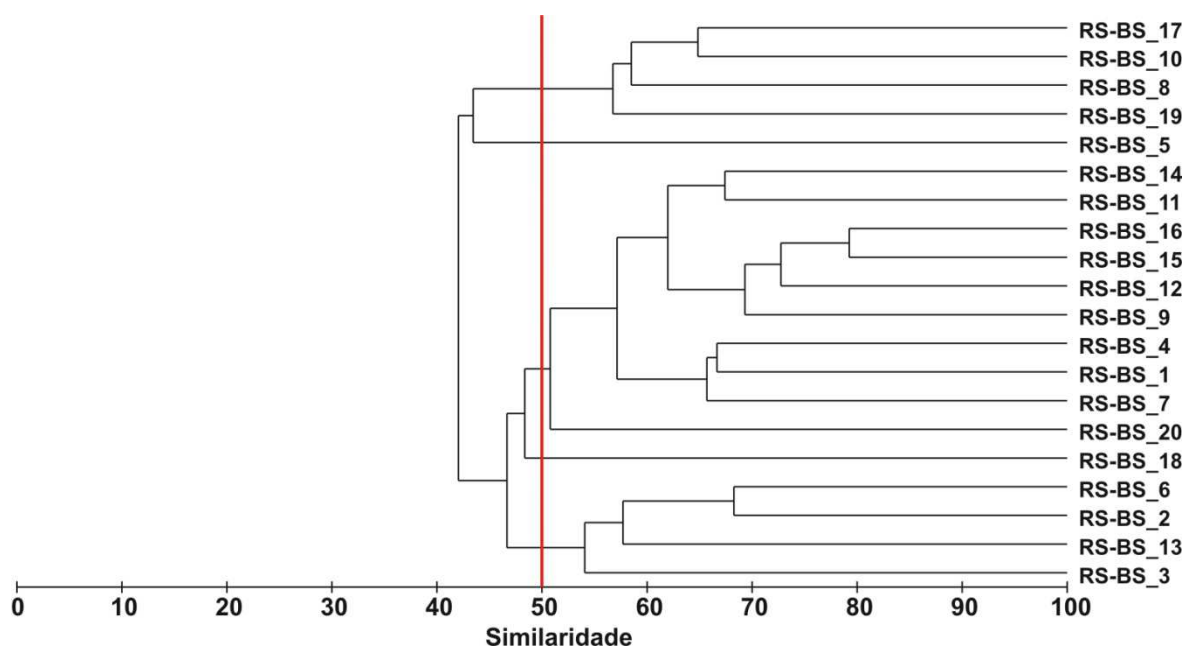


Figura VII.5.4.6-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

A similaridade entre estações não foi realizada para Echinodermata por não terem ocorrido em muitas estações.

A sobreposição dos valores dos índices biológicos sobre o diagrama resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade de dados granulométricos (pesos retidos nas peneiras) se encontra na figura VII.5.4.6-10. A observação desses resultados não sugere uma relação entre as variáveis biológicas e granulométricas neste estrato.

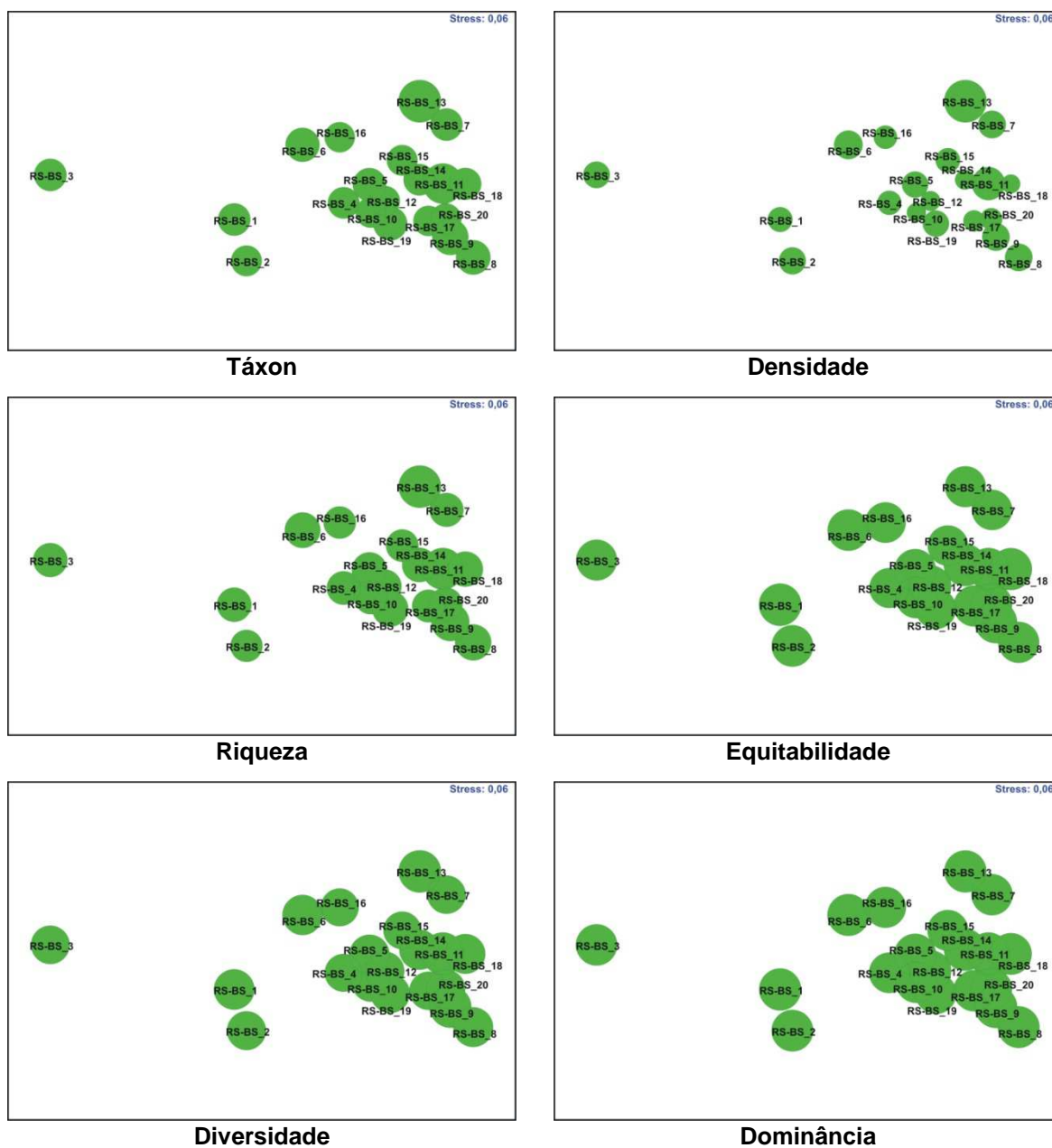


Figura VII.5.4.6-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.5.4.7 - Composição taxonômica (5 - 10 cm)

Os grupos taxonômicos identificados neste estrato estão listados na tabela VII.5.4.7-1. O inventário com a relação de todos os táxons se encontra no anexo VII.5.4.4 -1.

Tabela VII.5.4.7-1 - Número de táxons por grandes grupos. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

Grupos	Táxons	(%)
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	2	-
Classe Turbellaria ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	11	14,47
Classe Polychaeta ⁽²⁾	45	59,21
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	16	21,05
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	4	5,26
Total (1+2)	82	-
Total (2)	76	100,00

(1) Grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

(2) Grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Foram identificados 45 táxons pertencentes à classe Polychaeta compreendendo 20 famílias, uma subfamília e 24 gêneros. Para o subfilo Crustacea foram relacionadas uma classe, quatro ordens, uma subordem, sete famílias e três espécies. Já para o filo Mollusca foram individualizadas uma classe e dez espécies. Um total de quatro espécies foi identificado para o filo Echinodermata.

A tabela VII.5.4.7-2 relaciona o número de táxons encontrados nas estações estudadas. O menor número de táxons foi registrado na estação RS-BS_6 (19) e o maior na estação RS-BS_11 (30).

Tabela VII.5.4.7-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.

Estações Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RS-BS_1	14	18	9	28	14	4,5	33,0
RS-BS_2	18	7	8	23	11	6,1	55,3
RS-BS_3	7	20	13	29	13	6,5	48,8
RS-BS_4	9	8	14	25	10	3,2	31,1
RS-BS_5	11	7	10	20	9	2,1	22,3
RS-BS_6	7	9	14	19	10	3,6	36,1
RS-BS_7	10	18	7	26	12	5,7	48,7
RS-BS_8	7	13	11	23	10	3,1	29,6
RS-BS_9	9	13	15	26	12	3,1	24,8
RS-BS_10	12	5	8	21	8	3,5	42,1
RS-BS_11	15	11	19	30	15	4,0	26,7
RS-BS_12	12	14	5	25	10	4,7	45,7
RS-BS_13	12	9	15	24	12	3,0	25,0
RS-BS_14	12	9	13	27	11	2,1	18,4
RS-BS_15	12	15	11	26	13	2,1	16,4
RS-BS_16	13	10	9	19	11	2,1	19,5
RS-BS_17	14	13	9	22	12	2,6	22,0
RS-BS_18	7	4	16	20	9	6,2	69,4
RS-BS_19	14	16	10	27	13	3,1	22,9
RS-BS_20	10	9	13	20	11	2,1	19,5

nc – amostra não coletada; nd - não determinado

A análise de agrupamento feita a partir da matriz de dados qualitativos indica que as similaridades entre estações estão entre 47,39% e 78,26%, podendo-se distinguir as estações RS-BS_1 e RS-BS_4 destacadas na parte superior do dendrograma (figura VII.5.4.7-1). Os grupos são compostos por estações que não apresentam proximidade espacial.

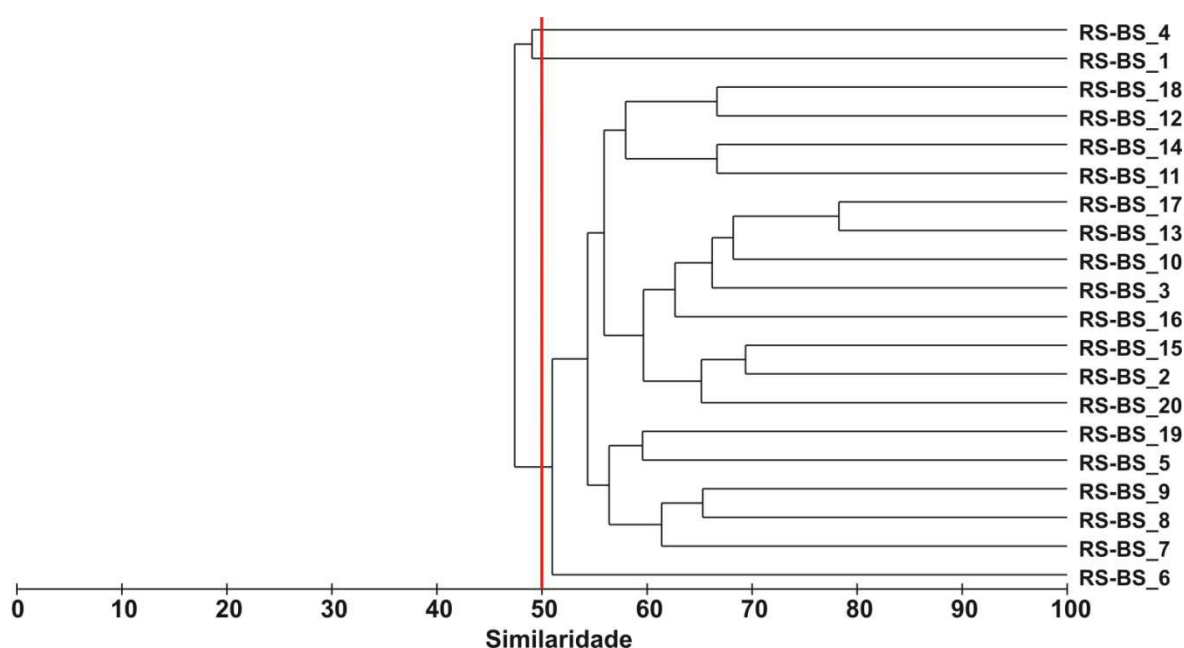


Figura VII.5.4.7-1 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

VII.5.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm)

Os resultados médios de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.5.4.8-1 e ilustrados nas figuras VII.5.4.8-1 a VII.5.4.8-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.5.4.4-1.

Neste estrato, as variabilidades espaciais foram mais altas, tendo sido os CVs de 25,12% (densidade), 14,14% (riqueza), 3,25% (equitabilidade), 8,03% (diversidade) e 4,18% (dominância).

Tabela VII.5.4.8-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.

Índice Estações	Densidade (ind.m^{-2})		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log_2)		Dominância ($1-\lambda'$)	
	Média	($\pm\text{DP}$)	Média	($\pm\text{DP}$)	Média	($\pm\text{DP}$)	Média	($\pm\text{DP}$)	Média	($\pm\text{DP}$)
RS-BS_1	475	180	1,94	0,66	0,95	0,03	3,46	0,59	0,89	0,05
RS-BS_2	483	430	1,57	0,65	0,95	0,04	3,12	0,60	0,87	0,05
RS-BS_3	650	327	1,79	0,80	0,93	0,02	3,31	0,65	0,88	0,05
RS-BS_4	383	142	1,52	0,39	0,93	0,07	3,05	0,42	0,86	0,06
RS-BS_5	358	29	1,30	0,34	0,89	0,04	2,76	0,42	0,81	0,06
RS-BS_6	408	176	1,38	0,44	0,94	0,03	2,96	0,37	0,85	0,02
RS-BS_7	342	126	1,69	0,84	0,97	0,03	3,23	0,81	0,87	0,07
RS-BS_8	292	88	1,53	0,40	0,97	0,03	3,15	0,42	0,88	0,04
RS-BS_9	475	189	1,79	0,33	0,95	0,03	3,39	0,27	0,90	0,02
RS-BS_10	300	125	1,17	0,51	0,87	0,14	2,52	0,78	0,76	0,14
RS-BS_11	650	336	2,07	0,38	0,93	0,02	3,53	0,27	0,89	0,02
RS-BS_12	308	166	1,50	0,60	0,97	0,04	3,04	0,62	0,86	0,05
RS-BS_13	475	50	1,67	0,38	0,94	0,01	3,25	0,27	0,88	0,02
RS-BS_14	458	88	1,63	0,40	0,89	0,11	3,09	0,68	0,83	0,12
RS-BS_15	542	38	1,75	0,41	0,89	0,08	3,17	0,54	0,84	0,08
RS-BS_16	458	255	1,53	0,24	0,94	0,04	3,15	0,14	0,87	0,01
RS-BS_17	425	90	1,76	0,35	0,95	0,04	3,34	0,29	0,89	0,03
RS-BS_18	325	303	1,18	0,89	0,91	0,11	2,52	1,23	0,75	0,22
RS-BS_19	433	95	1,86	0,44	0,95	0,02	3,43	0,44	0,89	0,04
RS-BS_20	325	43	1,61	0,23	0,95	0,03	3,18	0,24	0,87	0,03
Média	441	-	1,61	-	0,93	-	3,14	-	0,86	-
DP	111	-	0,23	-	0,03	-	0,25	-	0,04	-
CV (%)	25,12	-	14,14	-	3,25	-	8,03	-	4,18	-

nd – não determinado.

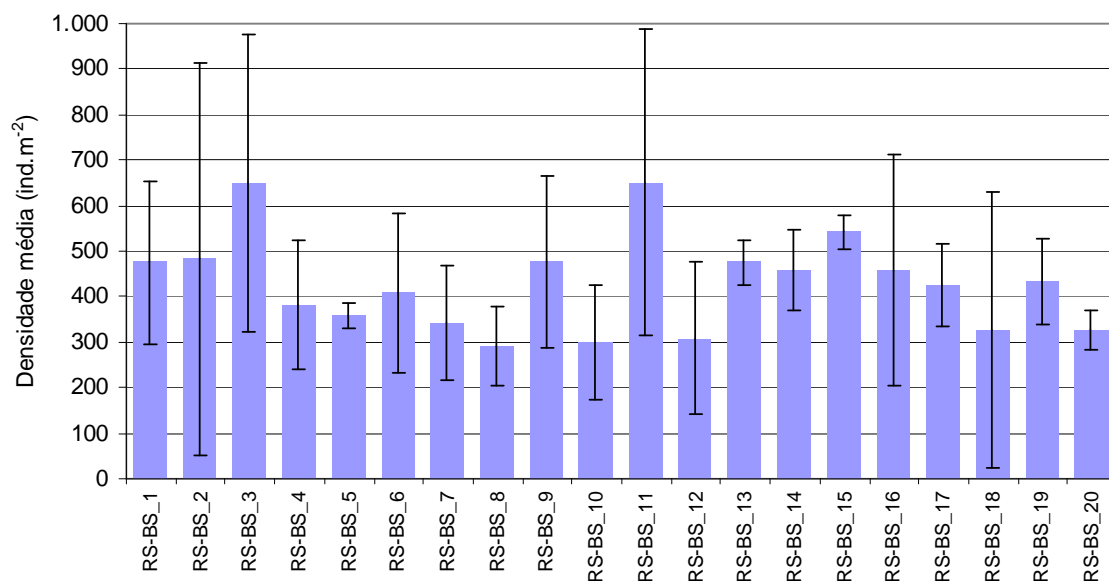


Figura VII.5.4.8-1 - Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (\pm).
RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

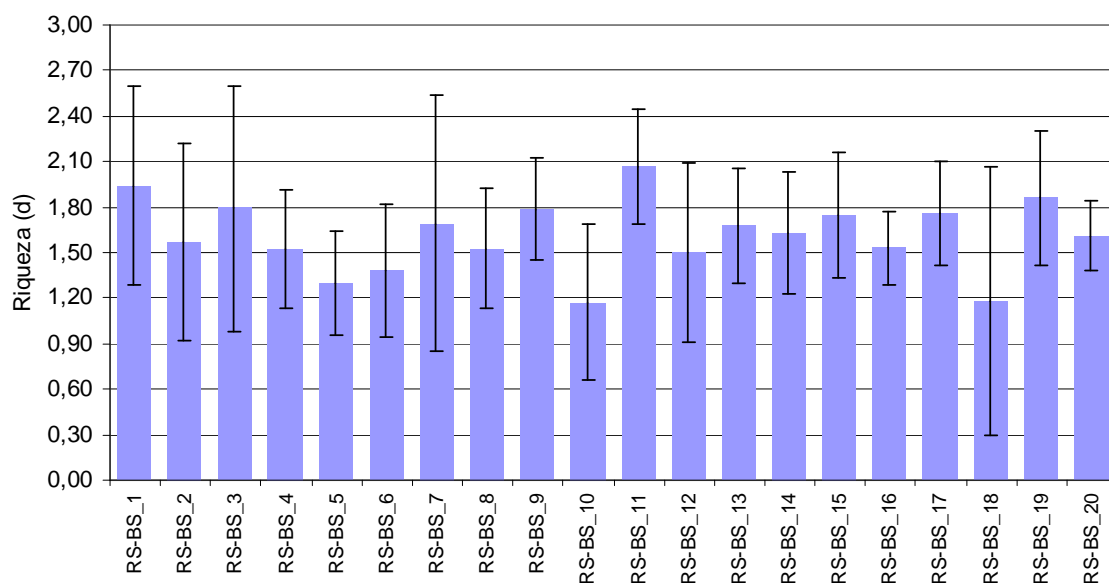


Figura VII.5.4.8-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

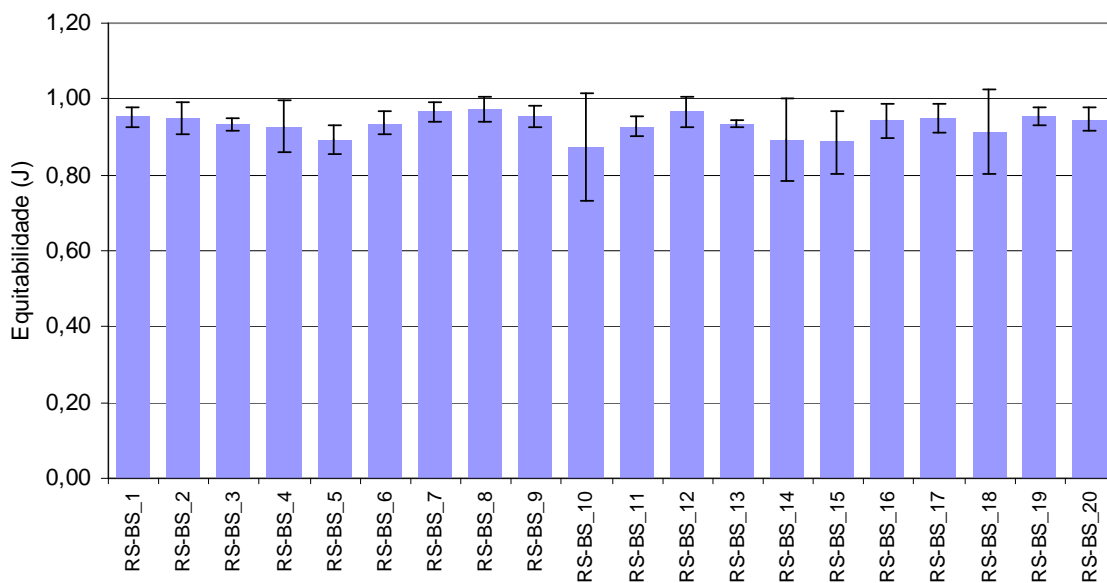


Figura VII.5.4.8-3 - Equitabilidade média (J) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

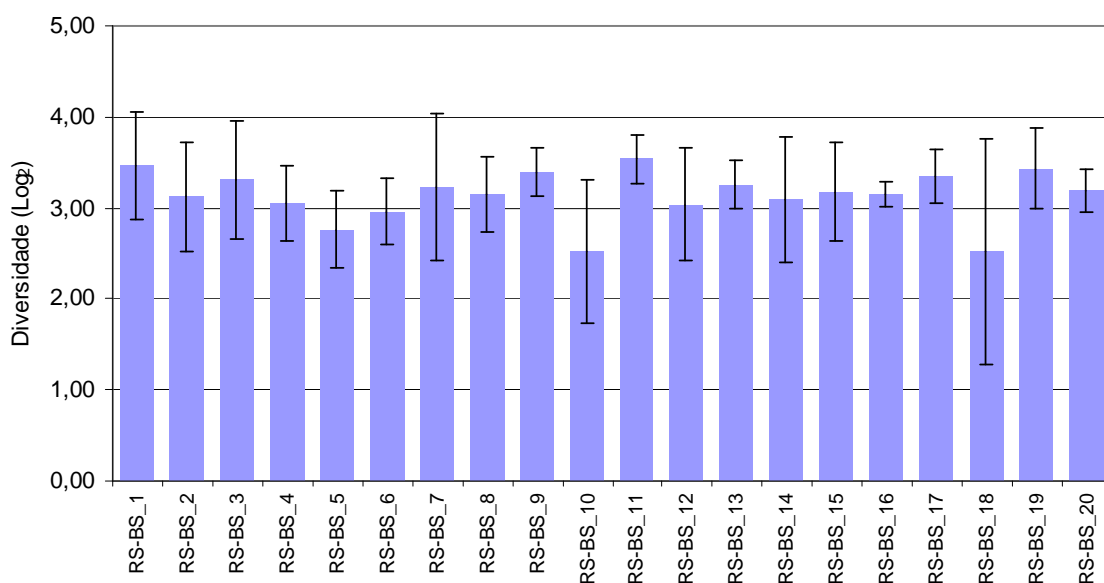


Figura VII.5.4.8-4 - Diversidade média (Log₂) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

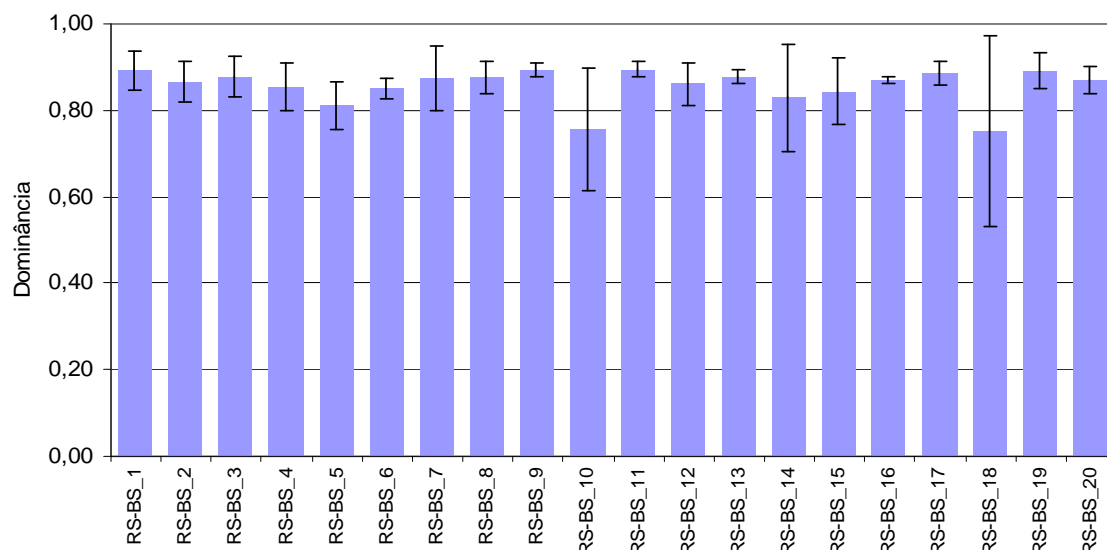


Figura VII.5.4.8-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

As similaridades obtidas entre estações com base nos dados quantitativos apresentaram valores entre 42,33% e 67,04% (figura VII.5.4.8-6). As estações RS-BS_1, RS-BS_4 e RS-BS_6 foram as que apresentaram as similaridades mais baixas, todas com valor inferior a 50%.

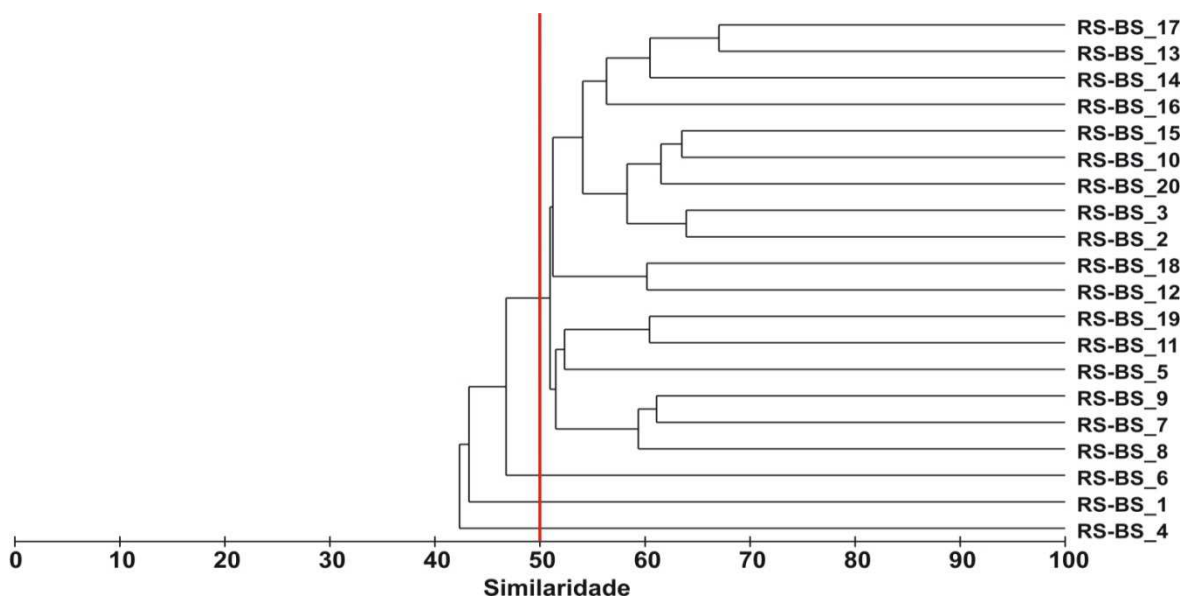


Figura VII.5.4.8-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

A similaridade entre estações para Mollusca foi superior a 50%, contudo as estações RS-BS_1 e RS-BS_19 apresentaram valores mais baixos (figura VII.5.4.8-7). Esses resultados decorrem das baixas frequências com que os mesmos ocorreram nas estações. *Abra lioica*, o táxon mais abundante, ocorreu em 18 estações, já o segundo em abundância - *Kelliella atlântica* - ocorreu em apenas sete estações.

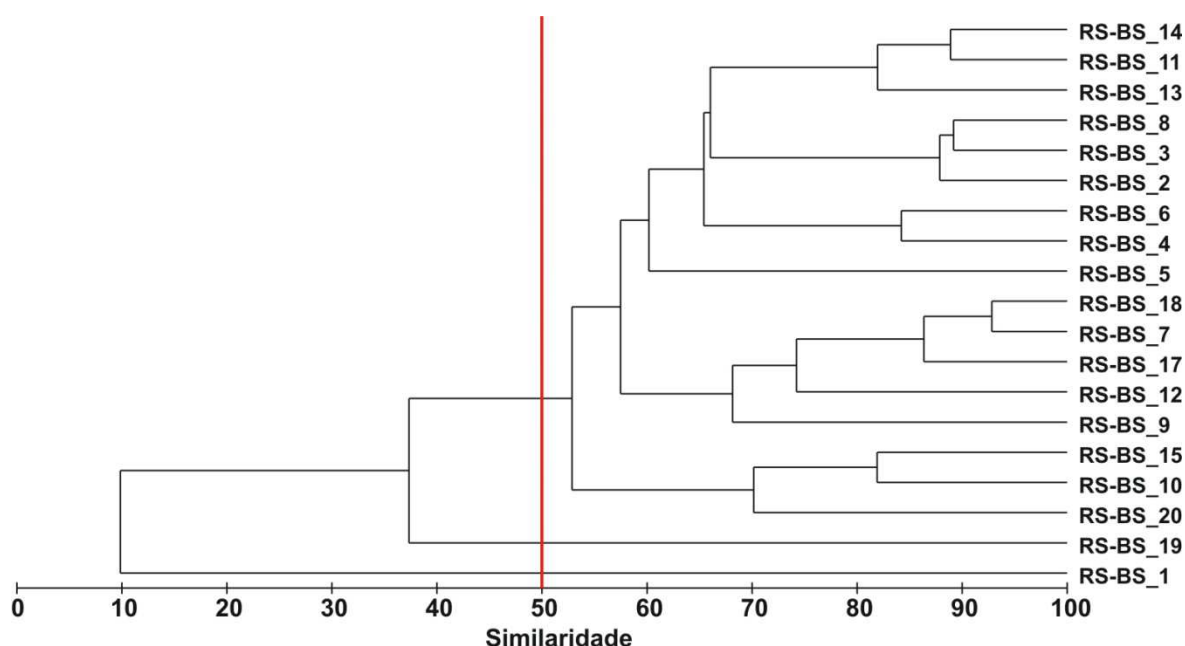


Figura VII.5.4.8-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Molusca. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

Os resultados obtidos para Polychaeta mostram similaridades superiores a 50%. Apenas a estação RS-BS_4 apresentou similaridade abaixo desse valor (figura VII.5.4.8-8).

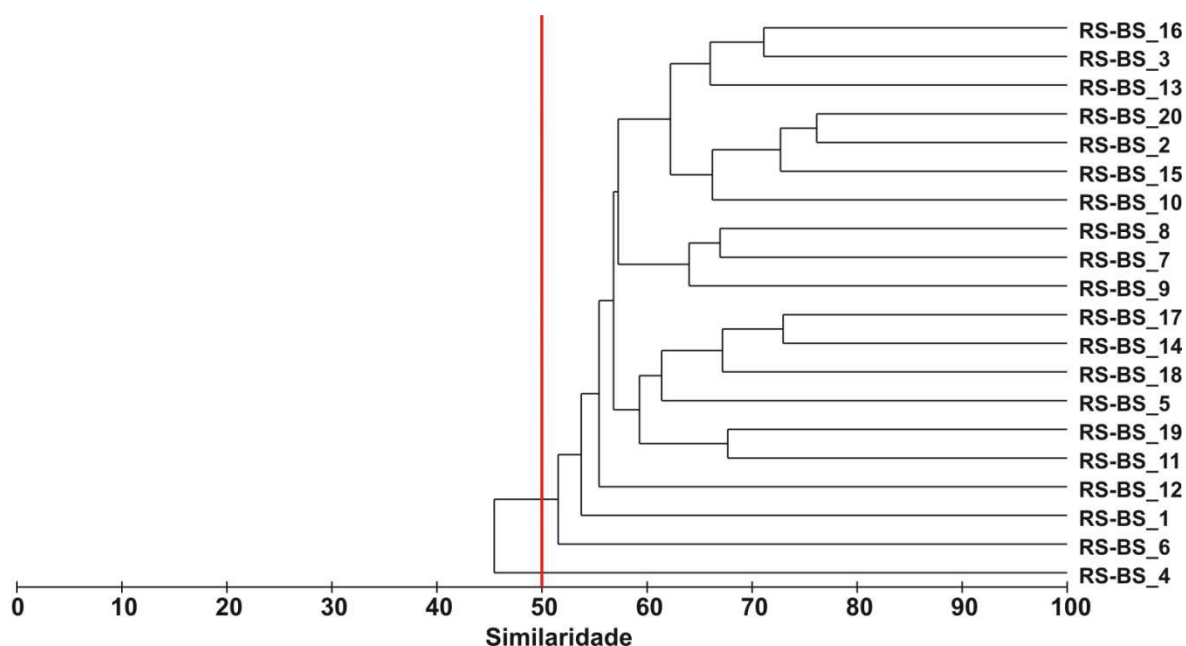


Figura VII.5.4.8-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

O mesmo procedimento realizado com os dados de Crustacea resulta em um dendrograma muito fragmentado com nove grupamentos apresentando similaridades inferiores a 50% (figura VII.5.4.8-9). Isto decorre da baixa frequência dos táxons, apenas um dos 16 ocorreu em 10 estações.

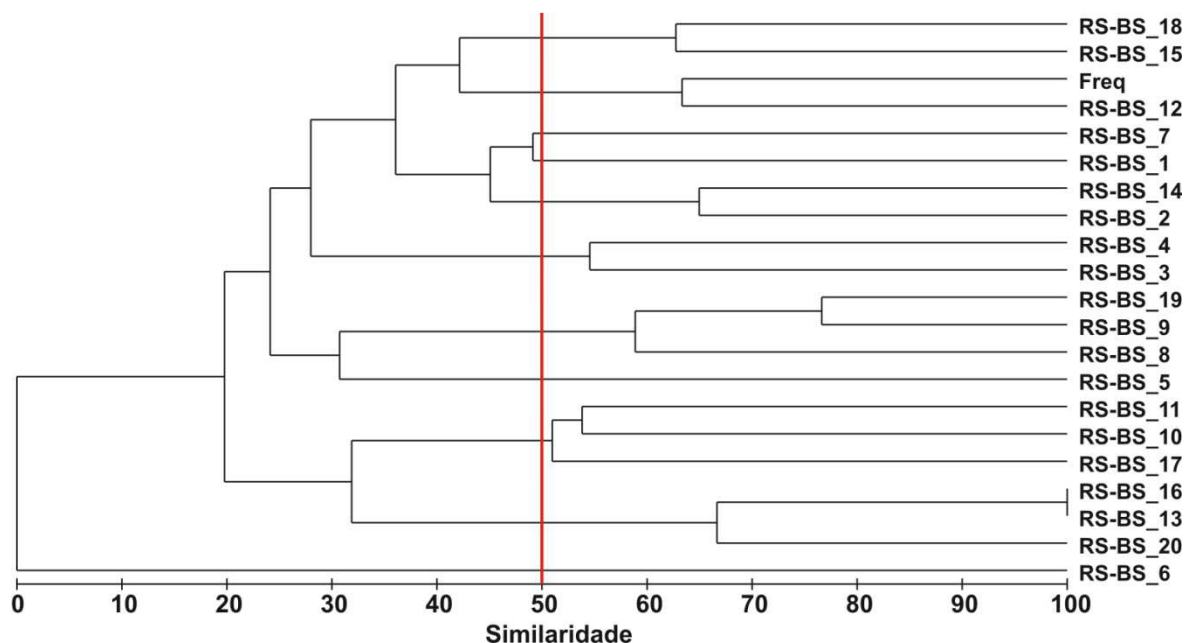


Figura VII.5.4.8-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de dados quantitativos e sua respectiva sobreposição com os valores relativos aos índices biológicos se encontram apresentados na figura VII.5.4.8-10.

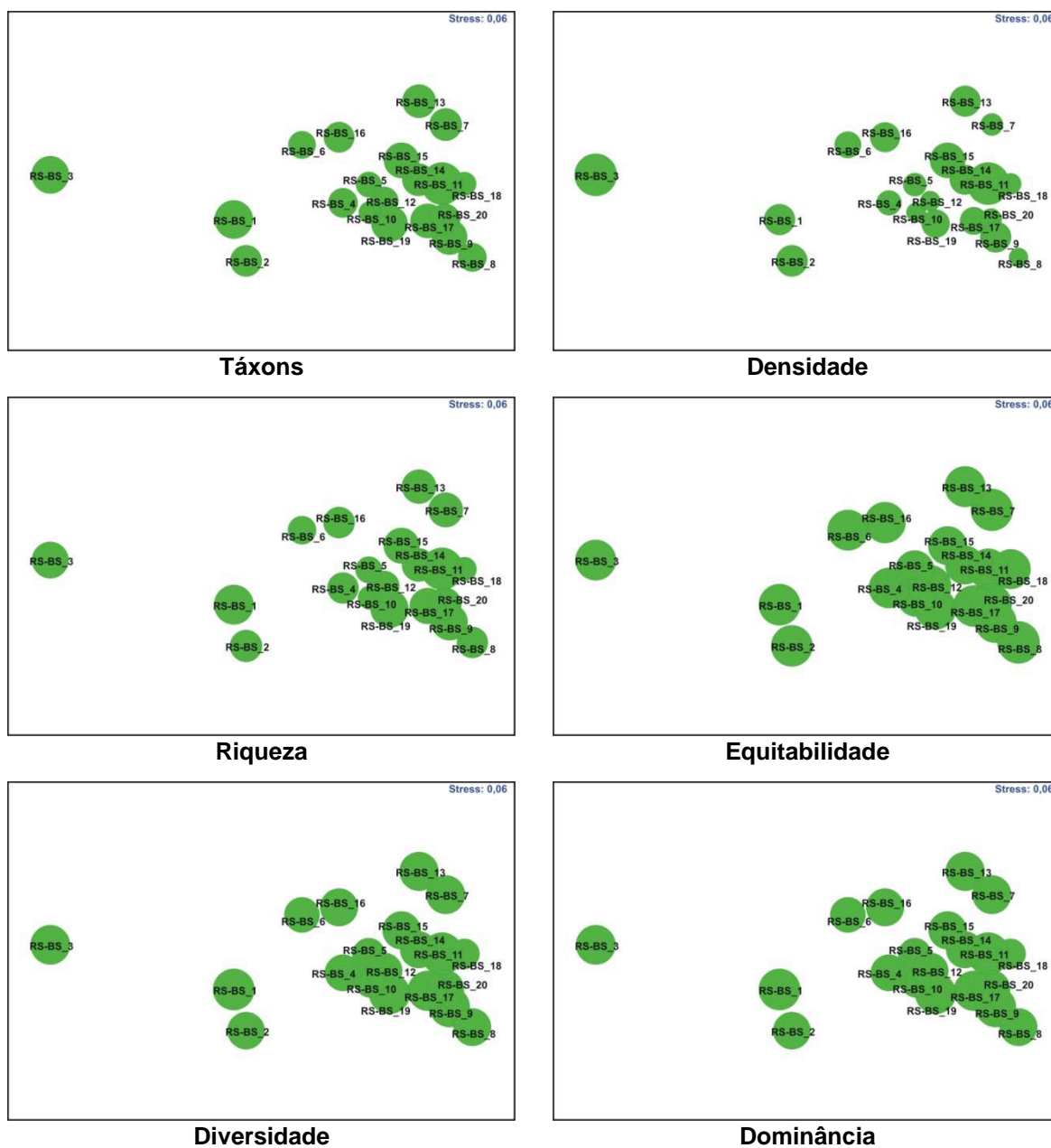


Figura VII.5.4.8-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.5.4.9 - Comparação entre Estratos

VII.5.4.9.1 - Composição Taxonômica

O número total de táxons, em geral, apresentou progressiva redução do estrato mais superficial (0 - 2 cm) para os situados mais abaixo (2 - 5 cm e 5 - 10 cm), contudo, para os Polychaeta, foi observado comportamento distinto com uma quantidade igual de táxons nos dois primeiros estratos (figura VII.5.4.9.1-1).

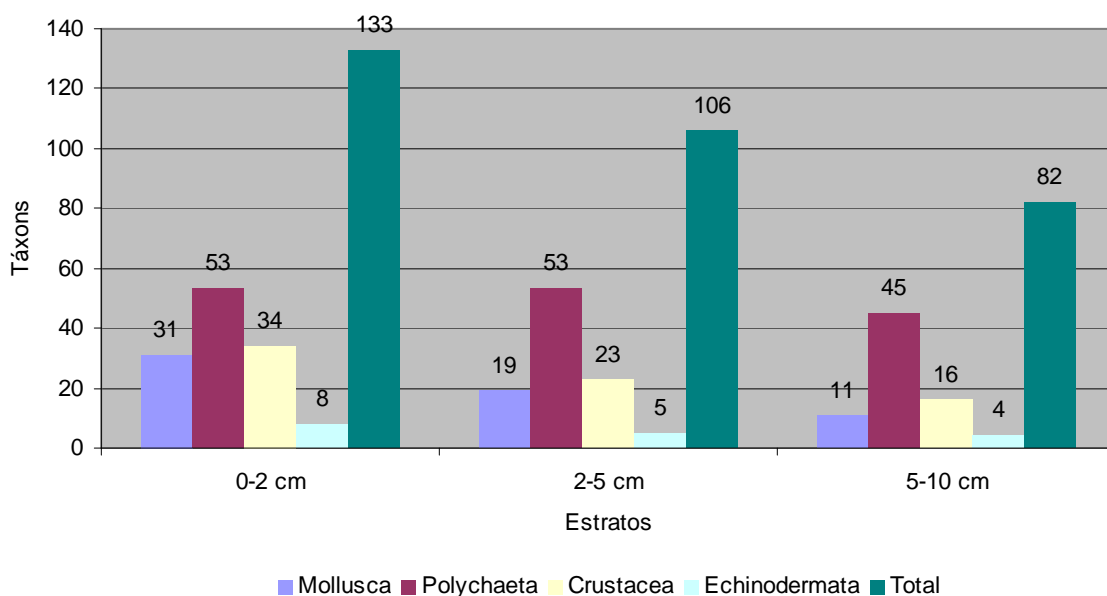


Figura VII.5.4.9.1-1 - Número de táxons nos estratos - RS-BS.

Os Mollusca, Crustacea e Echinodermata apresentaram redução no número de táxons do estrato superficial para o mais profundo.

Considerando um total de 151 táxons encontrados nos três estratos, na superfície do sedimento foram encontrados 133 táxons (88,08%) contra 106 (70,20%) do estrato situado entre 2 cm e 5 cm de profundidade e 82 (54,30%) no estrato inferior, entre 5 cm e 10 cm. Este resultado foi verificado em todas as réplicas (figura VII.5.4.9.1-2).

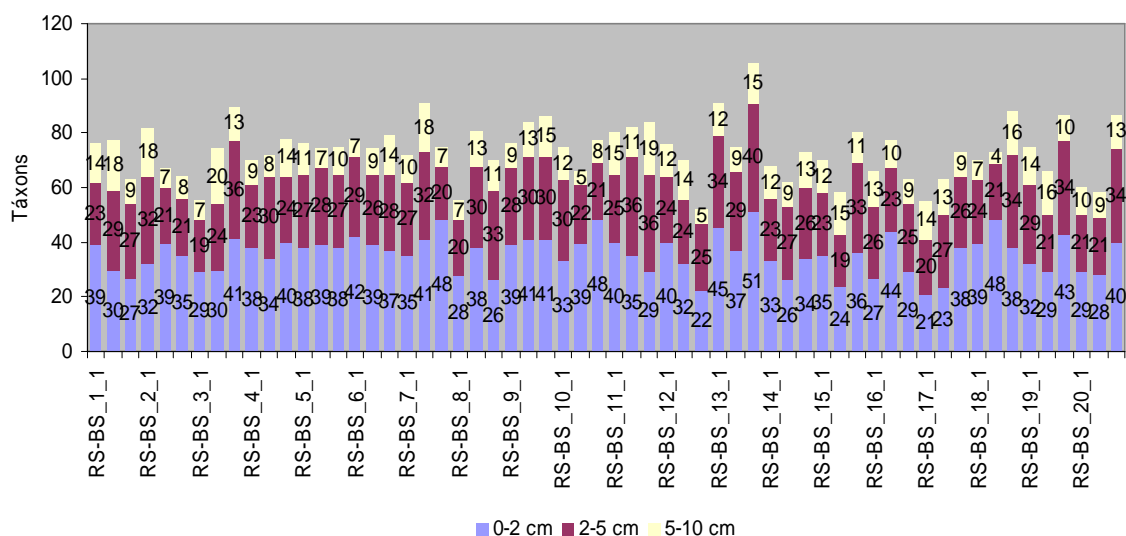


Figura VII.5.4.9.1-2 - Número total de táxons por réplica nos estratos. RS-BE.

O dendrograma representativo da similaridade qualitativa evidencia as semelhanças existentes entre os dois estratos superficiais e a separação do estrato inferior (figura VII.5.4.9.1-3). Ainda assim, apenas três estações do estrato inferior (RS-BE_1, RS-BE_4 e RS-BE_6) apresentaram similaridades inferiores a 50% em relação às demais de todos os estratos.

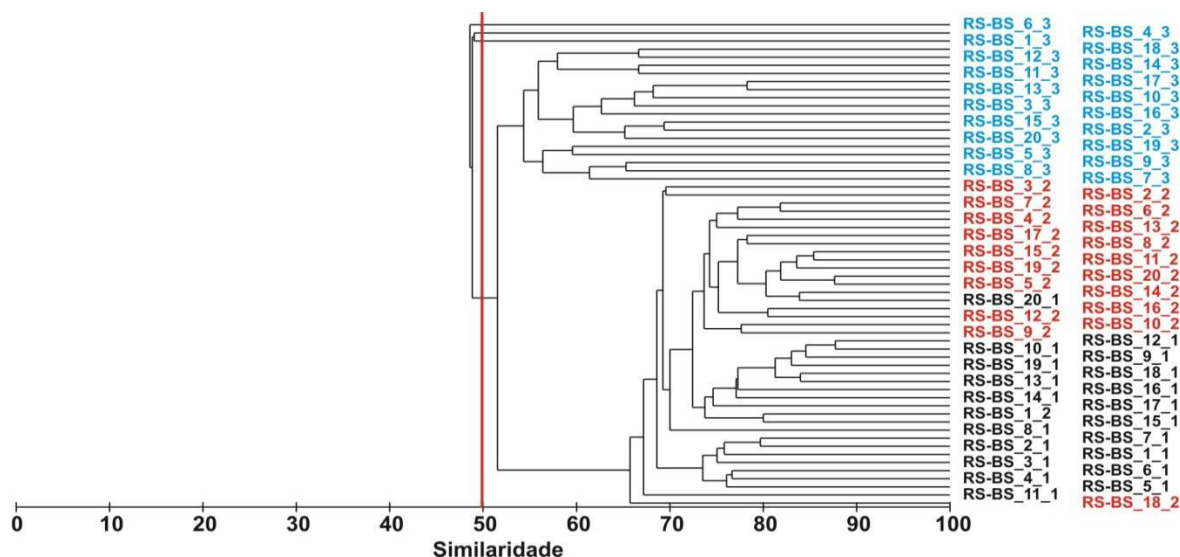


Figura VII.5.4.9.1-3 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre réplicas e estratos. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato de 5 - 10 cm – em azul. RS-BE.

A análise das similaridades entre estratos (ANOSIM) mostra diferenças significativas entre os estratos de 0 - 2 cm e 5 - 10 cm e diferenças não tão evidentes entre os estratos de 2 - 5 cm e 5 - 10 cm (tabela VII.5.4.9.1-1).

Tabela - VII.5.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade média (%)
0 - 2 e 2 - 5 cm	0,423	0,1	30,58
0 - 2 e 5 - 10 cm	0,767	0,1	52,22
2 - 5 e 5 - 10 cm	0,495	0,1	45,49

Os táxons de Mollusca se concentraram principalmente na superfície (figura VII.5.4.9.1-4).

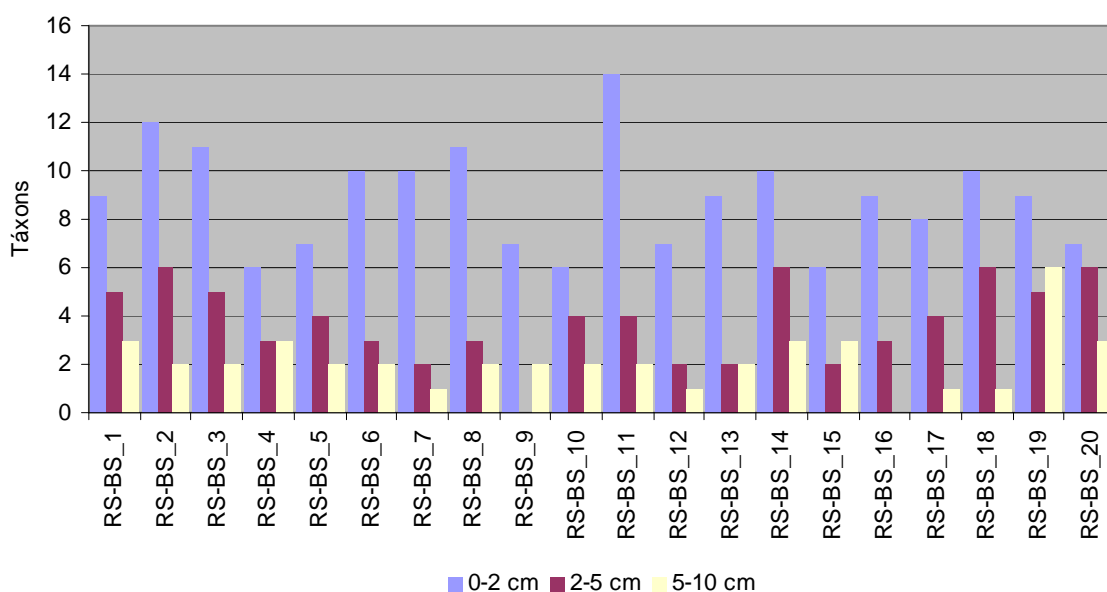


Figura - VII.5.4.9.1-4 - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RS-BS.

Os Polychaeta se concentraram nos dois estratos mais superficiais (figura VII.5.4.9.1-5).

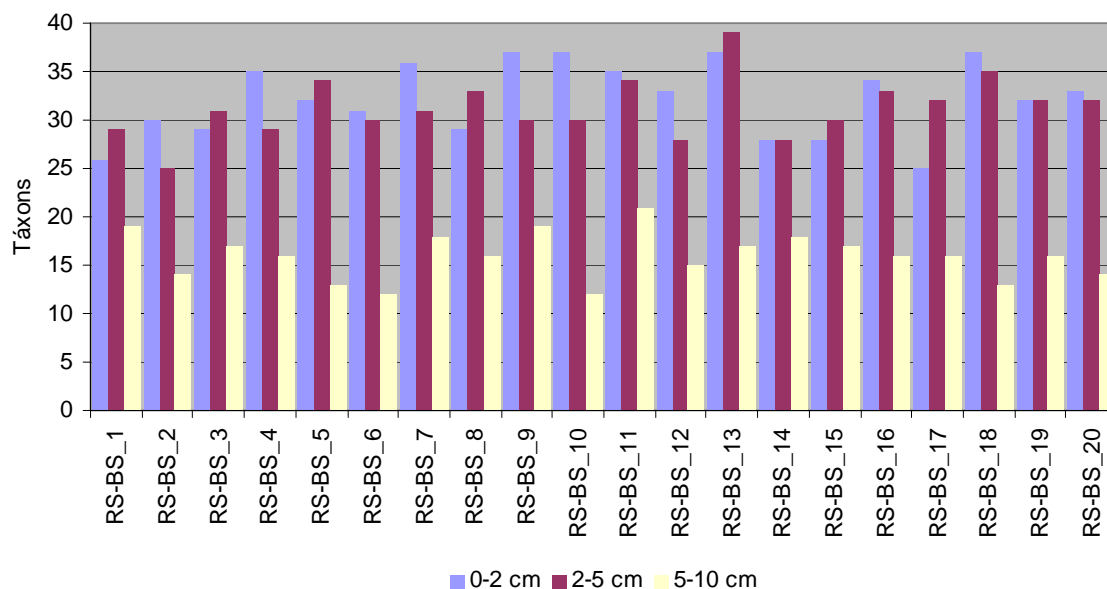


Figura VII.5.4.9.1-5 - Número de táxons de Polychaeta nos estratos por estação. RS-BS.

Os Crustacea se concentraram principalmente na superfície, em apenas uma estação foram encontrados mais táxons no estrato intermediário (figura VII.5.4.9.1-6).

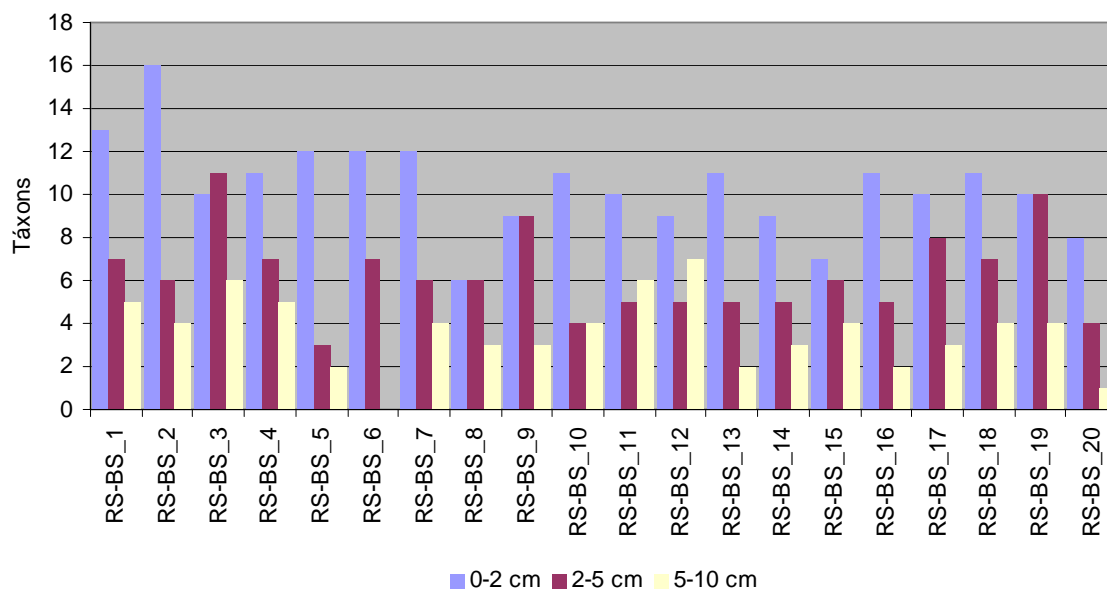


Figura VII.5.4.9.1-6 - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RS-BS.

Os Echinodermata foram encontrados principalmente na superfície, mas não ocorreram em todas as estações. No estrato intermediário foram encontrados em oito estações e no inferior em apenas três (figura VII.5.4.9.1-7).

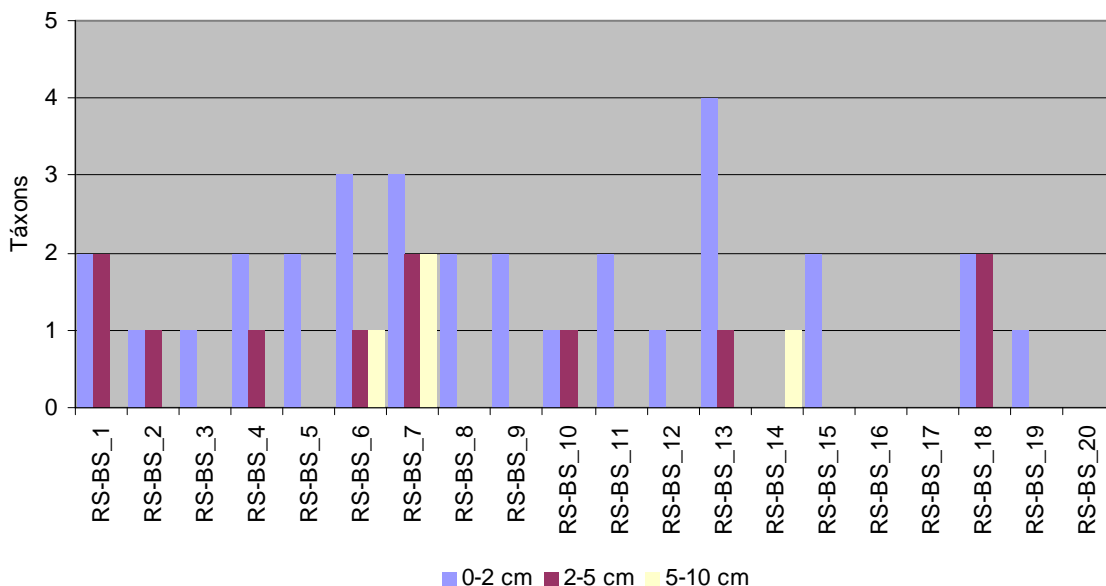


Figura VII.5.4.9.1-7 - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RS-BS.

Considerando a distribuição vertical dos táxons, observou-se que 43 táxons ocorreram com maior frequência, ou só ocorreram, nos estratos inferiores, sendo que destes 22 são Polychaeta, quatro são Mollusca, dez são Crustacea e cinco são Echinodermata. (tabela VII.5.4.9.1-2).

Tabela VII.5.4.9.1-2 - Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima = 46. RS-BS.

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Classe Anthozoa (Colonial)	0	0	1
Filo Nemertinea	18	19	8
<i>Volvulella paupercula</i>	0	1	0
<i>Nuculana semen</i>	2	4	0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	2	2
<i>Transenpitar americana</i>	0	1	0

Continua

Continuação

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
<i>Linopherus</i> sp.	17	20	17
Família Capitellidae	18	20	13
<i>Capitella</i> sp.	0	1	1
<i>Cirratulus</i> sp.	0	1	0
<i>Tharyx</i> sp.	19	20	19
<i>Chaetozone</i> sp.	0	1	0
Família Chaetopteridae	15	16	2
<i>Dorvillea</i> sp.	0	2	1
<i>Goniada</i> sp.	19	20	19
<i>Lumbrineris</i> sp.	12	19	3
Família Lysaretidae	5	12	4
<i>Lysarete</i> sp.	0	1	0
<i>Nephtys</i> sp.	16	19	8
Família Nereididae	16	19	5
Família Orbiniidae	12	17	6
<i>Scoloplos</i> (Leodamas) sp.	0	0	1
<i>Paralacydonia</i> sp.	1	4	0
Família Paraonidae	19	20	18
Família Pillargidae	3	6	3
<i>Sigambra</i> sp.	15	20	20
<i>Prionospio</i> sp.	15	16	7
Família Syllidae	4	6	4
<i>Automate</i> sp.	0	1	0
<i>Alpheus</i> sp.	0	1	0
Infraordem Thalassinidea	1	6	9
<i>Dawsonius latispina</i>	1	2	4
Família Axiidae	0	0	4
Infraordem Brachyura	1	1	0
Família Xanthidae	0	1	0
Família Melitidae	1	0	3
Ordem Stomatopoda	1	0	0
<i>Coronis scolopendra</i>	0	1	0
<i>Amphiura complanata</i>	0	1	0
<i>Amphiura</i> sp.	2	3	0
<i>Ophiura</i> sp.	0	0	1
<i>Amphioplus</i> sp.	0	0	1
<i>Amphilepis</i> sp.	0	1	0

Considerando os táxons relacionados na tabela VII.5.4.9.1-2, verificou-se que 11 táxons ocorreram somente no estrato intermediário, cinco apenas no mais profundo, 19 foram encontrados nos três estratos e 18 não ocorreram na superfície.

VII.5.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos

Considerando as 20 estações, suas três réplicas e uma área total amostrada de 5,40 m², foi quantificada a média de 4.574 ind.m⁻². O estrato superficial contribuiu com 2.494 ind.m⁻², o intermediário com 1.652 ind.m⁻² e o inferior com 428 ind.m⁻² (tabela VII.5.4.9.2-1).

Tabela VII.5.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total.

Grupo/Estrato	Densidade média (ind.m ⁻²)				Desvio padrão			
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm	Total	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm	Total
Mollusca	215	60	53	328	79	27	36	99
Polychaeta	1.770	1.436	322	3.528	496	351	96	735
Crustacea	388	108	40	535	113	38	18	140
Echinodermata	39	7	2	48	34	10	4	40
Outros	82	43	12	136	33	27	13	47
Total	2.494	1.652	428	4.574	500	359	105	750

No estrato superficial estavam concentrados 54,52% dos organismos encontrados, contra 36,12% no intermediário e 9,36% no inferior.

A figura VII.5.4.9.2-1 ilustra o padrão de distribuição dos quatro principais grupos e do total de organismos pelos estratos, podendo-se observar o decréscimo do número de indivíduos do estrato superficial (0 - 2 cm) para o profundo (5 - 10 cm).

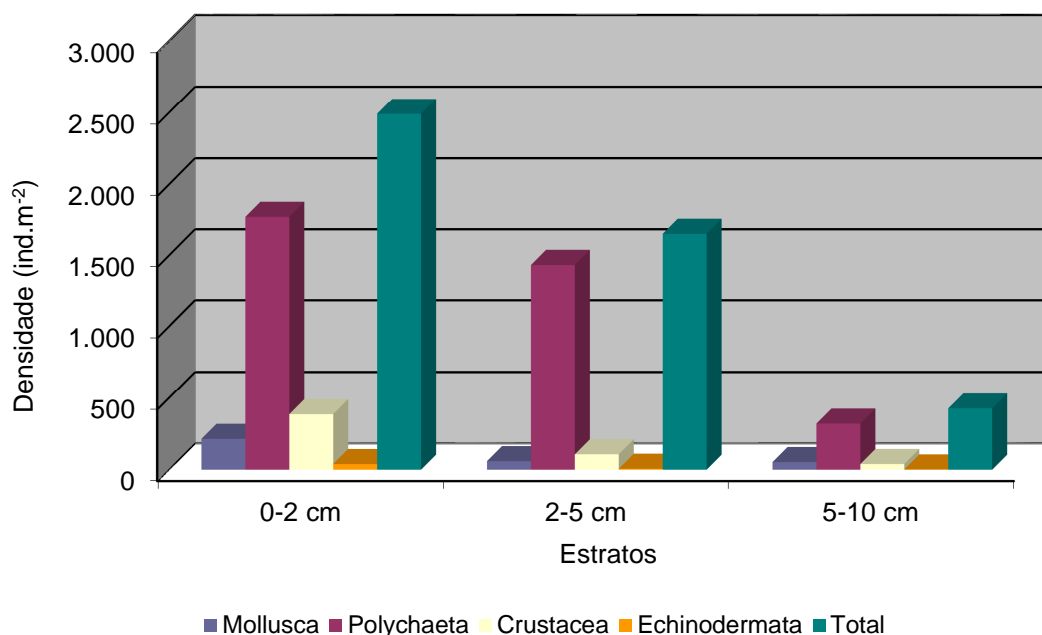


Figura VII.5.4.9.2-1 - Densidade média (ind.m⁻²) nos estratos e no total. RS-BS.

Uma análise mais detalhada mostra que 46 táxons apresentaram uma distribuição divergente do padrão no perfil vertical, com um número maior de indivíduos concentrados nos estratos intermediário e/ou inferior (tabela VII.5.4.9.2-2).

Tabela VII.5.4.9.2-2 - Número total de organismos por estratos. RS-BS.

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Filo Nemertinea	-	1.450	1.625	350
Mollusca	<i>Volvulella paupercula</i>	0	25	0
	<i>Nuculana semen</i>	50	100	0
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	75	250	50
	<i>Transenpitar americana</i>	0	25	0
Annelida - Polychaeta	<i>Linopherus</i> sp.	1.900	3.675	1.425
	Família Capitellidae	1.100	1.650	725
	<i>Capitella</i> sp.	0	75	25
	Família Cirratulidae	5.150	7.200	1.725
	<i>Cirratulus</i> sp.	0	75	0
	<i>Tharyx</i> sp.	3.775	5.650	1.525
	<i>Chaetozone</i> sp.	0	50	0
	<i>Dorvillea</i> sp.	0	50	25

Continua

Continuação

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Annelida - Polychaeta	<i>Goniada</i> sp.	2.525	3.975	1.575
	<i>Lumbrineris</i> sp.	625	1.250	75
	Família Lysaretidae	175	450	150
	<i>Lysarete</i> sp.	0	25	0
	<i>Magelona</i> sp.	400	475	100
	<i>Nephtys</i> sp.	700	1.300	225
	Família Nereididae	700	1.175	150
	Família Orbiniidae	450	950	250
	<i>Scoloplos (Leodamas)</i> sp.	0	0	25
	<i>Paralacydonia</i> sp.	25	100	0
	Família Paraonidae	3.175	4.600	2.025
	<i>Aricidea</i> sp.	2.375	3.450	625
	Família Pillargidae	75	425	100
	<i>Sigambra</i> sp.	1.475	6.875	1.900
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	650	750	150
	<i>Prionospio</i> sp.	950	1.000	175
	<i>Polydora</i> sp.	125	150	0
	Família Syllidae	100	150	100
	<i>Syllis</i> sp.	1.400	1.575	575
Athropoda - Crustacea	<i>Automate</i> sp.	0	25	0
	<i>Alpheus</i> sp.	0	25	0
	Infraordem Thalassinidea	25	175	325
	<i>Dawsonius latispina</i>	25	50	100
	Família Axiidae	0	0	100
	Família Xanthidae	0	25	0
	Família Anthuridae	800	1.000	350
	Família Melitidae	50	0	75
	<i>Coronis scolopendra</i>	0	25	0
Echinodermata	<i>Amphiura complanata</i>	0	25	0
	<i>Amphiura</i> sp.	50	125	0
	<i>Ophiura</i> sp.	0	0	25
	<i>Amphioplus</i> sp.	0	0	25
	<i>Amphilepis</i> sp.	0	25	0

Os organismos da classe Polychaeta apresentaram as maiores contribuições, especialmente os Paraonidae, *Aricidea* sp., *Sigambra* sp., *Nephtys* sp. e *Syllis* sp.. O filo Nemertinea e o subfilo Crustacea também apresentaram expressiva contribuição, destacando-se a família Anthuridae.

Em todos os estratos foi observada ampla predominância dos organismos da classe Polychaeta (figura VII.5.4.9.2-2).

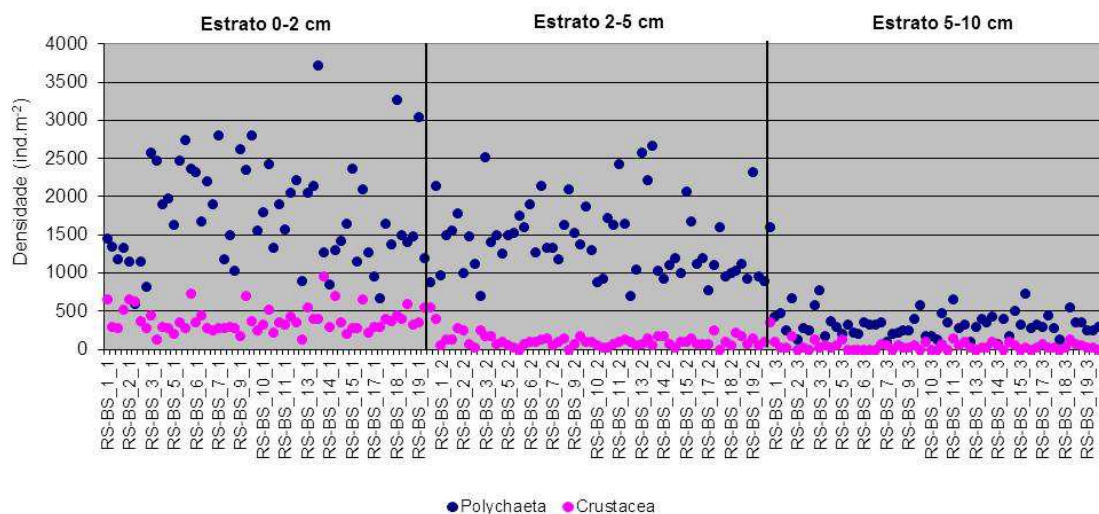


Figura VII.5.4.9.2-2 - Densidade total (ind.m²) nos estratos. RS-Bs.

O dendrograma gerado pela análise de similaridade quantitativa mostra a separação dos três estratos em grupos distintos (figura VII.5.4.9.2-3). A similaridade média no estrato de 0 - 2 cm foi de 68,93%, no estrato de 2 - 5 cm foi de 68,86% e no estrato de 5 - 10 cm foi de 50,37%. O estrato inferior (5-10 cm) foi o único que apresentou similaridade inferior a 50% para os demais.

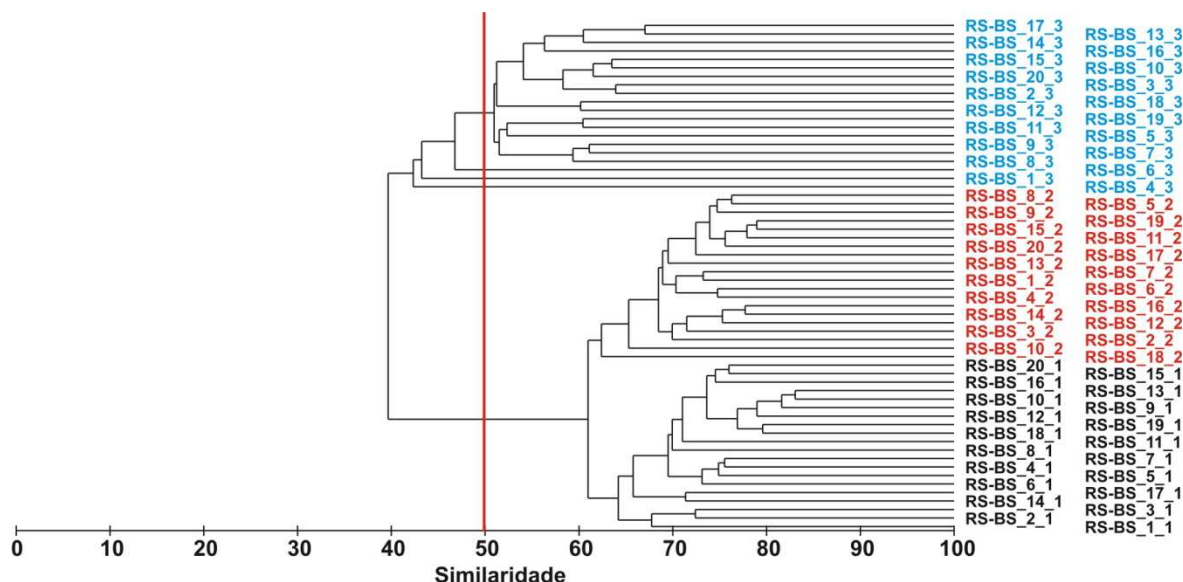


Figura VII.5.4.9.2-3 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RS-Bs.

A análise das similaridades entre os três estratos indicou diferenças mais marcantes entre os dois estratos superficiais e o profundo (tabela VII.5.4.9.2-3).

Tabela VII.5.4.9.2-3 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. RS-BS.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade Média (%)
0 - 2 e 2 - 5 cm	0,682	0,1	39,02
0 - 2 e 5 - 10 cm	0,956	0,1	64,82
2 - 5 e 5 - 10 cm	0,747	0,1	55,84
Global	0,669	0,1	-

O dendrograma gerado a partir dos dados de Mollusca mostra a separação do estrato superficial e a mistura dos estratos inferiores (figura VII.5.4.9.2-4). As estações RS-BS_9_R2 e RS-BS_16_R3 foram excluídas da análise por não apresentarem organismos desse grupo.

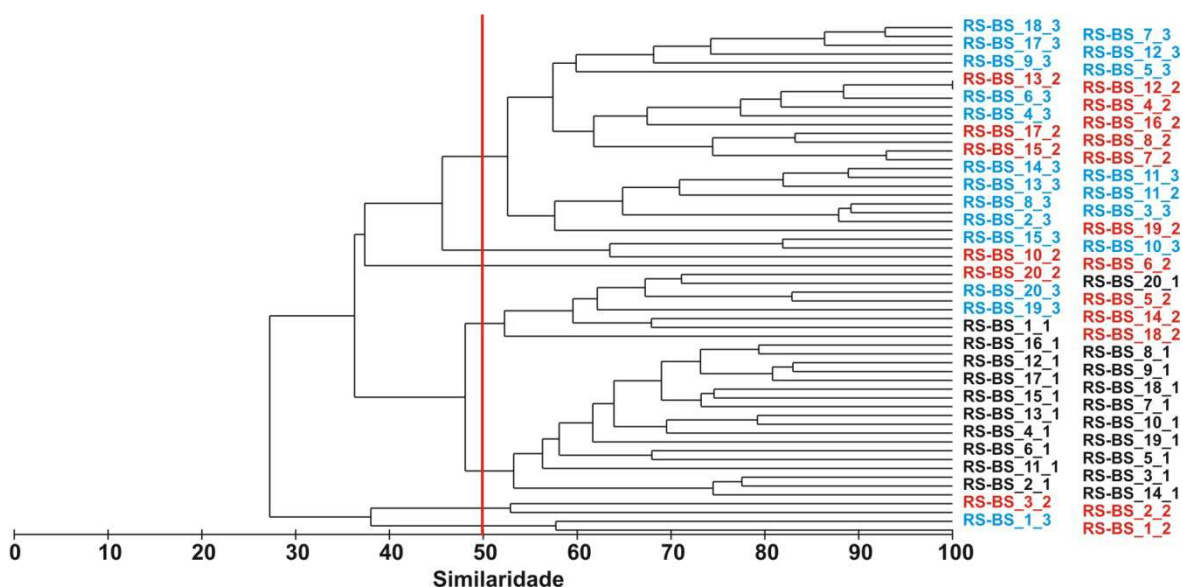


Figura VII.5.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Mollusca pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RS-BS.

O resultado da análise de similaridade feita entre estratos para os Polychaeta evidencia a mistura dos dois estratos mais superficiais e a separação do inferior com similaridade de 43,97% em relação aos outros dois (figura VII.5.4.9.2-5).

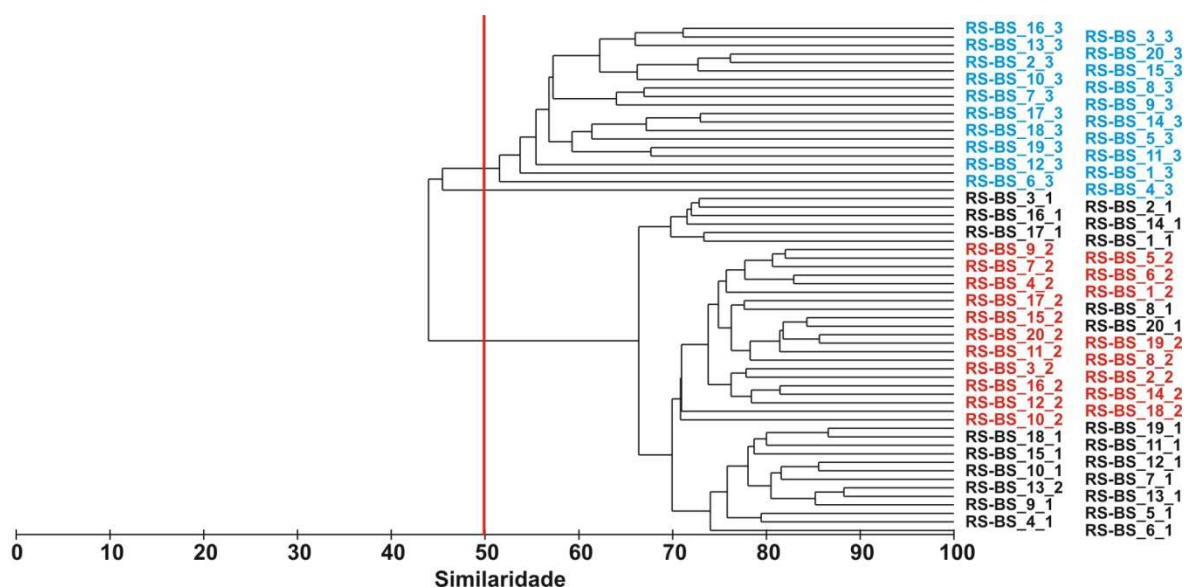


Figura VII.5.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RS-BS.

O mesmo procedimento realizado com os dados de Crustacea mostra um panorama semelhante ao dos Mollusca com a separação do estrato superficial (figura VII.5.4.9.2-6).

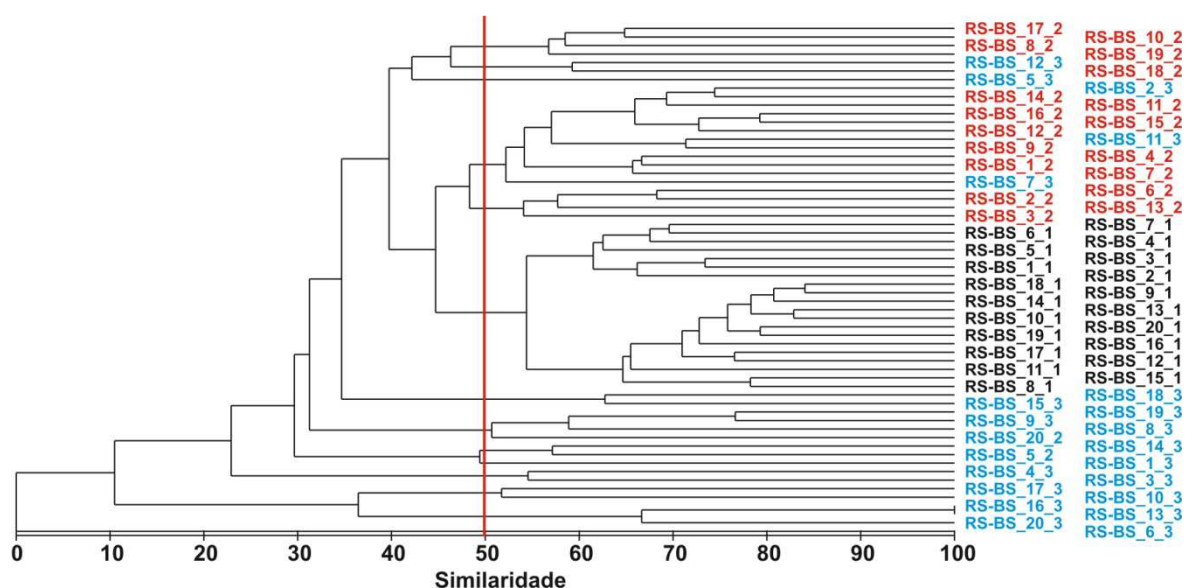


Figura VII.5.4.9.2-6 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RS-BS.

Os resultados dos índices biológicos se encontram ilustrados nas figuras VII.5.4.9.2-7 a VII.5.4.9.2-11. A riqueza, densidade, diversidade e dominância, apresentaram redução do estrato superficial para os mais profundos. Já a equitabilidade apresentou valores mais altos no estrato inferior em 16 das 20 estações estudadas (figura VII.5.4.9.2-9).

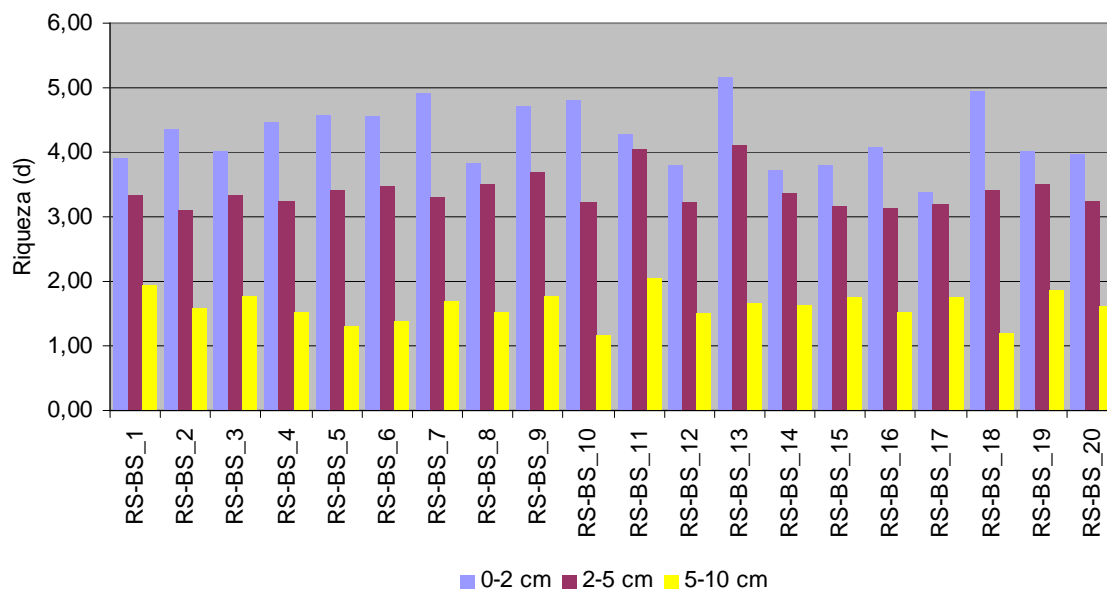


Figura VII.5.4.9.2-7 - Valores de riqueza (d) nos estratos. RS-BS.

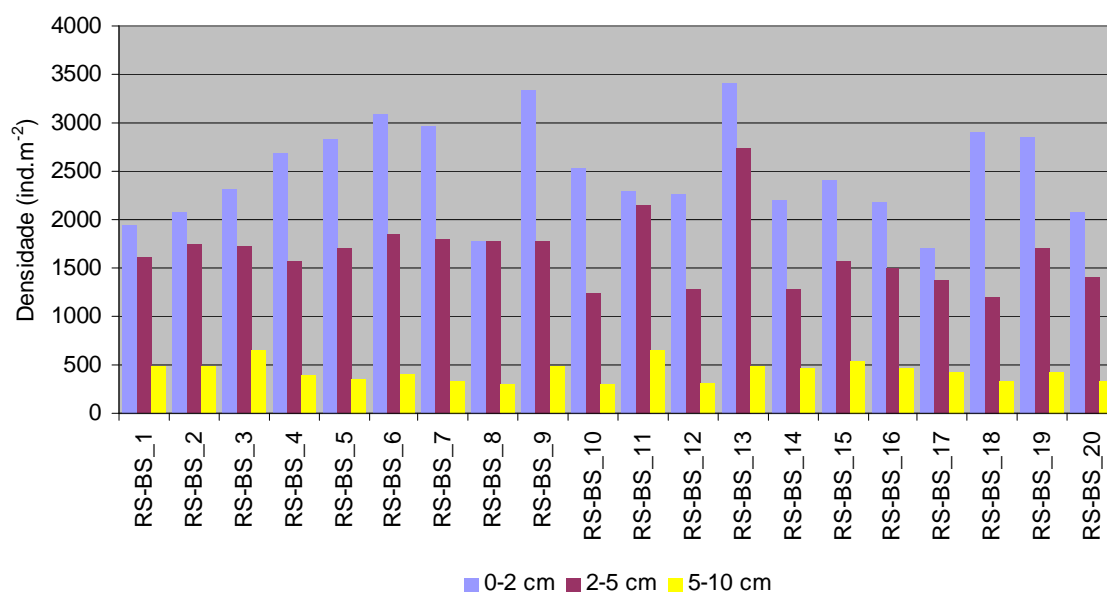


Figura - VII.5.4.9.2-8 - Valores de densidade (d) nos estratos. RS-BS.

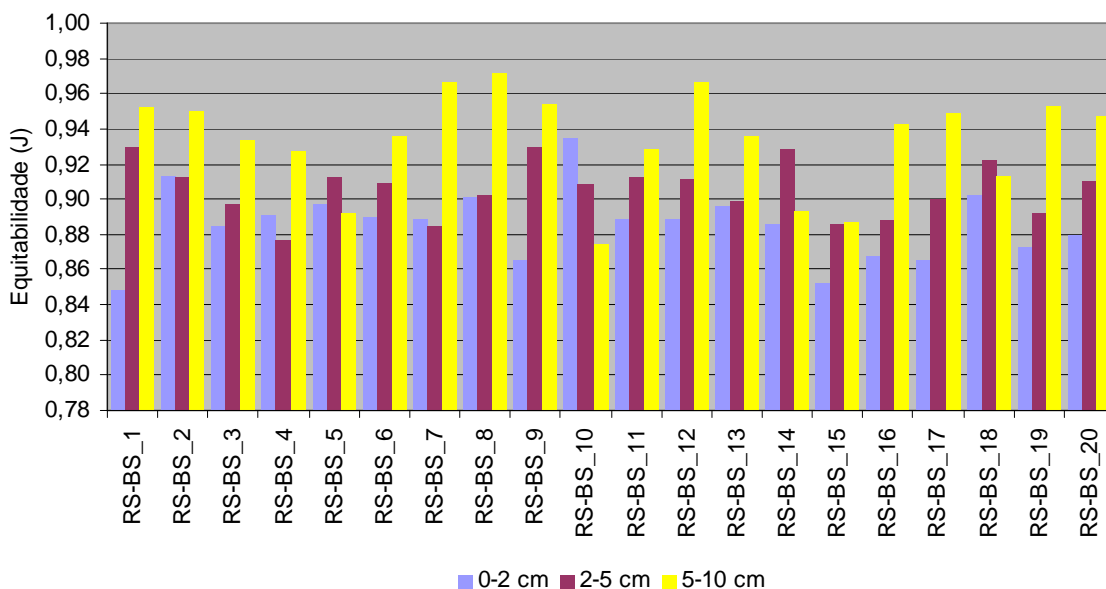


Figura VII.5.4.9.2-9 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. RS-BS.

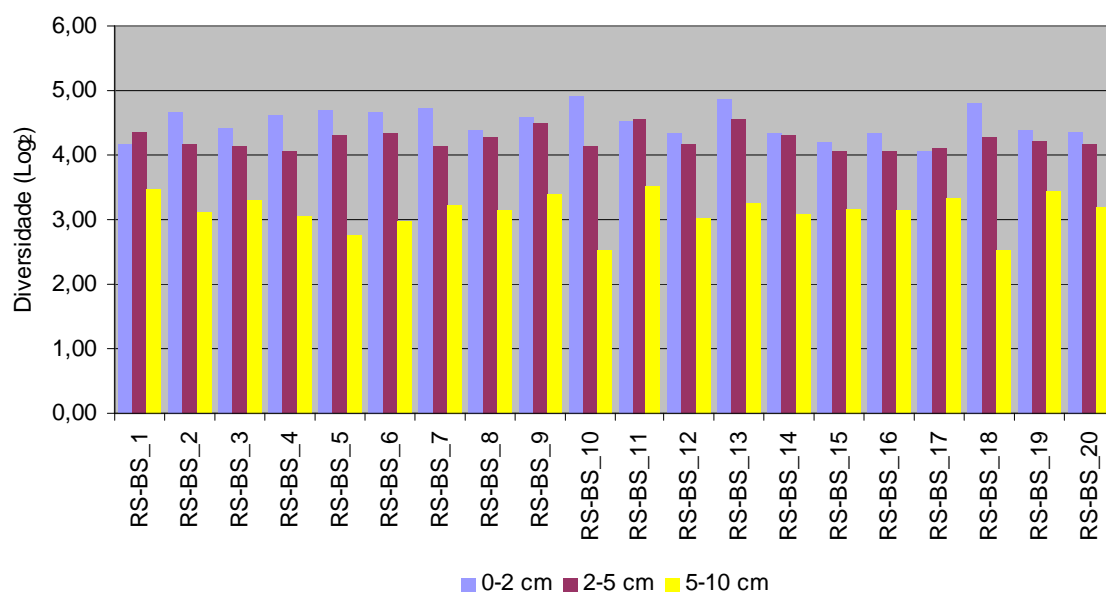


Figura VII.5.4.9.2-10 - Valores de Diversidade ($H' = \text{Log}_2$) nos estratos. RS-BS.

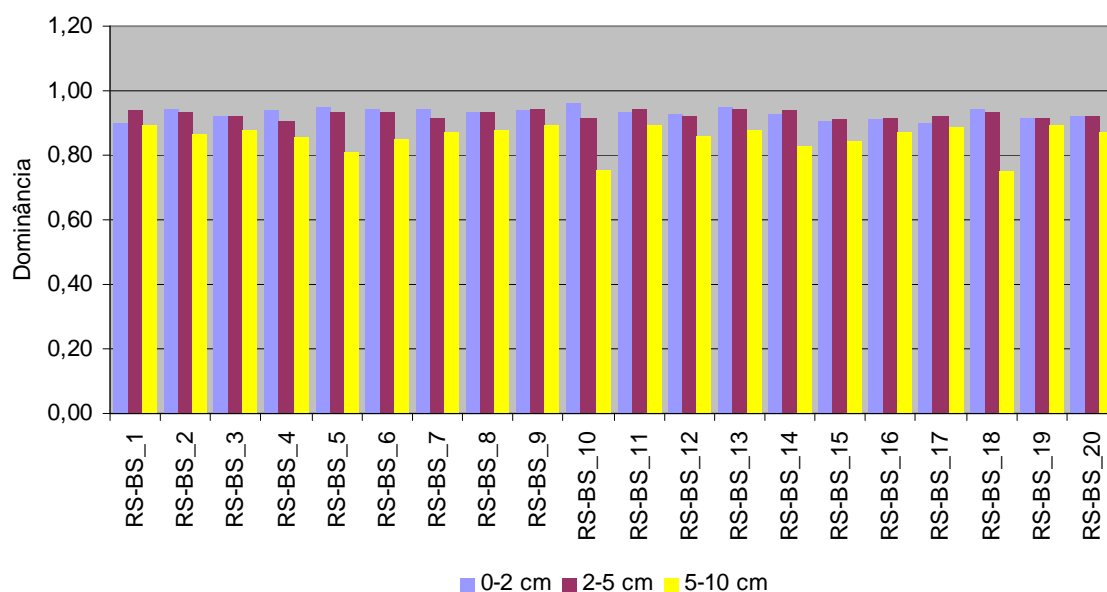


Figura VII.5.4.9.2-11 - Valores de Dominância ($1-\lambda'$) nos estratos. RS-Bs.

VII.5.5 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos

As variáveis introduzidas com seus respectivos códigos para identificação nas análises e figuras apresentadas constam da tabela VII.5.5.1-1.

Tabela VII.5.5.1-1 - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Granulométricas (*)	-	Metais (**)	-
Cascalho	CASC	Alumínio	Al
Areia	AREIA	Bário	Ba
Silte	SILTE	Cadmio	Cd
Argila	ARG	Chumbo	Pb
-	-	Cobre	Cu
Químicas	-	Cromo	Cr
Carbono orgânico total	COT	Ferro	Fe
Matéria orgânica	MOT	Manganês	Mn
Fósforo total	P	Mercúrio	Hg
Nitrogênio total	N	Níquel	Ni
Carbonato	CARB (*)	Vanádio	V
Biológicas	-	Zinco	Zn
Densidade total	DENS	-	-

Continua

Continuação

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Riqueza	RIQ	Contaminantes (**)	-
Equitabilidade	EQUI	n-alcanos (C5 a C20 + pristano + fitano)	nalc1
Diversidade	DIV	n-alcanos (C21 a C40)	nalc2
Dominância	DOM	HPAs	HPA
Grupos de Bentos	-	HTP	HTP
Anthozoa	Anto	MCNR	MCNR
Nemertinea	Neme	-	-
Mollusca	Moll	-	-
Polychaeta	Poly	-	-
Sipuncula	Sipu	-	-
Crustacea	Crus	-	-
Echinodermata	Echi	-	-

(*) somente em 0 - 10 cm – dados repetidos nos demais estratos.

(**) somente entre 0 - 2 cm.

VII.5.5.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos

A partir da matriz de correlação de Pearson entre as 12 variáveis bentônicas (5 índices e 7 grupos taxonômicos) foi aplicada uma ACP, introduzindo as 9 variáveis abióticas (4 granulométricas e 5 químicas) como variáveis suplementares explicativas sem interferência sobre o cálculo dos autovetores (tabela III.6.1-1). A Contribuição equilibrada CE das variáveis ativas é $CE = (2/12)^{-0,5} = 0,408$.

Essas variáveis foram analisadas em 3 estratos de 20 estações (total de 60 amostras).

Com cerca de 61,5% de explicação da variância, o eixo I concentra a totalidade das variáveis bentônicas em coordenadas significativamente negativas ($CE > 0,408$), exceto a Equitabilidade (EQUI) com coordenada positiva. As variáveis suplementares (Granulométricas e químicas) tem baixa contribuição na explicação desse primeiro fator. Somente o nitrogênio total se destaca significativamente junto às variáveis bentônicas (figura. VII.5.5.1-1).

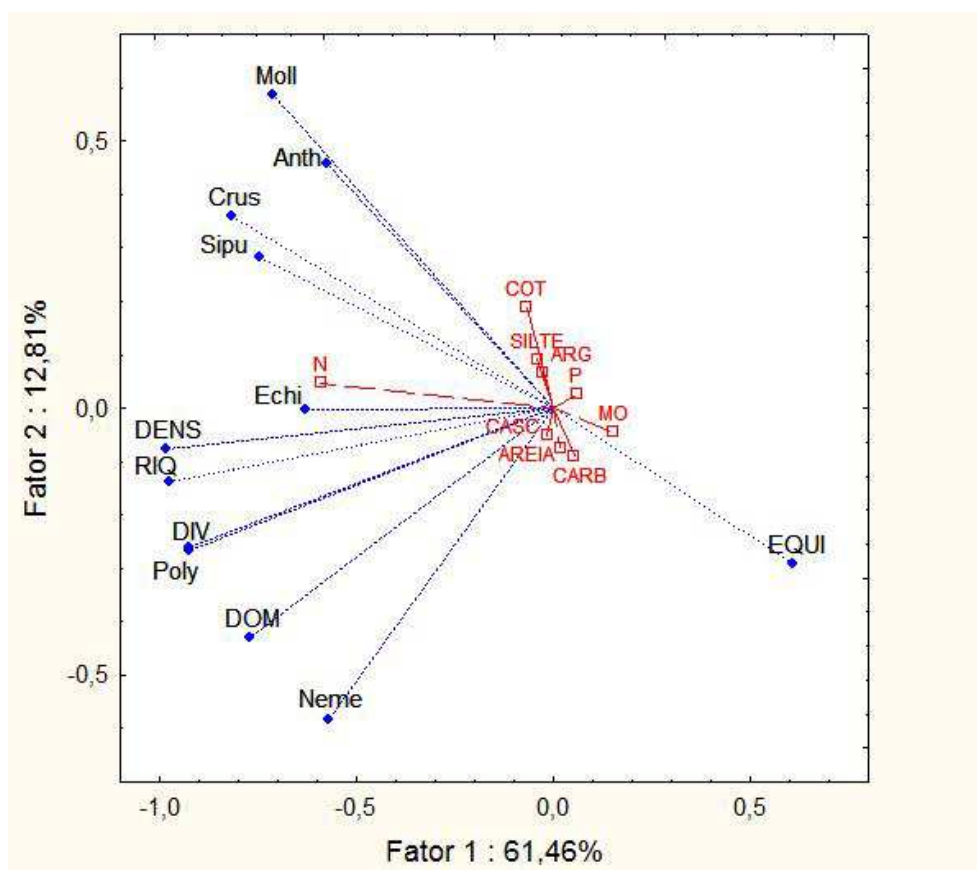


Figura VII.5.5.1-1 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais (índices e grupos). Posição das variáveis no plano fatorial I-II. As variáveis abióticas foram incluídas como variáveis explicativas suplementares.

A ordenação fortemente agrupada das amostras dos 3 estratos ao longo desse primeiro eixo (figura VII.5.5.1-2), nos leve a definir essa componente como um fator de estratificação do sedimento, responsável da distribuição vertical do bentos.

Todas as variáveis bentônicas, de densidade, riqueza e diversidade, tem seus valores máximos no estrato superficial (coordenada negativas das amostras do estrato de 0 - 2 cm), diminuindo em profundidade (coordenadas positivas do estrato de 5 - 10 cm, e centrais do estrato de 2 - 5 cm).

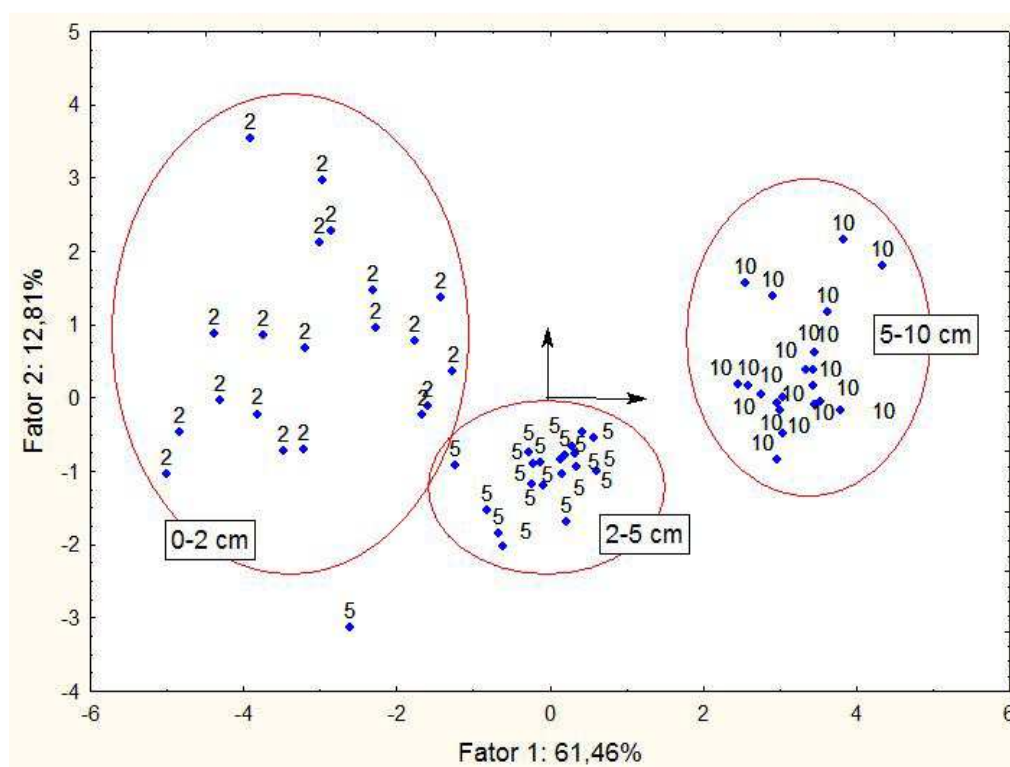


Figura VII.5.5.1-2 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II. Os estratos são indicados pelos números 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm).

VII.5.5.2 - Teores em Contaminantes e Índices Biológicos

VII.5.5.2.1 - Relações Táxons x Metais no estrato de 0 - 2 cm

Baseada na matriz de correlação entre variáveis bentônicas (5 índices + 7 grupos) amostradas no estrato de 0 - 2 cm foi realizada uma análise em componentes principais (ACP) introduzindo os metais como variáveis suplementares (figura. VII.5.5.2.1-1).

Analisando exclusivamente as amostras coletadas aleatoriamente no estrato superficial verificamos certa heterogeneidade das suas características bentônicas. O eixo I ($\approx 43,0\%$) é formado pelas amostras com maiores valores em densidade, riqueza e diversidade de organismos bentônicos dominados pelos grupos Echinodermata (Echi), Nemertinea (Neme) e Polychaeta (Poly). Nesse sedimento observa-se uma tendência ao aumento da maioria dos metais, principalmente Ni, Mn, V, Fe e uma diminuição do Zn. Nesse primeiro eixo não há contribuição significativa dos contaminantes

O eixo II ($\approx 18,0\%$) destaca os grupos Mollusca (Moll), Crustacea (Crus), Anthozoa (Anth) e Sipuncula (Sipu), uma redução dos teores em metais e um aumento de nAlc1, HTP e MCNR.

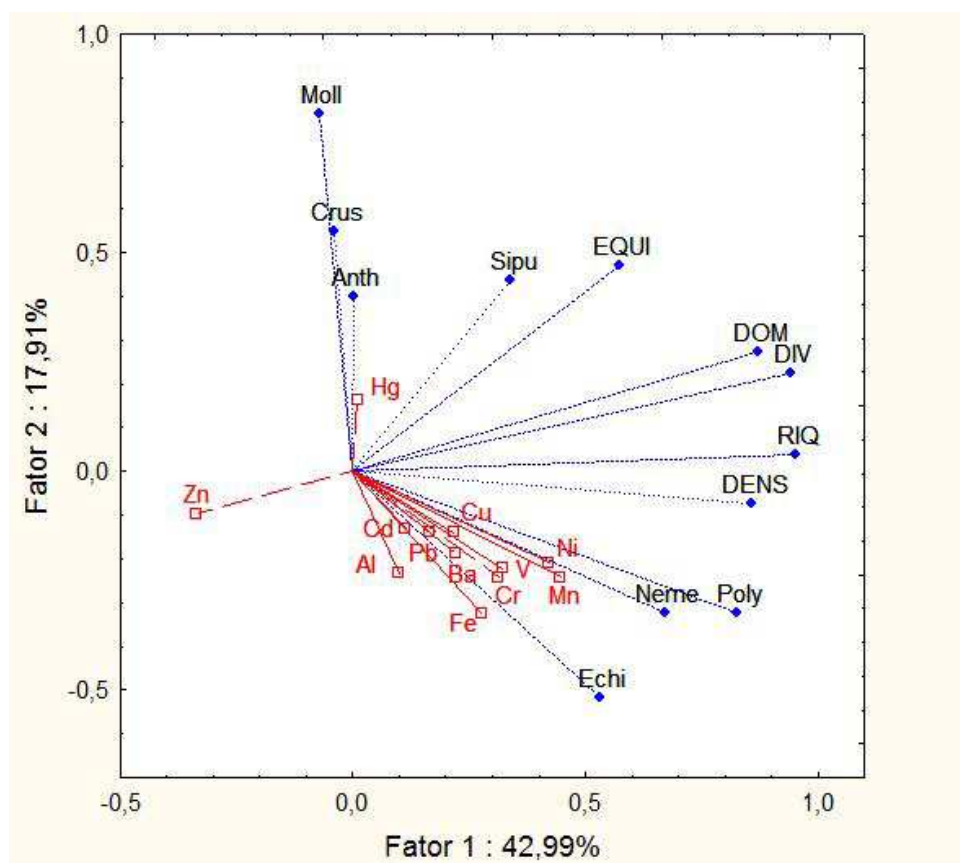


Figura VII.5.5.2.1-1 - ACP sobre variáveis bentônicas (índices e grupos) do estrato de 0 - 2 cm com projeção das variáveis metais como variáveis suplementares explicativas no plano fatorial I-II.

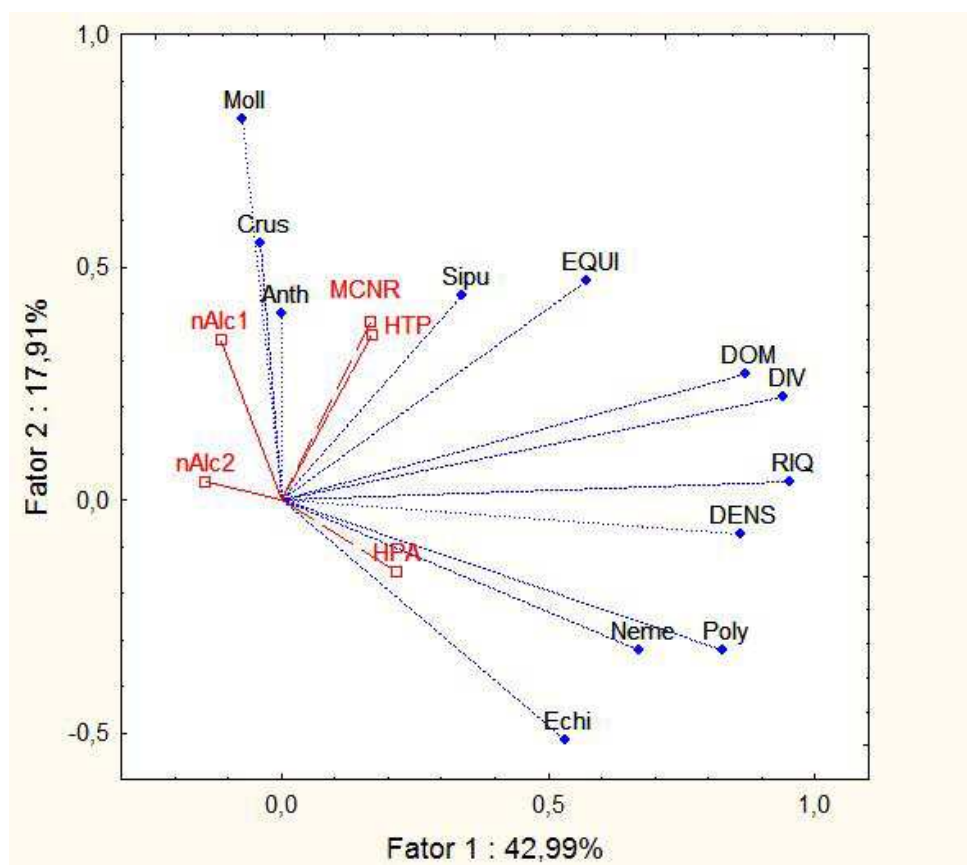


Figura VII.5.5.2.1-2 - ACP entre grupos e índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (contaminantes) no plano fatorial I-II.

VII.5.5.2.2 - Relações Táxons x Contaminantes no estrato de 0 - 2 cm

Uma segunda ACP foi realizada sobre as variáveis bentônicas amostradas no estrato de 0 - 2 cm introduzindo os contaminantes como variáveis suplementares (figura. VII.5.5.2.1-2).

Verificamos uma baixa contribuição dos contaminantes na explicação do eixo I (43%) e somente um pequeno aumento de nAlc1, HTP e MCNR em algumas amostras, expresso pela projeção positiva dos vetores no eixo II (17,9%).

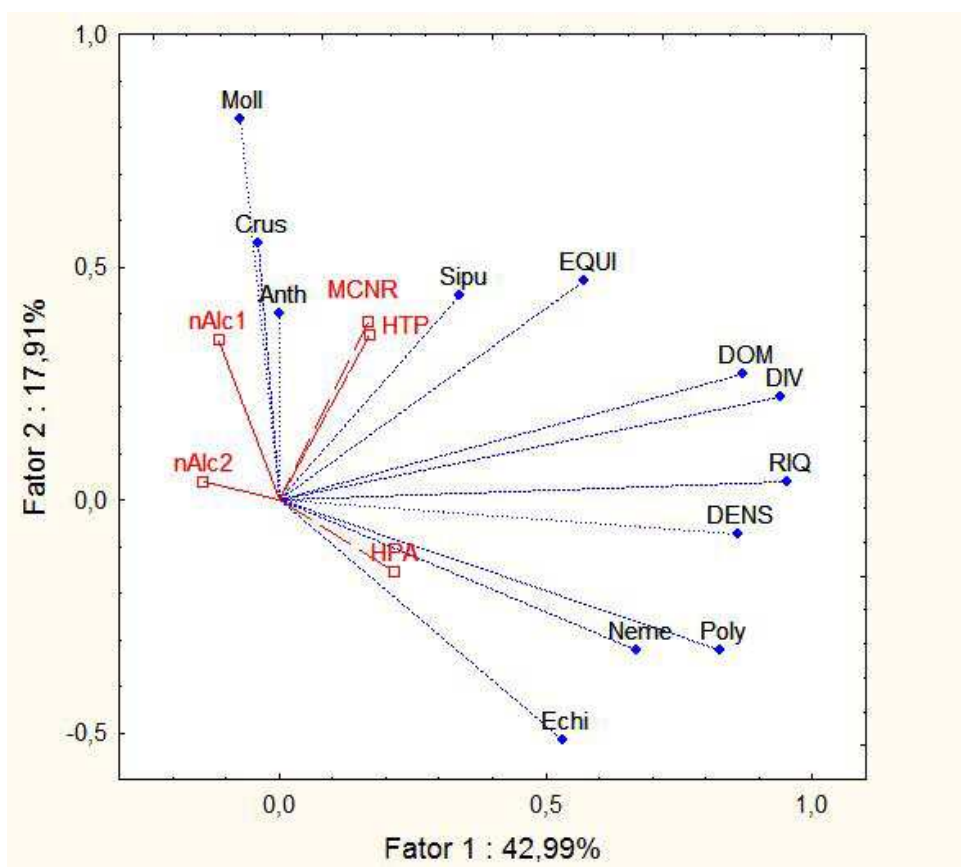


Figura VII.5.5.2.1-2 - ACP entre grupos e índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (contaminantes) no plano fatorial I-II.

VII.5.5.3 - Comunidades bentônicas

A planilha com os táxons (63 táxons e 60 amostras) utilizados na ACC encontra-se na tabela VII.5.5.3-1 e a planilha das variáveis abióticas (9 variáveis nas 60 amostras) na tabela VII.5.5.3-2.

Tabela VII.5.5.3-1 - Lista dos táxons de bentos introduzidos na análise de correspondência canônica - ACC, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

Códigos	Táxons
Abra	<i>Abra lioica</i>
Ampe	<i>Ampelisca</i> sp.
Ampha	Família Ampharetidae
Amphi	Ordem Amphipoda
Amphic	<i>Amphicteis</i> sp.
Amphil	<i>Amphilepis teodora</i>
Anthoz	Classe Anthozoa
Anthu	Família Anthuridae
Apse	Família Apseudidae
Aric	<i>Aricidea</i> sp.
Arma	<i>Armandia</i> sp.
Capi	Família Capitellidae
Caud	<i>Caudofoveata</i> sp.
Chae	Família Chaetopteridae
Cirr	Família Cirratulidae
Cuma	Ordem Cumacea
Cusp	<i>Cuspidaria</i> sp.
Cycl	<i>Cyclopecten</i> sp.
Epis	<i>Episiphon</i> sp.
Euni	<i>Eunice</i> sp.
Exog	<i>Exogone</i> sp.
Gnat	<i>Gnathia</i> sp.
Goni	<i>Goniada</i> sp.
Hesi	Família Hesionidae
Isop	Ordem Isopoda
Kell	<i>Kelliella atlântica</i>
Lino	<i>Linopherus</i> sp.
Lumb	<i>Lumbrineris</i> sp.
Lysa	Família Lysaretidae
Mage	<i>Magelona</i> sp.
Mald	Família Maldanidae
Nann	Família Nannastacidae
Neme	Filo Nemertinea
Neom	Neomeniomorpha sp.
Neph	<i>Nephtys</i> sp.
Nere	Família Nereididae
Nucu	<i>Nuculana acuta</i>
Onup	Subfamília Onuphinae

Continua

Continuação

Códigos	Táxons
Ophe	<i>Ophelina</i> sp.
Orbi	Família Orbiniidae
Ostr	Classe Ostracoda
Owen	Família Oweniidae
Para	Família Paraonidae
Phox	Família Phoxocephalida
Phyl	Família Phyllodocida
Pill	Família Pillargidae
Poec	<i>Poecilochaetus</i> sp.
Polyn	Família Polynoidae
Polyc	<i>Polycirrus</i> sp.
Polyd	<i>Polydora</i> sp.
Prio	<i>Prionospio</i> sp.
Rhyz	<i>Rhyzocrinus lofotensis</i>
Sabe	Família Sabellidae
Scal	<i>Scalibregma</i> sp.
Siga	<i>Sigambra</i> sp.
Sipu	Filo Sipuncula
Spion	Família Spionidae
Spioph	<i>Spiophanes</i> sp.
Syll	<i>Syllis</i> sp.
Tana	Ordem Tanaidacea
Tere	<i>Terebellides</i> sp.
Thal	Infraordem Thalassinidea
Thar	<i>Tharyx</i> sp.
Thel	<i>Thelepus</i> sp.

Tabela VII.5.5.3-2 - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência Canônica (CCA), com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

Variáveis	Códigos
Cascalho	CASC
Areia	AREIA
Silte	SILTE
Argila	ARG
Carbono orgânico total	COT
Matéria orgânica total	MOT
Fósforo total	P
Nitrogênio total	N
Carbonato	CARB

Foram selecionados dois eixos canônicos significativos ($p=0,01$). O Eixo I (11 %) é ligado aos valores mais elevados de N total ($r=0,698$) e COT ($r=0,424$) no estrato de 0 - 2 cm, com projeções positivas nesse eixo (figura. VII.5.5.3-1).

Esse eixo ordena as amostras de acordo com o estrato: 0 - 2 cm à direita, 2 - 5 cm no centro e 5 - 10 cm à esquerda, confirmando o padrão de ordenação observado nas análises anteriores em componentes principais (ACP). Os índices granulométricos contribuem significativamente à variância do eixo II (6%). Temos, em correlação positiva, o sedimento de maior granulometria, Areia ($r=0,752$) e Cascalho ($r=0,519$), associado ao teor elevado em carbonatos ($r=0,896$). Do lado oposto desse eixo II se projetam Argila ($r=-0,871$) e Silte ($r=-0,744$).

Analisando a ordenação dos táxons no plano I-II, observamos a projeção positiva dos seguintes táxons sobre os vetores N total, Silte e Argila: famílias Apseudidae (Apse), Nannastacidae (Nann), Hesionidae (Hesi) e Phoxocephalidae (Phox) e as espécies *Armandia sp.* (Arma) e *Neomeniomorpha sp.* (Neom). No sedimento mais grosso (vetores AREIA e CASC) e com maior teor em carbonatos (vetor CARB), há uma dominância da família Oweniidae (Owen), das espécies *Polydora sp.* (Polyd), *Gnathia sp.* (Gnat) e *Magelona sp.* (Mage) e da ordem Isopoda (Isop).

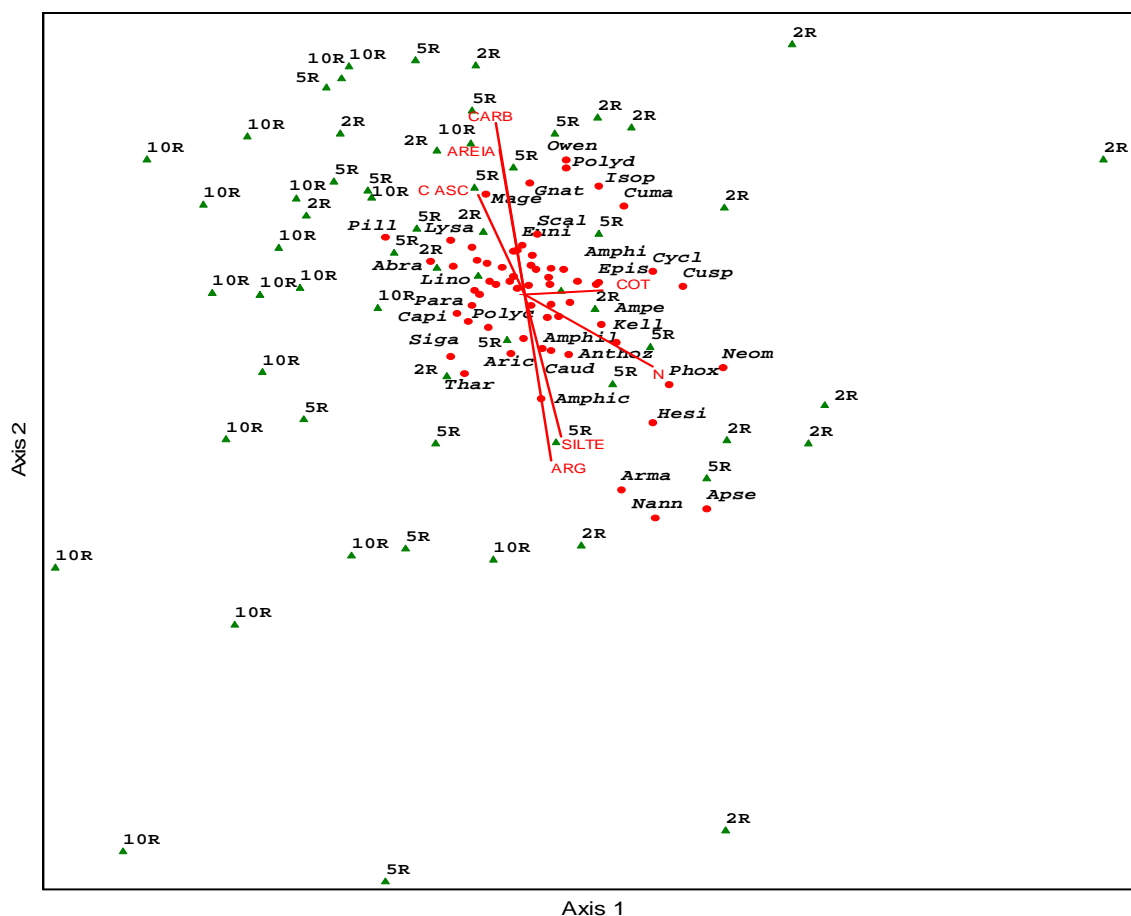


Figura. VII.5.5.3-1 - Análise de Correspondência Canônica (ACC), sobre os táxons bentônicos da área de Referência Sul - Bacia de Santos - RS-BS.

VII.5.6 – Resultados relevantes

A área de Referência Sul na Bacia de Santos é caracterizada por apresentar sedimentos com 61% de areia, 32% de sedimento lamoso em média e 32% de CO_3^{2-} . As concentrações de MOT e COT nos três estratos em média são 4,2% e 2,5% respectivamente. A razão C/N com valores médios em torno de 48,5 sugerem predominância de material algal marinho com influência de plantas vasculares. Assim como os HPAs, os n-alcanos também apresentaram em sua grande maioria valores de concentração abaixo do limite de detecção, com valores de Índice de Preferência de Carbono sempre acima de 1 sendo indicativo de origem biogênica.

De um modo geral, quando comparada às áreas de Referência Centro (RC-BS) e a área Referência Norte (RN-BS), na Bacia de Santos, a área de Referência Sul (RS-BS) apresenta valores médios de concentração de Fe semelhantes às duas áreas, Al, Cu, Hg e Ba menores, V e Pb maiores que RN-BS e inferiores a RC-BS, enquanto Ni, Cr e Zn apresentam concentrações semelhantes às de RN-BS e inferiores as de RC-BS. Isto reforça a hipótese da variabilidade e origem natural das concentrações de metais nos sedimentos da região da Bacia de Santos.

Tanto as correlações simples quanto a análise por componentes principais evidenciam a importância da influência continental (correlações com alumínio) e de processos biológicos mediados por elementos traço e como indicadores de produtividade como o Ba.

As análises integradas aplicadas aos dados de granulometria, química, contaminantes, índices e táxons bentônicos revelaram os seguintes aspectos da estrutura abiótica e bentônica de RS-BS:

- O estrato do sedimento constitui o fator principal da distribuição do bentos, em termos quali-quantitativos e das suas características estruturais;
- Composição, densidade, riqueza e diversidade do bentos são máximos no estrato de 0 - 2 cm, diminuindo em profundidade;

- As características granulométricas e químicas do sedimento não contribuem para a variação dos índices bentônicos globais, porém parecem influir sobre a composição específica do bentos, o qual apresenta composição diferenciada entre os sedimentos mais finos (argila e silte, com maior teor em N total) e sedimentos mais grosso (areia e cascalho, com maior teor em CO_3^{2-});
- No estrato de 0 - 2 cm, algumas estações apresentam maior densidade dos grupos bentônicos Echinodermata, Nemertinea e Polychaeta, junto a um acréscimo dos teores em Mn, Ni, V, Cr e Fe, sem nenhuma presunção de causa x efeito;
- Nas amostras superficiais onde dominam moluscos, crustáceos e Anthozoa, há uma redução dos metais e aumento dos contaminantes n-alcanos (C5 a C20 + pristano + fitano), MCNR e HTP. A reduzida amplitude de variação desses elementos e dos grupos bentônicos nessas amostras não permite deduzir uma relação de causa-efeito entre essas variáveis.

VII.5.7 – Anexos

Anexo VII.5.1.1.-1 – Laudo de Granulometria - RS-BS.

Anexo VII.5.1.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RS-BS.

Anexo VII.5.2.1-1 – Laudo de HPA's – RS-BS.

Anexo VII.5.2.1.1-1 - Cromatograma HPA's – RS-BS.

Anexo VII.5.2.2-1 – Laudo de HTP's – RS-BS.

Anexo VII.5.2.2-2 – Laudo de *n*-alcanos C5 a C7 – RS-BS.

Anexo VII.5.2.2-3 – Laudo de *n*-alcanos C8 a C40 – RS-BS.

Anexo VII.5.2.2.2-1 - Cromatograma *n*-alcanos – RS-BS.

Anexo VII.5.2.2-4 – Laudo de MCNR – RS-BS.

Anexo VII.5.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RS-BS.

Anexo VII.5.4.4-1 – Densidades das espécies – RS-BS.