
CAPÍTULO VII.3

REFERÊNCIA CENTRO (RC-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	16/07/12							
Elaboração	Mário X.	Mário X.							
Verificação	Cristina F.	Cristina F.							
Aprovação	Mário X.	Mário X.							

ÍNDICE GERAL

VII.3 - RC-BS	1
VII.3.1 - Sedimentologia	1
VII.3.1.1 - Granulometria	1
VII.3.1.2 - Carbonatos	7
VII.3.1.3 - Constituintes Orgânicos	8
VII.3.1.3.1 - Estrato de 0 – 2 cm	8
VII.3.1.3.2 - Estrato de 2 – 5 cm	13
VII.3.1.3.3 - Estrato de 5 – 10 cm	17
VII.3.1.3.4 - Comparação entre Estratos	21
VII.3.2 - Hidrocarbonetos	26
VII.3.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)	26
VII.3.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (n-Alcanos, HTPs e MCNR)	29
VII.3.3 - Metais	33
VII.3.3.1 - Metais e Sedimentologia	42
VII.3.3.2 - Suportes Geoquímicos	44
VII.3.4 - Macrofauna	47
VII.3.4.1 - Inventário Taxonômico	47
VII.3.4.2 - Avaliação da Amostragem	47
VII.3.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm)	48
VII.3.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm)	50
VII.3.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm)	60
VII.3.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm)	62
VII.3.4.7 - Composição taxonômica (5 - 10 cm)	70
VII.3.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm)	72
VII.3.4.9 - Comparação entre Estratos	80
VII.3.4.9.1 - Composição Taxonômica	80
VII.3.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos	87
VII.3.6 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos	95
VII.3.6.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos	95

VII.3.6.2 - Teores de Contaminantes e Índices Biológicos	96
VII.3.6.2.1 - Relações Táxons x Metais no estrato de 0 - 2 cm.....	99
VII.3.6.2.2 - Relações Táxons x Hidrocarbonetos no estrato de 0 - 2 cm.....	101
VII.3.6.3 - Comunidades bentônicas	102
VII.3.7 - Anexos.....	107

FIGURAS

Figura - VII.3.1.1-1 - 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 - RC-BS.	6
Figura VII.3.1.3.4 -1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nas amostras da Área de Referência Centro – Bacia de Santos.	25
Figura VII.3.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada - RC-BS.	48
Figura VII.3.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	50
Figura VII.3.4.4-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	52
Figura - VII.3.4.4-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	52
Figura VII.3.4.4-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	53
Figura VII.3.4.4-4 - Diversidade média ($H' = \log_2$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	53
Figura VII.3.4.4-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	54
Figura VII.3.4.4-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm. ...	55
Figura VII.3.4.4-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Mollusca. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	56
Figura - VII.3.4.4-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.	57

Figura VII.3.4.4-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.....	58
Figura VII.3.4.4-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.	59
Figura VII.3.4.5-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, grupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	61
Figura - VII.3.4.6-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	63
Figura VII.3.4.6-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	64
Figura VII.3.4.6-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	64
Figura VII.3.4.6-4 - Diversidade média ($H' = \log_2$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	65
Figura VII.3.4.6-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	65
Figura VII.3.4.6-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.	66
Figura VII.3.4.6-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	67
Figura - VII.3.4.6-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	67
Figura VII.3.4.6-9 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice	

de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	69
Figura VII.3.4.7-1 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	72
Figura VII.3.4.8-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	74
Figura VII.3.4.8-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	74
Figura VII.3.4.8-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	75
Figura VII.3.4.8-4 - Diversidade média (Log_2) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	75
Figura VII.3.4.8-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	76
Figura - VII.3.4.8-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	76
Figura VII.3.4.8-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	77
Figura VII.3.4.8-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	78
Figura VII.3.4.8-9 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	79
Figura VII.3.4.9.1-1 - Número de táxons nos estratos – RC-BS.....	80
Figura VII.3.4.9.1-2 - Número total de táxons por réplica nos estratos. RC-BS. ...	81
Figura VII.3.4.9.1-3 - Dendrograma de similaridade qualitativa (réplicas e estratos). Índice de Sorensen, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato 5 - 10 cm – em azul. RC-BS. ...	82
Figura VII.3.4.9.1-4 - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RC-BS.....	83
Figura VII.3.4.9.1-5 - Número de táxons de Polychaeta nos estratos. RC-BS.	83

Figura VII.3.4.9.1-6 - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RC-BS.....	84
Figura VII.3.4.9.1-7 - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RC-BS.....	85
Figura VII.3.4.9.2-1 - Densidade média (ind.m^{-2}) nos estratos e no total. RC-BS.....	88
Figura VII.3.4.9.2-2 - Densidade total (ind.m^{-2}) nos estratos. RC-BS.....	90
Figura VII.3.4.9.2-3 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS.....	90
Figura VII.3.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS.....	91
Figura VII.3.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS.....	92
Figura VII.3.4.9.2-6 - Valores de riqueza (d) nos estratos. RC-BS.	93
Figura VII.3.4.9.2-7 - Valores de densidade (d) nos estratos. RC-BS.....	93
Figura VII.3.4.9.2-8 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. RC-BS.....	94
Figura VII.3.4.9.2-9 - Valores de Diversidade ($H' = \log_2$) nos estratos. RC-BS.	94
Figura VII.3.4.9.2-10 - Valores de Dominância ($1/\lambda'$) nos estratos. RC-BS.....	95
Figura VII.3.6.2-1 - 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.....	98
Figura VII.3.6.2-2 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II.....	99
Figura VII.3.6.2.1-1 - ACP entre variáveis bentônicas (índices e grupos), metais e granulometria. Projeção das variáveis ativas (bentos) e suplementares explicativas (metais, granulometria) no plano fatorial I-II.	100
Figura VII.3.6.2.2 -1 - ACP entre grupos, índices biológicos, hidrocarbonetos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (hidrocarbonetos) no plano fatorial I-II.....	101

Figura III.6.4.2-1 - AFC: Projeção dos táxons e das amostras no plano fatorial I-II.
Os números representam o estrato amostrado: 2 = 0 - 2 cm, 5 = 2 - 5 cm e 10 =
5 - 10 cm. 104

TABELAS

Tabela VII.3.1.1 -1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; para os sedimentos coletados na área de RC - BS.....	2
Tabela VII.3.1.2 -1 – Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS. 7	
Tabela VII.3.1.3.1-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS.....	9
Tabela VII.3.1.3.1-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RC-BS.....	10
Tabela VII.3.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS (estrato de 0 - 2 cm). N total indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total e COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total.	12
Tabela VII.3.1.3.2-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS.....	13
Tabela VII.3.1.3.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-BS.....	15
Tabela VII.3.1.3.2-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-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 total naquelas onde houveram diferenças nas concentrações de fósforo total..	16

Tabela VII.3.1.3.3-1 - 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 Centro - Bacia de Santos - RC-BS.	17
Tabela VII.3.1.3.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.	19
Tabela VII.3.1.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS (estrato de 5 - 10 cm). N total indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total e COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total.	20
Tabela VII.3.1.3.4-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS ($n = 16$ estações).	23
Tabela VII.3.1.3.4-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.	24
Tabela VII.3.1.3.4-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações da área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.	24
Tabela VII.3.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos - RC-BS.	27
Tabela VII.3.2.2-1 - Valores médios de concentração ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) dos n-alcanos, HTPs e MCNR medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos - RC-BS.	30

Tabela VII.3.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito), e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004.....	36
Tabela VII.3.3 -2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RC-BS. .	39
Tabela VII.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-BS (estrato de 0 - 2 cm).	41
Tabela VII.3.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 48$) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato de 0 - 2 cm) na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-BS. Valores significativos ($p < 0,05$) em negrito.	43
Tabela - VII.3.3.2-1 - Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Centro - Bacia de Santos - RC-BS ($n = 48$, correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$).	44
Tabela - VII.3.3.2-2 - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da Área de Referência Centro – Bacia de Santos (RC-BS) comparados as concentrações médias obtidas na Área de Referência Norte (RN-BS) Bacia de Santos e valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995). 46	
Tabela VII.3.4.1-1 - Número total de táxons por grupo. RC-BS.....	47
Tabela - VII.3.4.3-1 - Número de táxons por grupo. RC-BS - estrato de 0 - 2 cm. 48	
Tabela VII.3.4.3-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RC-BS - estrato de 0 - 2 cm.....	49
Tabela VII.3.4.4 -1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-BS - estrato de 0 - 2 cm.....	51
Tabela VII.3.4.5-1 - Número de táxons por grandes grupos em RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.	60

Tabela VII.3.4.5-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.	61
Tabela VII.3.4.6-1 - Densidade (ind.m ⁻²), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-BS - estrato de 2 - 5 cm.	62
Tabela VII.3.4.7-1 - Número de táxons por grandes grupos. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	70
Tabela VII.3.4.7-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.	71
Tabela VII.3.4.8-1 - Densidade (ind.m ⁻²), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-BS - estrato de 5 - 10 cm.	73
Tabela VII.3.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos.....	82
Tabela VII.3.4.9.1 -2 - Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima 46.	86
Tabela VII.3.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total. RC-BS.	87
Tabela VII.3.4.9.2-2 - Número total de organismos por estratos. RC-BS.....	88
Tabela VII.3.4.9.2-3 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. RC-BS.....	91
Tabela VII.3.6.1-1 - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.....	95
Tabela VII.3.6.3-1 - Lista dos táxons introduzidos na análise fatorial de correspondência com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.	102
Tabela VII.3.6.3-2 - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência Canônica - CCA, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.	103

ANEXOS

Anexo VII.3.1.1-1	– Laudo de Granulometria - RC-BS.....
Anexo VII.3.1.2-1	– Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RC-BS.....
Anexo VII.3.2.1-1	– Laudo e cromat. de HPA's – RC-BS.....
Anexo VII.3.2.2-1	– Laudo de HTP's – RC-BS.....
Anexo VII.3.2.2-2	– Laudo de n-alcanos C5 a C7 – RC-BS.....
Anexo VII.3.2.2-3	– Laudo e cromatogramas de n-alcanos C8 a C40 – RC-BS.
Anexo VII.3.2.2-4	– Laudo de MCNR – RC-BS.....
Anexo VII.3.4.1-1	– Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RC-BS.
Anexo VII.3.4.4-1	– Densidades das espécies – RC-BS.....

VII.3 - RC-BS

VII.3.1 - Sedimentologia

VII.3.1.1 - Granulometria

Na tabela VII.3.1.1-1, a seguir, estão apresentados os dados de composição dos sedimentos coletados na área de Referência Centro na Bacia de Santos (RC-BS), para cada réplica coletada. Como observado, a composição dos sedimentos é majoritariamente siltosa com grau de seleção muito pobremente selecionado. Os sedimentos da área, no estrato (0 - 10 cm) são basicamente constituídos por uma média de 92,4% de lama (silte + argila) e 7,6% de areia (anexo VII.3.1.1 -1).

Tabela VII.3.1.1 -1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; para os sedimentos coletados na área de RC - BS.

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. % Areia	Lama
RC-BS_1_R1	Silte	6,20	MPS	0,45	P	0,90	Me	8,98	91,02
RC-BS_1_R2	Silte	6,43	MPS	0,44	MP	0,83	Le	7,0	93,01
RC-BS_1_R3	Silte	6,58	MPS	0,36	MP	0,78	Me	9,3	90,65
RC-BS_2_R1	Silte	6,72	MPS	0,40	P	0,73	Me	7,4	92,61
RC-BS_2_R2	Silte	6,50	MPS	0,37	MP	0,81	Me	10,3	89,69
RC-BS_2_R3	Silte	6,47	MPS	0,45	MP	0,77	Me	7,0	93,00
RC-BS_3_R1	Silte	6,56	MPS	0,43	P	0,76	Me	8,6	91,42
RC-BS_3_R2	Silte	6,75	MPS	0,42	MP	0,72	Me	5,7	94,26
RC-BS_3_R3	Silte	6,72	MPS	0,42	MP	0,73	Me	7,1	92,94
RC-BS_4_R1	Silte	6,55	MPS	0,41	MP	0,77	Me	7,70	92,30
RC-BS_4_R2	Silte	6,76	MPS	0,39	MP	0,70	Me	6,7	93,34
RC-BS_4_R3	Silte	6,61	MPS	0,42	MP	0,75	Me	7,0	93,04
RC-BS_5_R1	Silte	6,39	MPS	0,39	MP	0,78	Me	7,1	92,94
RC-BS_5_R2	Silte	6,37	MPS	0,40	MP	0,83	Me	7,6	92,40
RC-BS_5_R3	Silte	6,31	MPS	0,41	MP	0,83	Me	8,3	91,66
RC-BS_6_R1	Silte	6,72	MPS	0,43	MP	0,70	Me	6,6	93,41
RC-BS_6_R2	Silte	6,73	MPS	0,42	MP	0,70	Me	6,8	93,16
RC-BS_6_R3	Silte	6,63	MPS	0,43	MP	0,74	Me	7,7	92,35

Continua

Continuação

Réplicas	Classificação WenthWorth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RC-BS_7_R1	Silte	6,55	MPS	0,42	MP	0,75	PI	7,2	92,83
RC-BS_7_R2	Silte	6,23	MPS	0,42	MP	0,87	Me	8,5	91,53
RC-BS_7_R3	Silte	6,58	MPS	0,39	MP	0,77	Me	6,5	93,53
RC-BS_8_R1	Silte	6,53	MPS	0,38	P	0,77	PI	6,72	93,28
RC-BS_8_R2	Silte	6,50	MPS	0,41	MP	0,80	PI	7,9	92,11
RC-BS_8_R3	Silte	6,33	MPS	0,37	MP	0,83	Me	8,8	91,16
RC-BS_9_R1	Silte	6,39	MPS	0,36	MP	0,83	Me	8,8	91,18
RC-BS_9_R2	Silte	6,40	MPS	0,40	MP	0,83	Le	6,8	93,19
RC-BS_9_R3	Silte	6,39	MPS	0,49	MP	0,77	Me	8,0	92,03
RC-BS_10_R1	Silte	6,32	MPS	0,39	P	0,84	Me	7,8	92,25
RC-BS_10_R2	Silte	6,50	MPS	0,43	MP	0,79	Me	5,9	94,11
RC-BS_10_R3	Silte	6,82	MPS	0,42	MP	0,69	Me	5,4	94,56
RC-BS_11_R1	Silte	6,29	MPS	0,41	MP	0,84	Me	8,3	91,73
RC-BS_11_R2	Silte	6,41	MPS	0,40	MP	0,83	Me	6,7	93,31
RC-BS_11_R3	Silte	6,48	MPS	0,40	P	0,75	Me	7,4	92,61
RC-BS_12_R1	Silte	6,59	MPS	0,41	P	0,73	Me	5,3	94,74
RC-BS_12_R2	Silte	6,42	MPS	0,43	MP	0,78	Me	8,2	91,85
RC-BS_12_R3	Silte	6,18	MPS	0,41	MP	0,97	Me	11,6	88,39

Continua

Continuação

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RC-BS_13_R1	Silte	6,82	MPS	0,39	MP	0,75	PI	7,6	92,43
RC-BS_13_R2	Silte	6,44	MPS	0,40	MP	0,76	Me	6,3	93,74
RC-BS_13_R3	Silte	6,62	MPS	0,40	MP	0,75	Me	7,0	93,01
RC-BS_14_R1	Silte	6,35	MPS	0,39	P	0,83	Me	7,2	92,80
RC-BS_14_R2	Silte	6,51	MPS	0,39	P	0,76	Me	6,36	93,64
RC-BS_14_R3	Silte	6,47	MPS	0,41	MP	0,81	Me	8,5	91,54
RC-BS_15_R1	Silte	6,54	MPS	0,4	MP	0,77	Me	8,0	92,04
RC-BS_15_R2	Silte	6,39	MPS	0,4	MP	0,87	Me	10,4	89,65
RC-BS_15_R3	Silte	6,69	MPS	0,36	MP	0,71	PI	6,4	93,65
RC-BS_16_R1	Silte	6,57	MPS	0,38	MP	0,75	Me	6,9	93,15
RC-BS_16_R2	Silte	6,44	MPS	0,39	MP	0,79	Me	8,1	91,93
RC-BS_16_R3	Silte	6,43	MPS	0,39	MP	0,86	Me	10,2	89,83

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.3.1.1-1.

Quanto às curvas de distribuição de frequência (curtose) na grande maioria das estações apresenta distribuição mesocúrtica, com exceção a estação RC-BS_8 onde ocorrem duas réplicas de perfil platicúrtico. Os valores de assimetria são representados como negativos quando se verifica um desvio tendente para o material mais grosso, e positivo quando há tendência de valores mais finos, como é o caso dos sedimentos coletados na Área de Referência Centro - Bacia de Santos.

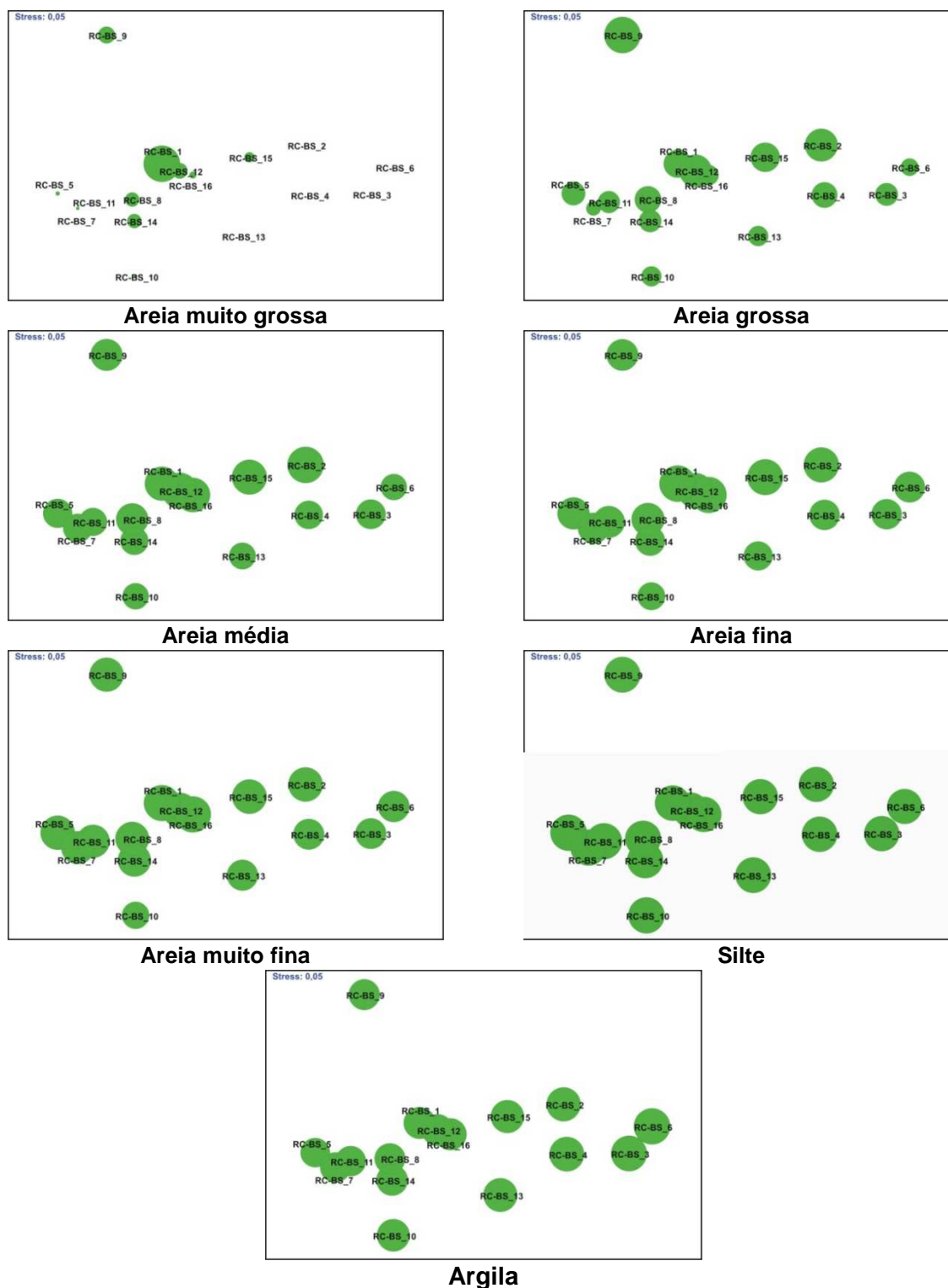


Figura - VII.3.1.1-1 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações – Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável - RC-B5.

VII.3.1.2 - Carbonatos

Os teores de carbonato (CO_3^{2-}), que estão apresentados na tabela VII.3.1.2-1 e anexo VII.3.1.2-1, variaram entre 15,54% (RC-BS_1_R2) a 20,24% (RC-BS_11_R2). Segundo a classificação proposta por Larssonneur *et al.* (1982) em todas as estações de RC-BS ocorre sedimentação do tipo litoclástica (teores de carbonatos inferiores a 30%).

O resultado da aplicação do teste estatístico não constatou a existência de diferenças estatísticas significativas no carbonato entre as estações (ANOVA, $p > 0,05$).

Tabela VII.3.1.2 -1 – Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

Réplicas	CO_3^{2-} %	Réplicas	CO_3^{2-} %
RC-BS_1_R1	16,02	RC-BS_9_R1	18,42
RC-BS_1_R2	15,54	RC-BS_9_R2	17,33
RC-BS_1_R3	17,07	RC-BS_9_R3	18,77
RC-BS_2_R1	17,14	RC-BS_10_R1	16,76
RC-BS_2_R2	17,02	RC-BS_10_R2	17,87
RC-BS_2_R3	16,53	RC-BS_10_R3	18,89
RC-BS_3_R1	17,68	RC-BS_11_R1	16,64
RC-BS_3_R2	15,97	RC-BS_11_R2	20,24
RC-BS_3_R3	16,43	RC-BS_11_R3	16,17
RC-BS_4_R1	16,93	RC-BS_12_R1	17,66
RC-BS_4_R2	16,43	RC-BS_12_R2	16,85
RC-BS_4_R3	16,31	RC-BS_12_R3	17,51
RC-BS_5_R1	15,69	RC-BS_13_R1	17,85
RC-BS_5_R2	17,03	RC-BS_13_R2	18,84
RC-BS_5_R3	16,25	RC-BS_13_R3	17,25
RC-BS_6_R1	17,59	RC-BS_14_R1	17,17

Continua

Continuação

Réplicas	CO ₃ ²⁻ %	Réplicas	CO ₃ ²⁻ %
RC-BS_6_R2	16,73	RC-BS_14_R2	18,28
RC-BS_6_R3	17,79	RC-BS_14_R3	17,48
RC-BS_7_R1	16,70	RC-BS_15_R1	17,61
RC-BS_7_R2	17,30	RC-BS_15_R2	17,81
RC-BS_7_R3	16,02	RC-BS_15_R3	19,71
RC-BS_8_R1	17,14	RC-BS_16_R1	17,02
RC-BS_8_R2	18,37	RC-BS_16_R2	16,26
RC-BS_8_R3	17,57	RC-BS_16_R3	17,62

VII.3.1.3 - Constituintes Orgânicos

VII.3.1.3.1 - Estrato de 0 – 2 cm

Na tabela VII.3.1.3.1-1 e no anexo VII.3.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica no estrato de 0 -2 cm.

Os teores de carbono orgânico total (COT) variaram de 0,81 (RC-BS_1_R3) a 2,43% (RC-BS_3_R1). Neste estrato os teores de carbono orgânico total (COT) equivalem em média a 72,2% do conteúdo total de matéria orgânica total (MOT), que variou de 0,47 (RC-BS_1_R3) a 1,82% (RC-BS_9_R2). As concentrações de nitrogênio total (N total) variaram de 554 mg.kg⁻¹ (RC-BS_15_R1) a 1019 mg.kg⁻¹ (RC-BS_1_R1), enquanto as de fósforo total (P total) variaram de 439 mg.kg⁻¹ (RC-BS_8_R2) a 1292 mg.kg⁻¹ (RC-BS_16_R2). As razões molares C/N e C/P apresentam médias respectivamente de 13,9 e 43 (tabela VII.3.1.3.1-1 e VII.3.3.1-1).

Tabela VII.3.1.3.1-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RC-BS_1_R1	0,83	1,42	1019	593	9,46	35,98
RC-BS_1_R2	0,71	1,22	941	596	8,80	30,77
RC-BS_1_R3	0,47	0,81	804	583	6,85	20,91
RC-BS_2_R1	0,80	1,37	614	559	15,13	36,80
RC-BS_2_R2	1,04	1,80	830	626	14,68	43,10
RC-BS_2_R3	1,23	2,13	762	536	18,88	59,42
RC-BS_3_R1	1,41	2,43	627	590	26,25	61,77
RC-BS_3_R2	0,73	1,26	932	548	9,18	34,55
RC-BS_3_R3	0,99	1,71	679	596	17,04	43,00
RC-BS_4_R1	0,70	1,21	919	560	8,90	32,33
RC-BS_4_R2	0,64	1,10	880	569	8,43	28,88
RC-BS_4_R3	0,72	1,25	733	523	11,54	35,80
RC-BS_5_R1	0,60	1,03	838	599	8,29	25,67
RC-BS_5_R2	0,76	1,31	853	632	10,42	31,16
RC-BS_5_R3	1,24	1,24	654	645	22,13	49,68
RC-BS_6_R1	1,07	1,07	893	684	13,99	40,46
RC-BS_6_R2	1,31	1,31	937	627	16,26	53,81
RC-BS_6_R3	1,18	1,18	859	515	16,02	59,16
RC-BS_7_R1	1,21	1,21	858	574	16,46	54,48
RC-BS_7_R2	1,41	1,41	818	559	20,13	65,21
RC-BS_7_R3	1,35	1,35	886	486	17,71	71,49
RC-BS_8_R1	1,21	1,21	914	495	15,43	63,09
RC-BS_8_R2	1,33	1,33	892	439	17,44	78,47
RC-BS_8_R3	0,74	1,27	857	530	10,01	35,84
RC-BS_9_R1	1,15	1,15	754	455	17,75	65,14
RC-BS_9_R2	1,82	1,82	823	534	25,82	88,10
RC-BS_9_R3	1,72	1,72	849	564	23,58	78,59
RC-BS_10_R1	1,78	1,78	831	486	25,04	94,81
RC-BS_10_R2	0,92	1,59	928	552	11,56	43,05
RC-BS_10_R3	0,57	0,99	893	708	7,48	20,89
RC-BS_11_R1	0,69	1,20	905	587	8,93	30,47
RC-BS_11_R2	0,71	1,23	592	577	14,05	31,91
RC-BS_11_R3	0,69	1,20	922	601	8,78	29,81

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P Molar
RC-BS_12_R1	0,68	1,18	879	601	9,08	29,42
RC-BS_12_R2	0,70	1,22	783	553	10,46	32,80
RC-BS_12_R3	0,64	1,11	864	568	8,66	29,17
RC-BS_13_R1	0,58	1,01	873	651	7,77	23,08
RC-BS_13_R2	1,13	1,13	962	596	13,73	49,08
RC-BS_13_R3	0,68	1,19	943	602	8,47	29,39
RC-BS_14_R1	0,65	1,12	852	528	8,90	31,79
RC-BS_14_R2	0,78	1,34	899	589	10,08	34,07
RC-BS_14_R3	0,78	1,35	765	730	11,86	27,52
RC-BS_15_R1	0,69	1,20	554	565	14,57	31,63
RC-BS_15_R2	0,65	1,13	597	839	12,75	20,09
RC-BS_15_R3	0,59	1,02	773	614	8,90	24,80
RC-BS_16_R1	0,78	1,34	781	603	11,58	33,22
RC-BS_16_R2	1,51	1,51	755	1292	23,29	30,13
RC-BS_16_R3	1,53	1,53	736	623	24,22	63,37

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos (COT, MOT, N total e P total) entre as estações no estrato de 0 - 2 cm na área de RC-BS são apresentados na tabela VII.3.1.3.1-2. Como observado, as diferenças estatísticas significativas ocorrem apenas entre as concentrações de COT e N total.

Tabela VII.3.1.3.1-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RC-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,262	0,0502
COT	3,055	0,0039
N total	2,043	0,044
P total	1,334	0,239

As diferenças significativas estão marcadas em negrito

Pela tabela VII.3.1.3.1-3 a seguir, observa-se que as diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de COT concentram-se preferencialmente entre a estação RC-BS_9 e as estações RC-BS_1, RC-BS_4, RC-BS_11, RC-BS_12 e RC-BS_15. Provavelmente essas diferenças estão associadas ao fato de que a média de COT na estação RC-BS_9 (1,56%) é significativamente maior do que nas outras estações (médias respectivamente de 0,67, 0,69, 0,70, 0,68% e 0,64%). As diferenças significativas observadas para as concentrações de N total concentram-se basicamente entre a estação RC-BS_13 com média de 926 mg.kg⁻¹, significativamente maior do que a da estação RC-BS_15 (média de 641 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.3.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS (estrato de 0 - 2 cm). N total indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total e COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total.

	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
RC-BS_1																
RC-BS_2																
RC-BS_3																
RC-BS_4																
RC-BS_5																
RC-BS_6																
RC-BS_7																
RC-BS_8																
RC-BS_9	COT			COT												
RC-BS_10																
RC-BS_11									COT							
RC-BS_12									COT							
RC-BS_13																
RC-BS_14																
RC-BS_15									COT						N total	
RC-BS_16																

VII.3.1.3.2 - Estrato de 2 – 5 cm

Na tabela VII.3.1.3.-1 e no anexo VII.3.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica no estrato de 2 - 5 cm dos sedimentos coletados na área de Referência Centro na Bacia de Santos. A MOT variou de 1,05 (RC-BS_13_R1) a 2,33% (RC-BS_3_R3), enquanto o carbono orgânico total (COT) apresenta faixa de variação entre 0,61 (RC-BS_13_R1) a 1,74% (RC-BS_7_R2), sendo que em média o COT equivale a 72% da MOT. As concentrações de N total e P total variaram, respectivamente, de 624 mg.kg⁻¹ (RC-BS_15_R2) a 1389 mg.kg⁻¹ (RC-BS_16_R3) e 473 mg.kg⁻¹ (RC-BS_9_R1) a 840 mg.kg⁻¹ (RC-BS_16_R2), enquanto as razões molares C/N e C/P apresentaram respectivamente médias de 13,3 e 41,3.

Tabela VII.3.1.3.2-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total Mg.kg ⁻¹	P total Mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RC-BS_1_R1	1,35	0,78	809	620	11,28	32,58
RC-BS_1_R2	1,12	0,65	832	669	9,13	25,14
RC-BS_1_R3	1,28	0,74	755	653	11,50	29,45
RC-BS_2_R1	1,16	0,67	808	728	9,70	23,84
RC-BS_2_R2	1,35	0,79	854	639	10,73	31,74
RC-BS_2_R3	1,56	0,91	827	604	12,79	38,77
RC-BS_3_R1	2,09	1,21	829	609	17,06	51,41
RC-BS_3_R2	2,15	1,25	944	714	15,42	45,15
RC-BS_3_R3	2,33	1,35	830	603	19,04	58,02
RC-BS_4_R1	1,22	0,71	897	662	9,21	27,65
RC-BS_4_R2	1,17	0,68	781	629	10,10	27,77
RC-BS_4_R3	1,35	0,78	806	605	11,32	33,38
RC-BS_5_R1	1,23	0,72	810	671	10,30	27,53
RC-BS_5_R2	1,24	0,72	1008	609	8,30	30,44
RC-BS_5_R3	1,26	1,26	757	626	19,41	51,96

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total Mg.kg ⁻¹	P total Mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RC-BS_6_R1	1,08	1,08	830	576	15,19	48,47
RC-BS_6_R2	1,15	1,15	852	622	15,81	47,96
RC-BS_6_R3	1,13	1,13	916	606	14,34	48,00
RC-BS_7_R1	1,25	1,25	894	558	16,32	57,90
RC-BS_7_R2	1,74	1,74	801	637	25,34	70,55
RC-BS_7_R3	1,07	1,07	775	534	16,08	51,69
RC-BS_8_R1	1,17	1,17	940	524	14,50	57,60
RC-BS_8_R2	1,67	1,67	850	597	22,91	72,22
RC-BS_8_R3	1,37	0,79	857	503	10,77	40,65
RC-BS_9_R1	1,56	1,56	954	473	19,05	85,10
RC-BS_9_R2	1,27	1,27	875	549	16,93	59,76
RC-BS_9_R3	1,54	1,54	814	576	22,05	69,00
RC-BS_10_R1	1,52	1,52	867	499	20,51	78,90
RC-BS_10_R2	1,48	0,86	933	629	10,76	35,33
RC-BS_10_R3	1,15	0,66	952	746	8,14	23,00
RC-BS_11_R1	1,20	0,69	957	584	8,42	30,54
RC-BS_11_R2	1,19	0,69	946	624	8,45	28,38
RC-BS_11_R3	1,14	0,66	854	668	9,01	25,50
RC-BS_12_R1	1,26	0,73	886	548	9,59	34,34
RC-BS_12_R2	1,09	0,69	855	562	9,40	31,65
RC-BS_12_R3	1,16	0,67	746	619	10,45	27,89
RC-BS_13_R1	1,05	0,61	829	583	8,57	26,99
RC-BS_13_R2	1,22	1,22	907	636	15,68	49,53
RC-BS_13_R3	1,18	0,68	1020	630	7,79	27,94
RC-BS_14_R1	1,31	0,76	892	661	9,88	29,53
RC-BS_14_R2	1,58	0,91	991	812	10,76	29,07
RC-BS_14_R3	1,30	0,75	777	648	11,26	29,90
RC-BS_15_R1	1,18	0,68	676	631	11,73	27,82
RC-BS_15_R2	1,51	0,87	624	612	16,28	36,76
RC-BS_15_R3	1,47	0,85	792	613	12,53	35,86
RC-BS_16_R1	1,30	0,75	786	626	11,12	30,93
RC-BS_16_R2	1,53	1,53	782	840	22,82	47,04
RC-BS_16_R3	1,50	1,50	1389	723	12,56	53,42

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 RC-BS são apresentadas na tabela VII.3.1.3.2-2 a seguir. Quando se considera todas as réplicas de todas as amostras são observadas diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de MOT, COT e P total nas amostras.

Tabela VII.3.1.3.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	6,970	0,000002
COT	3,312	0,0022
N total	0,986	0,4909
P total	2,220	0,0286

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.3.1.3.2-3, a seguir, são apresentadas as estações entre as quais foram observadas diferenças estatisticamente significativas. No caso da MOT a média da estação RC-BS_3 (2,19%) é significativamente maior do que as médias das demais estações. Quanto ao COT, as diferenças concentram-se preferencialmente entre a estação RC-BS_9, que possui média (1,46%) significativamente maior quando comparada as médias das estações RC-BS_11 (0,68%) e RC-BS_12 (0,70%). Por outro lado o P total apresenta diferenças significativas entre a estação RC-BS_16 com média de 730 mg.kg^{-1} significativamente superior as médias das estações RC-BS_8 e RC-BS_9, médias respectivamente de 541 mg.kg^{-1} e 533 mg.kg^{-1} .

Tabela VII.3.1.3.2-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-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 total naquelas onde houveram diferenças nas concentrações de fósforo total.

	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
RC-BS_1																
RC-BS_2																
RC-BS_3	MOT	MOT														
RC-BS_4			MOT													
RC-BS_5			MOT													
RC-BS_6			MOT													
RC-BS_7			MOT													
RC-BS_8			MOT													
RC-BS_9			MOT													
RC-BS_10			MOT													
RC-BS_11			MOT								COT					
RC-BS_12			MOT								COT					
RC-BS_13			MOT													
RC-BS_14			MOT													
RC-BS_15			MOT													
RC-BS_16			MOT					P total	P total							

VII.3.1.3.3 - Estrato de 5 – 10 cm

Na tabela VII.3.1.3.3-1 e no anexo VII.3.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros descritores da matéria orgânica nos sedimentos do estrato de 5 - 10 cm coletados em RC-BS. Considerando todas as réplicas das 16 estações, o conteúdo de MOT variou de 1,00% (RC-BS_12_R3) a 2,72% (RC-BS_3_R1). O COT, que representa em média 72,3% da MOT, apresentou faixa de concentração de 0,58% (RC-BS_12_R3) a 2,45% na estação RC-BS_9_R3. As concentrações de N total e P total apresentaram faixa de variação respectivamente de 532 mg.kg⁻¹ (RC-BS_5_R2) a 963 mg.kg⁻¹ (RC-BS_13_R3) e 476 mg.kg⁻¹ (RC-BS_9_R3) a 979 mg.kg⁻¹ (RC-BS_16_R1). As razões molares C/N e C/P apresentaram médias de 15,3 e 43,9 respectivamente.

Tabela VII.3.1.3.3-1 - 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 Centro - Bacia de Santos - RC-BS.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RC-BS_1_R1	1,31	0,76	765	690	11,55	28,35
RC-BS_1_R2	1,26	0,73	907	677	9,37	27,80
RC-BS_1_R3	1,36	0,79	773	687	11,94	29,74
RC-BS_2_R1	1,46	0,85	648	546	15,26	40,11
RC-BS_2_R2	2,24	1,30	634	569	23,91	58,99
RC-BS_2_R3	1,77	1,03	765	647	15,64	40,95
RC-BS_3_R1	2,72	1,58	820	640	22,43	63,63
RC-BS_3_R2	2,06	1,19	916	626	15,20	49,24
RC-BS_3_R3	1,24	0,72	866	587	9,71	31,71
RC-BS_4_R1	1,17	0,68	862	639	9,15	27,33
RC-BS_4_R2	1,26	0,73	843	617	10,14	30,68
RC-BS_4_R3	1,12	0,65	748	628	10,12	26,70
RC-BS_5_R1	1,22	0,71	799	593	10,34	30,85
RC-BS_5_R2	1,27	0,74	532	733	16,20	26,03
RC-BS_5_R3	1,22	1,22	636	565	22,32	55,64

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
RC-BS_6_R1	1,15	1,15	861	609	15,52	48,57
RC-BS_6_R2	1,25	1,25	914	595	15,90	54,07
RC-BS_6_R3	1,16	1,16	840	495	16,05	60,30
RC-BS_7_R1	1,91	1,91	831	517	26,76	95,23
RC-BS_7_R2	1,19	1,19	744	569	18,59	53,81
RC-BS_7_R3	1,43	1,43	868	528	19,26	70,09
RC-BS_8_R1	1,07	1,07	881	563	14,13	48,97
RC-BS_8_R2	1,78	1,78	742	534	28,04	86,26
RC-BS_8_R3	1,35	0,78	855	570	10,67	35,46
RC-BS_9_R1	1,27	1,27	793	571	18,74	57,63
RC-BS_9_R2	2,43	2,43	931	603	30,44	104,06
RC-BS_9_R3	2,45	2,45	730	476	39,14	132,90
RC-BS_10_R1	1,33	1,33	827	496	18,76	69,27
RC-BS_10_R2	1,04	0,60	668	718	10,48	21,59
RC-BS_10_R3	1,30	0,75	855	668	10,23	28,99
RC-BS_11_R1	1,28	0,74	907	675	9,53	28,36
RC-BS_11_R2	1,05	0,61	947	654	7,49	24,00
RC-BS_11_R3	1,23	0,71	908	783	9,10	23,37
RC-BS_12_R1	1,18	0,68	897	673	8,88	26,20
RC-BS_12_R2	1,17	0,68	836	674	9,44	25,93
RC-BS_12_R3	1,00	0,58	717	634	9,39	23,51
RC-BS_13_R1	1,20	0,69	785	640	10,31	28,01
RC-BS_13_R2	1,17	1,17	825	731	16,59	41,47
RC-BS_13_R3	1,46	0,84	963	713	10,19	30,48
RC-BS_14_R1	1,53	0,88	897	690	11,50	33,11
RC-BS_14_R2	1,12	0,65	780	577	9,67	28,95
RC-BS_14_R3	1,31	0,76	633	589	13,97	33,24
RC-BS_15_R1	1,37	0,79	722	655	12,83	31,31
RC-BS_15_R2	1,19	0,69	605	674	13,27	26,38
RC-BS_15_R3	1,11	0,64	685	715	10,91	23,15
RC-BS_16_R1	1,38	0,80	726	979	12,82	21,04
RC-BS_16_R2	1,56	1,56	658	700	27,67	57,60
RC-BS_16_R3	1,53	1,53	709	579	25,22	68,39

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$), considerando todas as réplicas das amostras (estrato de 5 - 10 cm) coletadas em RC-BS demonstram a existência de diferenças estatísticas significativas apenas entre os valores de COT e N total nas amostras (tabela VII.3.1.3.3-2).

Tabela VII.3.1.3.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,199	0,0599
COT	4,2070	0,00031
N total	2,737	0,00822
P total	2,072	0,051

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

De acordo com a tabela VII.3.1.3.3-3 apresentada a seguir, as diferenças estatísticas significativas no conteúdo de COT foram observadas apenas entre a estação RC-BS_9 (média de 2,05%) significativamente mais elevada do que a média nas estações RC-BS_1 (0,76%), RC-BS_2 (1,06%), RC-BS_4 (0,69%), RC-BS_5 (0,89%), RC-BS_10 (0,89%), RC-BS_11 (0,69%), RC-BS_12 (0,65%), RC-BS_13 (0,90%), RC-BS_14 (0,76%) e RC-BS_15 (0,71%). Com relação ao N total, as diferenças foram encontradas entre a estação RC-BS_11 (média de 921 mg.kg⁻¹) com a estação RC-BS_5 (média de 656 mg.kg⁻¹) e com a estação RC-BS_15 (média de 671 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.3.1.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS (estrato de 5 - 10 cm). N total indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total e COT as estações nas quais houve diferença nos valores de carbono orgânico total.

	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
RC-BS_1																
RC-BS_2																
RC-BS_3																
RC-BS_4																
RC-BS_5																
RC-BS_6																
RC-BS_7																
RC-BS_8																
RC-BS_9	COT	COT		COT	COT											
RC-BS_10									COT							
RC-BS_11					N total				COT							
RC-BS_12									COT							
RC-BS_13									COT							
RC-BS_14									COT							
RC-BS_15									COT		N total					
RC-BS_16																

VII.3.1.3.4 - Comparação entre Estratos

A tabela VII.3.1.3.4-1 abaixo apresenta os valores de média e desvio padrão para cada um dos estratos, por parâmetro (descritores da matéria orgânica, granulométricos e carbonato). De acordo com os valores abaixo, pode-se afirmar que existe certa homogeneidade na distribuição desses parâmetros ao longo dos 10 cm de coluna sedimentar na área de Referência Centro na Bacia de Santos.

Com relação ainda 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).

BONETTI (2000) encontrou razões C/N, no Sistema Estuarino de Santos-São Vicente, variando entre 4 e 20, com os maiores valores nas regiões mais interiores do sistema estuarino.

Barcellos (2005) observou valores entre 12 e 18, no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape – SP, identificando uma mistura de matéria orgânica de diferentes origens. Eichler (2001) no Canal de Bertioga – SP encontrou razão C/N superior a 20, indicativo de influência terrígena naquele ambiente. Portanto, pelos dados apresentados na tabela VII.3.1.3.4-1, na área de RC-BS onde ocorrem valores médios da razão C/N entre 13 e 15, supõe-se pela predominância de matéria orgânica oriunda de material algal ou uma mistura de material terrestre e de algas marinhas.

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 variação dos valores obtidos para as razões C/N (20 a 94,8 em todas as réplicas) em uma mesma região, como observado na área de RC-BS, pode estar relacionada a diferenças granulométricas entre um ponto e outro, a degradação seletiva dos componentes de matéria orgânica, bem como a menor taxa de preservação do nitrogênio em relação ao carbono orgânico total (BADER, 1955). De acordo com os valores obtidos pelas razões C/P (média de 41 a 44) observa-se que a matéria orgânica em grande maioria é de origem bacteriana (em média), o que pode estar relacionado à decomposição da matéria orgânica existente na região. 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.

Tabela VII.3.1.3.4-1 - 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 Centro - Bacia de Santos – RC-BS (n = 16 estações).

		Classif	Média e	Grau de	Assimetria	Curtose	CO ₃ ²⁻	MOT	COT	N total	P total	C/N	C/P
		Wentworth	desvio	seleção			(%)	(%)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(mg.kg ⁻¹)		
RC-BS 0 a 2cm	X	Silte	6,50	MPS	MP/P	0,79	17,3	1,33	0,96	823	598	13,9	43
	DP	-	0,16	-	-	0,06	1,1	0,30	0,36	106	123	5,6	18,7
RC-BS 2 a 5 cm	X	Silte	6,50	MPS	MP/P	0,79	17,3	1,36	0,98	862	623	13,3	41,3
	DP	-	0,16	-	-	0,06	1,1	0,28	0,33	112	71	4,5	15,8
RC-BS 5 a 10 cm	X	Silte	6,50	MPS	MP/P	0,79	17,3	1,41	1,02	793	631	15,3	44
	DP	-	0,16	-	-	0,06	1,1	0,39	0,45	102	86,5	6,9	24

Grau de seleção: MPS = muito pobremente selecionado; Assimetria (Folk and Ward Method): MP = muito positiva, P = Positiva.

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

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$), considerando todas as réplicas das amostras nos três estratos coletadas em RC-BS, mostram a existência de diferenças estatísticas significativas entre estratos apenas para as concentrações de N total (tabela VII.3.1.3.4-2).

Tabela VII.3.1.3.4-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	0,771	0,464382
COT	0,3668	0,693605
N total	4,984	0,008100
P total	1,581	0,209436

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

A média da concentração de P total no estrato de 2 - 5 cm ($622,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) é significativamente menor do que a média no estrato de 5 - 10 cm ($631,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) (tabela VII.3.1.3.4-3).

Tabela VII.3.1.3.4-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações da área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS.

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

N total indica o estrato no qual houve diferença significativa nos valores de nitrogênio total.

Na figura VII.3.1.3.4-1 observa-se que nenhum dos parâmetro analisados apresenta um padrão definido de comportamento. Isto pode significar que exista uma alternância de fontes de matéria orgânica na região.

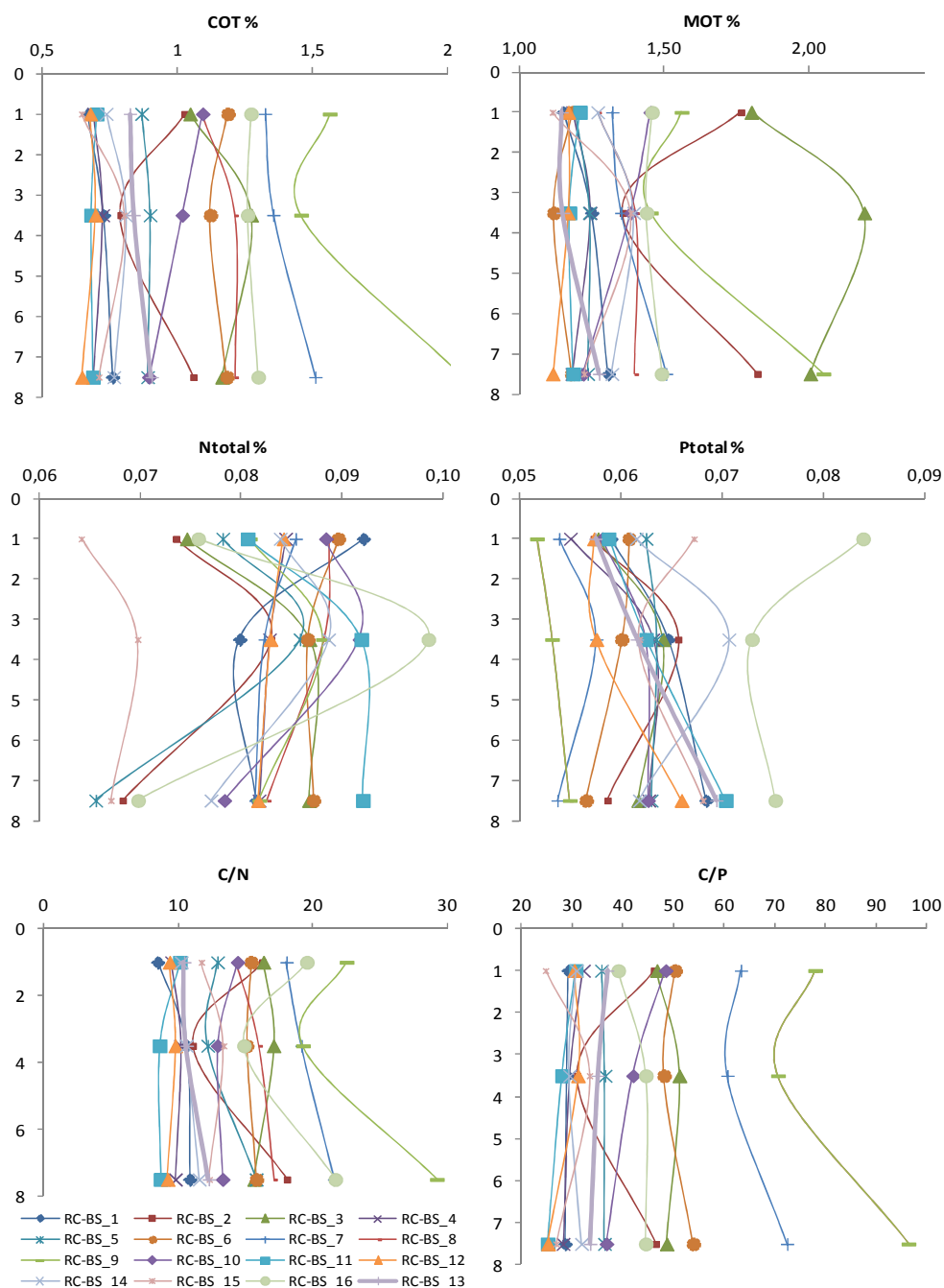


Figura VII.3.1.3.4 -1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nas amostras da Área de Referência Centro – Bacia de Santos.

VII.3.2 - Hidrocarbonetos

VII.3.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)

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 ($0,010 \text{ mg.kg}^{-1}$) (tabela VII.3.2.1-1 e anexo VII.3.2.1-1).

O total de HPAs variou de $0,005 \text{ mg.kg}^{-1}$ nas estações RC-BS_7 a $0,028 \text{ mg.kg}^{-1}$ na estação RC-BS_3.

Nas amostras coletadas na Área de Referência Centro todas as estações apresentaram valores totais de HPAs inferiores a $0,100 \text{ mg.kg}^{-1}$.

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). Por outro lado, 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 medidos em todas as estações da área de Referência Centro 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.3.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos - RC-BS.

HPAs/Estações	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
Naftaleno	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
1-Metilnaftaleno	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
C3-Naftalenos	0,020	0,017	0,013	0,010	0,017	0,007	0,005	0,007	0,008	0,013	0,007	0,010	0,007	0,012	0,012	0,010
C4-Naftalenos	nd	nd	0,007	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,010	nd	nd	nd	nd
Acenaftileno	nd	nd	0,002	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
Fluoreno	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
C2-Fluorenos	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
Dibenzotiofeno	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
C2-Dibenzotiofenos	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
Fenantreno	0,003	0,003	0,003	0,007	nd	0,002	nd	nd	nd	0,002	nd	0,002	0,002	0,002	nd	nd
C1-Fenantrenos	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
C3-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Continua

Continuação

HPAs/Estações	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
C4-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Antraceno	nd	nd	0,002	0,002	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoranteno	nd	nd	nd	0,002	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pireno	nd	nd	0,002	0,002	nd	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
C2-Pirenos	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	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
C1-Crisenos	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	0,002	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	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
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	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
Indeno(123-cd)pireno	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
Benzo(ghi)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Σ HPAs (mg kg ⁻¹)	0,023	0,020	0,028	0,022	0,017	0,008	0,005	0,007	0,010	0,015	0,007	0,022	0,008	0,013	0,012	0,010

VII.3.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (n-Alcanos, HTPs e MCNR)

A tabela VII.3.2.2-1 e os anexos VII.3.2.2-1, VII.3.2.2-2, VII.3.2.2-3 e VII.3.2.2-4 apresentam as concentrações dos hidrocarbonetos totais de petróleo, mistura complexa não resolvida, n-alcanos de n-C5 a n-C40, pristano e fitano.

As concentrações médias dos HTPs nas amostras foi nd (não detectado) em todas as estações, com exceção da estação RC-BS_10, que apresentou média de 4,7 mg.kg⁻¹. Assim como os HTPs, a mistura complexa não resolvida (MCNR) apresentou valor médio de concentração de 3 mg.kg⁻¹, na estação RC-BS_10, e nd (não detectado) nas demais estações.

Os valores de n-alcanos por amostra variaram de 27 µg.kg⁻¹ (RC-BS_4) a 583 µg.kg⁻¹ (RC-BS_10). Em relação aos n-alcanos individuais, pode-se observar que eles se distribuem, predominantemente, no intervalo de n-C29 a n-C39. Para os n-alcanos com cadeia inferior a 20 carbonos, na maioria das estações, os valores de concentração são todos abaixo do limite de detecção para todos os n-alcanos.

Tabela VII.3.2.2-1 - 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 Centro - Bacia de Santos - RC-BS.

n-alcanos/ estações	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
n-C5	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
n-C7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C9	2	nd	2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9	2	nd	2	nd	nd	nd
n-C12	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C14	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C15	nd	nd	nd	2	3	2	4	nd	nd	47	8	18	12	4	14	16
n-C16	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	54	nd	nd	2	nd	nd	nd
n-C17	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	49	nd	2	3	nd	nd	2
Pristano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	54	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C18	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	58	nd	nd	2	nd	nd	nd
Fitano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	42	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C19	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6	nd	2	2	nd	nd	nd
n-C20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	29	2	3	2	nd	nd	nd
n-C21	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	10	nd	nd	2	nd	nd	nd
n-C22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	27	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Continua

Continuação

n-alcanos/ estações	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
n-C22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	27	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C23	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C24	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C25	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	10	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C26	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2	2	18	4	nd	9	5	3	5
n-C27	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3	2	2	10	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C28	nd	nd	2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	16	4	nd	nd	nd	nd	nd
n-C29	9	5	5	5	5	5	7	7	5	8	nd	nd	2	3	5	2
n-C30	7	nd	nd	nd	2	3	3	3	3	12	5	5	11	3	5	2
n-C31	10	5	5	2	3	3	5	3	3	3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C32	11	5	5	5	5	5	9	5	7	6	9	8	10	7	5	5
n-C33	5	2	5	nd	2	3	5	5	3	16	nd	3	nd	nd	nd	nd
n-C34	11	8	7	7	5	5	7	12	10	54	7	3	9	5	3	5
n-C35	3	5	2	2	3	3	7	5	5	7	nd	2	8	3	2	2
n-C36	nd	nd	2	nd	2	2	2	3	3	5	3	9	8	2	3	2
n-C37	nd	nd	2	nd	2	2	2	4	5	2	nd	2	13	2	5	5
n-C38	2	3	7	2	2	nd	3	6	2	2	4	nd	6	5	2	2
n-C39	nd	nd	nd	2	2	5	8	13	7	10	2	7	9	7	nd	2
n-C40	nd	nd	nd	2	2	7	2	2	nd	nd	2	nd	23	2	2	nd
HTP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7	0	0	0	0	0	0
MCNR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0

Continua

Continuação

n-alcanos/ estações	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
Totais	60	33	43	27	37	46	68	72	58	583	51	64	134	48	49	48
Σ ímpar	31	16	23	15	17	22	26	33	27	290	40	29	81	29	23	20
Σ par	29	17	20	10	17	22	38	39	31	186	3	15	39	15	12	12
Ímpar/par	0,95	1,04	0,88	0,67	1,00	0,97	1,45	1,16	1,12	0,64	0,08	0,53	0,49	0,53	0,50	0,57
Pristano/Fitano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	-	-	-	-	-	-
IPC	1,09	1,63	1,66	0,95	1,18	1,09	1,37	1,21	0,88	0,61	0,00	0,23	0,05	0,19	0,34	0,12

Se organismos terrestres e marinhos sintetizam predominantemente *n*-alcanos de cadeias ímpares e, aqueles 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 igual 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.

Na grande maioria das estações, a ausência de alguns compostos *n*-alcanos impossibilitou o cálculo do IPC.

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.

A estação RC-BS_10 foi a única onde as concentrações de pristano e fitano ficaram acima do limite de detecção e apresentou razão de 1,28 (tabela VII.3.2.2-1).

VII.3.3 - Metais

Na tabela VII.3.3-1 e no anexo VII.3.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos metais analisadas (estrato de 0 - 2 cm) nos sedimentos coletados na área de Referência Centro, Bacia de Santos. Os sedimentos marinhos desta área apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração para os teores médios de metais totais:

$Al > Fe \gg Mn > Ba > V \approx Zn > Cr > Ni > Pb > Cu \gg Cd \ggg Hg$.

A maior concentração de alumínio (Al) de 89.133 mg.kg⁻¹ foi observada na RC-BS_5_R1 enquanto a menor foi nd (não detectável) nas estações RC-BS_9_R3 e RC-BS_10_R3. Ferro (Fe) apresentou maior valor de concentração de 38.042 mg.kg⁻¹ na RC-BS_5_R1 enquanto o menor foi nd (não detectável) na estação RC-BS_10_R3. Manganês (Mn) mostrou maior concentração (2.140 mg.kg⁻¹) na RC-BS_5_R1 enquanto a menor de nd (não detectado) na estação RC-BS_10_R3. Bário (Ba) tem sua maior concentração (246 mg.kg⁻¹) na estação RC-BS_7_R1 e menor (146 mg.kg⁻¹) na RC-BS_16_R1. O vanádio (V) apresentou maior concentração de 66 mg.kg⁻¹ (RC-BS_10_R1) e menor de 46 mg.kg⁻¹ (RC-BS_16_R1). Zinco (Zn) apresenta maior valor de concentração de 152 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_7_R2 e menor de 48,8 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_16_R1. O cromo (Cr) tem sua maior concentração de 59,7 mg.kg⁻¹ (RC-BS_10_R1) e menor de 41,3 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_16_R1. O níquel (Ni) apresentou maior concentração de 58,8 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_8_R3 e menor de 21 mg.kg⁻¹ na RC-BS_12_R3. O cobre (Cu) apresentou maior valor de concentração de 12,4 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_11_R3 e menor de 7,2 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_16_R1. O chumbo (Pb) mostrou maior valor de 17,4 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_16_R2 e mínimo de 9,1 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_6_R1. O cádmio (Cd) tem maior concentração de 0,80 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_10_R3 e menor valor (0,20 mg.kg⁻¹) nas estações RC-BS_1_R2, RC-BS_2_R1, RC-BS_10_R2, RC-BS_11_R1, RC-BS_12_R1, RC-BS_13_R2, RC-BS_14_R2 e RC-BS_16_R3). O mercúrio (Hg) apresentou maior concentração de 0,320 mg.kg⁻¹ na estação RC-BS_1_R3 e não detectado (nd) nas estações RC-BS_2_R3, RC-BS_3_R3, RC-BS_5_R2, RC-BS_6_R2, RC-BS_8_R3, RC-BS_9_R3, RC-BS_10_R1, RC-BS_10_R2, RC-BS_11_R1 e RC-BS_13_R2. Pode-se concluir pela não predominância sistemática de valores de concentração mais ou menos elevados numa mesma estação.

Entre os metais analisados, Al, Fe, Mn, Ba e V não possuem valores de referência TEL e PEL, nem níveis de referência na Resolução CONAMA 344/2004. As médias de concentração de Ni são ligeiramente mais elevadas que o valor limiar de referência possível de efeitos TEL, estando, no entanto, os valores individuais de todas as réplicas abaixo do nível de referência PEL (tabela - VII.3.3-1).

Deve-se ressaltar que as concentrações medidas nos sedimentos da área de Referência Centro 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.3.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Centro - Bacia de Santos – RC-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito), e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004.

Réplicas	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
RC-BS_1_R1	56.329	26.305	1099	246	60	50,8	49,1	21,1	11,1	11,6	0,3	0,11
RC-BS_1_R2	65.834	28.216	1178	234	59	50,6	49,4	22,8	11,2	11,4	0,2	0,2
RC-BS_1_R3	54.972	26.236	1115	230	60	50,2	49,2	21,2	11	11	0,3	0,32
RC-BS_2_R1	58.733	28.152	1199	228	63	55,1	51,9	23,2	11,7	12,5	0,2	0,24
RC-BS_2_R2	62.096	24.644	1741	204	56	52,7	48,5	23,9	10,6	11,8	0,3	0,08
RC-BS_2_R3	59.904	26.629	1377	217	59	54	50,1	23,7	11,1	13,2	0,4	nd
RC-BS_3_R1	54.831	27.716	1254	219	63	54,8	52,5	25,9	12	13,9	0,3	0,07
RC-BS_3_R2	77.394	36.759	1487	218	59	50,7	50,6	23,9	10,9	13,5	0,4	0,05
RC-BS_3_R3	73.905	32.670	1026	218	62	54	52,4	22,1	11,6	10,7	0,3	nd
RC-BS_4_R1	61.930	30.697	1346	232	60	51,4	50,5	23,6	11,5	13,4	0,4	0,03
RC-BS_4_R2	71.772	29.496	1266	227	63	57,4	53,4	25,6	12,1	11,4	0,3	0,03
RC-BS_4_R3	68.716	30.431	1549	218	64	58,6	53,8	26,9	11,9	11,3	0,3	0,1
RC-BS_5_R1	89.133	38.042	2140	229	61	56,9	51,6	26,8	11,7	13,3	0,5	0,04
RC-BS_5_R2	73.081	34.034	1199	216	64	54	51,3	25	11,8	13	0,3	nd
RC-BS_5_R3	82.830	24.009	695	225	62	56,4	55,8	21,8	11,3	11,4	0,4	0,12
RC-BS_6_R1	47.523	19.187	962	239	57	53	53	22	10,9	9,1	0,3	0,02
RC-BS_6_R2	79.308	23.489	1230	227	61	58,6	55,9	26,3	11,3	11,4	0,4	nd

Continua

Continuação

Réplicas	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
RC-BS_6_R3	64.565	22.346	1084	221	60	54,8	52,2	24	11,3	11,5	0,3	0,04
RC-BS_7_R1	76.035	21.999	1031	246	61	57,1	53,3	24	11,1	15,7	0,4	0,05
RC-BS_7_R2	85.705	22.355	1120	238	64	152	54,7	24,8	11,5	15	0,4	0,02
RC-BS_7_R3	87.531	23.815	1418	236	63	59,7	55,7	26,8	12,1	12,2	0,4	0,03
RC-BS_8_R1	68.368	19.708	1290	221	59	56,2	52	26	10,9	12,4	0,4	0,04
RC-BS_8_R2	68.574	21.120	1171	229	64	61,6	56,9	28,4	11,5	14,2	0,4	0,03
RC-BS_8_R3	62.102	20.478	1253	223	62	62,3	57,2	58,8	11,2	13,8	0,5	nd
RC-BS_9_R1	64.872	25.804	758	225	58	59	53,9	23,8	10,1	14,9	0,5	0,04
RC-BS_9_R2	48.228	18.165	1113	214	64	62,6	58	28,8	11,4	13,7	0,4	0,04
RC-BS_9_R3	nd	688	1229	219	64	61,8	57,8	29,3	11,5	14,5	0,5	nd
RC-BS_10_R1	81.845	25.795	885	220	66	64,4	59,7	29	11,8	15,8	0,4	nd
RC-BS_10_R2	54.158	17.404	745	211	62	52	47,1	25,1	11,8	13,2	0,2	nd
RC-BS_10_R3	nd	nd	nd	208	58	117,9	46,5	22,2	10,5	11,5	0,8	0,03
RC-BS_11_R1	67.929	17.853	791	225	61	57,3	50,6	24,7	11,2	12,2	0,2	nd
RC-BS_11_R2	58.656	15.720	806	224	59	53,8	48,8	25,1	11,1	11,7	0,3	0,03
RC-BS_11_R3	65.863	17.832	579	222	60	54,5	51,4	21,1	12,4	12,4	0,3	0,07
RC-BS_12_R1	65.190	19.408	789	222	61	57,3	52,1	25,9	11,4	11,3	0,2	0,03
RC-BS_12_R2	62.665	20.512	572	209	56	54	50	22,1	10,1	9,2	0,3	0,02
RC-BS_12_R3	58.025	16.080	650	204	54	50,8	46,2	21	9	11,9	0,3	0,02

Continua

Continuação

Réplicas	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
RC-BS_13_R1	64.048	17.410	642	224	60	56,8	50,3	24,4	11,1	13	0,3	0,04
RC-BS_13_R2	79.276	22.329	1257	215	62	57,9	51,8	25,7	11,1	13,4	0,2	nd
RC-BS_13_R3	55.718	15.618	698	224	60	56,3	50,4	25,3	10,8	11,9	0,4	0,09
RC-BS_14_R1	55.624	15.990	536	205	59	60,6	47,7	22,4	10	13,1	0,3	0,04
RC-BS_14_R2	55.424	16.266	783	202	58	60,9	48,9	24,8	10,1	12,7	0,2	0,03
RC-BS_14_R3	53.058	16.359	732	209	64	68,5	54,3	27,9	11,7	12,6	0,3	0,05
RC-BS_15_R1	39.718	11.609	576	204	58	63,1	50,6	23,6	10,5	12,1	0,3	0,04
RC-BS_15_R2	56.090	16.030	487	207	57	65	50,5	24,5	10,1	14	0,3	0,04
RC-BS_15_R3	31.470	11.685	733	160	50	56,2	45,6	25,7	8,2	12,7	0,3	0,02
RC-BS_16_R1	44.064	11.621	638	146	46	48,8	41,3	21,8	7,2	12,1	0,3	0,05
RC-BS_16_R2	81.477	19.657	711	162	48	51	42,7	22,3	7,4	17,4	0,3	0,02
RC-BS_16_R3	51.910	12.419	555	152	48	50,1	43,8	22	7,7	10,2	0,2	0,06
Média	64.053,9	2.1719	1010	215,7	60	59,7	51,3	25,2	10,9	12,6	0,34	0,063
Desvio Padrão	12.740,4	7.204,7	355	21,4	4,4	16,9	3,91	5,43	1,18	1,61	0,11	0,064
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, $p < 0,05$, $n=48$) foi aplicado ao conjunto de dados para a verificação da existência de diferenças estatísticas nos teores totais de metais entre as estações em RC-BS. Entre os metais estudados, Al, Fe, Mn, Ba, V, Cr, Cu, e Hg foram os que apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as estações em RC-BS (tabela III.3-2).

Tabela VII.3.3 -2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em RC-BS.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
Al	2,653	0,01114
Fe	5,836	0,000017
Mn	3,915	0,000644
Ba	14,28	0,000000
V	6,46	0,000005
Zn	1,214	0,31111
Cr	4,15	0,000355
Ni	1,592	0,1317
Cu	8,15	0,00000
Pb	1,584	0,1343
Cd	1,6284	0,1208
Hg	3,3121	0,00544

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

De um modo geral, pode ser observado que para Al, as diferenças significativas concentram-se apenas entre a estação RC-BS_15, de menor média ($42.426 \text{ mg.kg}^{-1}$) com as estações RC-BS_5 e RC-BS_7, as de maiores médias entre todas as estações (81.681 e $83.090 \text{ mg.kg}^{-1}$ respectivamente).

Para Fe, as diferenças concentram-se entre a estação RC-BS_3, maior média entre as estações ($32.382 \text{ mg.kg}^{-1}$) com as estações RC-BS_9, RC-BS_11, RC-BS_12, RC-BS_13, RC-BS_14 e RC-BS_15 menores médias entre as estações (respectivamente 14.886 , 17.135 , 18.667 , 18.452 , 16.205 e $13.108 \text{ mg.kg}^{-1}$), entre a estação RC-BS_4 (média de $30.208 \text{ mg.kg}^{-1}$) com as estações RC-BS_9, RC-BS_14 e RC-BS_15 (média de 14.886 , 13.108 e

14.566 mg.kg⁻¹), entre a estação RC-BS_5 (média de 32.028 mg.kg⁻¹) e as estações RC-BS_9, RC-BS_11, RC-BS_14 e RC-BS_15 e a estação RC-BS_1 (média de 26.919 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que a RC-BS_15 (média de 13.108 mg.kg⁻¹).

O Mn apresenta diferenças significativas entre a estação RC-BS_15 (média de 598 mg.kg⁻¹) significativamente menor do que as das estações RC-BS_2 (1.439 mg.kg⁻¹) e RC-BS_4 (1.387 mg.kg⁻¹) e entre a estação RC-BS_16 (média de 635 mg.kg⁻¹) com a estação RC BS_2 (1.439 mg.kg⁻¹).

A concentração média de Ba da estação RC-BS_16 (153 mg.kg⁻¹) é significativamente menor quando comparada as das demais estações. A estação RC-BS_15 (média de 190 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das estações RC-BS_1, RC-BS_4, RC-BS_5, RC-BS_6, RC-BS_7, RC-BS_8, RC-BS_9, RC-BS_11 e RC-BS_13 (médias respectivamente de 237, 226, 223, 229, 240, 224, 219, 224 e 221 mg.kg⁻¹), a estação RC-BS_14 (média de 205 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das estações RC-BS_1 e RC-BS_7 (médias de 237 e 240 mg.kg⁻¹). A estação RC-BS_12 (212 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente da estação RC-BS_7 (240 mg.kg⁻¹).

O V apresenta diferenças significativas entre a estação RC-BS_16 (média de 47 mg.kg⁻¹) e as estações RC-BS_1 até RC-BS-14 (médias de 60, 50, 61, 62, 62, 59, 63, 62, 62, 62, 60, 57, 61 e 60 mg.kg⁻¹ respectivamente). Para Cr as diferenças significativas concentram-se entre a estação RC-BS_16 (média de 42,6 mg.kg⁻¹) e as estações RC-BS_3 até RC-BS_10 (com médias respectivamente de 51,8, 52,6, 52,9, 53,7, 54,6, 55,4, 56,6 e 51,1 mg.kg⁻¹).

Para Cu as diferenças se concentram predominantemente entre a estação RC-BS_16, de menor média entre as estações (7,43 mg.kg⁻¹), e as demais 15 estações e entre a estação RC-BS_15 (média de 9,60 mg.kg⁻¹) e as estações RC-BS_4 (média de 11,83 mg.kg⁻¹) e RC-BS_5 (média de 11,60 mg.kg⁻¹).

O Hg apresenta diferenças entre a estação RC-BS_1 (média de 0,21 mg.kg⁻¹) e as estações RC-BS_4, RC-BS_6 a RC-BS_9, RC-BS_10, RC-BS_12 e RC_BS_14 a RC-BS_16, (médias de 0,05; 0,03; 0,03; 0,04; 0,04; 0,03; 0,05, 0,023, 0,04, 0,033 e 0,043 mg.kg⁻¹ respectivamente).

Tabela VII.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-BS (estrato de 0 - 2 cm).

	RC-BS 1	RC-BS 2	RC-BS 3	RC-BS 4	RC-BS 5	RC-BS 6	RC-BS 7	RC-BS 8	RC-BS 9	RC-BS 10	RC-BS 11	RC-BS 12	RC-BS 13	RC-BS 14	RC-BS 15	RC-BS 16
RC-BS_1																
RC-BS_2																
RC-BS_3																
RC-BS_4	Hg															
RC-BS_5																
RC-BS_6	Hg															
RC-BS_7	Hg															
RC-BS_8	Hg															
RC-BS_9	Hg		Fe	Fe	Fe											
RC-BS_10	Hg															
RC-BS_11	Hg		Fe		Fe											
RC-BS_12	Hg		Fe				Ba									
RC-BS_13			Fe													
RC-BS_14	Ba; Hg		Fe	Fe	Fe		Ba									
RC-BS_15	Fe; Ba; Hg	Mn	Fe	Fe; Mn; Ba; Cu	Al; Fe; Ba; Cu	Ba	Al; Ba	Ba	Ba		Ba		Ba			
RC-BS_16	Ba; V; Cu; Hg	Mn; Ba; V; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cr; Cu	Ba; V; Cu	Ba; V; Cu	Ba; V; Cu	Ba; V; Cu	Ba; Cu	

VII.3.3.1 - Metais e Sedimentologia

A tabela VII.3.3.1-1 apresenta a matriz de correlação entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e dos metais totais.

O AI, indicador de argilominerais de origem estritamente continental, mostra associação positiva e significativa com Fe, Mn, Ba, V, Cr, Cu e Cd. O carbono orgânico (indicador de produtividade biológica) mostra correlação altamente significativa com a matéria orgânica que, por sua vez apresenta correlação positiva e significativa com V, Cr e Pb. Foi observada, também, correlação positiva e significativa do N com o Ba.

Tabela VII.3.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 48$) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato de 0 - 2 cm) na área de Referência Centro – Bacia de Santos - RC-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	N total	P total
Al	1																
Fe	0,58	1															
Mn	0,43	0,70	1														
Ba	0,41	0,47	0,41	1													
V	0,42	0,37	0,43	0,43	1												
Zn	0,19	-0,18	0,00	0,02	0,46	1											
Cr	0,46	0,30	0,38	0,49	0,77	0,59	1										
Ni	0,22	0,00	0,43	0,08	0,62	0,60	0,59	1									
Cu	0,42	0,49	0,48	0,48	0,87	0,23	0,64	0,46	1								
Pb	0,19	-0,01	0,12	-0,03	0,26	0,37	0,24	0,41	0,09	1							
Cd	0,36	0,19	0,34	0,28	0,20	0,37	0,46	0,29	0,09	0,38	1						
Hg	0,19	-0,18	0,00	0,02	0,46	1,00	0,59	0,60	0,23	0,37	0,37	1					
CO ₃ ²⁻	-0,51	-0,58	-0,29	-0,32	-0,11	0,31	-0,08	0,23	-0,27	0,17	-0,10	0,31	1				
MOT	0,04	0,13	0,23	-0,15	0,33	-0,05	0,21	0,20	0,29	0,25	0,02	-0,05	-0,18	1			
COT	0,25	0,09	0,23	0,07	0,33	0,09	0,47	0,25	0,20	0,33	0,22	0,09	-0,04	0,76	1		
N total	0,21	0,08	0,24	0,33	0,06	-0,09	-0,02	0,06	0,10	-0,05	0,01	-0,09	-0,14	-0,21	-0,12	1	
P total	-0,14	-0,20	-0,33	-0,21	-0,32	-0,19	-0,36	-0,30	-0,24	-0,27	-0,27	-0,19	0,02	-0,18	-0,25	-0,04	1

VII.3.3.2 - Suportes Geoquímicos

Com o intuito de subsidiar a discussão da importância relativa dos suportes geoquímicos, a análise por componentes principais (ACP) foi aplicada aos resultados obtidos para o teor de metais totais, CO_3^{2-} , COT, MOT, P total e N total na área de Referência Centro na Bacia de Santos (tabela VII.3.3.2-1). Para COT, MOT, P total e N total foram considerados os valores obtidos no estrato de 0 - 2 cm.

Tabela - VII.3.3.2-1 - Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Centro - Bacia de Santos - RC-BS ($n = 48$, correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$).

Parâmetros	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Al	0,12	0,33	0,20	0,76
Fe	0,16	-0,06	-0,09	0,84
Mn	0,34	0,04	0,13	0,64
Ba	0,75	0,13	-0,18	0,43
V	0,87	0,17	0,10	0,29
Zn	0,07	0,94	-0,00	-0,06
Cr	0,83	0,18	0,32	0,17
Ni	0,44	0,14	0,25	-0,14
Cu	0,85	0,06	-0,03	0,38
Pb	-0,07	0,34	0,63	0,10
Cd	0,14	0,66	0,10	0,12
CO_3^{2-}	0,07	0,94	-0,00	-0,06
Hg	0,08	0,22	-0,01	-0,79
MOT	0,11	-0,19	0,80	0,02
COT	0,10	0,10	0,85	0,02
Ntotal	0,14	0,08	-0,29	0,38
Ptotal	-0,72	0,10	0,17	0,10
% variância	29,2	15,3	11,7	10,6

Observa-se que o conjunto de dados, no estrato de 0 - 2 cm pode ser representado por quatro fatores principais que, juntos, explicam 66,8% da variância total. O fator 1 explica 29,2% da variância total dos dados e apresenta associação positiva e significativa com Ba, V, Cr, Ni e Cu.

O fator 2 é responsável por 15,3 % da variância total e apresenta associação positiva e significativa com CO_3^{2-} , Zn e Cd. Os fatores 3 e 4, responsáveis por 11,7 e 10,6%, respectivamente, dizem respeito aos processos de degradação da matéria orgânica e da influência continental (alta correlação com o Al) interpretado no alto conteúdo de lama (silte e argila) nos sedimentos da região.

Na tabela VII.3.3.2-2 são mostradas as concentrações médias de metais medidas nos sedimentos da área de Referência Centro comparadas às concentrações médias da área de Referência Norte e aos valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995). Como observado, a área de Referência Centro na Bacia de Santos apresenta valores maiores de Al, Mn, Ba, V, Zn, Cr, Ni, e Pb e menores de Fe, Cu, Cd e Hg quando comparados aos da área de Referência Norte (RN-BS).

A área de Referência Centro (RN-BS) possui valores maiores de Mn, Cr, Ni, Cd e Hg e menores de Al, Fe, Ba, Cu, e Pb do que as concentrações médias da Crosta Superior (WEDEPOHL, 1995).

Tabela - VII.3.3.2-2 - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da Área de Referência Centro – Bacia de Santos (RC-BS) comparados as concentrações médias obtidas na Área de Referência Norte (RN-BS) 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
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	555,3±36,4	200,6±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	0,074±0,022
Crosta Superior	77440	30890	527	668	53	52	35	18,6	14,3	17	0,102	0,056

VII.3.4 - Macrofauna

VII.3.4.1- Inventário Taxonômico

O inventário dos táxons coletados em RC-BS se encontra no anexo VII.3.4.1-1. Foram individualizados 80 táxons pertencentes a nove filos (tabela VII.3.4.1-1).

Tabela VII.3.4.1-1 - Número total de táxons por grupo. RC-BS.

Filo/Grupo	Táxons
Filo Cnidaria*	-
Classe Anthozoa*	2
Classe Hydrozoa*	1
Filo Nemertinea*	1
Filo Priapula*	1
Filo Mollusca	16
Filo Annelida*	-
Classe Polychaeta	23
Filo Sipuncula*	1
Filo Arthropoda*	-
Subfilo Crustacea	25
Filo Bryozoa*	1
Filo Echinodermata	9
Total	80

(*) grupos não submetidos ao detalhamento taxonômico.

VII.3.4.2 - Avaliação da Amostragem

A avaliação da amostragem encontra-se apresentada na figura VII.3.4.2-1, onde estão considerados, de forma cumulativa, o número de táxons e a área efetivamente amostrada. Com 36 das 48 réplicas coletadas 76 dos 80 táxons identificados já haviam sido coletados, resultando em um incremento de apenas quatro táxons em 12 réplicas.

Ao todo foram coletadas 48 réplicas com uma área de 900 cm² (30 x 30 cm) cada o que equivale a um total de 4,32 m² amostrados.

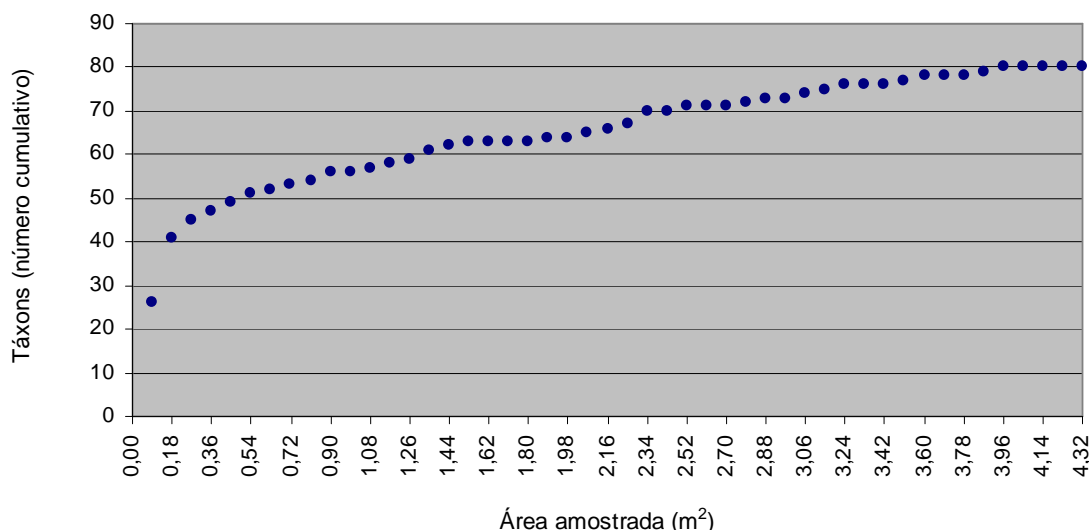


Figura VII.3.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada - RC-BS.

VII.3.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm)

Foram identificados, neste estrato, 66 táxons pertencentes a nove grandes grupos, incluindo os animais solitários e os coloniais (tabela VII.3.4.3-1).

Tabela - VII.3.4.3-1 - Número de táxons por grupo.
RC-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Grupos	Táxons	(%)
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	2	-
Classe Hydrozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	15	25,00
Classe Polychaeta ⁽²⁾	15	25,00
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	21	35,00
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	9	15,00
Total (1+2)	66	-
Total (2)	60	100,00

⁽¹⁾ – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

⁽²⁾ – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

O subfilo Crustacea foi representado por 21 táxons compreendendo duas ordens, quatro subordens, 14 famílias e um gênero. Para a classe Polychaeta (filo Annelida) e o filo Mollusca foram identificados 15 táxons cada e para o filo Echinodermata foram discretizados 9 táxons sendo sete espécies, uma família e uma classe.

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.3.4.3-2.

Tabela VII.3.4.3-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RC-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Estações/Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RC-BS_1	22	21	20	32	21	1,0	4,8
RC-BS_2	20	13	15	27	16	3,6	22,5
RC-BS_3	13	13	13	23	13	0,0	0,0
RC-BS_4	16	10	11	24	12	3,2	26,1
RC-BS_5	24	13	21	32	19	5,7	29,4
RC-BS_6	17	17	15	28	16	1,2	7,1
RC-BS_7	18	17	23	31	19	3,2	16,6
RC-BS_8	13	17	19	25	16	3,1	18,7
RC-BS_9	16	19	18	34	18	1,5	8,6
RC-BS_10	17	15	18	27	17	1,5	9,2
RC-BS_11	16	21	11	28	16	5,0	31,3
RC-BS_12	21	16	17	23	18	2,6	14,7
RC-BS_13	17	14	16	24	16	1,5	9,8
RC-BS_14	17	19	19	27	18	1,2	6,3
RC-BS_15	17	16	13	28	15	2,1	13,6
RC-BS_16	22	21	20	32	21	1,0	4,8

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

Os resultados por réplica variaram entre 13 e 24 táxons. Os menores valores foram registrados nas estações RC-BS_3 e RC-BS_12 e o mais alto na estação RC-BS_9. A maior variabilidade foi registrada na estação RC-BS_11 e a mais baixa na estação RC-BS_3.

O dendrograma gerado a partir da matriz de similaridade qualitativa indica que as estações apresentam similaridades acima de 65% e que os grupamentos

não guardam relação com a distribuição espacial das estações no campo (figura VII.3.4.3-1).

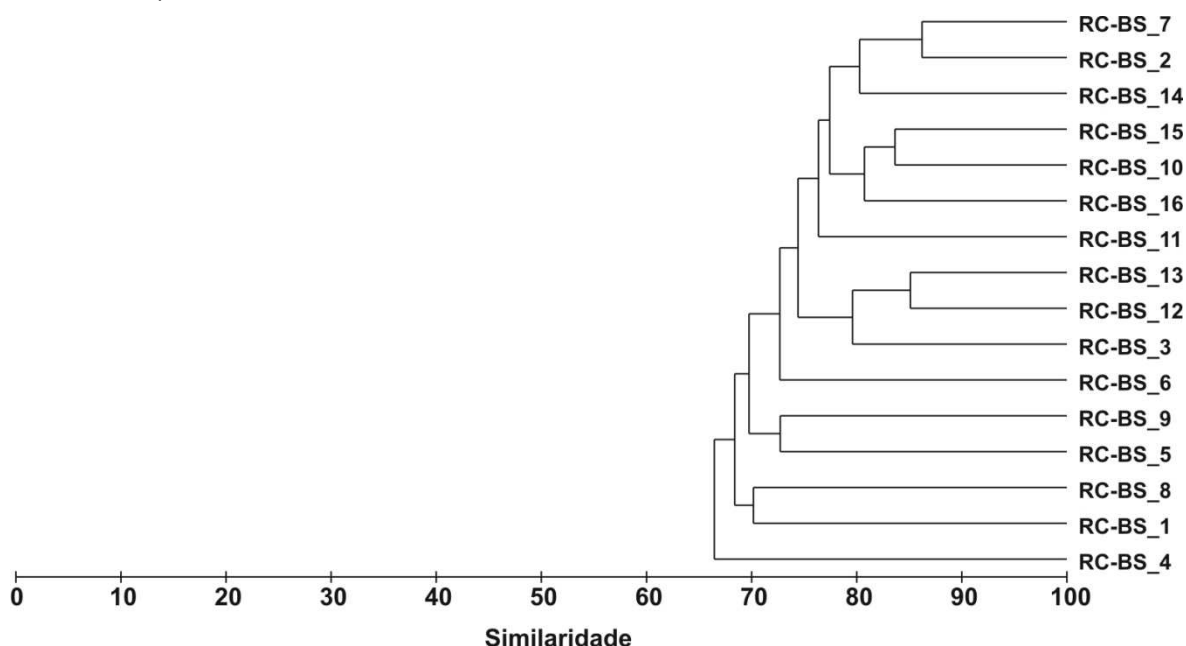


Figura VII.3.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

VII.3.4.4 - 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.3.4.4-1 e ilustrados nas figuras VII.3.4.4-1 a VII.3.4.4-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.3.4.4-1.

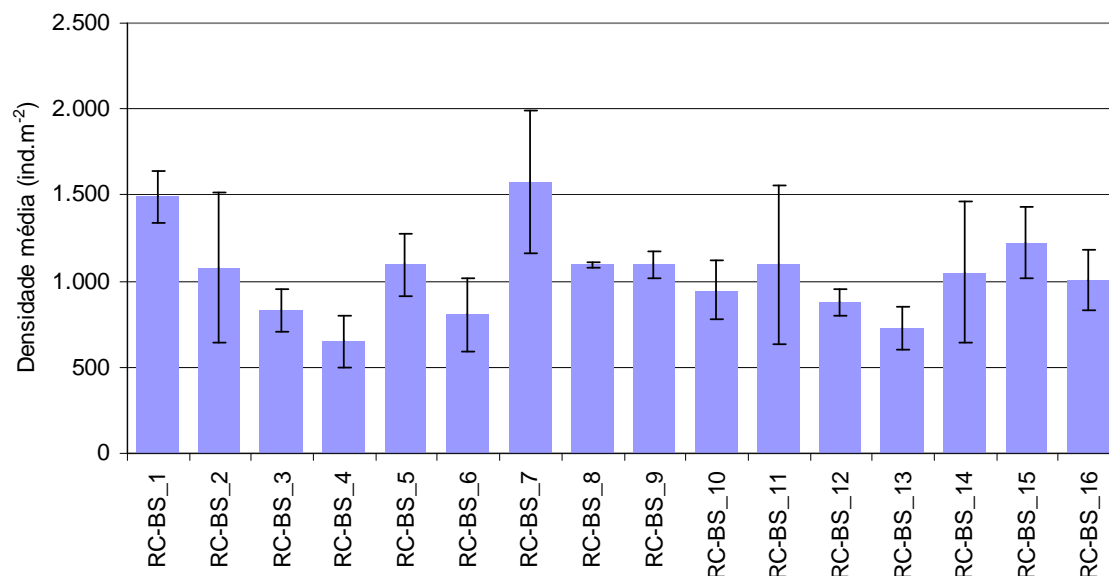
A densidade foi o parâmetro que apresentou as maiores variações dentro das estações e entre estações, a mais baixa densidade média foi registrada na esta RC-BS_4 com 652 ind.m^{-2} e a mais alta na estação RC-BS_7 com 1.578 indm^{-2} .

A riqueza foi o segundo parâmetro com maior variabilidade espacial com valores entre 1,64 (RC-BS_3) e 2,56 (RC-BS_1) e registrou desvios padrão altos nas estações RC-BS_2, RC-BS_7, RC-BS_11 e RC-BS_14.

Os índices equitabilidade, diversidade e dominância apresentaram variações pouco expressivas entre estações e variabilidades altas nas estações RC-NS_4 e RC-BS_5 para os três índices.

Tabela VII.3.4.4 -1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-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)
RC-BS_1	1.489	153	2,56	0,24	0,78	0,07	3,34	0,33	0,85	0,04
RC-BS_2	1.078	437	2,10	0,42	0,79	0,03	3,11	0,13	0,83	0,01
RC-BS_3	833	125	1,64	0,12	0,79	0,02	2,82	0,16	0,81	0,02
RC-BS_4	652	149	1,76	0,54	0,79	0,09	2,87	0,57	0,80	0,09
RC-BS_5	1.096	183	2,49	0,83	0,75	0,10	3,12	0,75	0,82	0,09
RC-BS_6	807	214	2,20	0,17	0,85	0,01	3,38	0,13	0,87	0,01
RC-BS_7	1.578	412	2,36	0,24	0,79	0,03	3,32	0,12	0,86	0,02
RC-BS_8	1.096	17	2,19	0,44	0,81	0,02	3,25	0,14	0,85	0,01
RC-BS_9	1.096	76	2,33	0,18	0,78	0,02	3,20	0,05	0,85	0,01
RC-BS_10	948	174	2,19	0,09	0,81	0,06	3,25	0,17	0,85	0,03
RC-BS_11	1.096	459	2,10	0,53	0,80	0,06	3,13	0,17	0,84	0,01
RC-BS_12	878	78	2,36	0,37	0,84	0,05	3,43	0,26	0,87	0,03
RC-BS_13	726	124	2,13	0,10	0,84	0,04	3,27	0,22	0,86	0,03
RC-BS_14	1.052	413	2,36	0,09	0,79	0,06	3,26	0,18	0,85	0,03
RC-BS_15	1.226	206	1,97	0,20	0,73	0,02	2,87	0,18	0,80	0,04
RC-BS_16	1.007	177	2,32	0,16	0,81	0,05	3,29	0,26	0,85	0,03
Média	1.041	-	2,19	-	0,80	-	3,18	-	0,84	-
DP	248	-	0,25	-	0,03	-	0,19	-	0,02	-
CV (%)	23,80	-	11,23	-	3,90	-	5,87	-	2,70	-



**Figura VII.3.4.4-1 - Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (\pm).
RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.**

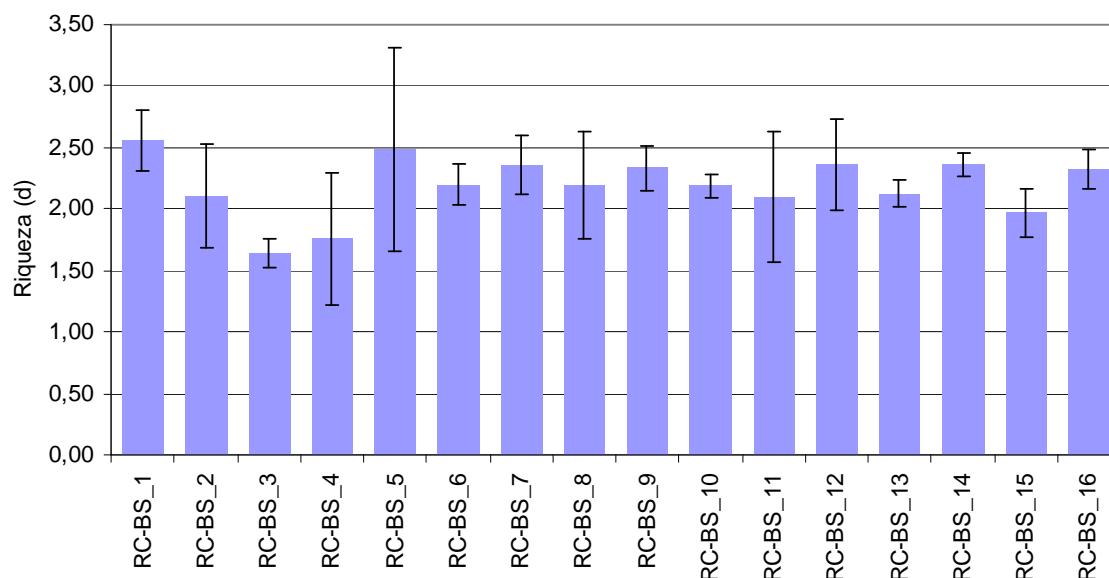


Figura - VII.3.4.4-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

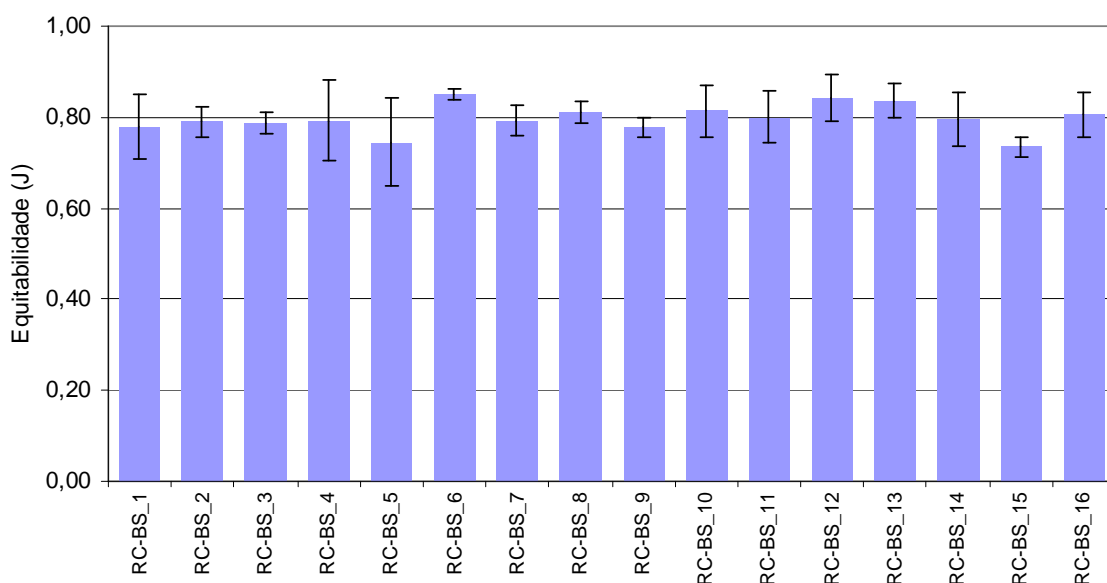


Figura VII.3.4.4-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

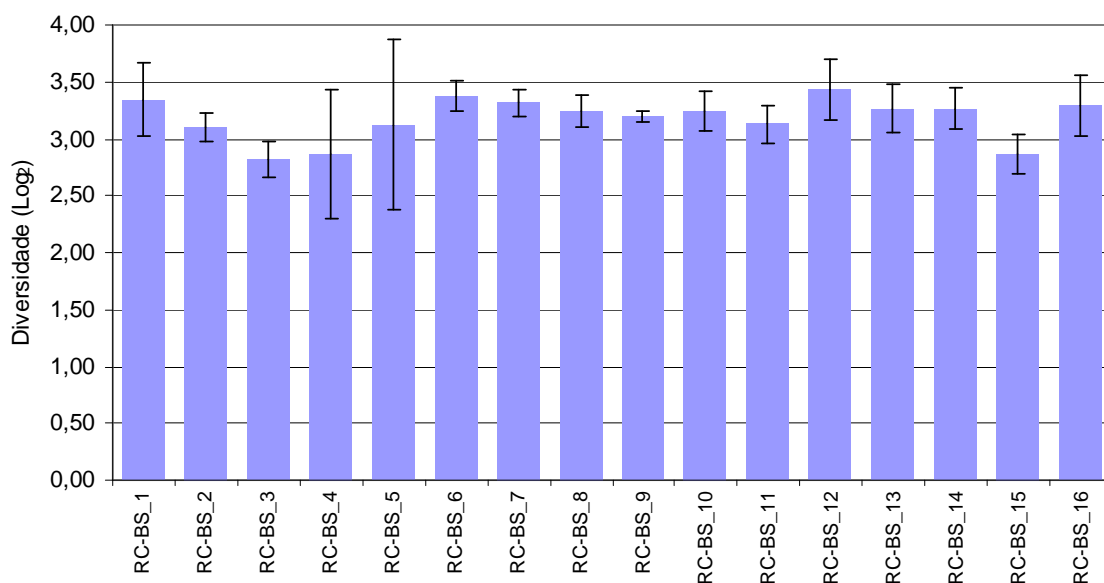


Figura VII.3.4.4-4 - Diversidade média ($H' = \text{Log}_2$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

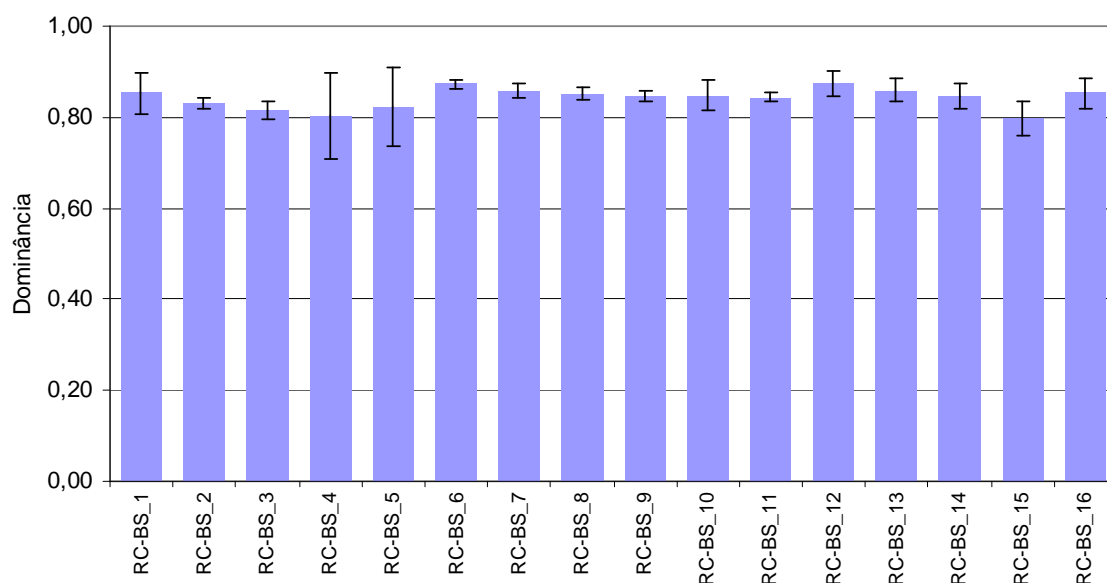


Figura VII.3.4.4-5 - Dominância média (1-λ) e barra de desvio padrão (±). RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A similaridade entre estações, calculada a partir da matriz de dados quantitativos (densidade), apresentou valores superiores a 70%, exceto a estação RC-BS_4 (figura VII.3.4.4-6). Também para a densidade não foi possível identificar nos grupamentos uma relação espacial entre as estações.

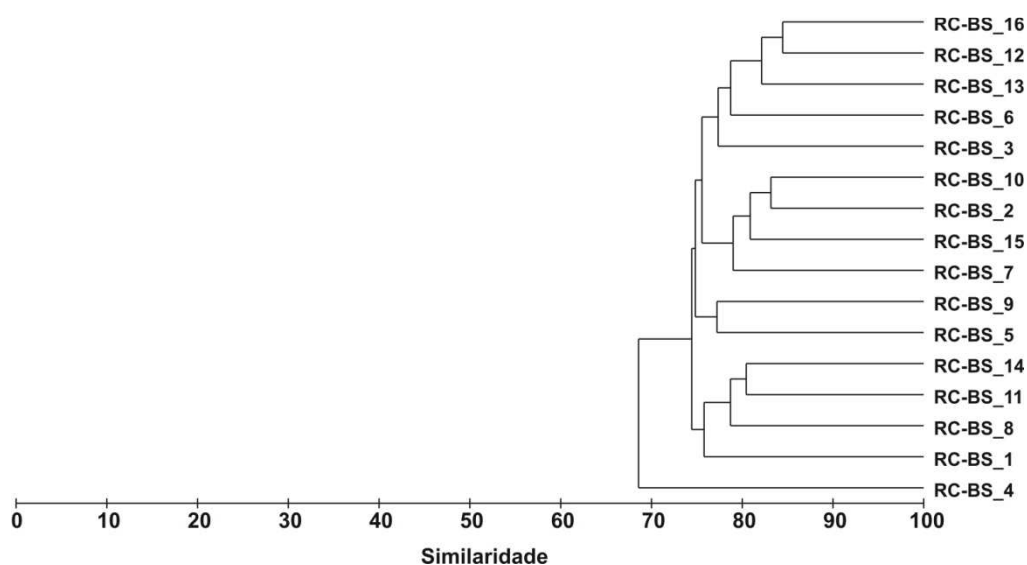


Figura VII.3.4.4-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A fragmentação observada no dendrograma gerado a partir dos dados de Mollusca decorre da baixa frequência com que os 15 táxons foram encontrados nas estações: apenas dois táxons ocorreram em 10 estações e os outros 13 ocorreram em no máximo quatro estações, a maioria dos táxons ocorreu em apenas uma estação (figura VII.3.4.4-7).

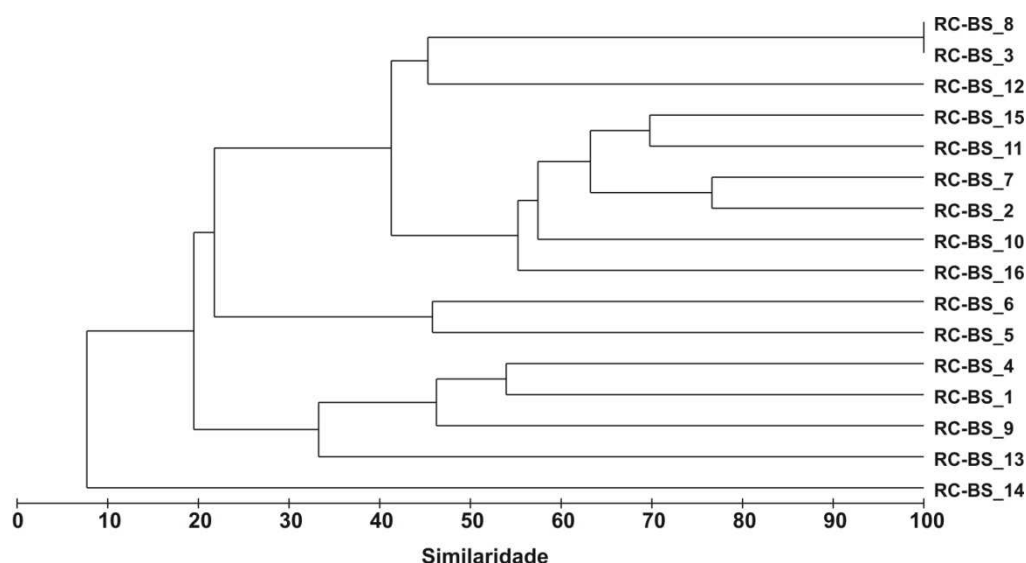


Figura VII.3.4.4-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Mollusca. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A similaridade geral para Polychaeta foi de aproximadamente 80%, sendo exceção a estação RC-BS_4, com valor pouco superior a 75% (figura VII.3.4.4-8). A comunidade de Polychaeta apresentou-se mais homogênea e isto está relacionado com densidades mais altas e maiores frequências de ocorrência entre estações.

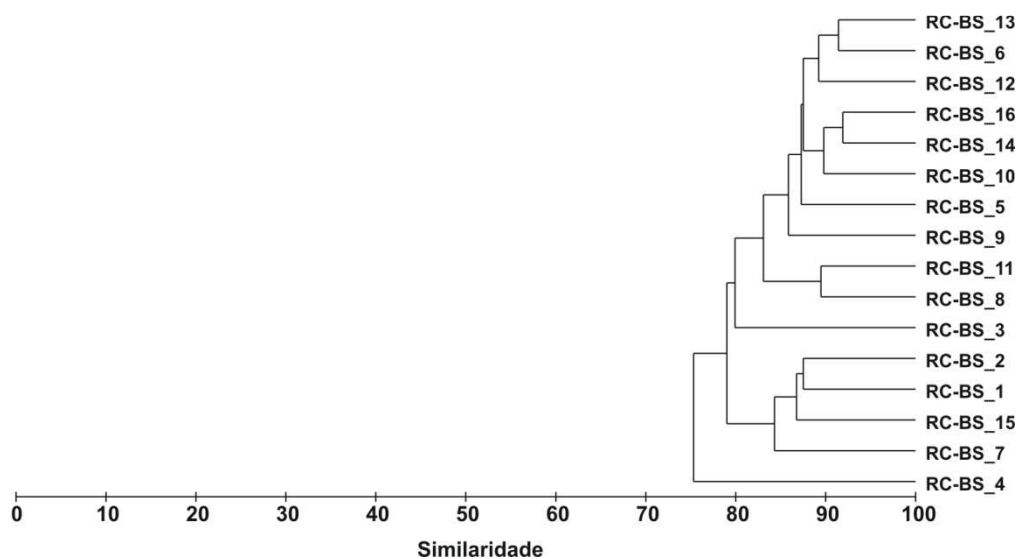


Figura - VII.3.4.4-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

O dendrograma obtido para Crustacea mostra similaridades acima de 65% (figura VII.3.4.4-9). A estação RC-BS_4 foi a que apresentou a menor densidade e a única onde não foram encontrados organismos da subordem Myodocopina, já as estações RC-BS_1 e RC-BS_8 apresentam 18 presenças e/ou ausências em comum no conjunto de 21 táxons.

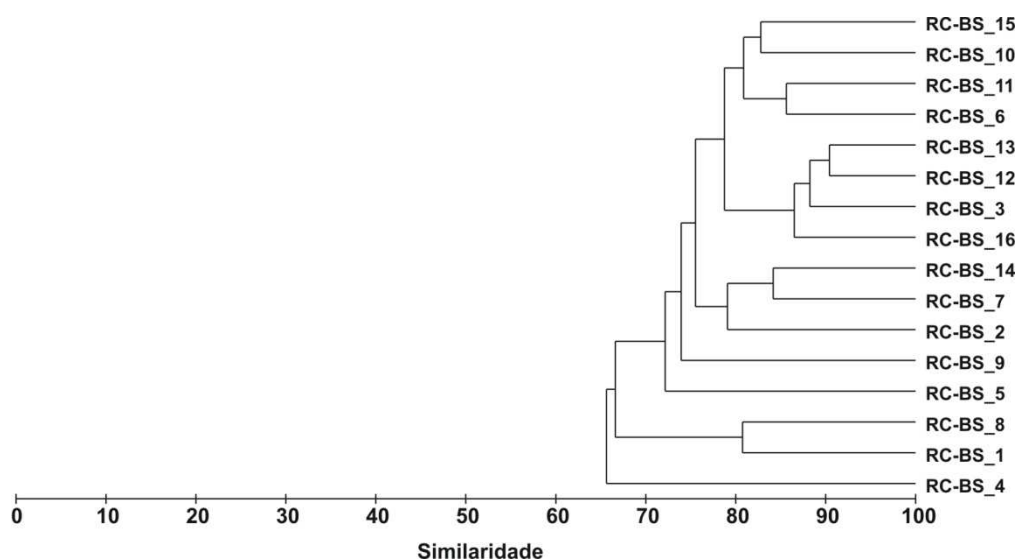


Figura VII.3.4.4-9 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 0 - 2 cm.

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.3.4.4-10. O resultado sugere que não existe uma relação entre a composição granulométrica do substrato nas estações e os valores dos índices biológicos medidos.

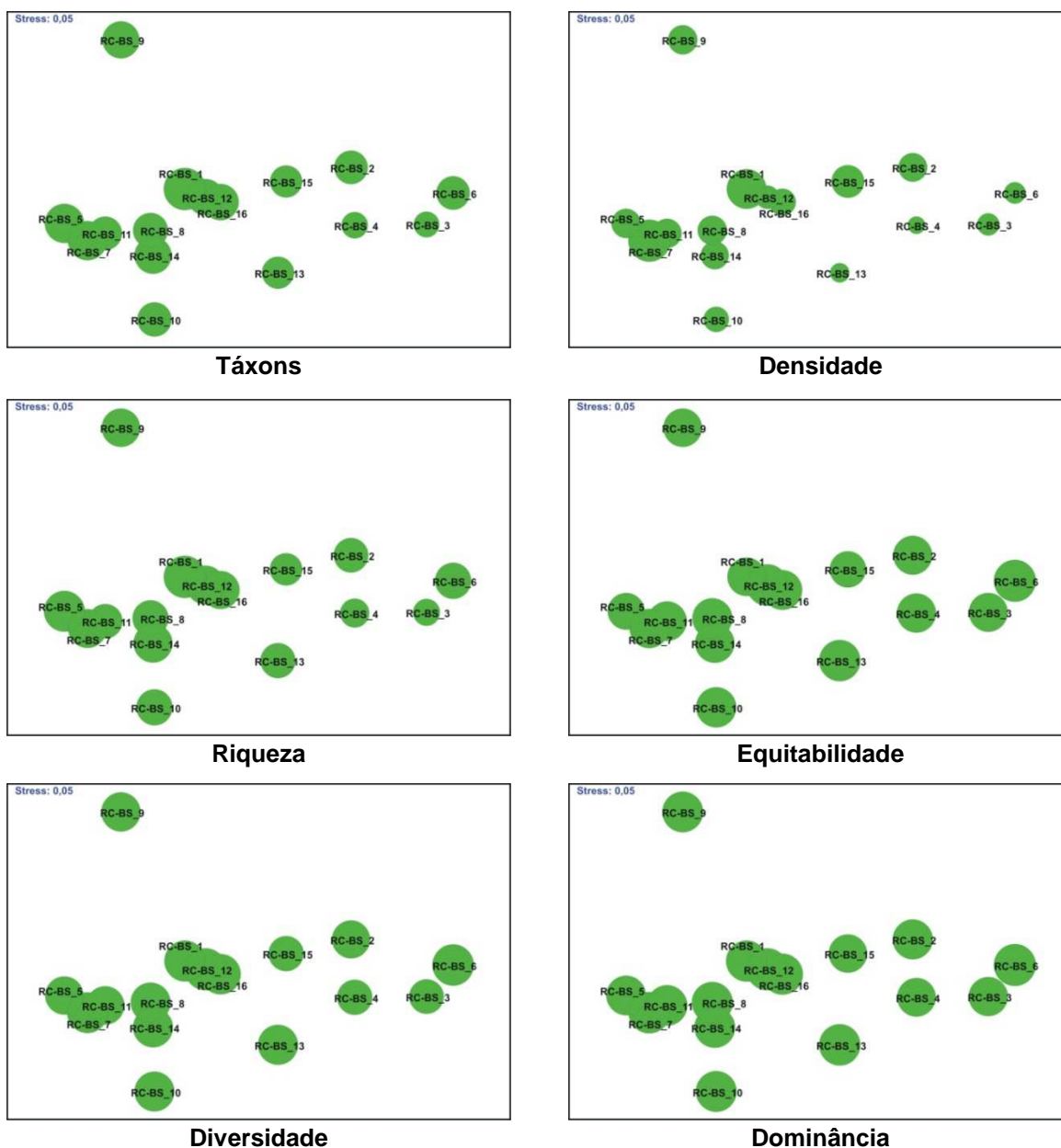


Figura VII.3.4.4-10 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.3.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm)

Neste estrato foram encontrados 58 táxons pertencentes a 9 grandes grupos taxonômicos (tabela VII.3.4.5-1).

Tabela VII.3.4.5-1 - Número de táxons por grandes grupos em RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

Grupo	Táxons	%
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	2	-
Classe Hydrozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	9	16,98
Classe Polychaeta ⁽²⁾	19	35,85
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	20	37,74
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	5	9,43
Total (1+2)	58	-
Total (2)	53	100,00

⁽¹⁾ – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

⁽²⁾ – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Pertencentes ao subfilo Crustacea foram identificadas duas ordens, quatro subordens, 12 famílias e dois gêneros. A classe Polychaeta foi representada por sete famílias e doze gêneros. Para o filo Mollusca foi representado por duas famílias e sete espécies e o filo Echinodermata foi representado por uma classe (indivíduo jovem), uma família (indivíduo jovem) e três espécies.

O número total de táxons encontrados por réplica, por estação e outros parâmetros estatísticos relativos a essa variável se encontram na tabela VII.3.4.5-2.

A estação com maior número de táxons foi a RC-BS_16 onde foram encontrados 31 táxons. Na estação RC-BS_3 foi registrado o valor mais baixo com 17 táxons. Os coeficientes de variação entre réplicas variaram entre 6,7% na estação RC-BS_10 e 52,1% na estação RC-BS_14.

Tabela VII.3.4.5-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

Estações / Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RC-BS_1	12	22	15	27	16	5,1	31,4
RC-BS_2	14	18	12	26	15	3,1	20,8
RC-BS_3	14	10	12	17	12	2,0	16,7
RC-BS_4	13	14	8	20	12	3,2	27,6
RC-BS_5	13	18	15	26	15	2,5	16,4
RC-BS_6	17	14	12	23	14	2,5	17,6
RC-BS_7	15	11	17	21	14	3,1	21,3
RC-BS_8	15	13	14	26	14	1,0	7,1
RC-BS_9	19	14	14	25	16	2,9	18,4
RC-BS_10	16	15	14	27	15	1,0	6,7
RC-BS_11	13	16	16	25	15	1,7	11,5
RC-BS_12	12	15	15	21	14	1,7	12,4
RC-BS_13	17	11	14	23	14	3,0	21,4
RC-BS_14	13	8	23	29	15	7,6	52,1
RC-BS_15	13	11	11	20	12	1,2	9,9
RC-BS_16	14	12	21	31	16	4,7	30,2

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

A similaridade qualitativa mais baixa entre estações foi de pouco menos de 65% e a mais alta de 86% (figura VII.3.4.5-1).

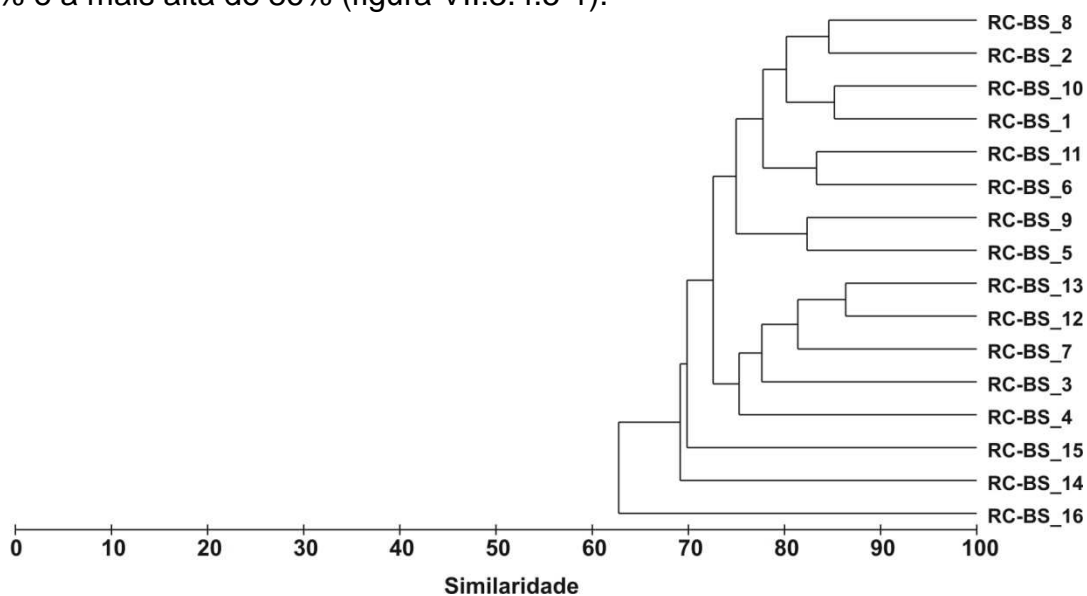


Figura VII.3.4.5-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

VII.3.4.6 - 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.3.4.6-1 e ilustrados nas figuras VII.3.4.6-1 a VII.3.4.6-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.3.4.4-1.

Assim como no estrato superficial, a densidade apresentou as variações mais amplas a densidade média mais baixa foi registrada na esta RC-BS_14 com 778 ind.m^{-2} e a mais alta na estação RC-BS_5 com 1.752 ind.m^{-2} .

A riqueza também apresentou grande variabilidade com valores entre 1,44 (RC-BS_4) e 2,12 (RC-BS_16).

Os índices equitabilidade, diversidade e dominância apresentaram valores próximos entre estações o que se refletiu em coeficientes de variação inferiores a 5%.

Tabela VII.3.4.6-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-BS - estrato de 2 - 5 cm.

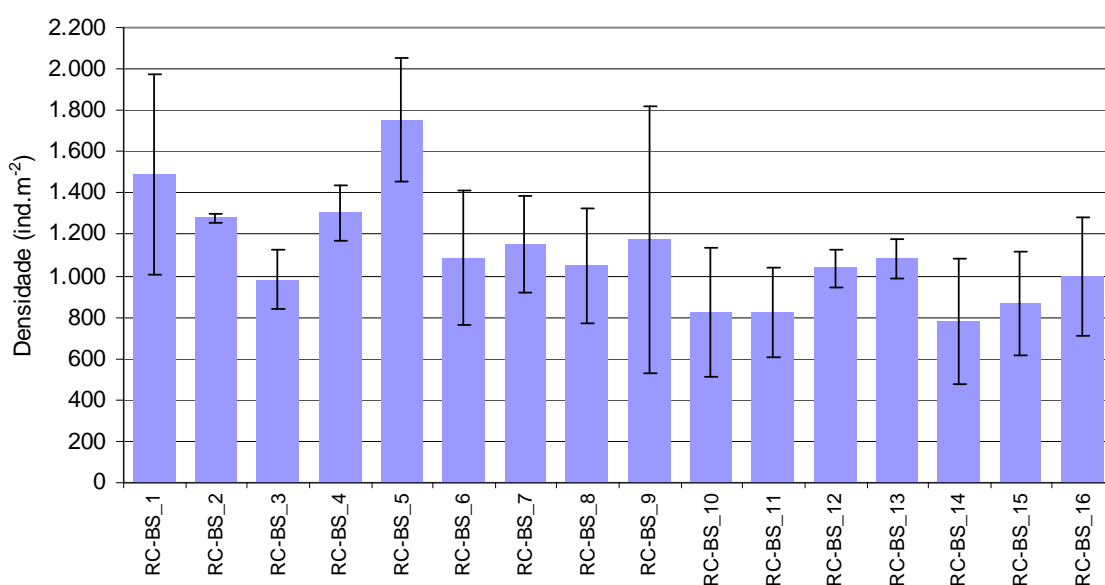
Índice Estações	Densidade (ind.m^{-2})		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log ₂)		Dominância (1-λ')	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
RC-BS_1	1.493	484	2,10	0,68	0,75	0,01	3,01	0,36	0,83	0,03
RC-BS_2	1.278	19	1,82	0,56	0,75	0,05	2,84	0,48	0,81	0,06
RC-BS_3	981	145	1,60	0,31	0,77	0,02	2,74	0,13	0,80	0,00
RC-BS_4	1.304	133	1,44	0,40	0,77	0,03	2,69	0,40	0,80	0,05
RC-BS_5	1.752	300	1,87	0,24	0,75	0,03	2,92	0,24	0,82	0,03
RC-BS_6	1.085	324	1,91	0,32	0,76	0,03	2,90	0,22	0,81	0,05
RC-BS_7	1.152	234	1,84	0,33	0,82	0,03	3,09	0,13	0,84	0,01
RC-BS_8	1.048	278	1,83	0,22	0,77	0,06	2,89	0,32	0,80	0,06
RC-BS_9	1.174	648	2,04	0,31	0,76	0,01	2,97	0,19	0,81	0,02
RC-BS_10	822	309	2,05	0,12	0,78	0,03	3,01	0,05	0,83	0,01
RC-BS_11	822	216	2,09	0,18	0,79	0,04	3,08	0,00	0,84	0,01
RC-BS_12	1.037	90	1,87	0,26	0,75	0,06	2,85	0,21	0,80	0,05
RC-BS_13	1.085	96	1,81	0,44	0,77	0,09	2,89	0,57	0,82	0,07

Continua

Continuação

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)
RC-BS_14	778	306	1,98	0,95	0,82	0,04	3,01	0,43	0,83	0,02
RC-BS_15	867	255	1,59	0,19	0,81	0,03	2,87	0,23	0,82	0,03
RC-BS_16	996	286	2,12	0,60	0,82	0,05	3,22	0,24	0,86	0,02
Média	1.105	-	1,87	-	0,78	-	2,94	-	0,82	-
DP	259	-	0,20	-	0,03	-	0,13	-	0,02	-
CV (%)	23,43	-	10,54	-	3,37	-	4,55	-	2,21	-

nd – não determinado



**Figura - VII.3.4.6-1 - Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (±).
RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

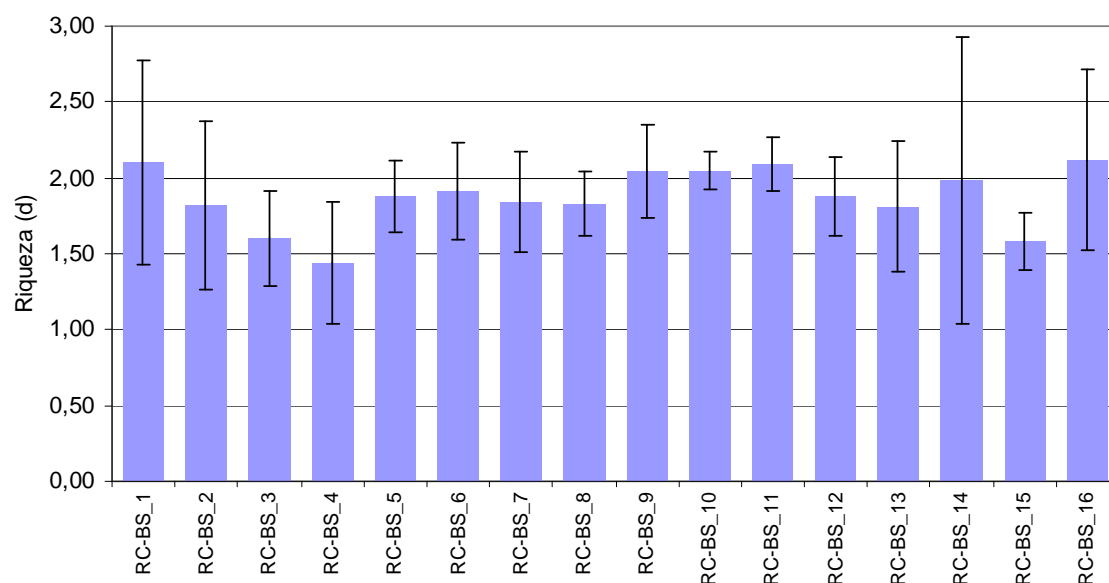


Figura VII.3.4.6-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

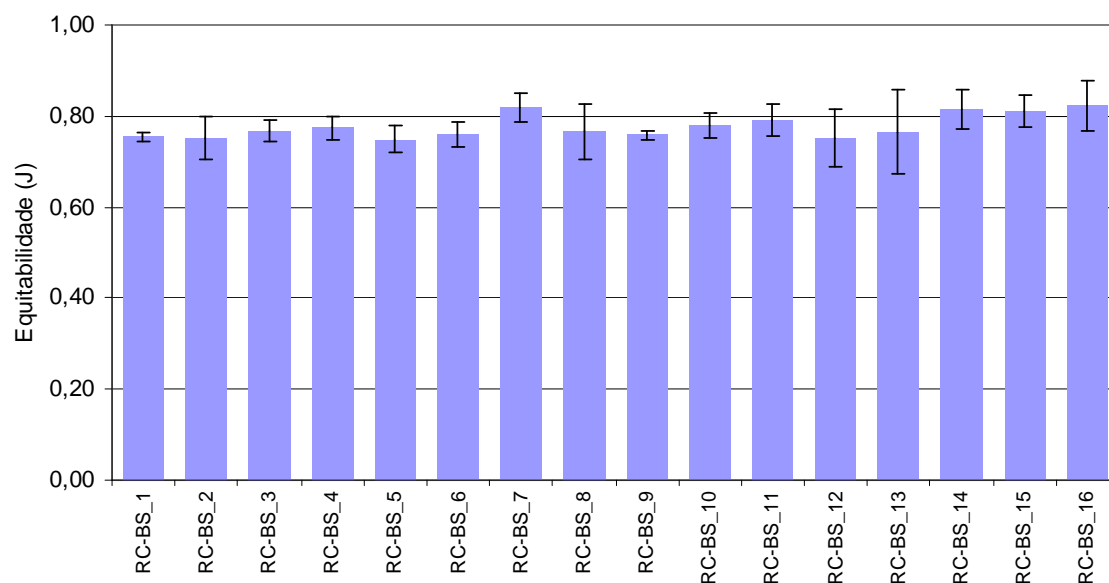


Figura VII.3.4.6-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (±). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

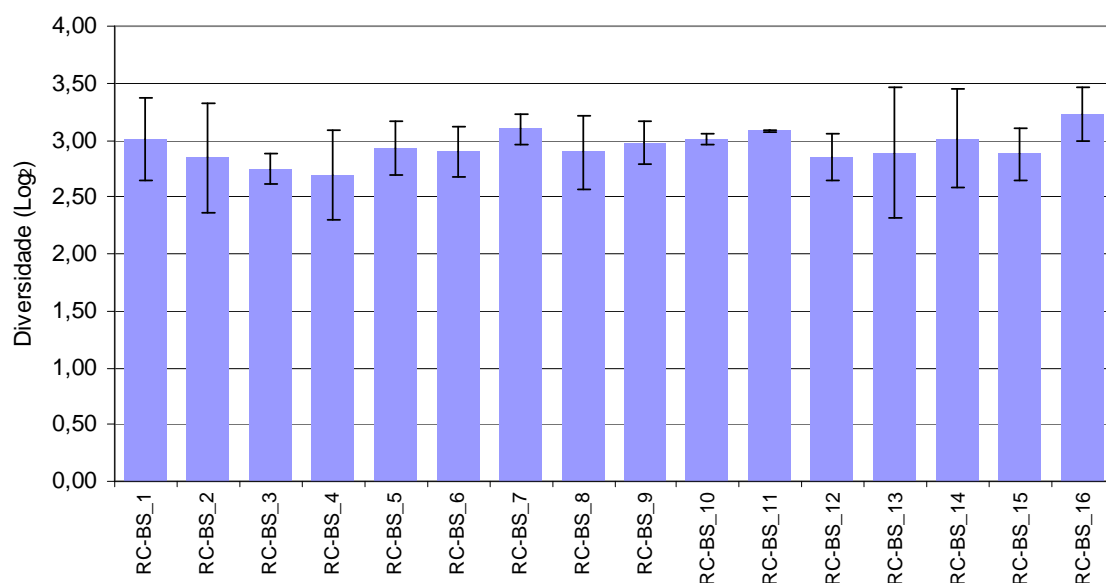


Figura VII.3.4.6-4 - Diversidade média ($H' = \text{Log}_2$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

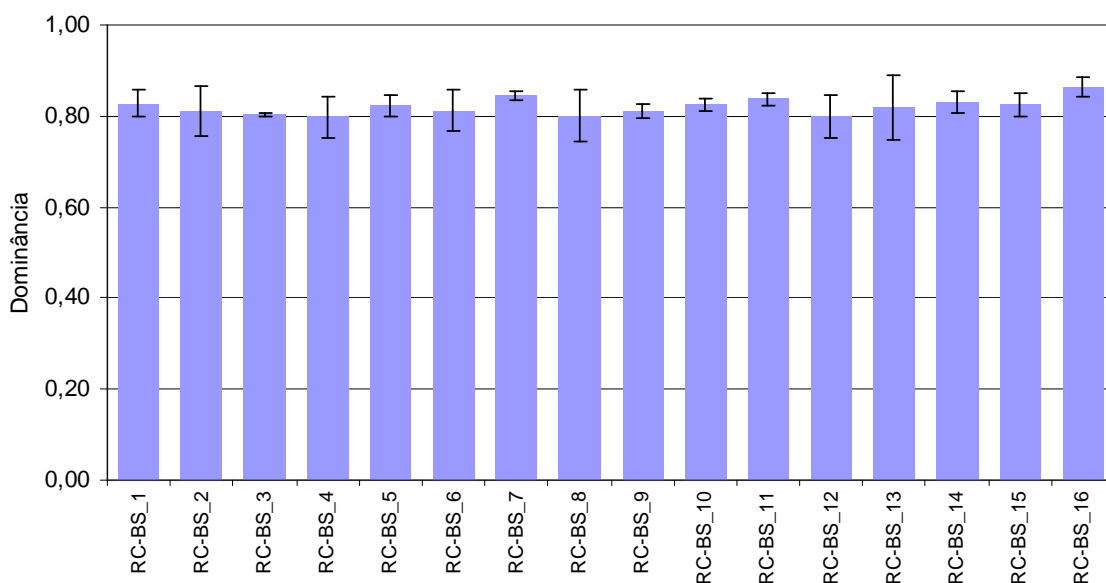


Figura VII.3.4.6-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

As similaridades observadas entre estações foram sempre superiores a 70%, sendo a única exceção a estação RC-BS_14 (figura VII.3.4.6-6). Os grupos formados não sugerem nenhuma relação com a distribuição espacial das estações.

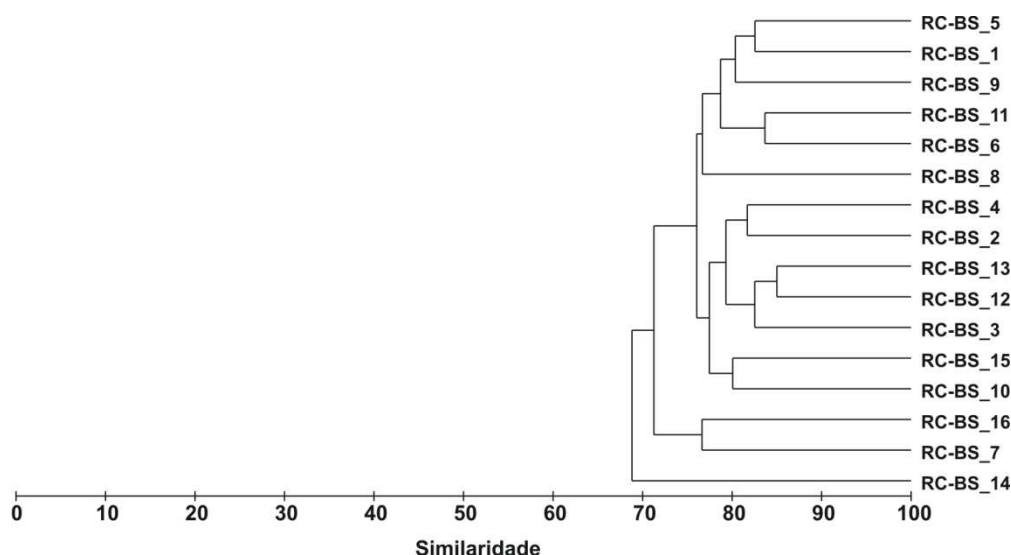


Figura VII.3.4.6-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

A similaridade entre estações não foi realizada para os filos Mollusca e Echinodermata por terem ocorrido poucos táxons por estação.

O dendrograma gerado com os dados quantitativos de Polychaeta mostra grupos formados por estações que não apresentam relação espacial com a posição das estações no campo e similaridades entre 75 e 94% (figura VII.3.4.6-7). Mais uma vez não é possível estabelecer relações espaciais entre os grupamentos e a disposição das estações no campo.

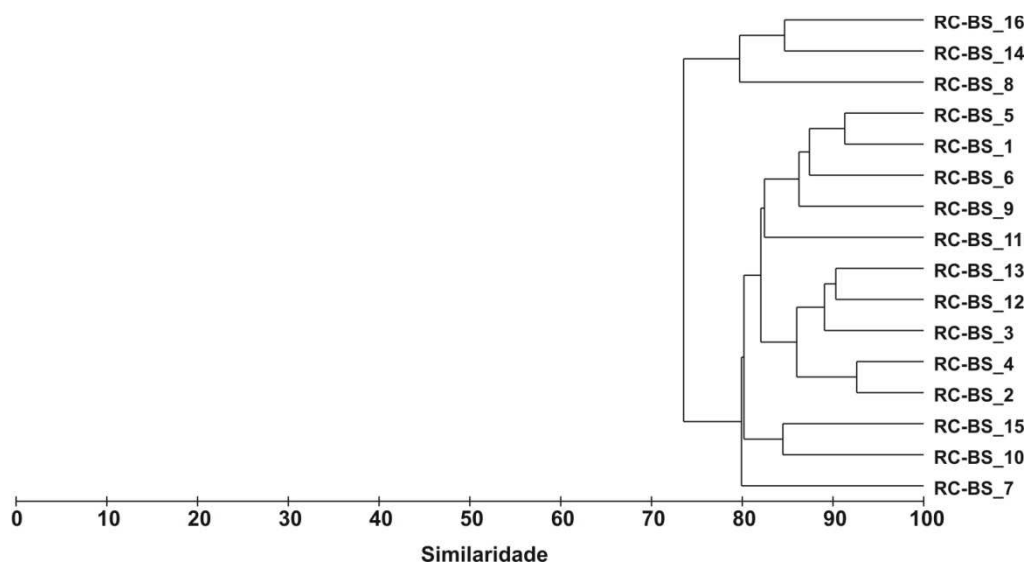


Figura VII.3.4.6-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa de *Polychaeta* entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma obtido a partir dos dados de Crustacea apresenta similaridades entre estações que vão de 63 a 87% (figura VII.3.4.6-8).

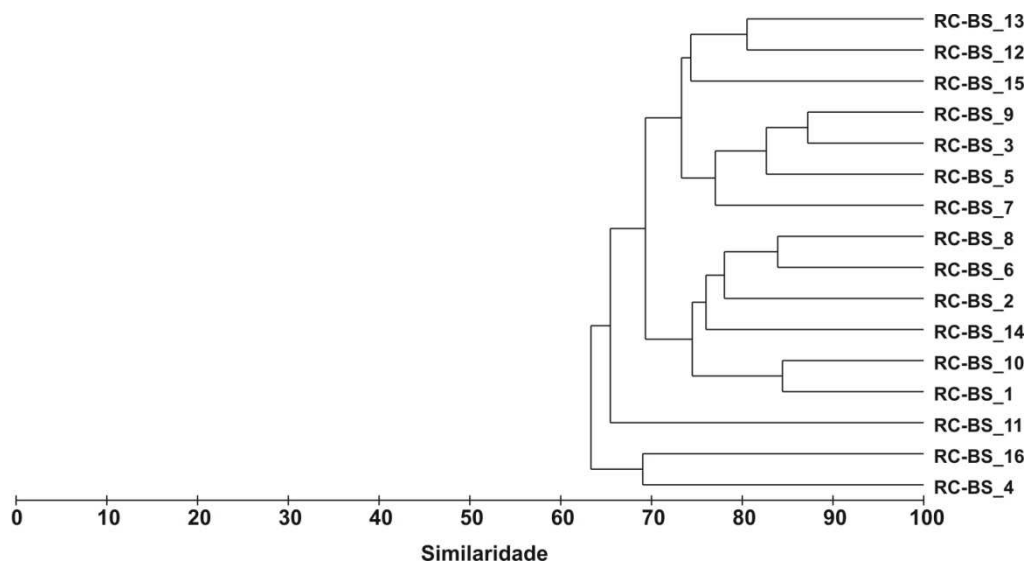


Figura - VII.3.4.6-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa de *Crustacea* entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RC-BS – estrato de 2 - 5 cm.

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.3.4.6-9. A observação desses resultados não sugere uma relação entre as variáveis biológicas e granulométricas neste estrato.

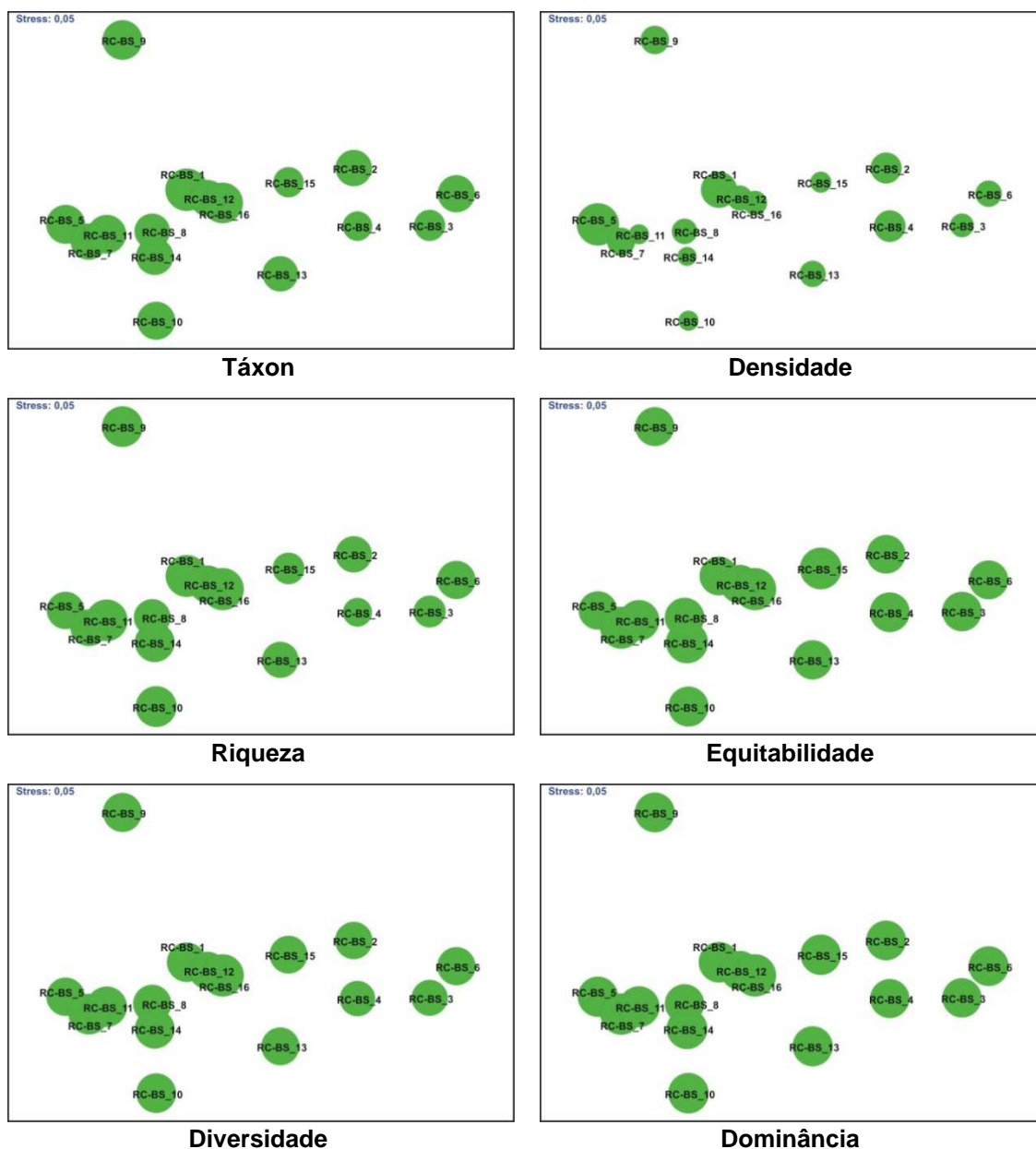


Figura VII.3.4.6-9 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.3.4.7- Composição taxonômica (5 - 10 cm)

Os grupos taxonômicos identificados neste estrato estão listados na tabela VII.3.4.7-1. O inventário com a relação de todos os táxons se encontra no anexo VII.3.4.1-1. Ao todo, foram identificados 50 táxons pertencentes a 10 grandes grupos.

Tabela VII.3.4.7-1 - Número de táxons por grandes grupos. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

Grupos	Táxons	(%)
Classe Anthozoa ⁽¹⁾	1	-
Classe Hidrozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Nemertinea ⁽¹⁾	1	-
Filo Priapula ⁽¹⁾	1	-
Filo Mollusca ⁽²⁾	6	13,64
Classe Polychaeta ⁽²⁾	19	43,18
Filo Sipuncula ⁽¹⁾	1	-
Subfilo Crustacea ⁽²⁾	16	36,36
Filo Bryozoa ⁽¹⁾	1	-
Filo Echinodermata ⁽²⁾	3	6,82
Total (1+2)	50	-
Total (2)	44	100,00

⁽¹⁾ – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

⁽²⁾ – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Foram identificados 19 táxons pertencentes à classe Polychaeta compreendendo cinco famílias e 14 gêneros. Para o subfilo Crustacea foram relacionadas três ordens, três subordens, nove famílias e um gênero. Já para o filo Mollusca foram identificados uma classe, três gêneros e duas espécies; e para o filo Echinodermata foram encontradas uma classe e uma família, ambos os indivíduos jovens, e um gênero.

A tabela VII.3.4.7-2 relaciona o número de táxons encontrados por réplica e por estação. O maior valor total foi encontrado na estação RC-BS_6 (19 táxons) e o menor na estação RC-BS_5 (11 táxons).

Tabela VII.3.4.7-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

Estações Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RC-BS_1	7	16	6	18	10	5,5	57,0
RC-BS_2	7	11	8	17	9	2,1	24,0
RC-BS_3	10	8	7	16	8	1,5	18,3
RC-BS_4	11	7	9	17	9	2,0	22,2
RC-BS_5	3	8	6	11	6	2,5	44,4
RC-BS_6	10	13	6	19	10	3,5	36,3
RC-BS_7	7	9	5	14	7	2,0	28,6
RC-BS_8	8	8	6	14	7	1,2	15,7
RC-BS_9	8	11	7	14	9	2,1	24,0
RC-BS_10	5	5	6	10	5	0,6	10,8
RC-BS_11	5	7	12	18	8	3,6	45,1
RC-BS_12	12	6	9	17	9	3,0	33,3
RC-BS_13	11	5	10	15	9	3,2	37,1
RC-BS_14	6	3	9	13	6	3,0	50,0
RC-BS_15	8	4	7	13	6	2,1	32,9
RC-BS_16	8	5	10	14	8	2,5	32,8

nc – amostra não coletada; nd - não determinado.

A análise de grupamento feita a partir da matriz de dados qualitativos indica que as similaridades entre estações estão entre 56 e 84%, podendo-se distinguir a estação RC-BS_12 destacada na parte inferior do dendrograma (figura VII.3.4.7-1). Alguns grupos são compostos por estações que não apresentam proximidade espacial.

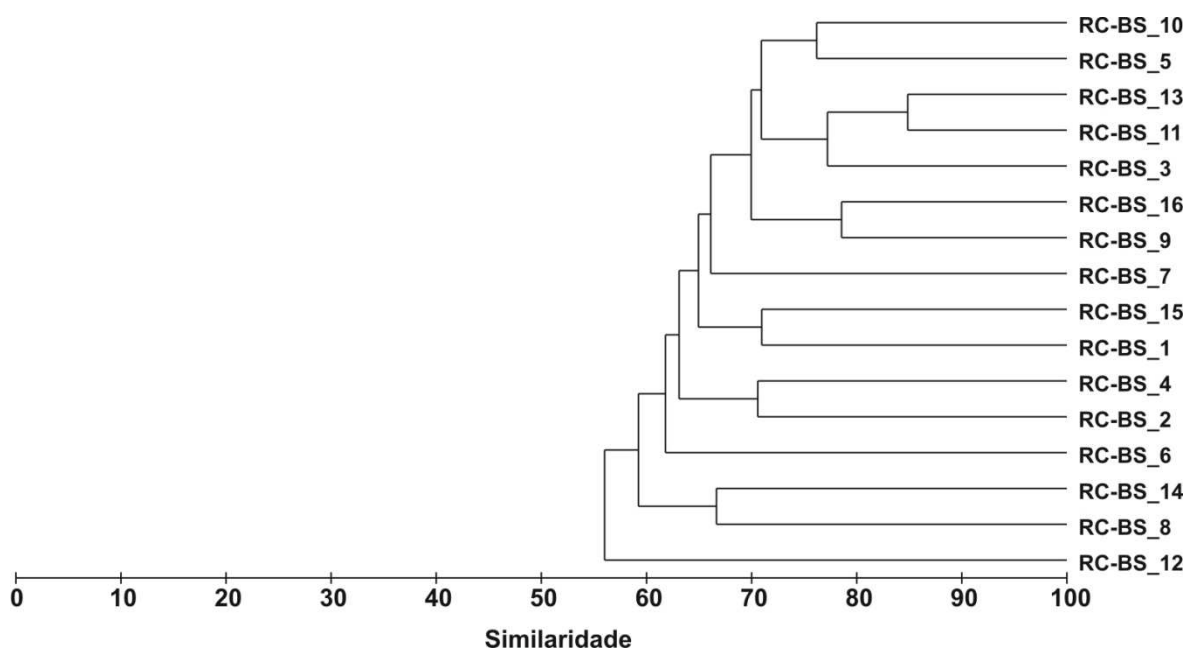


Figura VII.3.4.7-1 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

VII.3.4.8 - 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 III.4.8-1 e ilustrados nas figuras VII.3.4.8-1 a VII.3.4.8-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.3.4.4-1.

A densidade, a riqueza e a diversidade foram os parâmetros que apresentaram as maiores variações nos resultados médios, coeficientes de variação de 28,24%, 17,32% e 11,07%, respectivamente. Já a equitabilidade ($\text{cv} = 4,92\%$) e a dominância ($\text{cv} = 7,21\%$) apresentaram valores mais próximos da média.

Tabela VII.3.4.8-1 - Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RC-BS - estrato de 5 - 10 cm.

Índice Estações	Densidade (ind.m^{-2})		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log_2)		Dominância ($1-\lambda'$)	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
RC-BS_1	407	314	1,43	0,72	0,87	0,08	2,69	0,39	0,82	0,02
RC-BS_2	278	117	1,36	0,27	0,86	0,01	2,64	0,29	0,80	0,04
RC-BS_3	267	38	1,31	0,25	0,84	0,04	2,55	0,32	0,78	0,05
RC-BS_4	356	111	1,31	0,41	0,77	0,10	2,40	0,62	0,73	0,13
RC-BS_5	211	106	0,87	0,43	0,75	0,11	1,84	0,76	0,61	0,21
RC-BS_6	270	183	1,49	0,59	0,86	0,04	2,71	0,72	0,80	0,11
RC-BS_7	159	39	1,18	0,38	0,88	0,07	2,44	0,45	0,77	0,07
RC-BS_8	163	63	1,25	0,18	0,92	0,04	2,62	0,17	0,81	0,02
RC-BS_9	215	100	1,44	0,26	0,88	0,08	2,70	0,24	0,81	0,05
RC-BS_10	204	61	0,82	0,09	0,86	0,05	2,07	0,25	0,73	0,06
RC-BS_11	230	189	1,29	0,47	0,86	0,08	2,46	0,40	0,77	0,06
RC-BS_12	256	40	1,44	0,52	0,84	0,13	2,67	0,80	0,78	0,15
RC-BS_13	241	76	1,39	0,53	0,85	0,06	2,59	0,64	0,77	0,10
RC-BS_14	230	122	0,91	0,47	0,83	0,05	2,03	0,72	0,68	0,12
RC-BS_15	148	32	1,06	0,38	0,85	0,05	2,21	0,49	0,72	0,08
RC-BS_16	215	106	1,24	0,36	0,90	0,02	2,58	0,41	0,80	0,05
Média	241	-	1,24	-	0,85	-	2,45	-	0,76	-
DP	68	-	0,21	-	0,04	-	0,27	-	0,06	-
CV (%)	28,24	-	17,32	-	4,92	-	11,07	-	7,26	-

nd – não determinado

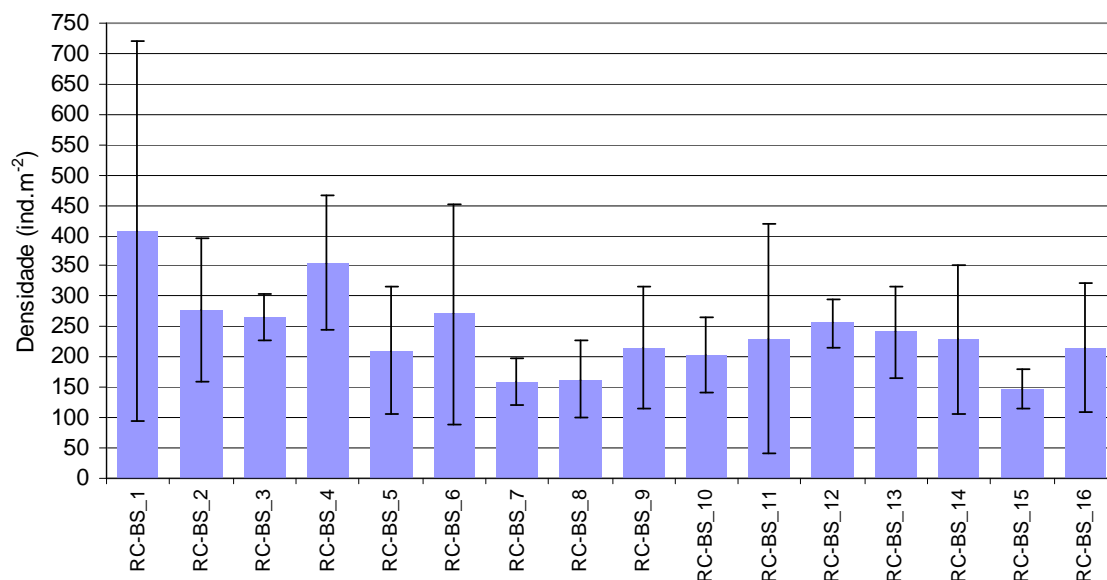


Figura VII.3.4.8-1 - Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (±). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

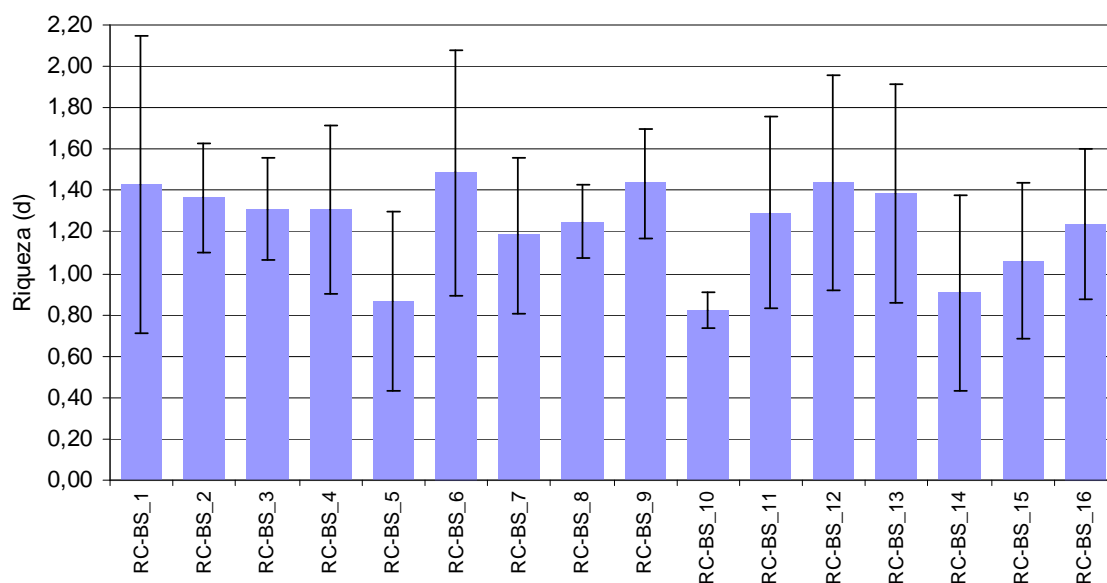


Figura VII.3.4.8-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

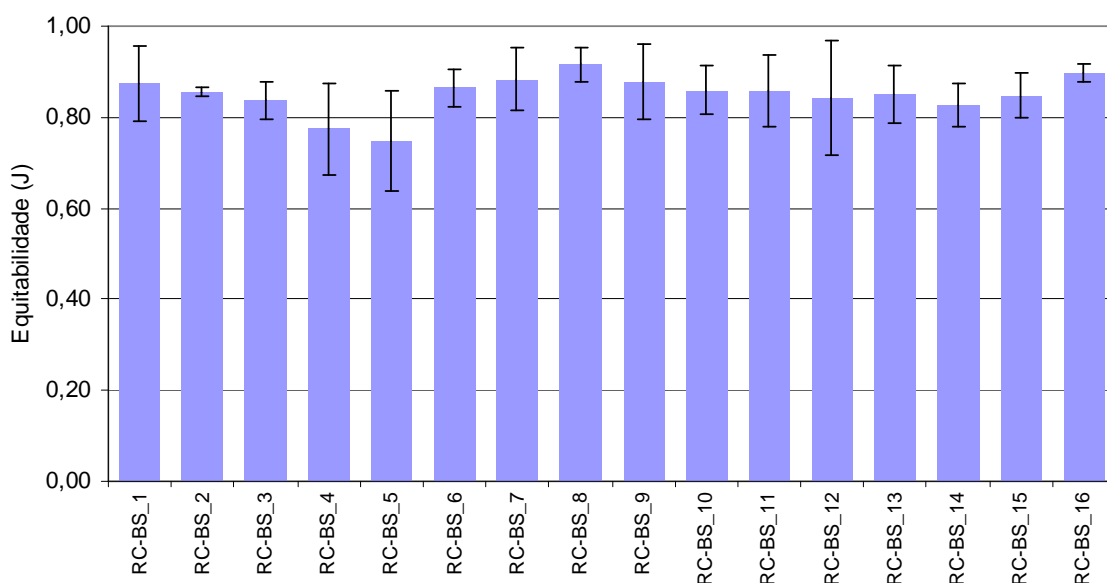


Figura VII.3.4.8-3 - Equitabilidade média (J') e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

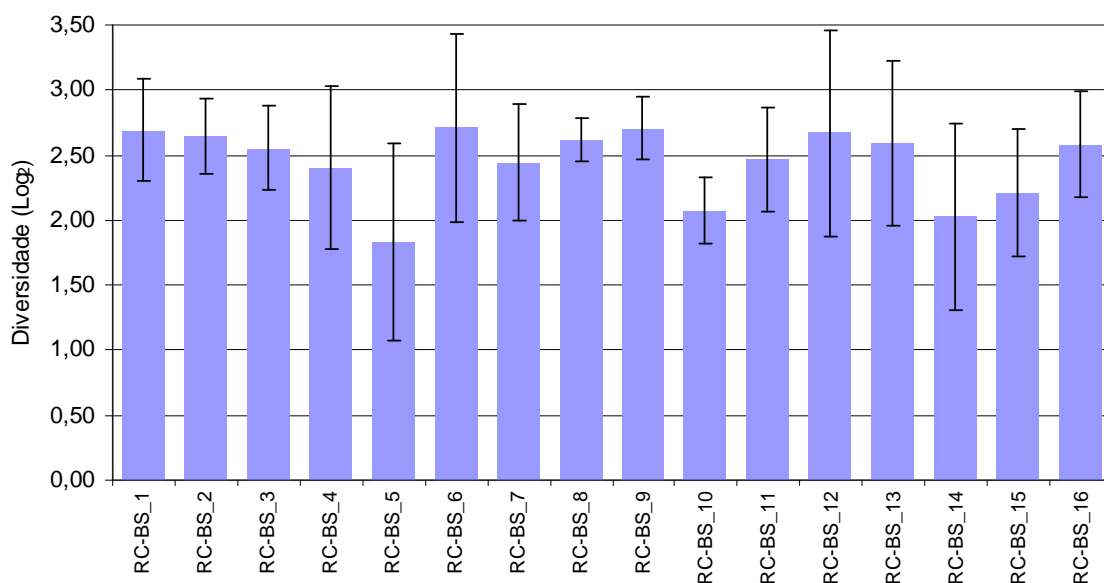


Figura VII.3.4.8-4 - Diversidade média (Log_2) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

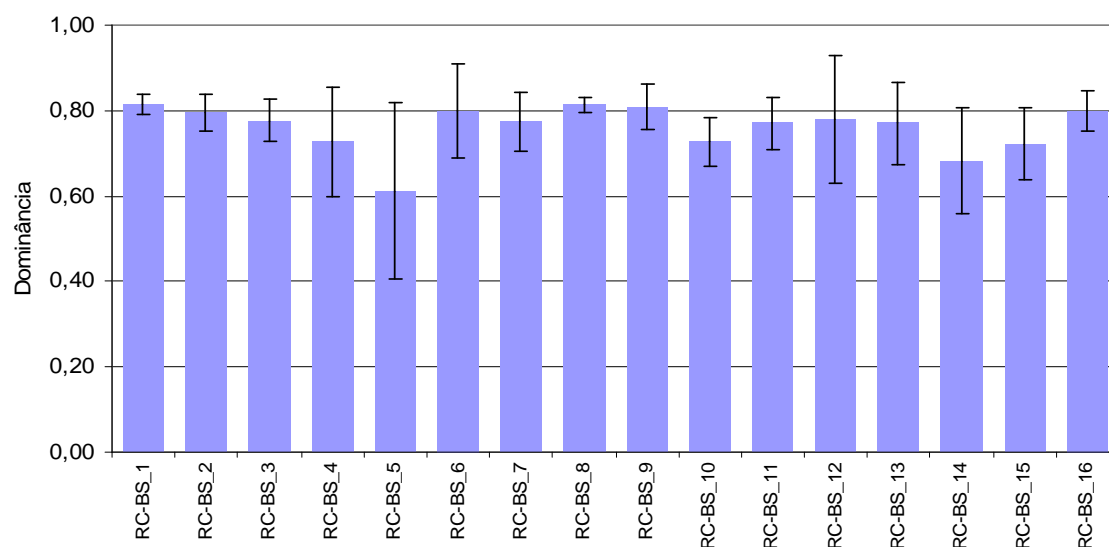


Figura VII.3.4.8-5 - Dominância média ($1-\lambda$) e barra de desvio padrão (\pm). RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

As similaridades obtidas entre estações com base nos dados quantitativos encontram-se entre pouco menos de 60% e 78%, os grupamentos são compostos por estações que não apresentam, em alguns casos, proximidade no campo (figura VII.3.4.8-6).

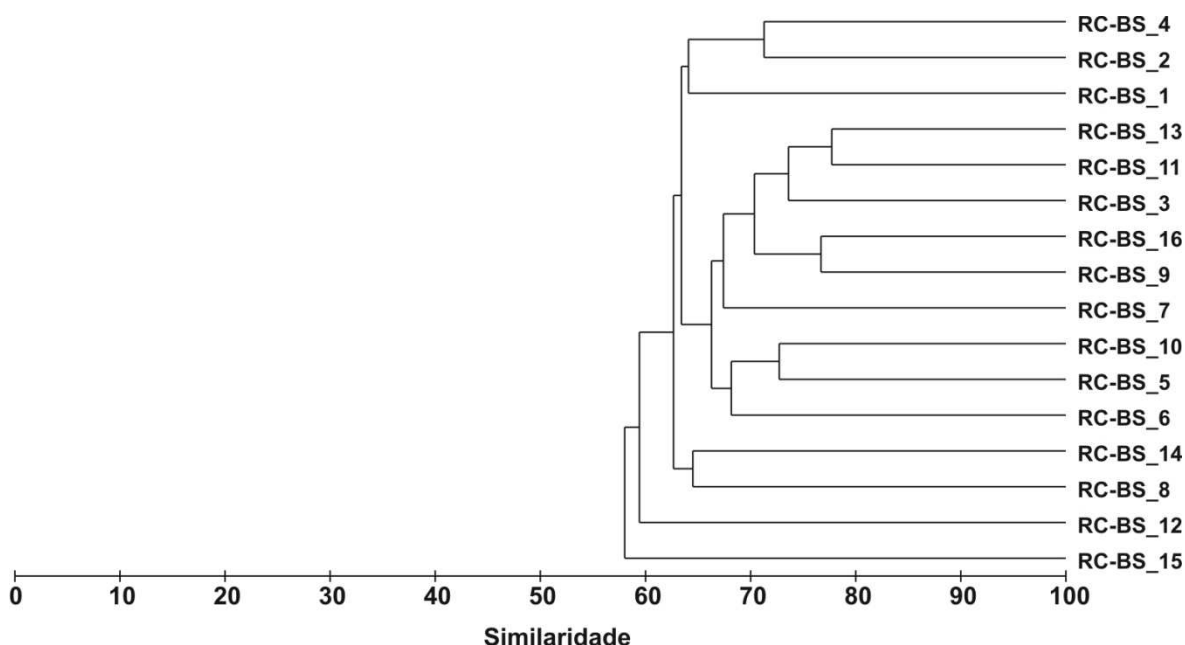


Figura - VII.3.4.8-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

A similaridade entre estações não foi calculada para os filos Mollusca e Echinodermata por não terem sido encontrados organismos em todas as estações e pelo pequeno número de táxons.

Os resultados obtidos para Polychaeta mostram similaridades superiores a 60% e grupos compostos por estações que, em muitos casos, não apresentam proximidade espacial (figura VII.3.4.8-7).

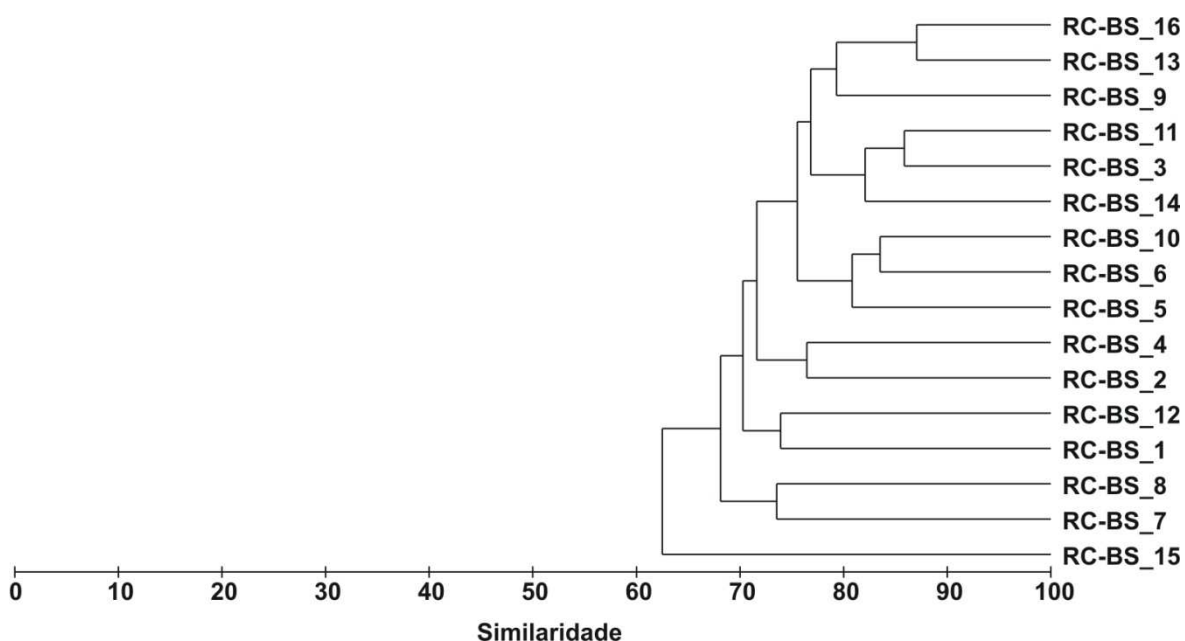


Figura VII.3.4.8-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para *Polychaeta*. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

O mesmo procedimento realizado com os dados de Crustacea resulta em um dendrograma mais fragmentado com cinco estações apresentando similaridades inferiores a 50% (figura VII.3.4.8-8). Isto decorre da baixa frequência dos táxons, apenas dois ocorreram em 14 estações e 9 dos 16 ocorreram em apenas uma.

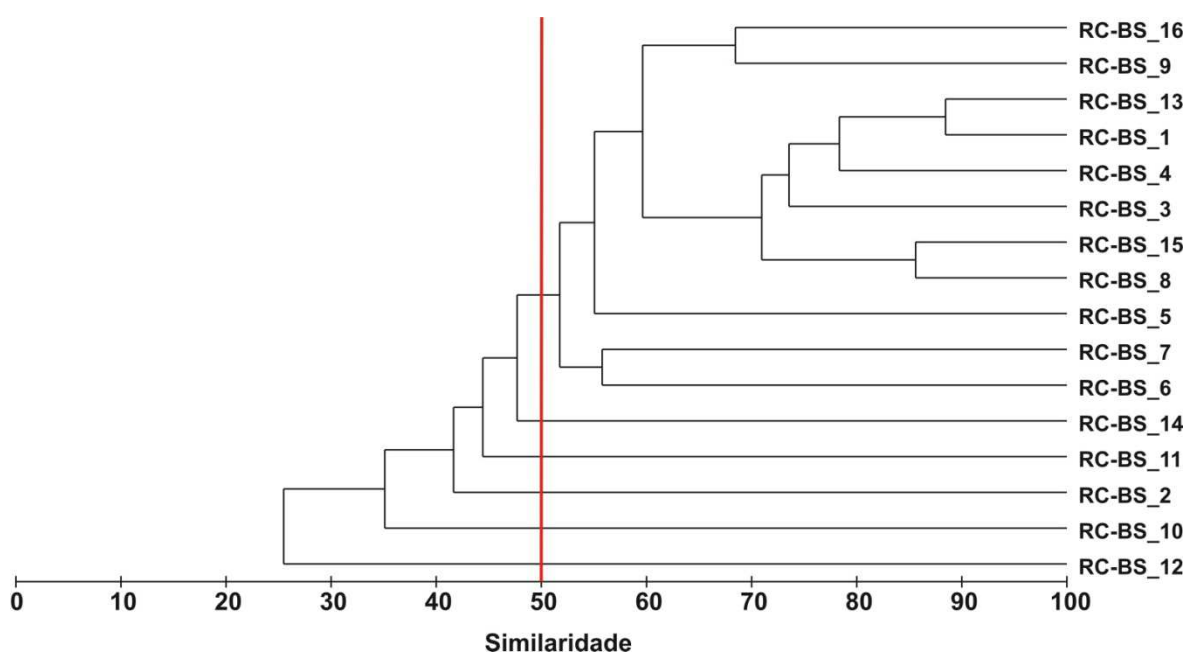


Figura VII.3.4.8-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RC-BS – estrato de 5 - 10 cm.

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.3.4.8-9. Novamente, não foram observadas relações entre os índices biológicos e parâmetros granulométricos.

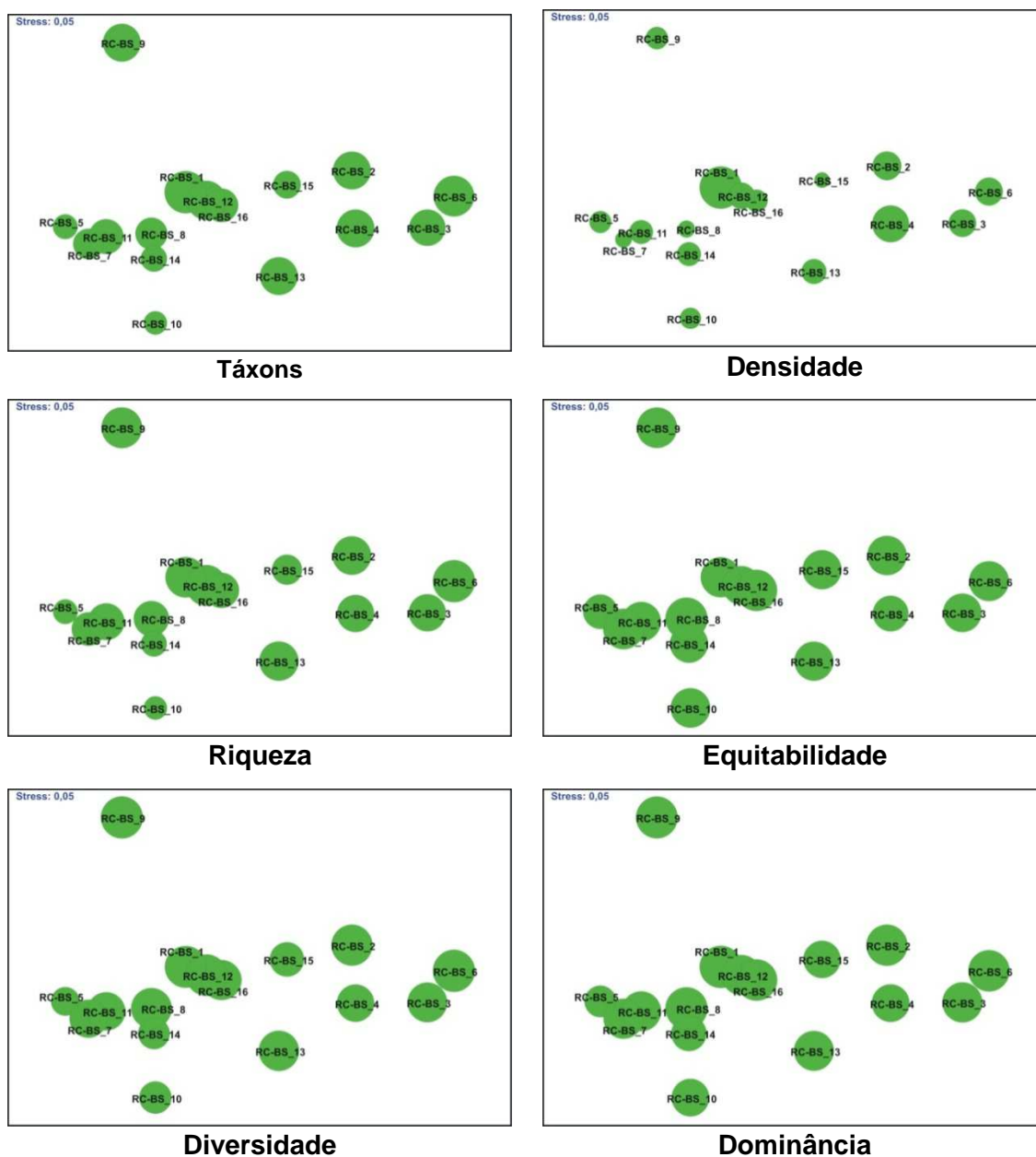


Figura VII.3.4.8-9 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RC-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.3.4.9 - Comparação entre Estratos

VII.3.4.9.1 - 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 maior concentração de táxons nos estratos inferiores (figura VII.3.4.9.1-1).

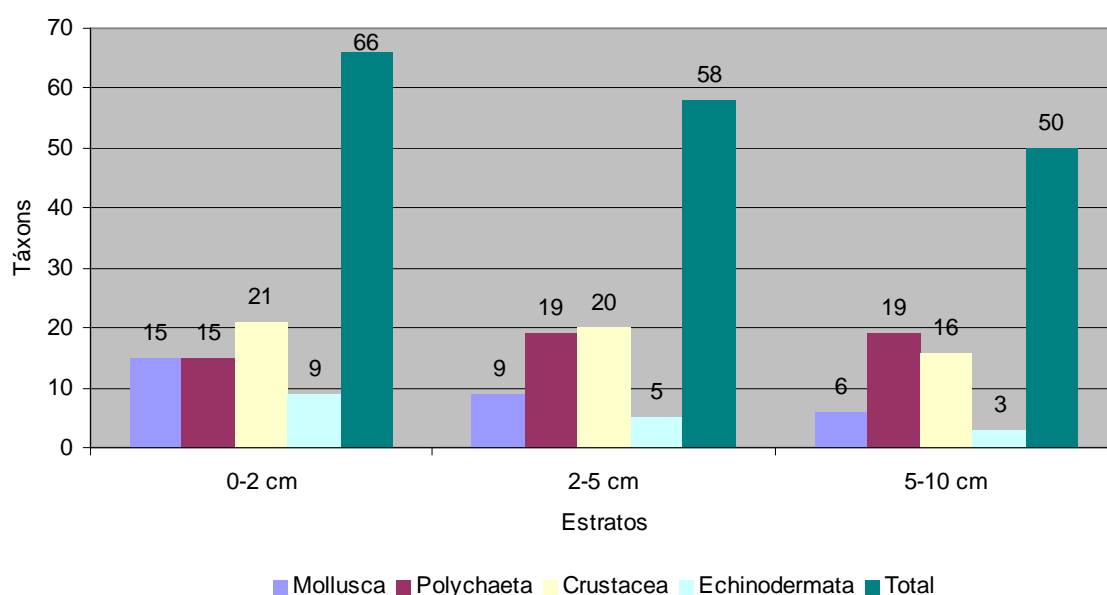


Figura VII.3.4.9.1-1 - Número de táxons nos estratos – RC-BS.

Considerando um total de 80 táxons encontrados nos três estratos, na superfície do sedimento foram encontrados 66 táxons (82,50%) contra 58 (72,50%) do estrato situado entre 2 e 5 cm de profundidade e 50 (62,50%) no estrato inferior, entre 5 e 10 cm, evidenciando a redução do número de táxons do estrato superficial para o mais profundo.

Este resultado não foi verificado em muitas réplicas onde o estrato intermediário apresentou maior número de táxons (figura VII.3.4.9.1-2).

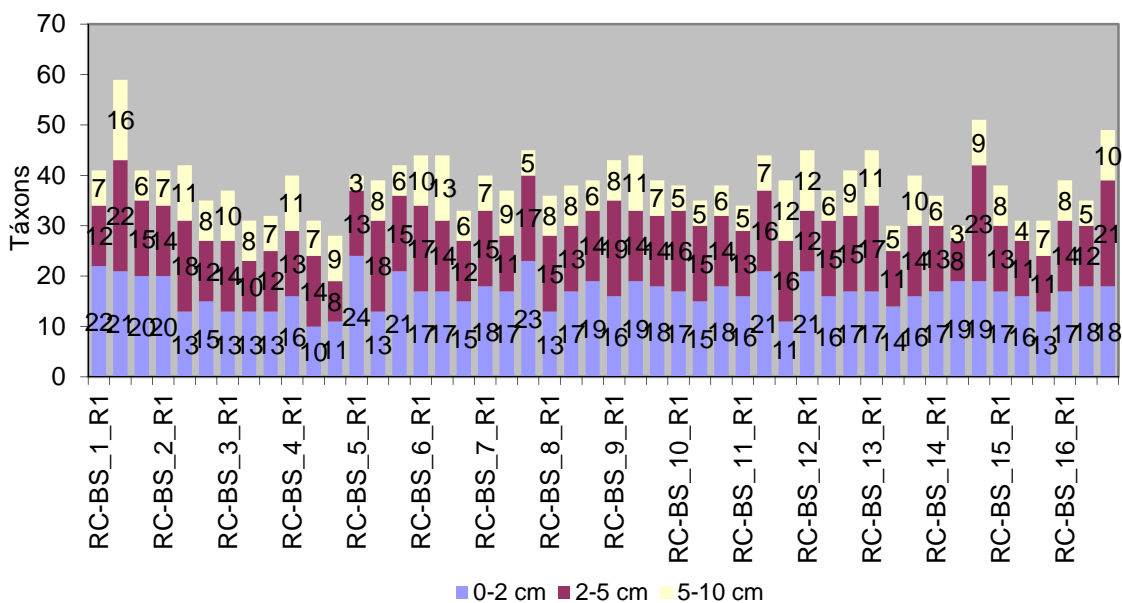


Figura VII.3.4.9.1-2 - Número total de táxons por réplica nos estratos. RC-Bs.

O dendrograma representativo da similaridade qualitativa evidencia as semelhanças existentes entre os dois estratos superficiais e a separação do estrato inferior (figura VII.3.4.9.1-3).

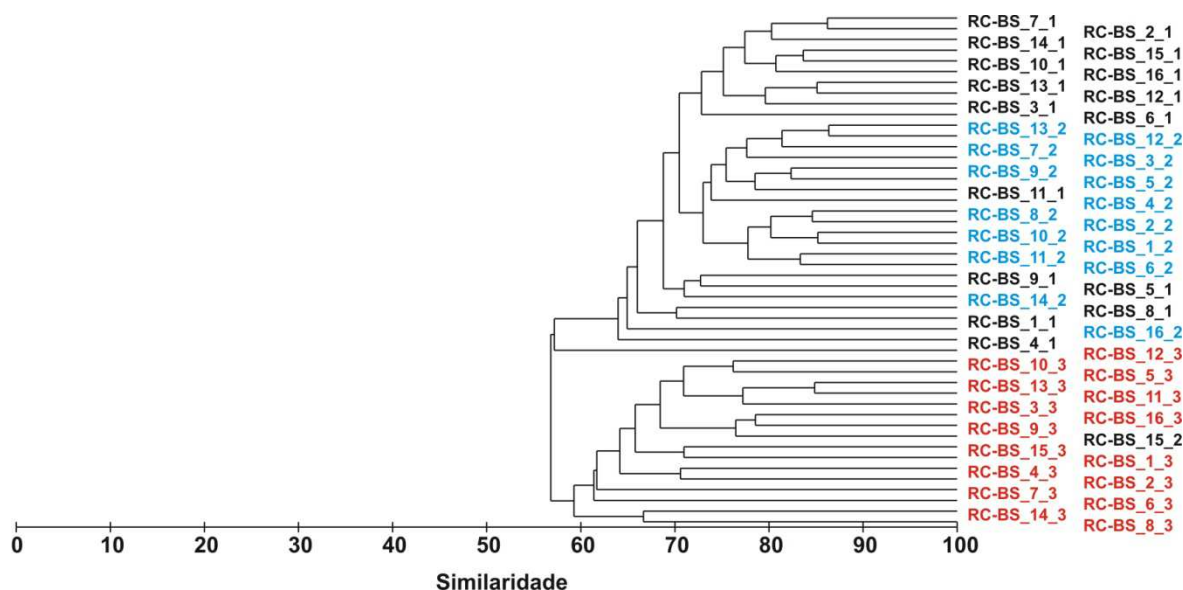


Figura VII.3.4.9.1-3 - Dendrograma de similaridade qualitativa (réplicas e estratos).
Índice de Sorensen, agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato 5 - 10 cm – em azul. RC-BS.

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.3.4.9.1-1).

Tabela VII.3.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade Média (%)
0 - 2 e 2 - 5 cm	0,351	0,1	34,64
0 - 2 e 5 - 10 cm	0,817	0,1	52,96
2 - 5 e 5 - 10 cm	0,502	0,1	44,19

Os táxons de Mollusca se concentraram principalmente na superfície, contudo em quatro estações foram encontrados mais táxons nos estratos inferiores (figura VII.3.4.9.1-4).

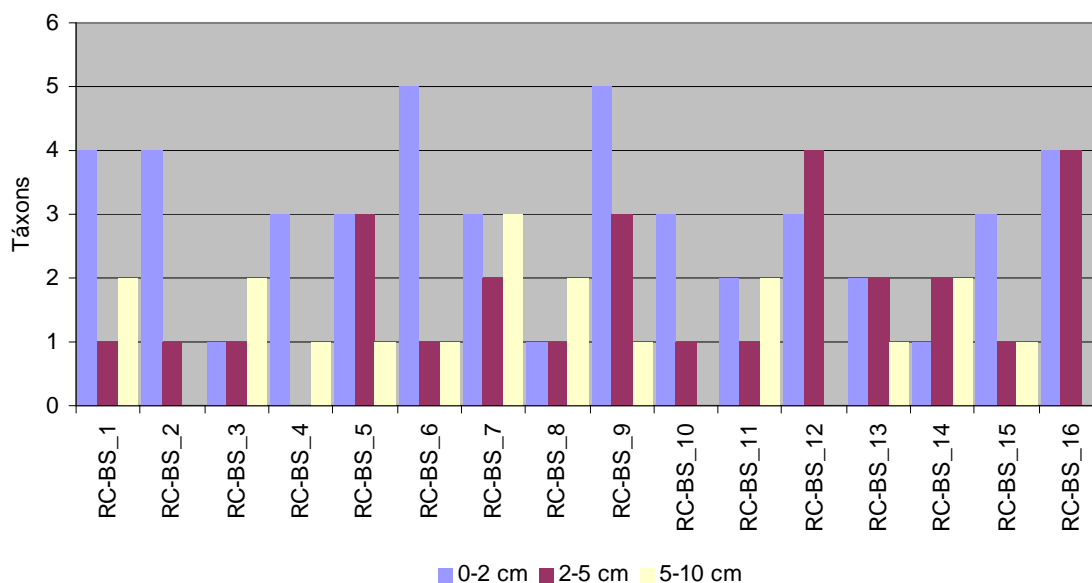


Figura VII.3.4.9.1-4 - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RC-BS.

O estrato intermediário (0 - 2 cm) foi o que apresentou maior número de táxons de Polychaeta (figura VII.3.4.9.1-5), sendo este o grupo que mais influenciou os resultados totais ilustrados na figura VII.3.4.9.1-2 apresentada anteriormente.

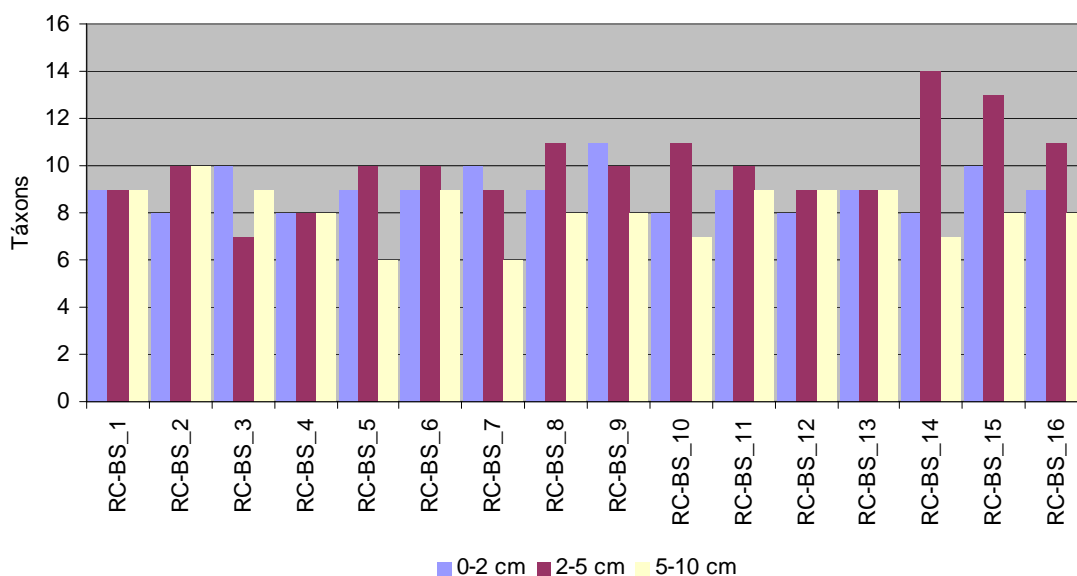


Figura VII.3.4.9.1-5 - Número de táxons de Polychaeta nos estratos. RC-BS.

Os Crustacea se concentraram na superfície, porém em cinco estações foram encontrados mais táxons no estrato intermediário (figura - VII.3.4.9.1-6).

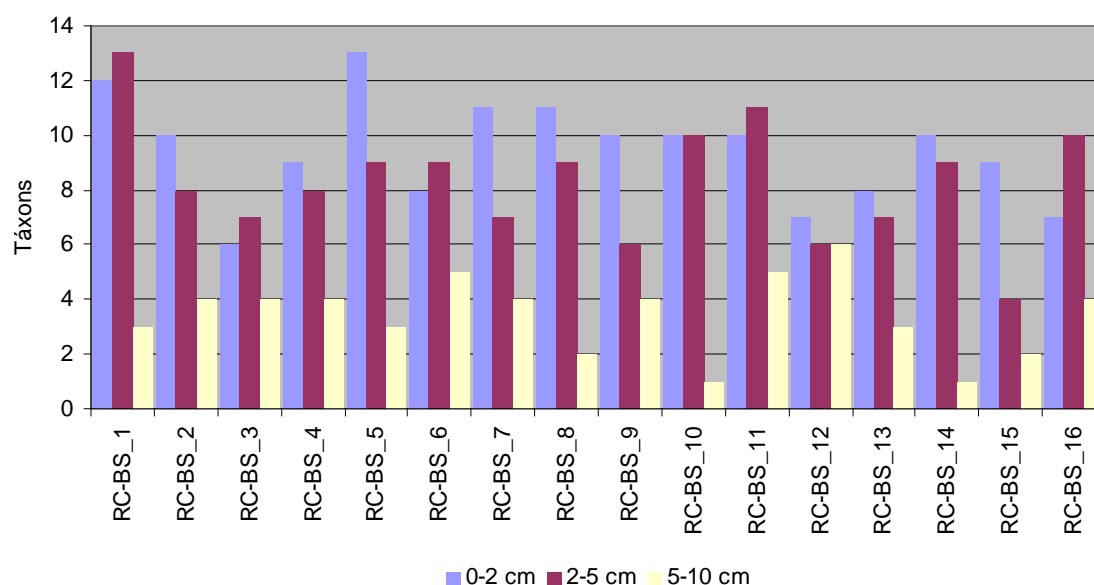


Figura VII.3.4.9.1-6 - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RC-BS.

Os Echinodermata foram encontrados, principalmente, na superfície, onde foram encontrados em todas as estações. No estrato intermediário foram encontradas em oito estações (RC-BS_1, RC-BS_2, RC-BS_8, RC-BS_9, RC-BS_10, RC-BS_13, RC-BS_14 e RC-BS_16) e, no inferior, em apenas cinco (RC-BS_1, RC-BS_4, RC-BS_6, RC-BS_14 e RC-BS_15) (figura VII.3.4.9.1-7).

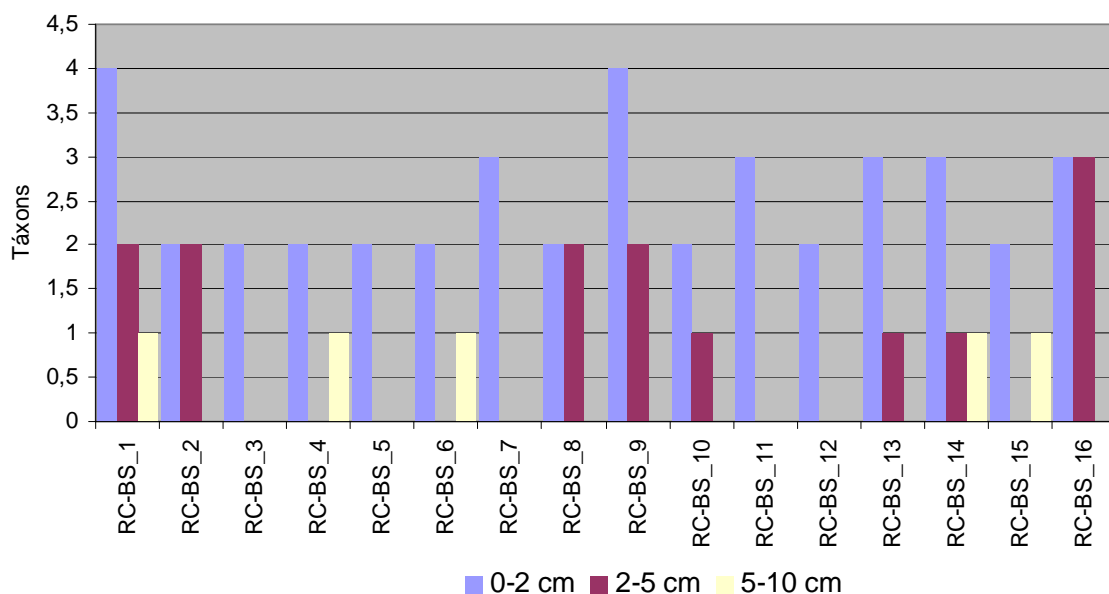


Figura VII.3.4.9.1-7 - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RC-BS.

Considerando a distribuição vertical dos táxons, observou-se que 29 táxons ocorreram com maior frequência, ou só ocorreram, nos estratos inferiores, sendo que destes doze são Polychaeta, cinco são Mollusca, nove são Crustacea e um é Echinodermata. (tabela - VII.3.4.9.1-2).

**Tabela VII.3.4.9.1 -2 - Frequência de ocorrência dos táxons
por estratos. Frequência máxima 46.**

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Filo Nemertea	8	14	9
Filo Priapula	0	0	1
<i>Falcidens</i> sp.	3	5	1
<i>Nuculana larranagai</i>	2	1	3
<i>Semele</i> sp.	1	2	6
<i>Abra aequalis</i>	10	13	7
<i>Entalina platamodus</i>	0	1	0
<i>Capitella</i> sp.	0	2	1
Família Dorvilleidae	0	1	0
<i>Dorvillea</i> sp.	0	2	1
<i>Glycera</i> sp.	4	7	3
<i>Lumbrineris</i> sp.	10	15	10
<i>Lysarete</i> sp.	0	0	1
<i>Oenone</i> sp.	0	0	1
<i>Magelona</i> sp.	0	1	1
Família Opheliidae	1	5	4
Família Orbiniidae	0	1	1
<i>Poecilochaetus</i> sp.	0	2	2
<i>Pisionidens</i> sp.	2	3	1
Ordem Decapoda	0	0	1
Família Munididae	1	2	0
Família Cirolanidae	1	2	5
<i>Aega</i> sp.	0	1	4
Família Haploniscidae	0	3	1
Família Paranthuridae	13	16	14
Subordem Gnathiidea	0	1	0
Subordem Gammaridea	3	4	2
Família Corophiidae	3	7	1
<i>Amphipholis</i> sp.	1	4	2

Considerando os táxons relacionados na tabela VII.3.4.9.1-2 verificou-se que três táxons ocorreram somente no estrato intermediário, quatro apenas no mais profundo, 15 foram encontrados nos três estratos e 14 não ocorreram na superfície.

VII.3.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos

Considerando as 16 estações suas três réplicas e uma área total amostrada de 4,32 m², foi quantificada a média de 2.386 ind.m⁻². O estrato superficial contribuiu com 1.041 ind.m⁻², o intermediário com 1.105 ind.m⁻² e o inferior com 241 ind.m⁻² (tabela VII.3.4.9.2-1).

Tabela VII.3.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total. RC-BS.

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	14	11	5	29	6	6	3	9
Polychaeta	783	910	194	1.887	201	238	61	348
Crustacea	202	124	23	349	53	26	11	58
Echinodermata	19	5	1	26	10	7	2	16
Outros	23	55	18	96	9	20	12	23
Total	1.041	1.105	241	2.386	248	259	68	406

No estrato superficial estavam concentrados 43,63% dos organismos encontrados, contra 46,29% no intermediário e 10,00% no inferior. Devendo-se registrar que as densidades mais altas são normalmente registradas na superfície (0 - 2 cm) e não no estrato intermediário (2 - 5 cm) como aqui relatado.

A figura VII.3.4.9.2-1 ilustra o padrão de distribuição das densidades dos quatro principais grupos e do total de organismos pelos estratos, podendo-se observar que o decréscimo do número de indivíduos do estrato superficial (0 - 2 cm) para o profundo (5 - 10 cm) não foi observado para o total e para os Polychaeta.

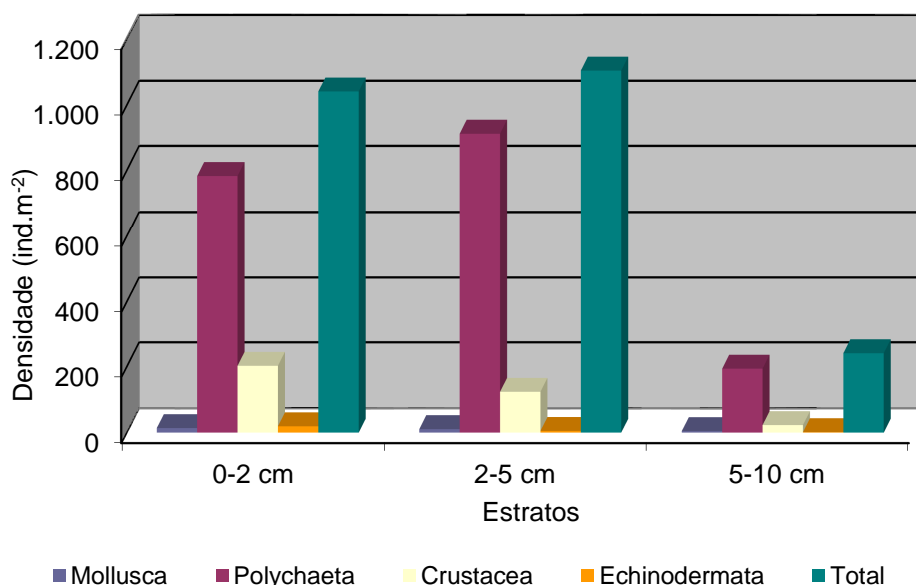


Figura VII.3.4.9.2-1 - Densidade média (ind.m⁻²) nos estratos e no total. RC-BS.

Uma análise mais detalhada mostra que 34 táxons apresentaram uma distribuição divergente do padrão no perfil vertical, com um número maior de indivíduos concentrados nos intermediário e/ou inferior (tabela VII.3.4.9.2-2).

Tabela VII.3.4.9.2-2 - Número total de organismos por estratos. RC-BS.

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Filo Nemertinea	-	111	478	178
Filo Priapula	-	0	0	22
Mollusca	<i>Nuculana larranagai</i>	22	11	33
	<i>Semele</i> sp.	11	56	78
	<i>Abra aequalis</i>	167	311	78
	<i>Entalina platamodus</i>	0	11	0
	<i>Capitella</i> sp.	0	55	12
Annelida - Polychaeta	<i>Tharyx</i> sp.	7.100	11.902	3.370
	Família Dorvilleidae	0	13	0
	<i>Dorvillea</i> sp.	0	87	11
	Família Eunicidae	675	768	349
	<i>Glycera</i> sp.	179	335	116
	<i>Lumbrineris</i> sp.	271	840	170

Continua

Continuação

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Annelida - Polychaeta	<i>Lysarete</i> sp.	0	0	35
	<i>Oenone</i> sp.	0	0	16
	<i>Magelona</i> sp.	0	24	12
	Família Nereididae	2.727	2.734	483
	Família Opheliidae	23	156	89
	Família Orbiniidae	0	12	11
	<i>Aricidea</i> sp.	7.710	11.029	2.151
	<i>Poecilochaetus</i> sp.	0	49	25
	Família Sabellidae	18	29	0
	<i>Exogone</i> sp.	789	903	102
Filo Sipuncula	-	733	1.956	589
Athropoda - Crustacea	Família Munidae	11	44	0
	Ordem Tanaidacea	2.244	3.422	478
	Família Cirolanidae	11	22	78
	<i>Aega</i> sp.	0	11	56
	Família Haploniscidae	0	33	11
	Família Paranthuridae	356	400	278
	Subordem Gnathiidea	0	11	0
	Subordem Gammaridea	33	44	22
Echinodermata	Família Corophiidae	44	89	11
	<i>Amphipholis</i> sp.	11	89	33

Os organismos da classe Polychaeta apresentaram as maiores contribuições, especialmente dos gêneros *Tharyx* e *Aricidea*. Ao todo, 17 táxons desse grupo apresentaram densidades mais altas nos dois estratos inferiores. O subfilo Crustacea também apresentou expressiva contribuição com nove táxons destacando-se a ordem Tanaidacea (classe Malacostraca) com as mais altas densidades.

Em todos os estratos foi observada a predominância dos organismos da classe Polychaeta que dominaram amplamente em termos numéricos (figura VII.3.4.9.2-2).

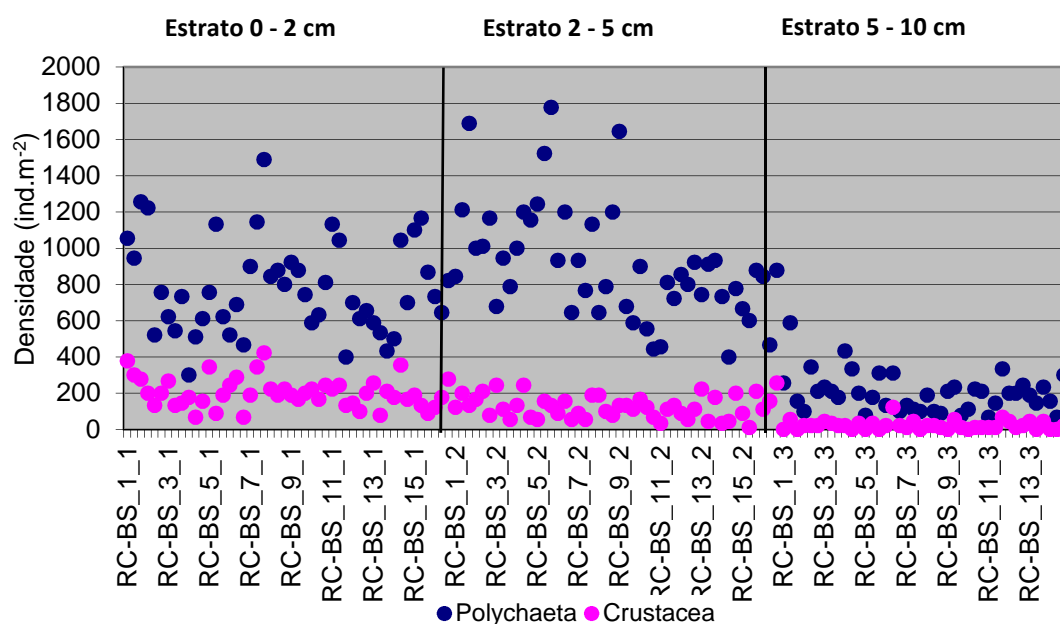


Figura VII.3.4.9.2-2 - Densidade total (ind.m²) nos estratos. RC-Bs.

O dendrograma gerado pela análise de similaridade quantitativa mostra a separação dos três estratos em grupos distintos (figura VII.3.4.9.2-3).

A similaridade média no estrato 0 - 2 cm foi de 72,42%, no estrato 2 - 5 cm foi de 72,36% e no estrato inferior de 62,37%.

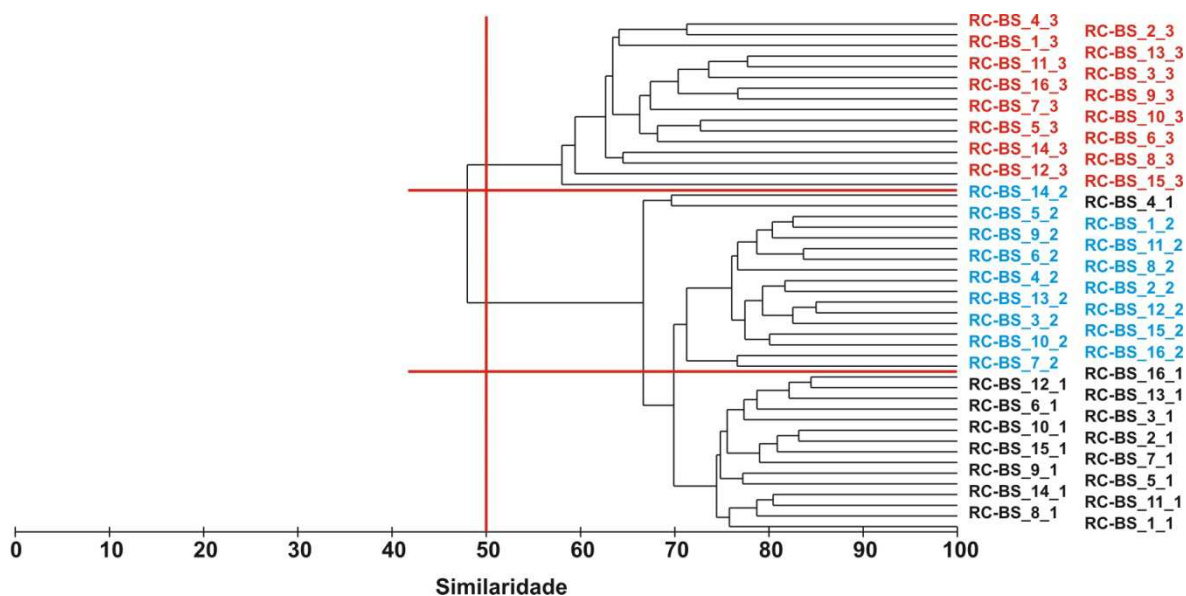


Figura VII.3.4.9.2-3 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RC-Bs.

A análise das similaridades, entre os três estratos, mostrou diferenças mais marcantes entre os dois estratos superficiais e o profundo (tabela VII.3.4.9.2-3).

Tabela VII.3.4.9.2-3 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. RC-BS.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade Média (%)
0 - 2 e 2 - 5 cm	0,631	0,1	33,99
0 - 2 e 5 - 10 cm	0,983	0,1	67,21
2 - 5 e 5 - 10 cm	0,946	0,1	67,31
Global	0,726	0,1	-

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 pouco inferior a 60% (figura VII.3.4.9.2-4).

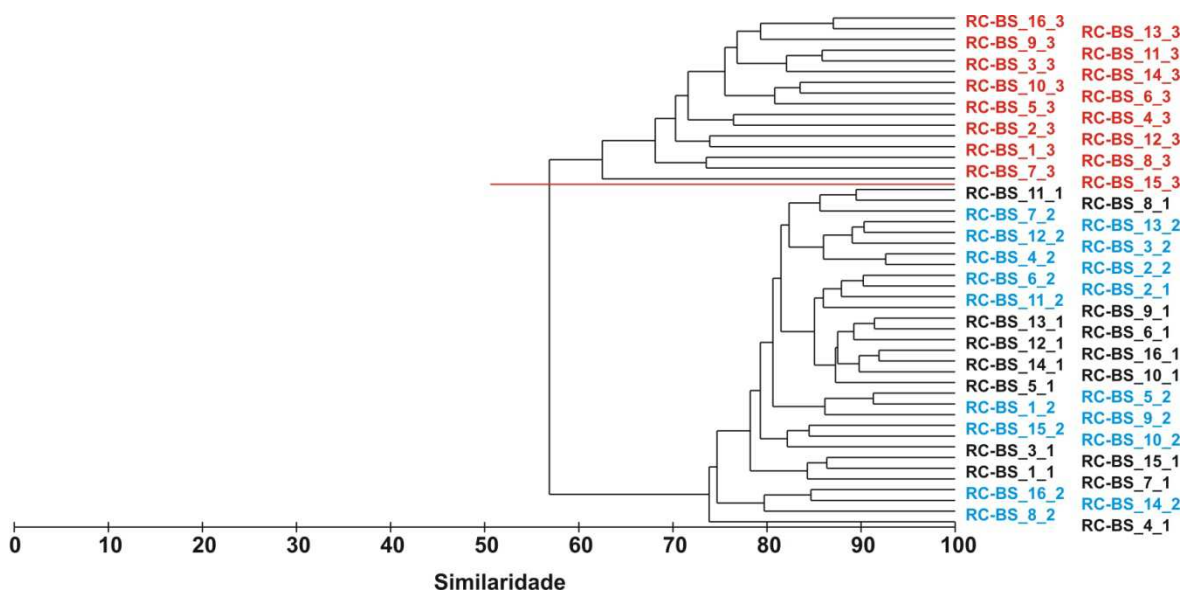


Figura VII.3.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RC-BS.

O mesmo procedimento realizado com os dados de Crustacea mostram uma maior correlação com as condições ambientais predominantes em cada um dos estratos, o que resultou na separação dos três estratos em grupos distintos (figura VII.3.4.9.2-5).

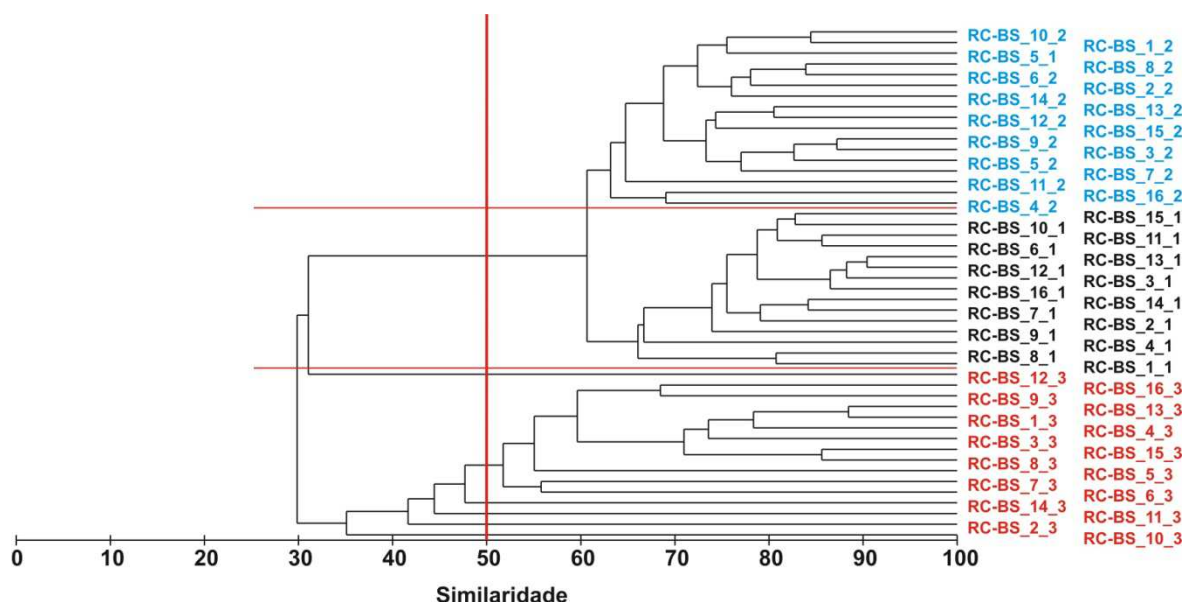


Figura VII.3.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RC-BS.

Os resultados dos índices biológicos se encontram ilustrados nas figuras VII.3.4.9.2-6 a VII.3.4.9.2-10. A riqueza, diversidade e dominância apresentaram redução do estrato superficial para os mais profundos. Já a densidade apresentou valores mais altos no estrato intermediário e a equitabilidade no mais profundo (figura VII.3.4.9.2-8).

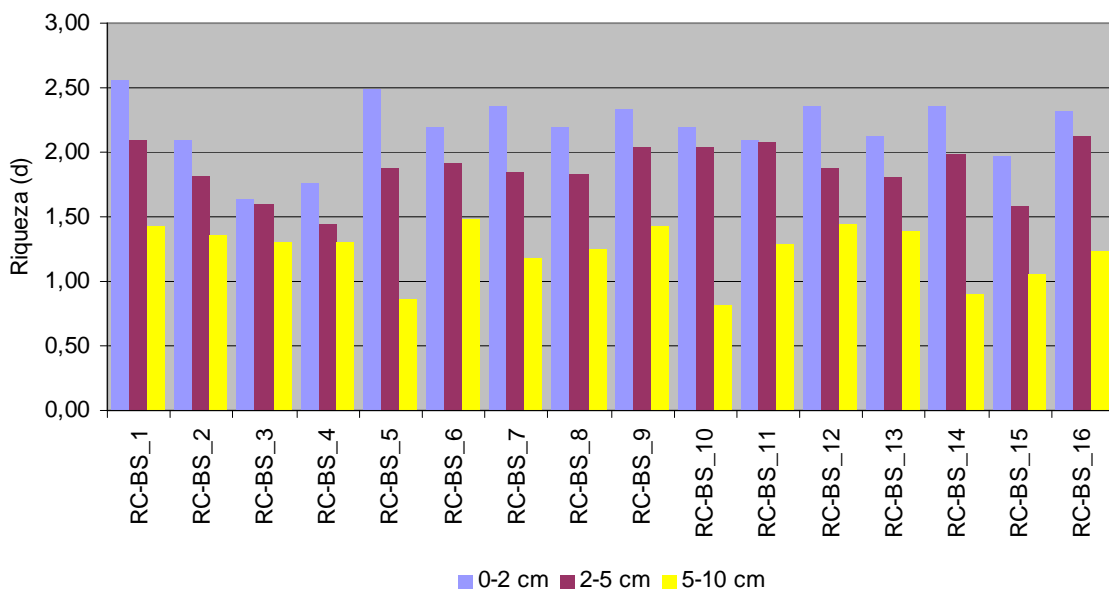


Figura VII.3.4.9.2-6 - Valores de riqueza (d) nos estratos. RC-BS.

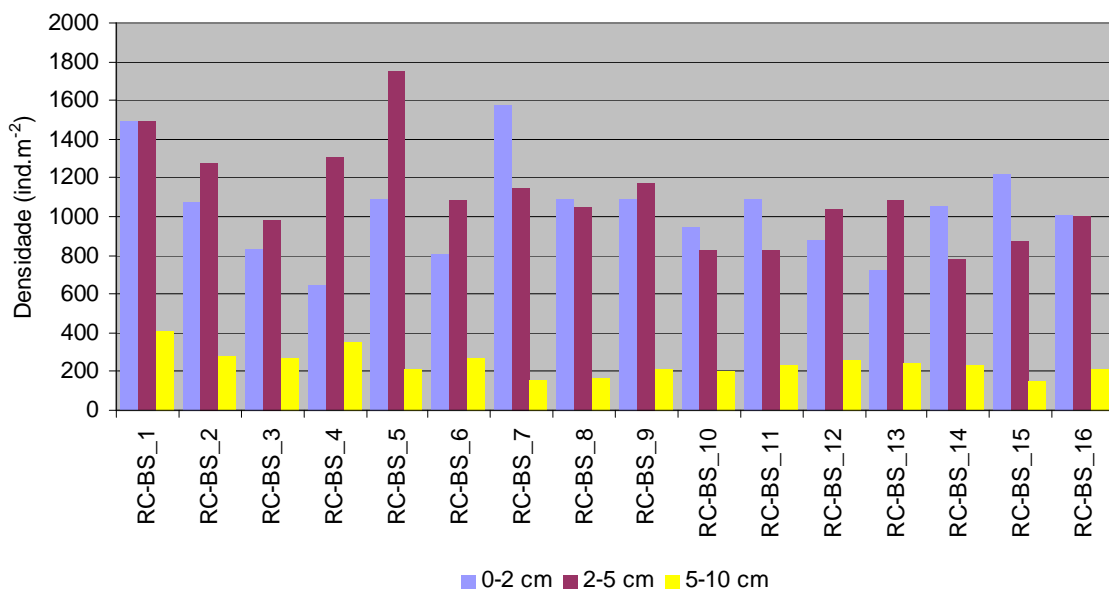


Figura VII.3.4.9.2-7 - Valores de densidade (d) nos estratos. RC-BS.

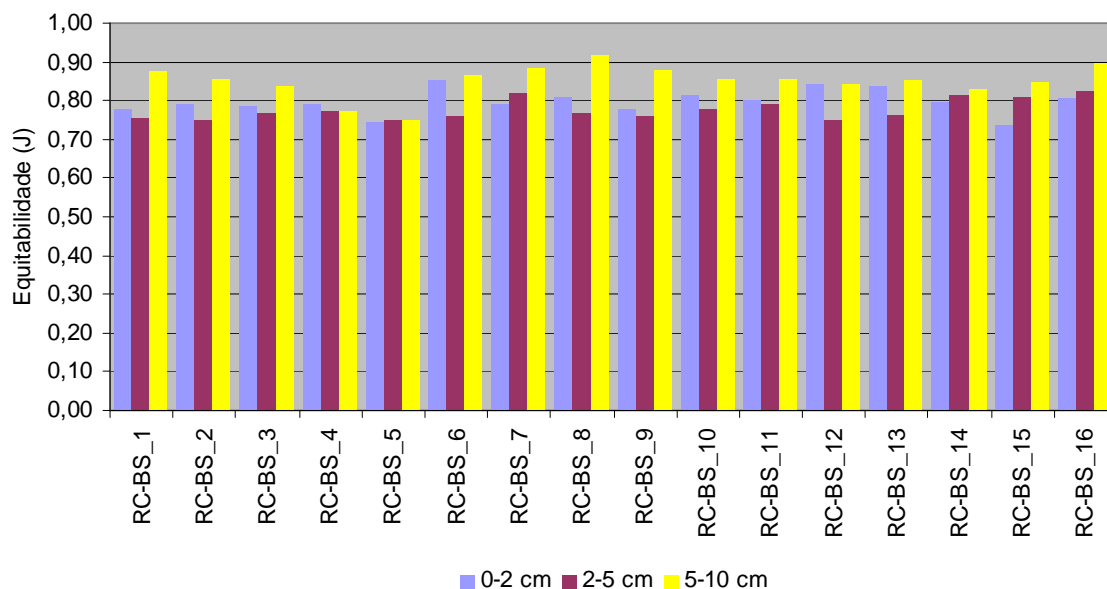


Figura VII.3.4.9.2-8 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. RC-BS.

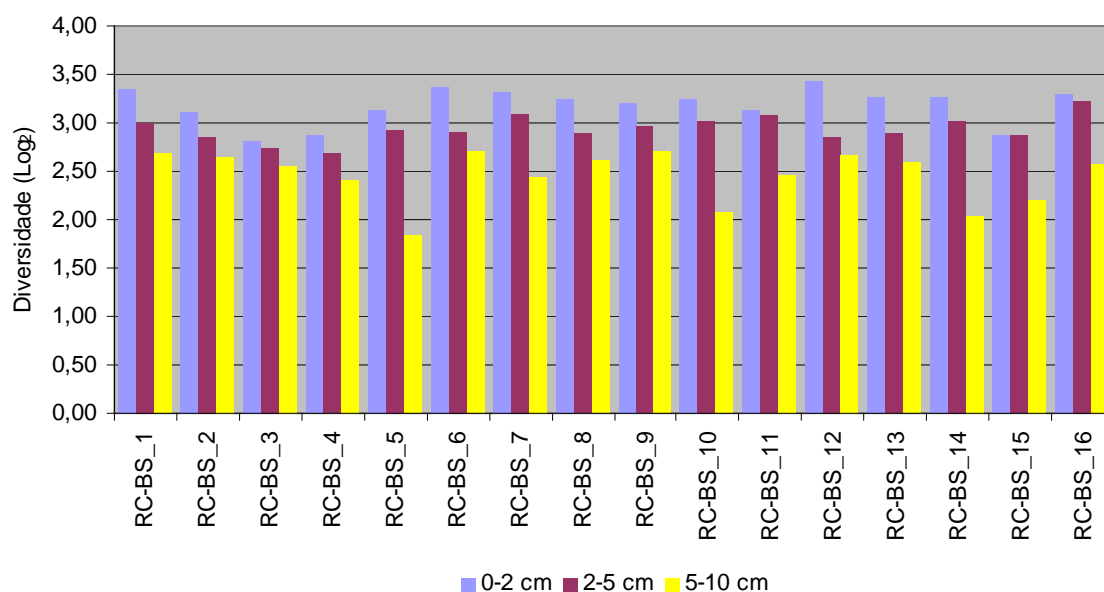


Figura - VII.3.4.9.2-9 - Valores de Diversidade ($H' = \text{Log}_2$) nos estratos. RC-BS.

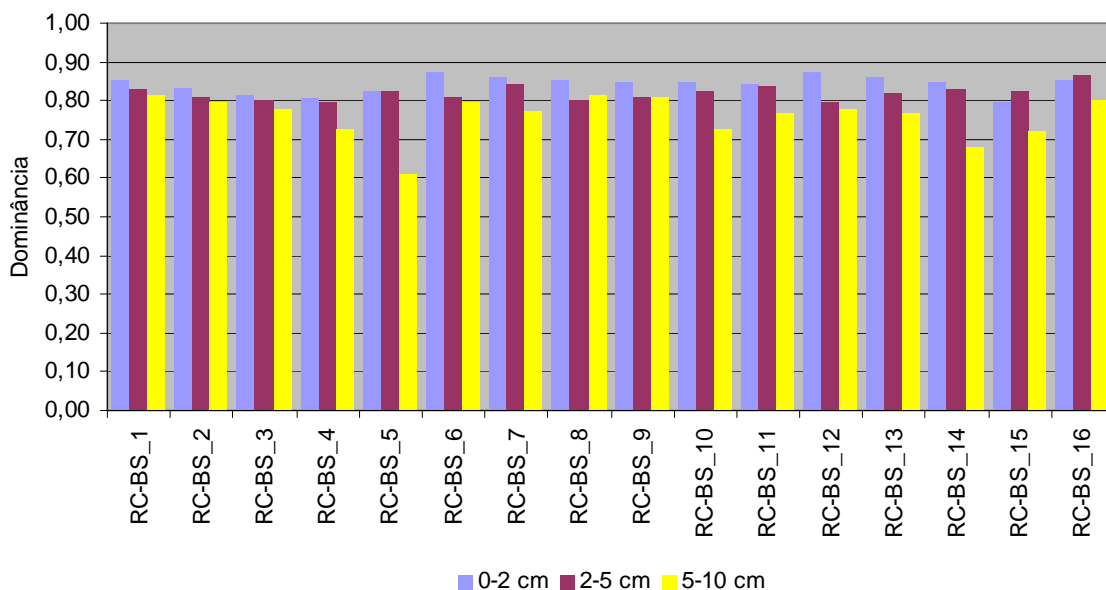


Figura VII.3.4.9.2-10 - Valores de Dominância ($1-\lambda'$) nos estratos. RC-BS.

VII.3.6 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos

VII.3.6.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos

As variáveis introduzidas nas análises de componentes principais constam da tabela VII.3.6.1-1 com seus respectivos códigos para identificação nas análises e figuras apresentadas.

Tabela VII.3.6.1-1 - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Granulométricas (*)	-	Metais (**)	-
Areia	AREIA	Alumínio	Al
Silte	SILTE	Bário	Ba
Argila	ARG	Cadmio	Cd
-	-	Chumbo	Pb
Químicas	-	Cobre	Cu
Carbono orgânico total	COT	Cromo	Cr
Matéria orgânica total	MOT	Ferro	Fe
			Continuação

Continuação

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Fósforo total	P	Manganês	Mn
Nitrogênio total	N	Mercúrio	Hg
Carbonato	CARB (*)	Níquel	Ni
Biológicas	-	Vanádio	V
Densidade total	DENS	Zinco	Zn
Riqueza	RIQ	-	-
Equitabilidade	EQUI	Contaminantes (**)	-
Diversidade	DIV	n-alcanos C5a C20+pristano+fistano	nalc1
Dominância	DOM	n-alcanos C21 a C40	nalc2
Grupos de Bentos	-	HPAs	HPA
Anthozoa	Anth	HTP (***)	-
Nemertinea	Neme	MCNR (***)	-
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; (***) Não incluídos nas análises em razão de concentrações nulas em todas as amostras

VII.3.6.2 - Teores de Contaminantes e Índices Biológicos

A partir da matriz de correlação de Pearson entre as variáveis bentônicas, sendo cinco índices e sete grupos taxonômicos foi aplicada uma ACP, introduzindo três variáveis granulométricas e 4 químicas (tabela III.3.6.1-1) como variáveis suplementares explicativas sem interferência sobre o cálculo dos autovetores. A Contribuição equilibrada (CE) das variáveis ativas é $CE = (2/12)^{-0,5} = 0,408$.

Com exceção da Equitabilidade (EQUI) com coordenada negativa, todas as demais variáveis bentônicas estão positivamente e significativamente correlacionadas ao Eixo I (53,8 %) (coordenadas > 0,408, exceto Nemertinea - Nemer).

Os índices e grupos bentônicos apresentam valores máximos nos estratos de 0 - 2 cm e 2 - 5 cm, diminuindo em função da profundidade (menores valores no estrato de 5 - 10 cm, cujas amostras se concentram do lado negativo do eixo I), (figuras. VII.3.6.2-1 e. VII.3.6.2-2).

O tamanho reduzido dos vetores das variáveis granulométricas e químicas indica uma baixa explicação dessas variáveis. Observamos somente uma tendência ao aumento do nitrogênio (N) nos estratos mais superficiais (Coordenada positiva no eixo I)

O eixo fatorial II (16,2%) diferencia as amostras do estrato de 0 - 2 cm (coordenadas positivas) das amostras de 2 - 5 cm (coordenadas negativas) onde dominam Sipuncula (Sipun) e Nemertinea (Nemer).

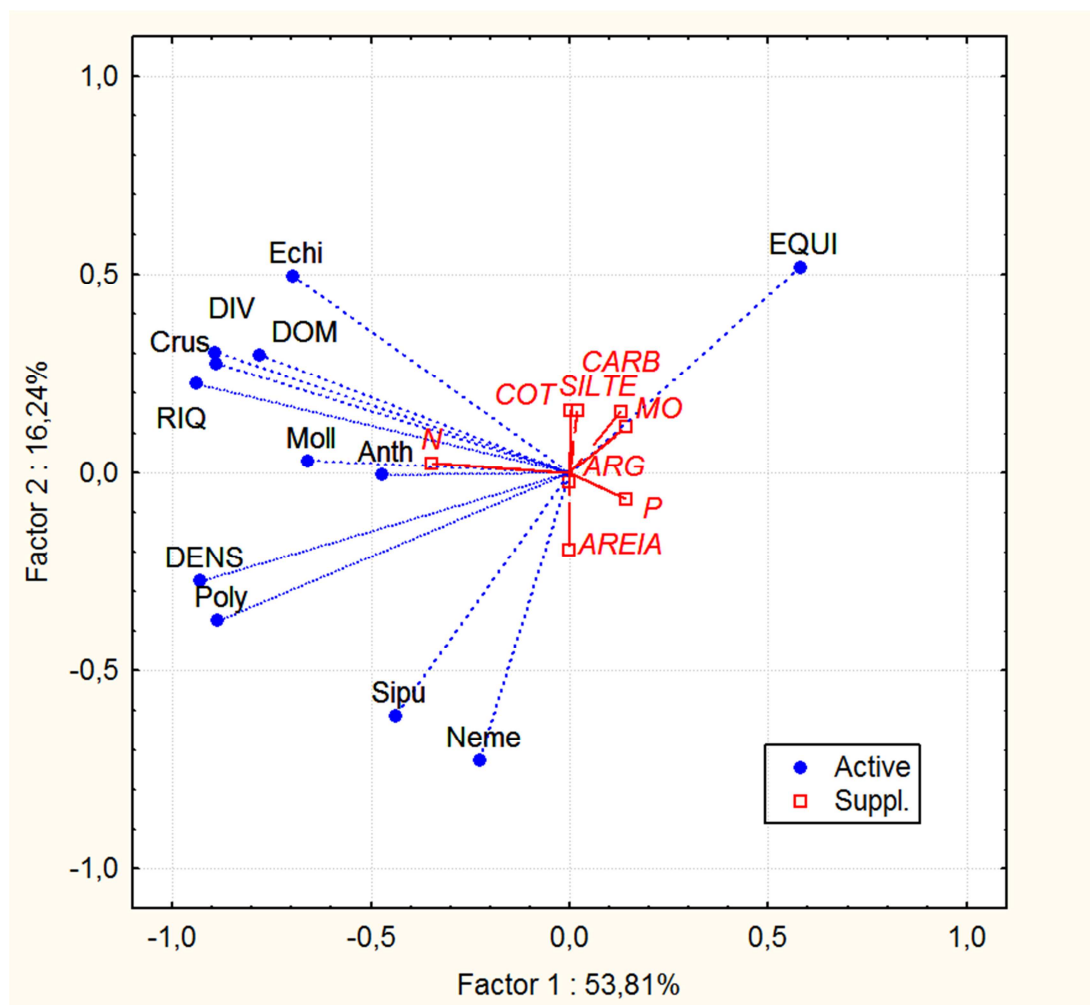


Figura VII.3.6.2-1 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais (Índices e grupos). Posição das variáveis no plano fatorial I-II. As variáveis abióticas foram incluídas como variáveis explicativas suplementares.

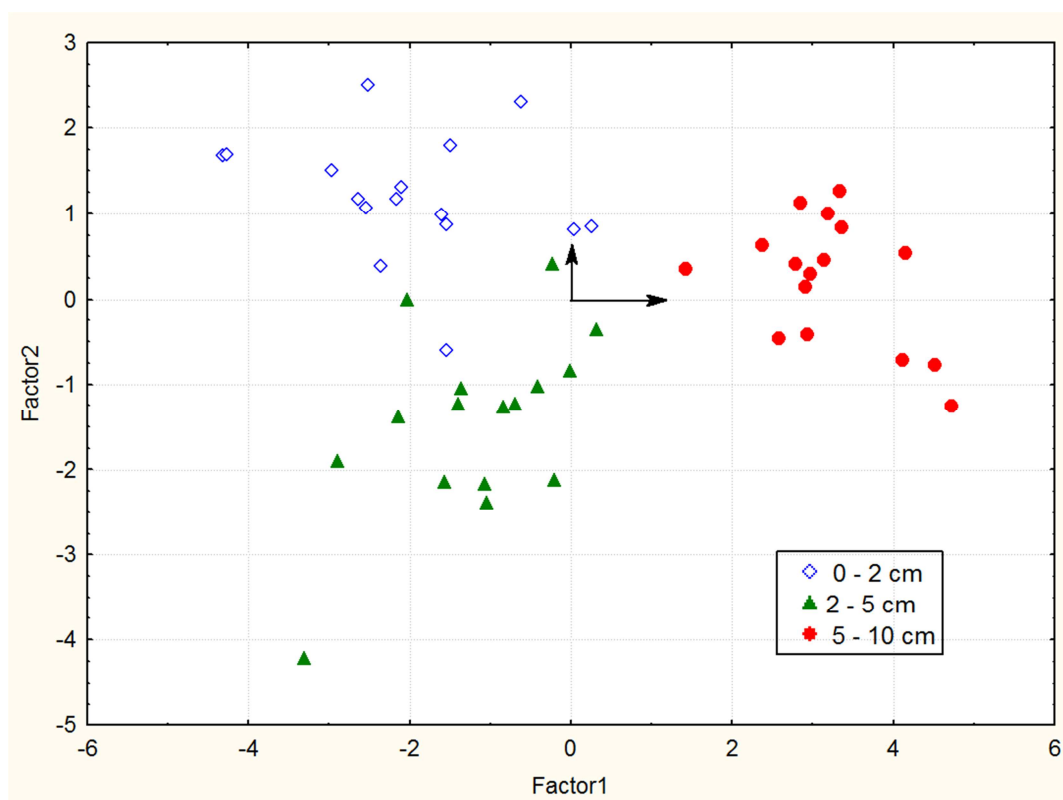


Figura VII.3.6.2-2 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II.

VII.3.6.2.1 - Relações Táxons x Metais no estrato de 0 - 2 cm

Uma ACP foi aplicada às variáveis bentônicas (5 índices + 7 grupos) do estrato de 0 - 2 cm. As variáveis referentes aos metais foram introduzidas como explicativas. Elas revelam uma baixa contribuição dos metais à variância do bentos (coordenadas < 0,408) (figura VII.3.6.2.1-1). Nesse estrato superficial (0 - 2 cm), a estrutura bentônica permanece com correlação positiva entre a maioria das variáveis bentônicas sobre o eixo I (40,51%). O eixo II (23,48 %) distingue em coordenada negativa, Polychaeta e DENS e associados ao lado positivo EQUI, DOM e DIV.

A maioria dos vetores de metais, principalmente Fe, Mn, Pb e Hg, tende para um aumento (não significativo) do lado negativo do eixo II, onde se observa uma maior quantidade de Polychaeta.

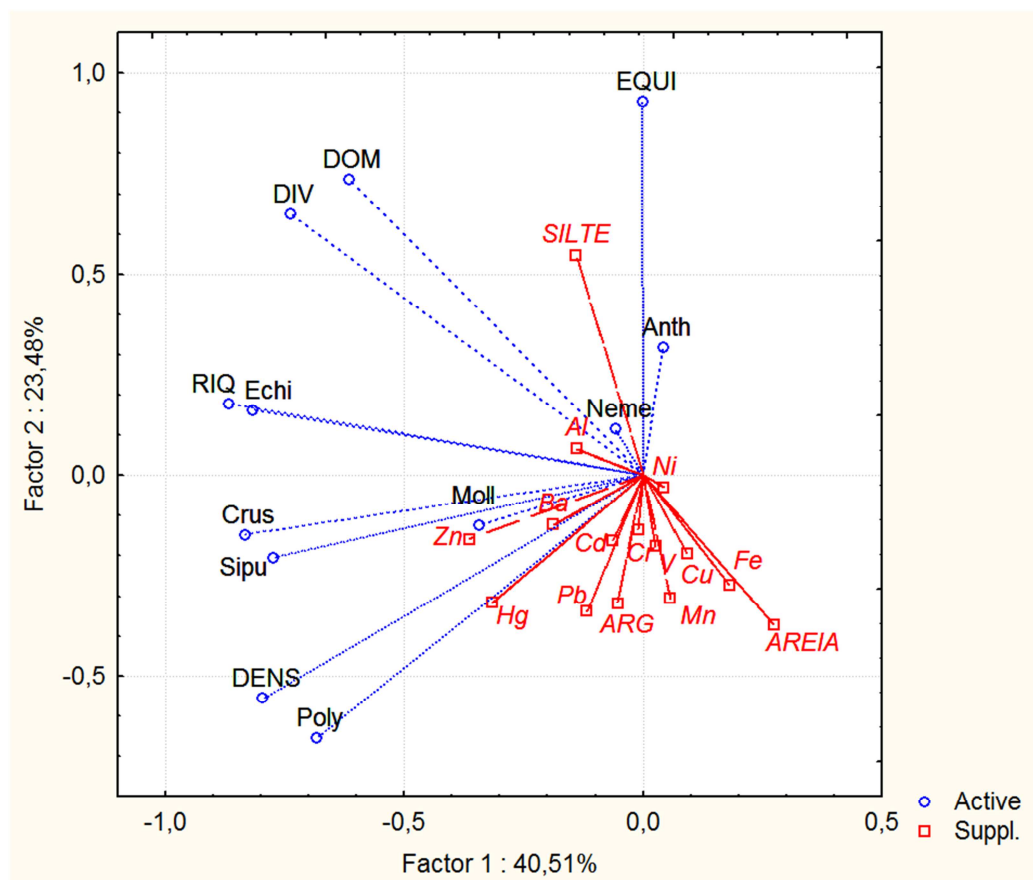


Figura VII.3.6.2.1-1 - ACP entre variáveis bentônicas (índices e grupos), metais e granulometria. Projeção das variáveis ativas (bentos) e suplementares explicativas (metais, granulometria) no plano fatorial I-II.

VII.3.6.2.2 - Relações Táxons x Hidrocarbonetos no estrato de 0 - 2 cm

As relações entre bentos (índices e grupos) e contaminantes (n-alcanos e HPA) foram analisadas aplicando uma ACP sobre a matriz de correlação entre grupos bentônicos (variáveis ativas), incluindo os hidrocarbonetos como variáveis suplementares explicativas (figura VII.3.6.2.2-1).

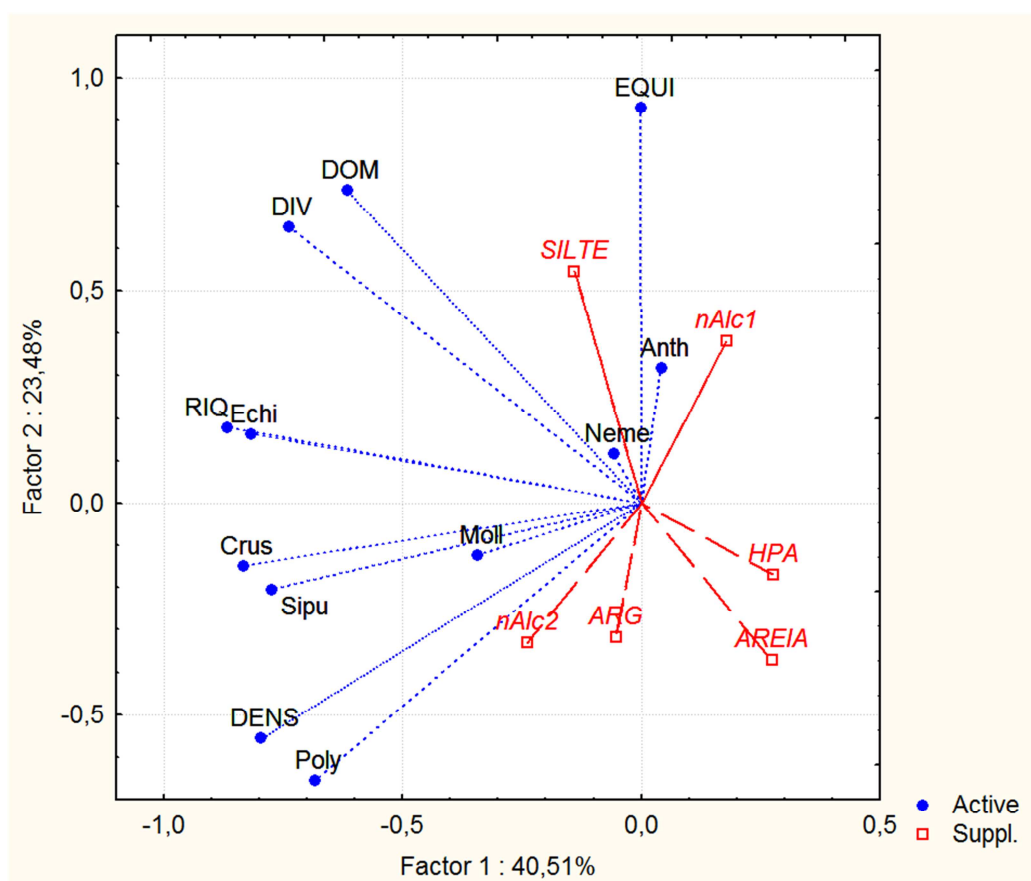


Figura VII.3.6.2.2 -1 - ACP entre grupos, índices biológicos, hidrocarbonetos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos e índices) e suplementares explicativas (hidrocarbonetos) no plano fatorial I-II.

Os contaminantes tem baixa contribuição à variabilidade dos grupos e índices bentônicos. Observa-se uma tendência a uma diminuição dos índices e densidades bentônicas em sedimento arenoso com aumento do HPA em algumas amostras. O eixo II separa os dois tipos de alcanos: os alcanos C5 a C20 (nAlc1) do lado positivo junto com SILTE e EQUI, os alcanos C21 a C40 (nAlc2) em argila, junto com DENS e Polychaeta.

VII.3.6.3 - Comunidades bentônicas

Os táxons selecionados (25 táxons e 48 amostras) para a análise fatorial de correspondência encontra-se relacionados na tabela VII.3.6.3-1.

Tabela VII.3.6.3-1 - Lista dos táxons introduzidos na análise fatorial de correspondência com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

Códigos	Táxons
Arici	<i>Aricidea</i> sp.
Cumac	Ordem Cumacea
Eunic	Família Eunicidae
Exogo	<i>Exogone</i> sp.
Glyce	<i>Glycera</i> sp.
Janir	Família Janiridae
Lumbr	<i>Lumbrineris</i> sp.
Myodo	Subordem Myodocopina
Nemer	Filo Nemertea
Nerei	Família Nereididae
Ophel	Família Opheliidae
Ophio	<i>Ophiomysidium tommasii</i>
Ophiu	Ophiuroidea juvenil
Paran	Família Paranthuridae
Phlia	Família Phliantidae
Phoxo	Família Phoxocephalidae
Pisio	<i>Pisionidens</i> sp.
Podoc	Subordem Podocopida
Sigam	<i>Sigambra</i> sp.
Sipun	Filo Sipuncula
Spion	Família Spionidae
Syllis	<i>Syllis</i> sp.
Tanai	Ordem Tanaidacea
Thary	<i>Tharyx</i> sp.

Tabela VII.3.6.3-2 - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência Canônica - CCA, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

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

O plano fatorial I-II da AFC (43 %) isola as amostras do estrato de 0 - 2 cm no lado esquerdo, sendo caracterizado por Ophiuroidea (Ophio), Phliantidae (Phlia), Cumacea (Cumac), Myodocopina (Myodo), Ophiuroidea (Ophiu) e Janiridae (Janir). Os estratos de 2 - 5 cm e 5 - 10 cm são parcialmente superpostos no plano I-II, indicando uma composição relativamente semelhante em organismos bentônicos, porém com maior densidade no estrato de 2 - 5 cm (figura VII.3.6.3-1).

Os táxons *Lumbrineris* sp. (Lumbr), *Sipuncula* (Sipun) e *Nemertea* (Nemer) se posicionam no plano junto às amostras do estrato de 5 - 10 cm, enquanto que *Paranthuridae* (Paran), *Exogone* sp. (Exogo), *Spionidae* (Spion), *Nereididae* (Nerei), *Tanaidacea* (Tanai), *Eunicidae* (Eunic), *Tharyx* sp. (Thary) e *Aricidea* sp. (Arici), dominam em amostras de 2 - 5 cm, tendo também ocorrido em algumas amostras do estrato de 5 - 10 cm.

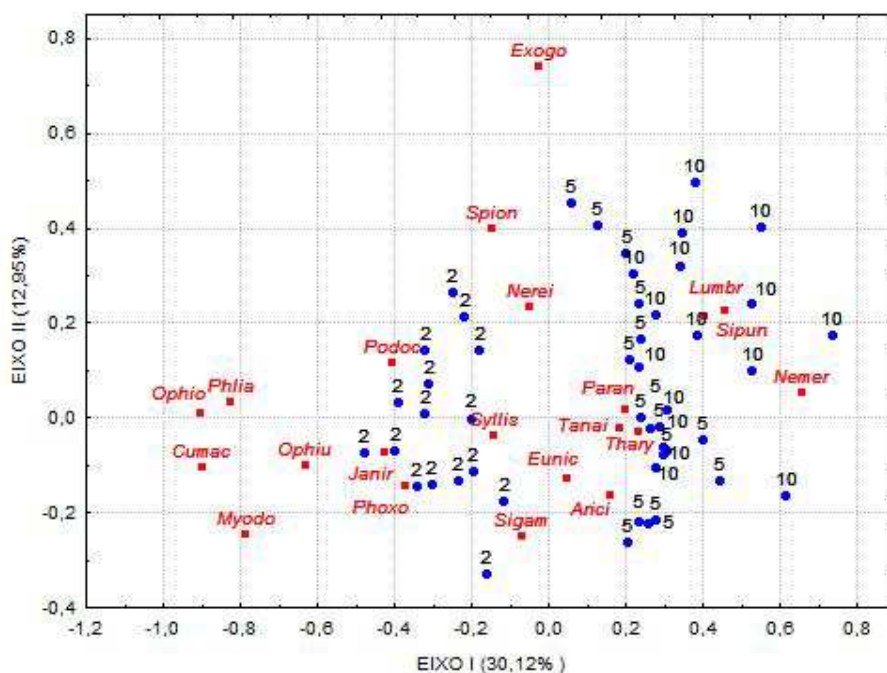


Figura VII.3.6.3-1 - AFC: Projeção dos táxons e das amostras no plano fatorial I-II. Os números representam o estrato amostrado: 2 = 0 - 2 cm, 5 = 2 - 5 cm e 10 = 5 - 10 cm.

VII.3.7 - Resultados relevantes

De maneira geral, a razão impar/par calculada para os n-alcanos apresentou maiores valores para os n-alcanos com cadeia superior a 22 carbonos, sugerindo origem predominante em plantas superiores. Entretanto, nas estações BS500_2, BS500_6, BS500_10 e BS500_14, o perfil de distribuição dos n-alcanos, com picos no C14, semelhante ao fluido de perfuração NAF, sugere que tais estações tenham sido contaminadas com material oriundo da perfuração. Vale enfatizar que tais estações encontram-se alinhadas na direção nordeste da área, havendo, portanto, uma relação espacial com os valores encontrados.

A concentração de metais em BS500 é similar a encontrada na área de Referência Norte, sendo superiores a esta apenas para Pb, Cd e Ba. Em média, os únicos elementos que apresentam enriquecimento relativo a RN-BS são Cr e Cd.

Assim como para os n-alcanos, nas estações BS500_2, BS500_6, BS500_10 e BS500_14, também ocorreram picos de concentração de Ba o que, novamente, sugere contaminação destas estações por fluido de perfuração de base sintética, os quais contém em sua composição n-parafinas e baritina, conforme o fluido BR-MUL, utilizado na perfuração do poço na área de BS500.

Foram descritas e comparadas as características estruturais bióticas e abióticas das duas áreas de coleta, a Área de Referência Norte a área de BS500. Os fatores suscetíveis de alterar essas características estruturais, ou seja, a área de coleta (RN-BS e BS500) e o estrato de amostragem (0 - 2 cm, 2 - 5 cm e 5 - 10 cm) foram analisados de maneira integrada por meio de técnicas multivariadas de ordenação. Concluímos que:

- O estrato de sedimento é o principal fator que contribui para a estrutura física, química e bentônica de ambas as áreas de estudo (RN-BS e BS500);

- As características abióticas e bentônicas do estrato de 5 - 10 cm são semelhantes nas duas áreas (RN-BS e BS500) com sedimento argiloso e menores índices de riqueza, dominância e diversidade da fauna bentônica;
- No sedimento superficial, o bentos é de maneira geral mais rico, abundante e diversificado do que nos estratos mais profundos;
- No estrato de 0 - 2 cm, as duas áreas (RN-BS e BS500) se diferenciam mais nitidamente nas suas características bióticas e abióticas:
- Em RN-BS: teores mais elevados de nitrogênio, n-alcanos (C21 a C40), e dos metais (Cu, Fe, Mn, Cr e Hg). Maior dominância e diversidade com ocorrência de Nemertinae, Sipuncula e Anthozoa;
- Em BS500: aumento de COT e MO, n-alcanos (C5 a C20 + pristano e fitano), HTP, MCNR e do metal bário. Crustáceos, Equinoderma, Mollusca, Polychaeta são dominantes;
- O estrato de 2 - 5 cm apresenta características intermediárias entre o estrato superficial (0 - 2 cm) e o mais profundo (5 - 10 cm), com aumento de Turbellaria e equitabilidade;
- Elevada proporção de organismos bentônicos comuns às duas áreas nos estratos intermediário e profundo.

VII.3.8 - Anexos

Anexo VII.3.1.1-1 – Laudo de Granulometria - RC-BS.

Anexo VII.3.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RC-BS.

Anexo VII.3.2.1-1 – Laudo e cromat. de HPA's – RC-BS.

Anexo VII.3.2.2-1 – Laudo de HTP's – RC-BS.

Anexo VII.3.2.2-2 – Laudo de *n*-alcanos C5 a C7 – RC-BS.

Anexo VII.3.2.2-3 – Laudo e cromatogramas de *n*-alcanos C8 a C40 – RC-BS.

Anexo VII.3.2.2-4 – Laudo de MCNR – RC-BS.

Anexo VII.3.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RC-BS.

Anexo VII.3.4.4-1 – Densidades das espécies – RC-BS.