
CAPÍTULO VII.7

SPS-29

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	11/07/12							
Elaboração	Mário X.	Mário X.							
Verificação	Cristina F.	Cristina F.							
Aprovação	Mário X.	Mário X.							

ÍNDICE GERAL

VII.7 - SPS-29	1
VII.7.1 - Sedimentologia.....	1
VII.7.1.1- Granulometria.....	1
VII.7.1.2 - Carbonatos	6
VII.7.1.3 -Constituintes Orgânicos	9
VII.7.1.3.1 - Estrato 0 - 2 cm	9
VII.7.1.3.2 - Estrato 2 - 5 cm	14
VII.7.1.3.3 - Estrato 5 - 10 cm	19
VII.7.1.3.4 - Comparação entre Estratos	24
VII.7.2 - Hidrocarbonetos	30
VII.7.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)	30
VII.7.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (n-Alcanos, HTPs e MCNR)	33
VII.7.2.3 - Comparação entre SPS-29 e RS-BS.....	37
VII.7.3 - Metais.....	38
VII.7.3.1 - Metais e Sedimentologia	50
VII.7.3.2 - Suportes Geoquímicos	52
VII.7.3.3 – Comparação entre SPS-029 e RS-BS.....	53
VII.7.4 - Macrofauna	56
VII.7.4.1 - Inventário Taxonômico e Comparação com RN-BS	56
VII.7.4.2 - Avaliação da Amostragem e Comparação com RN-BS	56
VII.7.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm) e Comparação com RN-BS.....	57
VII.7.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm) e Comparação com RN-BS.....	62
VII.7.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm) e Comparação com RN-BS.....	75
VII.7.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm) e Comparação com RN-BS.....	78

VII.7.4.7- Composição taxonômica (5 - 10 cm) e Comparação com RN-BS	91
VII.7.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm) e Comparação com RN-BS.....	94
VII.7.4.9 - Comparação entre Estratos	106
VII.7.4.9.1 - Composição Taxonômica	106
VII.7.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos	112
VII.7.5 - Integração dos dados bióticos e abióticos e comparação entre SPS-29 e RS-BS	122
VII.7.5.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos	123
VII.7.5.2 - Teores de Contaminantes no estrato de 0 - 2 cm e Índices Biológicos	127
VII.7.5.3 - Comunidades bentônicas.....	130
VII.7.6 – Resultados relevantes.....	135
VII.7.7 – Anexos	137

FIGURAS

Figura VII.7.1.1-1 - 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 – SPS-29.	5
Figura VII.7.1.1-2 - Dendrograma representativo da similaridade granulométrica entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média.	5
Figura VII.7.1.4-1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos da área de SPS-29 - Bacia de Santos.	29
Figura VII.7.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada. SPS-29.	57
Figura VII.7.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	60
Figura VII.7.4.3-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm.	61
Figura VII.7.4.4-1 – Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	63
Figura VII.7.4.4-2 – Riqueza média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	64
Figura VII.7.4.4-3 – Equitabilidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	64
Figura VII.7.4.4-4 – Diversidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	65
Figura VII.7.4.4-5 – Dominância média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	65
Figura VII.7.4.4-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \log_2$), Dominância ($1 - \lambda$), densidade (ind.m^{-2}) e respectivas barras de desvio padrão (\pm). SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.	66

Figura VII.7.4.4-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm....	67
Figura VII.7.4.4-8 – Diagrama ilustrativo das concentrações médias de bário ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) nas estações (entre parêntesis). As cores correspondem aos diferentes teores de Ba. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.	68
Figura VII.7.4.4-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações de SPS-29 e RS-BS. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm.....	68
Figura VII.7.4.4-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Mollusca. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.....	69
Figura VII.7.4.4-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.	70
Figura VII.7.4.4-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.....	71
Figura VII.7.4.4-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Polychaeta entre Tubarão e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.	71
Figura VII.7.4.4-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.....	72
Figura VII.7.4.4-15 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.	73
Figura VII.7.4.4-16 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.	74

Figura VII.7.4.5-1 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	77
Figura VII.7.4.5-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – grupamento pela média. Estrato de 2 - 5 cm.	77
Figura VII.7.4.6-1 – Densidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	80
Figura VII.7.4.6-2 – Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	80
Figura VII.7.4.6-3 – Equitabilidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	81
Figura VII.7.4.6-4 – Diversidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	81
Figura VII.7.4.6-5 – Dominância média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	82
Figura VII.7.4.6-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \log_2$), Dominância ($1 - \lambda$), densidade (ind.m^{-2}) e respectivas barras de desvio padrão (\pm). SPS29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.	82
Figura VII.7.4.6-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	83
Figura VII.7.4.6-8 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	84
Figura VII.7.4.6-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Mollusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.	85
Figura VII.7.4.6-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	86

Figura VII.7.4.6-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.....	87
Figura VII.7.4.6-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Polychaeta entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.	87
Figura VII.7.4.6-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.....	88
Figura VII.7.4.6-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.	89
Figura VII.7.4.6-15 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.	90
Figura VII.7.4.7-1 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	93
Figura VII.7.4.7-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – grupamento pela média. Estrato de 5 - 10 cm.....	93
Figura VII.7.4.8-1 – Densidade média (ind.m ⁻²) e barra de desvio padrão (±). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	96
Figura VII.7.4.8-2 – Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.	96
Figura VII.7.4.8-3 – Equitabilidade média (ind.m ⁻²) e barra de desvio padrão (±). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	97
Figura VII.7.4.8-4 – Diversidade média (ind.m ⁻²) e barra de desvio padrão (±). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	97

Figura VII.7.4.8-5 – Dominância média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	98
Figura VII.7.4.8-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \text{Log}_2$), Dominância ($1-\text{Lambda}$), densidade (ind.m^{-2}) e respectivas barras de desvio padrão (\pm). SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.	98
Figura VII.7.4.8-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm. ...	99
Figura VII.7.4.8-8 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média..	100
Figura VII.7.4.8-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Mollusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.	101
Figura VII.7.4.8-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	102
Figura VII.7.4.8-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.	102
Figura VII.7.4.8-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Polychaeta entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	103
Figura VII.7.4.8-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.	104
Figura VII.7.4.8-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	104
Figura VII.7.4.8-15 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	105

Figura VII.7.4.9.1-1 – Número de táxons nos estratos – SPS-29.	106
Figura VII.7.4.9.1-2 – Número total de táxons por réplica nos estratos. SPS-29.	107
Figura VII.7.4.9.1-3 – Dendrograma de similaridade qualitativa nas estações e estratos. Índice de Sorensen, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.	107
Figura VII.7.4.9.1-4 – Número de táxons de Mollusca nos estratos. SPS-29.	108
Figura VII.7.4.9.1-5 – Número de táxons de Polychaeta nos estratos. SPS-29..	109
Figura VII.7.4.9.1-6 – Número de táxons de Crustacea nos estratos. SPS-29. ..	110
Figura VII.7.4.9.1-7 – Número de táxons de Echinodermata nos estratos. SPS-29.	110
Figura VII.7.4.9.2-1 – Densidade média (ind.m ⁻²) nos estratos e no total. SPS-29.	113
Figura VII.7.4.9.2-2 – Densidade total (ind.m ⁻²) de Polychaeta e Crustacea nos estratos – escala em log. SPS-29.....	115
Figura VII.7.4.9.2-3 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.	116
Figura VII.7.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Mollusca pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.....	117
Figura VII.7.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.....	118
Figura VII.7.4.9.2-6 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.....	119
Figura VII.7.4.9.2-7 - Valores de riqueza (d) nos estratos. SPS-29.	120
Figura VII.7.4.9.2-8 - Valores de densidade (d) nos estratos. SPS-29.	120
Figura VII.7.4.9.2-9 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. SPS-29.	121

Figura- VII.7.4.9.2-10 - Valores de Diversidade ($H'Log_2$) nos estratos. SPS-29..	121
Figura- VII.7.4.9.2-11 - Valores de Dominância ($1-\lambda'$) nos estratos. SPS-29.	122
Figura VII.7.5.1-1 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das variáveis no plano I-II.	125
Figura VII.7.5.1-2 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II – Representação dos estratos. Os números correspondem às estações de coleta na área do poço SPS-29.....	126
Figura VII.7.5.1-3 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II – Representação das áreas de RS-BS e SPS-29.....	127
Figura VII.7.5.2-1 - ACP – comparação das variáveis contaminantes e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 no estrato de 0 - 2 cm. Projeção das variáveis no plano I-II.	129
Figura VII.7.5.2-2 - ACP - comparação das variáveis contaminantes e bentos globais entre RS-BS.e SPS-29. Projeção no plano I-II das amostras coletadas no estrato de 0 - 2 cm. Os números correspondem às estações da área do poço SPS-29.....	130
Figura VII.7.5.3-1 - AFC - Análise comparativa das comunidades bentônicos das áreas RS-BS e SPS-29 e dos estratos de 0 - 2 cm, 2 - 5 cm e 5 - 10 cm. Projeção dos táxons no plano I-II com indicação das áreas e estratos.....	133
Figura VII.7.5.3-2 - AFC - Análise comparativa das comunidades bentônicos das áreas de RS-BS e SPS-29 e dos estratos de 0 - 2 cm, 2 - 5 cm e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II com codificação dos estratos e das áreas de RS-BS e SPS-29.....	134

TABELAS

Tabela VII.7.1.1-1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.	1
Tabela VII.7.1.2-1 - Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.....	6
Tabela VII.7.1.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de Carbonato (CO_3^{2-}) entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 0 - 10 cm).....	8
Tabela VII.7.1.3.1-1 - 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 SPS-29 - Bacia de Santos. .	9
Tabela VII.7.1.3.1-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.....	11
Tabela VII.7.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).	13
Tabela VII.7.1.3.2-1 - 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 SPS-29 - Bacia de Santos.	14
Tabela VII.7.1.3.2-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.....	16
Tabela VII.7.1.3.2-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 2 - 5 cm).	18
Tabela VII.7.1.3.3-1 - 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 SPS-29 - Bacia de Santos. ..	19

Tabela VII.7.1.3.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.	21
Tabela VII.7.1.3.3-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 5 - 10 cm).	23
Tabela VII.7.1.4-1 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de SPS-29 - Bacia de Santos.	24
Tabela VII.7.1.4-2 – Concentração média e desvio padrão dos parâmetros granulométricos e CO_3^{2-} no estrato de 0 - 10 cm, nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos comparados aos valores encontrados na área de Referência Sul (RS-BS).	25
Tabela VII.7.1.4-3 – Concentração média e desvio padrão dos parâmetros descritores da matéria orgânica MOT, COT, N total, P total e razões C/N e C/P, por estrato nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos (n=16) comparados aos valores encontrados na área de Referência Sul (RS-BS).	26
Tabela VII.7.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.	31
Tabela VII.7.2.2 -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 SPS-29 - Bacia de Santos.	35
Tabela VII.7.2.3-1 – Comparação de valores de alguns índices e parâmetros para determinação da origem de Hidrocarbonetos nas áreas de SPS-29 e área Referência Sul (RS-BS).	37
Tabela VII.7.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos, 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.	41

Tabela VII.7.3 -2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em SPS-29..45	
Tabela VII.7.3-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de SPS-29 – Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).....49	
Tabela VII.7.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 60$) entre as concentrações de carbonato (0 - 10 cm), MOT, COT, P total, N total e metais totais (estrato de 0 - 2 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos. Valores significativos ($p < 0,05$) em negrito.....51	
Tabela VII.7.3.3-1 – Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de SPS-29 comparados as áreas de Referência Sul (RS_BS), Centro (RC-BS) e Norte (RN-BS) Bacia de Santos e a valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).54	
Tabela VII.7.3.3-2 - Fatores de enriquecimento médio na área de SPS-29 em relação à área de Referência Sul (RS-BS), tomando-se o alumínio como normalizador.55	
Tabela VII.7.4.1-1 - Número total de táxons por grupo em SPS-29 e RS-BS.....56	
Tabela VII.7.4.3-1 - Número de táxons por grupo. SPS-29 - estrato de 0 - 2 cm. .58	
Tabela VII.7.4.3-2 – Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). SPS-29 - estrato de 0 - 2 cm.59	
Tabela VII.7.4.3-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.61	
Tabela VII.7.4.4-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.69	
Tabela VII.7.4.5-1 – Número de táxons por grandes grupos em SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.75	
Tabela VII.7.4.5-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.78	
Tabela VII.7.4.6-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.84	

Tabela VII.7.4.7-1 – Número de táxons por grandes grupos em SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.....	91
Tabela VII.7.4.7-2 – Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). SPS-29 - estrato de 5 - 10 cm.	92
Tabela VII.7.4.7-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.....	94
Tabela VII.7.4.8-1 – Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em SPS-29 - estrato de 5 - 10 cm.	95
Tabela VII.7.4.8-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.....	100
Tabela VII.7.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. SPS-29.	108
Tabela VII.7.4.9.1-2 – Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima 144. SPS-29.....	111
Tabela VII.7.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total. SPS-29.....	112
Tabela VII.7.4.9.2-2 – Número total de organismos por estratos. SPS-29.....	113
Tabela VII.7.4.9.2-3 - Resultados da análise das similaridades e percentuais de dissimilaridade entre estratos. SPS-29.....	116
Tabela VII.7.5-1 – Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.....	122
Tabela VII.7.5.3-1 – Lista dos 67 táxons de bentos introduzidos na análise fatorial de correspondência, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.....	131

ANEXOS

Anexo VII.7.1.1-1 – Laudo de Granulometria - Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.1.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.2.1-1 – Laudo de HPA's – Poço SPS-029.	
Anexo VII.7.2.1.1-1 - Cromatograma PAH – Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.2.2-1 – Laudo de HTP's – Poço SPS-029	
Anexo VII.7.2.2-2 – Laudo de n-alcanos C5 a C7 – Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.2.2-3 – Laudo de n-alcanos C8 a C40 – Poço SPS-029	
Anexo VII.7.2.2.2-1 - Cromatograma n-alcanos – Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.2.2-4 – Laudo de MCNR – Poço SPS-029.....	
Anexo VII.7.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – Poço SPS-029.	
Anexo VII.7.4.4-1 – Densidades das espécies – Poço SPS-029.....	

VII.7 - SPS-29

VII.7.1 - Sedimentologia

VII.7.1.1- Granulometria

Os resultados sumarizados dos parâmetros granulométricos se encontram apresentados na tabela VII.7.1.1-1 e no anexo VII.7.1.1-1. Os sedimentos são majoritariamente compostos por silte, classificados de pobremente selecionados a muito pobremente selecionado, apresentando teores de lama (silte+argila) acima de 97% na maioria das estações. Apenas nas estações SPS-29_11 e SPS-29_51, os teores de areia variaram de 9,7% (SPS-29_11_R2) a 66,5% (SPS-29_11_R3). Os teores de cascalho apresentaram valor médio de 0,6%.

Tabela VII.7.1.1-1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm; coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. % Areia	Lama
SPS-29_11_R1	Silte	5,06	MPS	0,25	P	0,97	Ms	31,1	62,6
SPS-29_11_R2	Silte	7,10	MPS	-0,15	N	1,03	Ms	9,7	89,6
SPS-29_11_R3	Areia fina	2,90	MPS	0,50	MP	0,95	Ms	66,5	32,7
SPS-29_12_R1	Silte	7,74	PS	-0,12	N	0,77	PI	0,6	99,4
SPS-29_12_R2	Silte	7,59	PS	-0,07	AS	0,87	PI	0,7	99,3
SPS-29_12_R3	Argila	8,21	PS	-0,19	N	0,69	PI	0,8	99,2
SPS-29_13_R1	Silte	7,96	PS	-0,11	N	0,74	PI	1,7	98,3
SPS-29_13_R2	Silte	7,83	PS	-0,12	N	0,82	PI	0,6	99,4
SPS-29_13_R3	Argila	8,02	PS	-0,11	N	0,73	PI	0,5	99,5
SPS-29_14_R1	Silte	7,74	MPS	-0,08	AS	0,72	PI	2,8	97,2
SPS-29_14_R2	Silte	7,86	MPS	-0,10	AS	0,72	PI	2,7	97,3
SPS-29_14_R3	Silte	7,91	MPS	-0,16	N	0,75	PI	4,9	95,1
SPS-29_21_R1	Silte	7,53	MPS	-0,35	MN	1,43	Lp	2,9	92,2
SPS-29_21_R2	Silte	7,95	MPS	-0,11	N	0,70	PI	1,7	98,3
SPS-29_21_R3	Silte	7,98	MPS	-0,14	N	0,76	PI	2,6	97,4
SPS-29_22_R1	Silte	7,30	PS	-0,14	N	1,00	Ms	0,5	99,51
SPS-29_22_R2	Silte	7,49	PS	-0,15	N	0,96	Ms	0,5	99,5
SPS-29_22_R3	Silte	7,85	PS	-0,15	N	0,76	PI	0,5	99,5
SPS-29_23_R1	Silte	7,97	PS	-0,21	N	0,76	PI	0,7	99,4

Continua

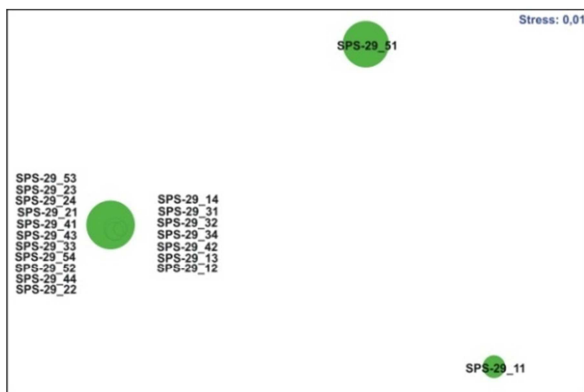
Continuação

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
SPS-29_23_R2	Silte	7,27	MPS	-0,18	N	1,01	Ms	7,1	90,9
SPS-29_23_R3	Silte	7,50	MPS	-0,07	AS	0,77	PI	4,7	94,4
SPS-29_24_R1	Silte	7,88	PS	-0,12	N	0,75	PI	1,5	98,5
SPS-29_24_R2	Silte	7,34	MPS	-0,18	N	1,07	Ms	4,5	91,6
SPS-29_24_R3	Silte	7,76	MPS	-0,07	AS	0,71	PI	1,7	98,3
SPS-29_31_R1	Silte	7,88	PS	-0,08	AS	0,77	PI	1,2	98,
SPS-29_31_R2	Silte	7,98	PS	-0,08	AS	0,75	PI	1,3	98,7
SPS-29_31_R3	Argila	8,08	MPS	-0,20	N	0,73	PI	1,7	98,3
SPS-29_32_R1	Argila	8,02	PS	-0,12	N	0,71	PI	0,8	99,2
SPS-29_32_R2	Argila	8,07	MPS	-0,18	N	0,71	PI	1,4	98,6
SPS-29_32_R3	Argila	8,29	PS	-0,21	N	0,68	PI	0,4	99,6
SPS-29_33_R1	Silte	7,17	PS	-0,12	N	0,87	PI	0,2	99,8
SPS-29_33_R2	Silte	7,81	MPS	-0,11	N	0,75	PI	0,5	99,5
SPS-29_33_R3	Silte	7,87	PS	-0,10	AS	0,73	PI	0,7	99,3
SPS-29_34_R1	Silte	7,85	MPS	-0,14	N	0,75	PI	1,2	98,8
SPS-29_34_R2	Silte	7,78	PS	-0,12	N	0,77	PI	1,6	98,4
SPS-29_34_R3	Silte	7,81	PS	-0,12	N	0,78	PI	1,2	98,8
SPS-29_41_R1	Argila	8,21	PS	-0,34	MN	0,80	PI	1,7	98,3
SPS-29_41_R2	Silte	7,71	PS	-0,06	AS	0,77	PI	0,8	99,2
SPS-29_41_R3	Silte	7,89	PS	-0,10	AS	0,78	PI	2,6	97,4
SPS-29_42_R1	Silte	7,70	MPS	0,01	AS	0,75	PI	1,4	98,6
SPS-29_42_R2	Silte	7,74	MPS	-0,11	N	0,76	PI	1,4	98,6
SPS-29_42_R3	Silte	7,54	PS	-0,07	AS	0,86	PI	1,1	98,9
SPS-29_43_R1	Argila	8,26	PS	-0,24	N	0,73	PI	0,2	99,8
SPS-29_43_R2	Argila	8,02	PS	-0,14	N	0,75	PI	0,2	99,8
SPS-29_43_R3	Silte	7,82	PS	-0,18	N	0,78	PI	0,4	99,6
SPS-29_44_R1	Silte	7,73	MPS	-0,04	AS	0,71	PI	0,5	99,5
SPS-29_44_R2	Silte	7,27	PS	0,01	AS	0,99	Ms	0,4	99,6
SPS-29_44_R3	Silte	7,75	PS	-0,06	AS	0,73	PI	0,3	99,7
SPS-29_51_R1	Silte	6,06	MPS	-0,31	MN	0,88	PI	23,8	76,2
SPS-29_51_R2	Silte	6,46	MPS	-0,36	MN	1,18	Lp	15,1	79,4
SPS-29_51_R3	Silte	7,21	MPS	-0,31	MN	1,16	Lp	11,3	84,18
SPS-29_52_R1	Silte	7,76	MPS	-0,08	AS	0,73	PI	1,3	98,65
SPS-29_52_R2	Silte	7,75	PS	0	AS	0,86	PI	0,89	99,11
SPS-29_52_R3	Silte	7,75	MPS	-0,04	AS	0,74	PI	1,4	98,58
SPS-29_53_R1	Silte	7,18	MPS	-0,33	MN	1,26	Lp	1,2	88,29
SPS-29_53_R2	Argila	8,12	MPS	-0,24	N	0,75	PI	1,1	98,89
SPS-29_53_R3	Silte	7,78	PS	-0,19	N	0,87	PI	1,5	98,49
SPS-29_54_R1	Silte	7,81	MPS	-0,05	AS	0,73	PI	0,3	99,74
SPS-29_54_R2	Silte	7,94	MPS	0,009	AS	0,72	PI	0,3	99,71
SPS-29_54_R3	Silte	7,56	PS	0,07	AS	0,78	PI	0,2	99,82

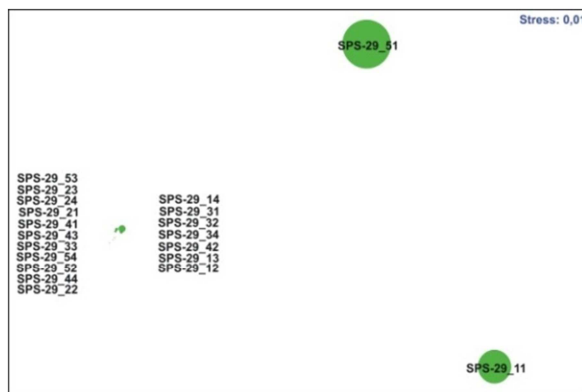
Grau de seleção: MPS - muito pobremente selecionado; PS - pobremente selecionada. Assimetria (Folk and Ward Method): AS – aproximadamente simétrica; P - positiva; N - negativa; MN - muito negativa; AS - assimétrica. Curtose (Folk and Ward Method): Ms - mesocúrtica; PI – platicúrtica; Mlp - muito leptocúrtica; Elp - extremamente leptocúrtica; Lp - 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 dos componentes granulométricos se encontram apresentados na figura VII.7.1.1-1.

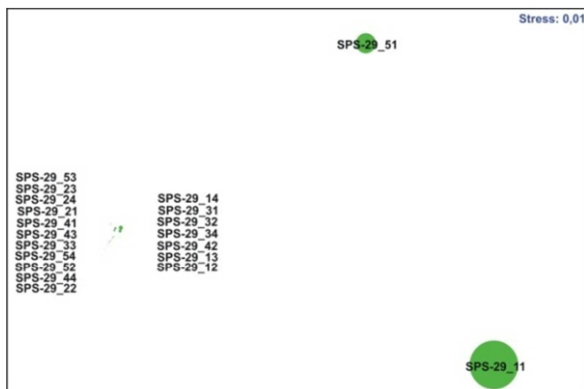
As similaridades entre estações variaram entre 64,11% (SPS-29_11 e SPS-29_51) e 99,40% (SPS-29_34 e SPS-29_41). Os componentes granulométricos predominantes foram o silte e a argila que responderam, em média, por 80,31% e 15,14%, respectivamente, do peso das amostras.



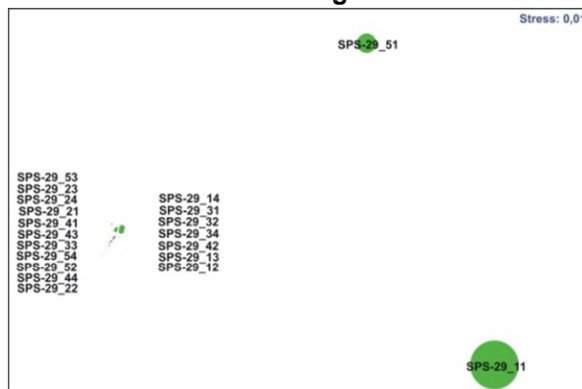
Cascalho



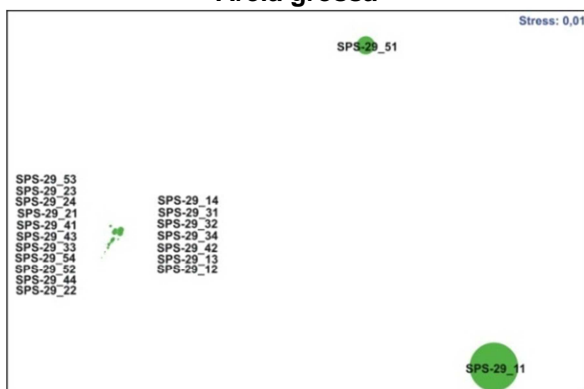
Areia muito grossa



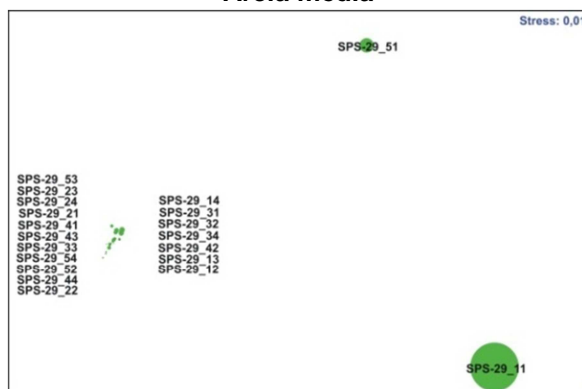
Areia grossa



Areia média



Areia fina



Areia muito fina

Continua

Continuação

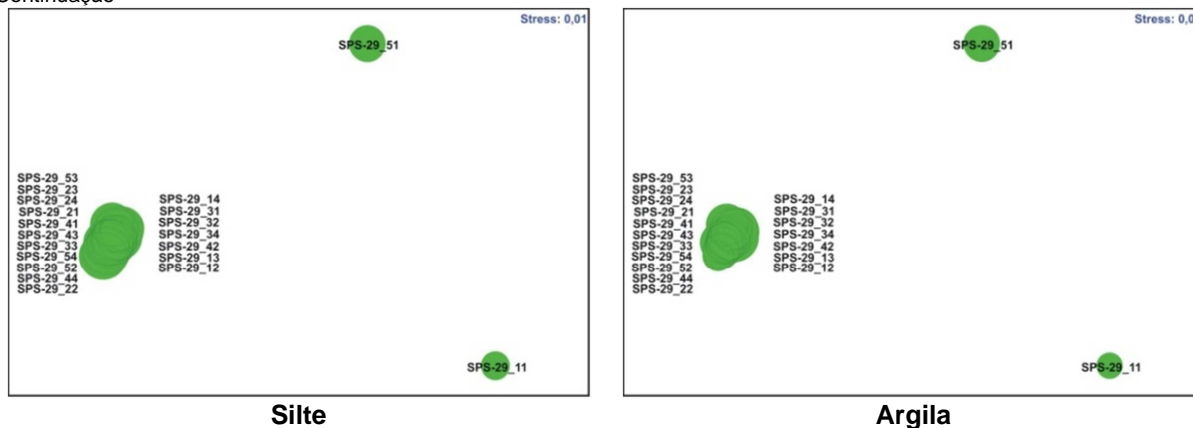


Figura VII.7.1.1-1 - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações. Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável – SPS-29.

A comparação dos resultados de SPS-29 com RS-BS mostrou que os substratos das duas áreas são distintos com similaridade pouco superior a 35% (figura VII.7.1.1-2), sugerindo que RS-BS não é adequada para ser utilizada como área de referência de SPS-29.

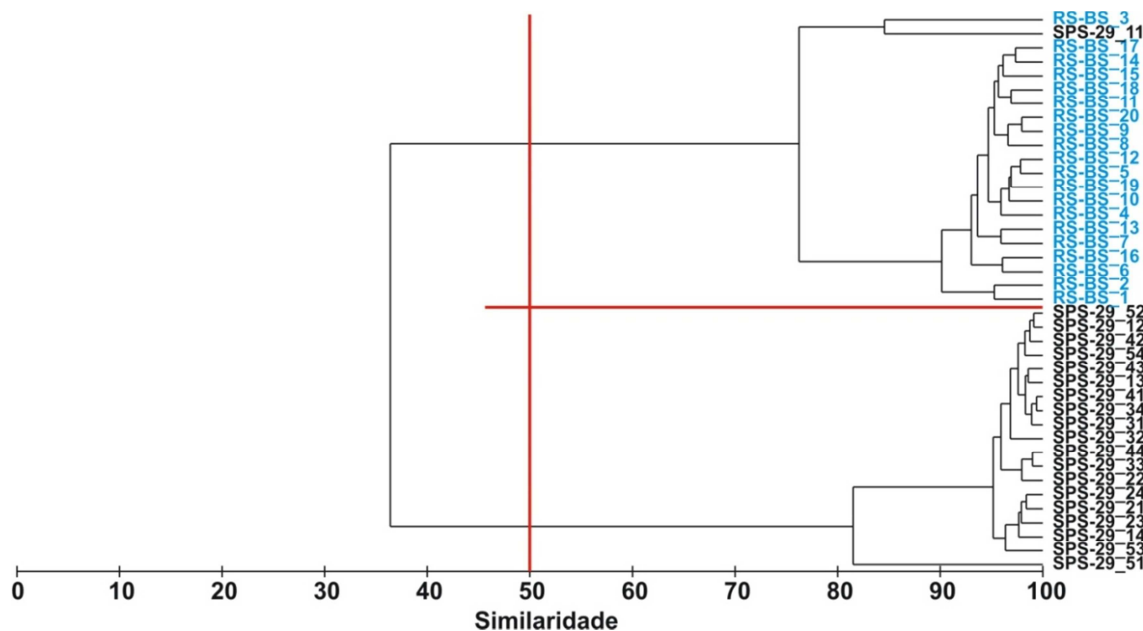


Figura VII.7.1.1-2 - Dendrograma representativo da similaridade granulométrica entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média.

VII.7.1.2 - Carbonatos

Os teores de carbonato (CO_3^{2-}), apresentados na tabela VII.7.1.2-1 e anexo VII.7.1.2-1 variaram entre 2,63 (SPS-29_54_R3) a 30,34% (SPS-29_11_R3). Vale destacar que os teores altos de carbonatos estão restritos à esta última estação, que foi a que apresentou as concentrações mais altas de areia.

Tabela VII.7.1.2-1 - Carbonatos (CO_3^{2-}) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.

Réplicas	CO_3^{2-} (%)	Réplicas	CO_3^{2-} (%)
SPS-29_11_R1	23,36	SPS-29_33_R1	3,43
SPS-29_11_R2	10,77	SPS-29_33_R2	3,06
SPS-29_11_R3	30,34	SPS-29_33_R3	3,90
SPS-29_12_R1	4,42	SPS-29_34_R1	4,81
SPS-29_12_R2	4,34	SPS-29_34_R2	3,97
SPS-29_12_R3	5,03	SPS-29_34_R3	4,96
SPS-29_13_R1	5,50	SPS-29_41_R1	4,66
SPS-29_13_R2	5,18	SPS-29_41_R2	4,69
SPS-29_13_R3	5,19	SPS-29_41_R3	4,74
SPS-29_14_R1	5,56	SPS-29_42_R1	4,20
SPS-29_14_R2	4,97	SPS-29_42_R2	4,50
SPS-29_14_R3	7,09	SPS-29_42_R3	3,82
SPS-29_21_R1	6,12	SPS-29_43_R1	3,17
SPS-29_21_R2	5,27	SPS-29_43_R2	2,98
SPS-29_21_R3	5,18	SPS-29_43_R3	3,43
SPS-29_22_R1	5,81	SPS-29_44_R1	3,66
SPS-29_22_R2	5,11	SPS-29_44_R2	3,05
SPS-29_22_R3	5,42	SPS-29_44_R3	5,58
SPS-29_23_R1	5,34	SPS-29_51_R1	10,75
SPS-29_23_R2	8,49	SPS-29_51_R2	9,72
SPS-29_23_R3	6,88	SPS-29_51_R3	8,30
SPS-29_24_R1	5,79	SPS-29_52_R1	4,57
SPS-29_24_R2	8,39	SPS-29_52_R2	4,21
SPS-29_24_R3	5,64	SPS-29_52_R3	4,51
SPS-29_31_R1	6,27	SPS-29_53_R1	4,42
SPS-29_31_R2	5,11	SPS-29_53_R2	4,57
SPS-29_31_R3	6,12	SPS-29_53_R3	22,33
SPS-29_32_R1	5,27	SPS-29_54_R1	4,77
SPS-29_32_R2	4,35	SPS-29_54_R2	4,66
SPS-29_32_R3	5,81	SPS-29_54_R3	2,63

O resultado da aplicação do teste estatístico constatou a existência de diferenças estatísticas significativas nas concentrações de carbonato ($F = 4,4672$; $P = 0,000034$) entre as estações (ANOVA, $p > 0,05$). Como observado na tabela VII.7.1.2-2, as diferenças concentram-se exclusivamente entre a estação SPS-29_11 (maior média entre as estações 21,49%) significativamente maior do que as demais estações: SPS-29_12 (4,60%), SPS-29_13 (5,29%), SPS-29_14 (5,87%), SPS-29_21 (5,52%), SPS-29_22 (5,45%), SPS-29_23 (6,90%), SPS-29_24 (6,61%), SPS-29_31 (5,83%), SPS-29_32 (5,14%), SPS-29_33 (3,46%), SPS-29_34 (4,58%), SPS-29_41 (4,70%), SPS-29_42 (3,82%), SPS-29_43 (3,19%), SPS-29_44 (4,09%), SPS-29_51 (9,59%), SPS-29_52 (4,43%), SPS-29_53 (10,44%) e SPS-29_54 (4,02%).

Tabela VII.7.1.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de Carbonato (CO_3^{2-}) entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 0 - 10 cm).

	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53
SPS-29_11																			
SPS-29_12	CO_3^{2-}																		
SPS-29_13	CO_3^{2-}																		
SPS-29_14	CO_3^{2-}																		
SPS-29_21	CO_3^{2-}																		
SPS-29_22	CO_3^{2-}																		
SPS-29_23	CO_3^{2-}																		
SPS-29_24	CO_3^{2-}																		
SPS-29_31	CO_3^{2-}																		
SPS-29_32	CO_3^{2-}																		
SPS-29_33	CO_3^{2-}																		
SPS-29_34	CO_3^{2-}																		
SPS-29_41	CO_3^{2-}																		
SPS-29_42	CO_3^{2-}																		
SPS-29_43	CO_3^{2-}																		
SPS-29_44	CO_3^{2-}																		
SPS-29_51	CO_3^{2-}																		
SPS-29_52	CO_3^{2-}																		
SPS-29_53	CO_3^{2-}																		
SPS-29_54	CO_3^{2-}																		

VII.7.1.3 -Constituintes Orgânicos

VII.7.1.3.1 - Estrato 0 - 2 cm

Na tabela VII.7.1.3.1-1 e no anexo VII.7.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica nos sedimentos. Os teores de carbono orgânico total (COT) e matéria orgânica total (MOT) variaram, respectivamente, de 0,89% e 1,547% (SPS-29_43_R3) a 3,68% e 6,35% (SPS-29_11_R3). Neste estrato, os teores de COT equivalem, em média, a 57,83% do conteúdo total de matéria orgânica total (MOT). As concentrações de nitrogênio total (N total) variaram de 241 mg.kg⁻¹ (SPS-29_11_R3) a 2195 mg.kg⁻¹ (SPS-29_33_R2), enquanto os teores de fósforo total (P total) variaram de 368 mg.kg⁻¹ (SPS-29_23_R3) a 896 mg.kg⁻¹ (SPS-29_24_R3). As razões molares C/N e C/P apresentam médias, respectivamente, de 12,1 e 48,8.

Tabela VII.7.1.3.1-1 - 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 SPS-29 - Bacia de Santos.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_11_R1	2,67	1,55	1047	620	17,25	64,52
SPS-29_11_R2	2,25	1,31	1921	676	7,93	49,89
SPS-29_11_R3	6,35	3,68	241	601	178,38	158,39
SPS-29_12_R1	2,30	1,33	2011	677	7,73	50,82
SPS-29_12_R2	2,41	1,40	2009	810	8,13	44,66
SPS-29_12_R3	1,64	0,95	2027	692	5,49	35,58
SPS-29_13_R1	2,02	1,17	2042	754	6,71	40,24
SPS-29_13_R2	2,53	1,47	2044	728	8,38	52,10
SPS-29_13_R3	3,08	1,79	1931	767	10,79	60,16
SPS-29_14_R1	3,06	1,77	2070	690	10,00	66,44
SPS-29_14_R2	2,93	1,70	1830	757	10,85	58,08
SPS-29_14_R3	2,52	1,45	1691	710	10,03	52,89

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_21_R1	1,99	1,15	1379	593	9,74	50,13
SPS-29_21_R2	2,32	1,34	1446	826	10,80	41,87
SPS-29_21_R3	2,81	1,62	1487	832	12,74	50,40
SPS-29_22_R1	2,48	1,43	1415	622	11,83	59,57
SPS-29_22_R2	1,86	1,08	1447	586	8,68	47,47
SPS-29_22_R3	1,91	1,10	1337	633	9,61	44,97
SPS-29_23_R1	1,82	1,05	1552	591	7,92	46,04
SPS-29_23_R2	1,80	1,04	1208	734	10,02	36,50
SPS-29_23_R3	1,66	0,96	1289	368	8,68	67,35
SPS-29_24_R1	1,86	1,08	1554	575	8,07	48,32
SPS-29_24_R2	1,83	1,06	1502	757	8,20	36,03
SPS-29_24_R3	2,04	1,18	1821	896	7,55	33,98
SPS-29_31_R1	1,75	1,01	1623	538	7,25	48,45
SPS-29_31_R2	1,95	1,12	1925	635	6,81	45,74
SPS-29_31_R3	1,74	1,01	1936	646	6,07	40,25
SPS-29_32_R1	1,73	1,00	282	549	41,25	46,91
SPS-29_32_R2	1,96	1,13	1586	523	8,33	55,93
SPS-29_32_R3	1,94	1,12	1864	667	7,00	43,34
SPS-29_33_R1	2,16	1,25	1921	549	7,56	58,61
SPS-29_33_R2	1,89	1,09	2195	630	5,81	44,83
SPS-29_33_R3	1,97	1,14	2152	635	6,16	46,26
SPS-29_34_R1	1,80	1,04	826	620	14,71	43,41
SPS-29_34_R2	1,87	1,08	2183	582	5,78	48,03
SPS-29_34_R3	1,92	1,11	1682	598	7,68	47,85
SPS-29_41_R1	1,64	0,95	1744	687	6,35	35,70
SPS-29_41_R2	1,81	1,05	1780	573	6,85	47,13
SPS-29_41_R3	1,79	1,03	1702	523	7,09	51,09
SPS-29_42_R1	2,14	1,24	1839	578	7,84	55,23
SPS-29_42_R2	1,94	1,12	1754	552	7,45	52,45
SPS-29_42_R3	2,02	1,17	1791	574	7,62	52,64
SPS-29_43_R1	1,94	1,12	1672	591	7,82	49,00
SPS-29_43_R2	1,55	0,90	1810	532	5,78	43,58
SPS-29_43_R3	1,55	0,89	1749	623	5,96	37,05
SPS-29_44_R1	1,85	1,07	2036	649	6,12	42,50
SPS-29_44_R2	1,94	1,12	2074	584	6,30	49,58
SPS-29_44_R3	2,04	1,18	1068	693	12,88	43,95

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_51_R1	1,74	1,01	1263	550	9,31	47,35
SPS-29_51_R2	1,91	1,11	1051	687	12,27	41,56
SPS-29_51_R3	2,49	1,44	1235	684	13,60	54,37
SPS-29_52_R1	1,96	1,13	1242	689	10,63	42,44
SPS-29_52_R2	1,81	1,05	1433	726	8,52	37,23
SPS-29_52_R3	1,70	0,98	1215	647	9,46	39,32
SPS-29_53_R1	2,05	1,18	1308	646	10,56	47,34
SPS-29_53_R2	1,79	1,04	1291	688	9,35	38,86
SPS-29_53_R3	1,83	1,06	1658	752	7,44	36,30
SPS-29_54_R1	1,76	1,02	1441	723	8,22	36,30
SPS-29_54_R2	1,81	1,04	1429	699	8,53	38,59
SPS-29_54_R3	1,79	1,03	1510	610	7,98	43,72

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas entre as réplicas dos parâmetros sedimentológicos (MOT, COT, P total, e N total) neste estrato na área de SPS-29 são apresentados na tabela VII.7.1.3.1-2. Como observado diferenças estatísticas significativas ocorrem apenas nas concentrações de MOT e COT.

Tabela VII.7.1.3.1-2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,2537	0,015177
COT	2,2722	0,014358
N total	1,119	0,05267
P total	1,461	0,056277

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.7.1.3.1-3, a seguir, são apresentadas as estações onde foram observadas diferenças significativas entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos.

A MOT mostra diferenças entre a estação SPS-29_11 (3,76%) significativamente superior a média nas estações SPS-29_23 (1,76%), SPS-29_24 (1,91%), SPS-29_31 (1,81%), SPS-29_32 (1,87%), SPS-29_33 (20,05%), SPS-29_34 (1,86%), SPS-29_41 (1,75%), SPS-29_43 (1,68%), SPS-29_44 (1,94%), SPS-29_52 (1,82%), SPS-29_53 (1,89%) e SPS-29_54 (1,78%).

O COT mostra diferenças exclusivamente entre a estação SPS-29_11 (2,18%) significativamente diferente das médias das estações SPS-29_23 (1,02%), SPS-29_24 (1,10%), SPS-29_31 (1,05%), SPS-29_32 (1,08%), SPS-29_33 (1,16%), SPS-29_34 (1,08%), SPS-29_41 (1,01%), SPS-29_42 (1,18%), SPS-29_43 (0,97%), SPS-29_44 (1,12%), SPS-29_52 (1,05%), SPS-29_53 (1,09%) e SPS-29_54 (1,03%).

Tabela VII.7.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).

	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53
SPS-29_11																			
SPS-29_12																			
SPS-29_13																			
SPS-29_14																			
SPS-29_21																			
SPS-29_22																			
SPS-29_23	MOT; COT																		
SPS-29_24	MOT; COT																		
SPS-29_31	MOT; COT																		
SPS-29_32	MOT; COT																		
SPS-29_33	MOT; COT																		
SPS-29_34	MOT; COT																		
SPS-29_41	MOT; COT																		
SPS-29_42	COT																		
SPS-29_43	MOT; COT																		
SPS-29_44	MOT; COT																		
SPS-29_51																			
SPS-29_52	MOT; COT																		
SPS-29_53	MOT; COT																		
SPS-29_54	MOT; COT																		

VII.7.1.3.2 - Estrato 2 - 5 cm

Na tabela VII.7.1.3.2-1 e no anexo VII.7.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica nos sedimentos. O COT e a MOT variaram de 0,92% e 1,59% (SPS-29_52_R2) a 4,05% e 6,99% (SPS-29_11_R3). Em média, o COT equivale a 57,83% da MOT. As concentrações de N total, neste estrato, variam entre 380 mg.kg⁻¹ (SPS-29_11_R3) a 2462 mg.kg⁻¹ (SPS-29_32_R1), o P total variou de 517 mg.kg⁻¹ (SPS-29_34_R1) a 830 mg.kg⁻¹ (SPS-29_23_R3), enquanto as razões C/N e C/P apresentaram, respectivamente, médias de 11,01 e 48,83.

Tabela VII.7.1.3.2-1- 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 SPS-29 - Bacia de Santos.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P Molar
SPS-29_11_R1	2,96	1,72	624	636	32,13	69,79
SPS-29_11_R2	2,33	1,35	1.508	602	10,44	57,90
SPS-29_11_R3	6,99	4,05	380	681	124,49	153,82
SPS-29_12_R1	1,87	1,08	1.629	654	7,75	42,75
SPS-29_12_R2	2,32	1,34	1.825	639	8,59	54,33
SPS-29_12_R3	2,07	1,20	1.770	733	7,90	42,26
SPS-29_13_R1	1,76	1,02	1.962	800	6,07	32,99
SPS-29_13_R2	2,23	1,30	2.055	809	7,36	41,39
SPS-29_13_R3	2,29	1,33	1.692	749	9,14	45,72
SPS-29_14_R1	2,17	1,26	1.590	635	9,25	51,28
SPS-29_14_R2	2,62	1,52	1.867	692	9,51	56,83
SPS-29_14_R3	2,40	1,39	1.748	688	9,27	52,15
SPS-29_21_R1	2,74	1,58	1.622	657	11,38	62,22
SPS-29_21_R2	2,14	1,24	1.793	545	8,06	58,69
SPS-29_21_R3	2,03	1,17	1.558	677	8,79	44,79
SPS-29_22_R1	2,62	1,51	1.594	565	11,07	69,16
SPS-29_22_R2	1,83	1,06	1.742	589	7,07	46,28
SPS-29_22_R3	1,82	1,05	1.742	655	7,04	41,49
SPS-29_23_R1	1,71	0,99	1.885	642	6,13	39,86

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P Molar
SPS-29_23_R2	1,75	1,01	1.356	675	8,71	38,75
SPS-29_23_R3	1,76	1,02	1.450	830	8,20	31,73
SPS-29_24_R1	2,03	1,17	1.670	616	8,19	49,19
SPS-29_24_R2	1,80	1,04	1.493	561	8,13	47,93
SPS-29_24_R3	1,85	1,07	2.045	576	6,10	47,93
SPS-29_31_R1	2,15	1,24	1.963	655	7,37	48,92
SPS-29_31_R2	2,06	1,19	1.561	600	8,91	51,31
SPS-29_31_R3	1,83	1,06	1.483	650	8,34	42,13
SPS-29_32_R1	1,84	1,06	2.462	586	5,04	46,85
SPS-29_32_R2	2,04	1,18	2.238	553	6,14	55,03
SPS-29_32_R3	2,06	1,19	2.017	570	6,89	53,96
SPS-29_33_R1	1,95	1,13	1.921	575	6,85	50,65
SPS-29_33_R2	1,84	1,06	1.801	612	6,89	44,89
SPS-29_33_R3	1,85	1,07	2.069	549	6,02	50,23
SPS-29_34_R1	2,00	1,16	1.841	517	7,34	57,86
SPS-29_34_R2	2,12	1,22	1.992	563	7,17	56,15
SPS-29_34_R3	1,89	1,09	769	628	16,55	44,88
SPS-29_41_R1	1,89	1,09	1.643	642	7,75	43,93
SPS-29_41_R2	1,97	1,14	1.562	587	8,50	50,10
SPS-29_41_R3	2,03	1,17	2.077	666	6,57	45,40
SPS-29_42_R1	1,86	1,07	1.489	610	8,40	45,40
SPS-29_42_R2	2,01	1,16	846	627	16,02	47,86
SPS-29_42_R3	1,98	1,15	1.406	679	9,50	43,57
SPS-29_43_R1	1,85	1,07	1.509	570	8,27	48,48
SPS-29_43_R2	1,72	0,99	1.283	575	9,03	44,61
SPS-29_43_R3	1,82	1,05	1.655	603	7,41	45,02
SPS-29_44_R1	1,85	1,07	2.183	523	5,71	52,77
SPS-29_44_R2	1,94	1,12	1.470	619	8,87	46,67
SPS-29_44_R3	2,03	1,17	1.398	583	9,79	52,00
SPS-29_51_R1	1,77	1,02	1.078	643	11,07	41,08
SPS-29_51_R2	2,50	1,44	1.091	636	15,45	58,68
SPS-29_51_R3	2,28	1,32	1.235	674	12,45	50,50
SPS-29_52_R1	1,71	0,99	1.284	658	9,00	38,87
SPS-29_52_R2	1,59	0,92	1.256	646	8,51	36,65
SPS-29_52_R3	1,80	1,04	1.200	711	10,10	37,75
SPS-29_53_R1	2,06	1,19	1.284	772	10,84	39,92
SPS-29_53_R2	1,82	1,05	1.381	715	8,86	37,90

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P Molar
SPS-29_53_R3	1,73	1,00	1.314	693	8,87	37,22
SPS-29_54_R1	1,64	0,95	1.452	694	7,61	35,24
SPS-29_54_R2	1,79	1,03	1.305	715	9,22	37,28
SPS-29_54_R3	1,70	0,98	1.336	815	8,56	31,06

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 SPS-29 são apresentados na tabela VII.7.1.3.2-2.

Quando se considera todas as réplicas de todas as estações, são observadas diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de MOT, COT, N total e P total.

Tabela VII.7.1.3.2-2– Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	2,1349	0,021633
COT	2,1497	0,020697
N total	3,709	0,000237
P total	5,47	0,000003

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.7.1.3.2-3, a seguir, são apresentadas as estações onde foram observadas diferenças significativas entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos.

A MOT apresenta diferenças exclusivamente entre a estação SPS-29_11 (4,09%) significativamente maior do que as médias das estações SPS-29_12 (2,08%), SPS-29_13 (2,09%), SPS-29_22 (2,09%), SPS-29_23 (1,74%), SPS-29_24 (1,89%), SPS-29_31 (1,91%), SPS-29_32 (1,98%), SPS-29_33

(1,88%), SPS-29_34 (2,00%), SPS-29_41 (1,96%), SPS-29_42 (1,95%), SPS-29_43 (1,80%), SPS-29_44 (1,94%), SPS-29_51 (2,18%), SPS-29_52 (1,70%), SPS-29_53 (1,87%) e SPS-29_54 (1,71%). O COT apresenta diferenças estatísticas significativas entre estação SPS-29_11 (média de 2,37%) e as estações SPS-29_12 (1,21%), SPS-29_13 (1,21%), SPS-29_22 (1,21%), SPS-29_23 (1,01%), SPS-29_24 (1,09%), SPS-29_31 (1,10%), SPS-29_32 (1,14%), SPS-29_33 (1,09%), SPS-29_34 (1,16%), SPS-29_41 (1,13%), SPS-29_42 (1,13%), SPS-29_43 (1,04%), SPS-29_44 (1,12%), SPS-29_51 (1,26%), SPS-29_52 (0,98%), SPS-29_53 (1,08%) e SPS-29_54 (0,99%).

O N total mostra diferenças entre estação SPS-29_11 (média de 837 mg.kg⁻¹) significativamente menor do que a média nas estações SPS-29_12 (1.741 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (1.903 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (1.735 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (1.736 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (2.239 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (1930 mg.kg⁻¹) e SPS-29_41 (1.761 mg.kg⁻¹), a estação SPS-29_32 (2.239 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das estações SPS-29_42 (1.247 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (1.684 mg.kg⁻¹), SPS-29_51 (1.135 mg.kg⁻¹) e SPS-29_52 (1.247 mg.kg⁻¹).

O P total apresenta diferenças significativas entre a estação SPS-29_13 (786 mg.kg⁻¹) significativamente maior do que as médias nas estações SPS-29_11 (640 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (626 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (603 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (584 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (612 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (570 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (579 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (569 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (632 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (639 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (583 mg.kg⁻¹) e SPS-29_44 (575 mg.kg⁻¹), a estação SPS-29_23 (716 mg.kg⁻¹) é maior do que a médias das estações SPS-29_32 (570 mg.kg⁻¹) e SPS-29_34 (569 mg.kg⁻¹), a estação SPS-29_53 (727 mg.kg⁻¹) é diferente significativamente das estações SPS-29_32 (570 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (579 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (569 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (583 mg.kg⁻¹) e SPS-29_44 (575 mg.kg⁻¹), a média da estação SPS-29_54 (741 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do as médias das estações SPS-29_24 (584 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (570 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (579 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (569 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (583 mg.kg⁻¹) e SPS-29_44 (575 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.7.1.3.2-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 2 - 5 cm).

	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53
SPS-29_11			Ptotal																
SPS-29_12	MOT; COT; Ntotal																		
SPS-29_13	MOT; COT; Ntotal																		
SPS-29_14	Ntotal																		
SPS-29_21			Ptotal																
SPS-29_22	MOT; COT		Ptotal																
SPS-29_23	MOT; COT																		
SPS-29_24	MOT; COT; Ntotal		Ptotal																
SPS-29_31	MOT; COT		Ptotal																
SPS-29_32	MOT; COT; Ntotal		Ptotal				Ptotal												
SPS-29_33	MOT; COT; Ntotal		Ptotal																
SPS-29_34	MOT; COT		Ptotal				Ptotal												
SPS-29_41	MOT; COT; Ntotal		Ptotal																
SPS-29_42	MOT; COT		Ptotal							Ntotal									
SPS-29_43	MOT; COT		Ptotal																
SPS-29_44	MOT; COT		Ptotal							Ntotal									
SPS-29_51	MOT; COT									Ntotal									
SPS-29_52	MOT; COT									Ntotal									
SPS-29_53	MOT; COT									Ptotal	Ptotal	Ptotal			Ptotal	Ptotal			
SPS-29_54	MOT; COT							Ptotal		Ptotal	Ptotal	Ptotal			Ptotal	Ptotal			

VII.7.1.3.3 - Estrato 5 - 10 cm

Na tabela VII.7.1.3.3-1 e no anexo VII.7.1.2-1 estão apresentadas as concentrações dos parâmetros descritores da matéria orgânica nos sedimentos. Considerando todas as réplicas das 16 estações, o conteúdo de MOT e COT variou de 1,64 e 0,95% (SPS-29_14_R1) a 5,15 e 2,99% (SPS-29_11_R3). O COT representou, em média, 57,83% da MOT.

As concentrações de N total apresentaram faixa de variação 265 mg.kg⁻¹ (SPS-29_11_R3) a 2.695 mg.kg⁻¹ (SPS-29_33_R3), enquanto P total variou de 510 mg.kg⁻¹ (SPS-29_31_R3) a 901 mg.kg⁻¹ (SPS-29_24_R1). As razões molares C/N e C/P apresentaram médias de 10,80 e 48,27, respectivamente.

Tabela VII.7.1.3.3-1 - 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 SPS-29 - Bacia de Santos.

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_11_R1	2,57	1,49	574	671	30,31	57,41
SPS-29_11_R2	3,04	1,76	1121	664	18,33	68,51
SPS-29_11_R3	5,15	2,99	265	634	131,58	121,78
SPS-29_12_R1	2,22	1,29	1791	678	8,41	49,17
SPS-29_12_R2	1,75	1,02	1472	643	8,07	40,90
SPS-29_12_R3	2,25	1,30	1675	702	9,08	47,98
SPS-29_13_R1	1,89	1,09	1806	659	7,07	42,91
SPS-29_13_R2	2,15	1,25	1689	764	8,61	42,15
SPS-29_13_R3	2,66	1,55	2056	694	8,77	57,54
SPS-29_14_R1	2,02	1,17	1483	677	9,22	44,70
SPS-29_14_R2	1,64	0,95	1780	706	6,20	34,64
SPS-29_14_R3	2,46	1,42	na	708	-	51,75
SPS-29_21_R1	2,79	1,61	1586	548	11,86	76,00
SPS-29_21_R2	2,44	1,41	1642	582	10,00	62,45
SPS-29_21_R3	2,29	1,32	1535	682	10,06	50,12
SPS-29_22_R1	2,20	1,27	1553	635	9,55	51,72
SPS-29_22_R2	1,88	1,09	1502	623	8,43	44,99

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_22_R3	1,84	1,06	1579	887	7,84	30,89
SPS-29_23_R1	1,95	1,13	1.827	838	7,19	34,69
SPS-29_23_R2	1,86	1,07	1.239	672	10,11	41,29
SPS-29_23_R3	1,91	1,10	1.873	695	6,86	40,93
SPS-29_24_R1	1,74	1,01	1.476	901	7,96	28,88
SPS-29_24_R2	1,81	1,04	1.877	586	6,49	46,00
SPS-29_24_R3	1,83	1,05	2.002	623	6,15	43,74
SPS-29_31_R1	1,70	0,98	2.071	613	5,54	41,43
SPS-29_31_R2	1,87	1,08	1.739	543	7,24	51,31
SPS-29_31_R3	1,93	1,12	1.864	510	6,98	56,52
SPS-29_32_R1	1,78	1,03	2.300	529	5,23	50,31
SPS-29_32_R2	2,02	1,17	1.776	552	7,66	54,60
SPS-29_32_R3	1,91	1,10	1.830	682	7,03	41,79
SPS-29_33_R1	1,86	1,07	1.989	641	6,29	43,24
SPS-29_33_R2	2,01	1,16	1.797	609	7,54	49,28
SPS-29_33_R3	2,05	1,19	2.695	552	5,13	55,47
SPS-29_34_R1	1,96	1,13	1.764	549	7,48	53,24
SPS-29_34_R2	2,28	1,32	2.054	655	7,47	51,88
SPS-29_34_R3	1,94	1,12	1.836	613	7,13	47,30
SPS-29_41_R1	1,99	1,15	2.040	606	6,59	49,12
SPS-29_41_R2	1,72	1,00	1.750	586	6,64	43,88
SPS-29_41_R3	1,66	0,96	2.165	593	5,18	41,86
SPS-29_42_R1	2,33	1,34	1.924	658	8,15	52,77
SPS-29_42_R2	2,21	1,27	1.897	512	7,84	64,30
SPS-29_42_R3	2,08	1,20	1.960	611	7,14	50,71
SPS-29_43_R1	1,82	1,05	1.653	581	7,40	46,64
SPS-29_43_R2	1,79	1,03	2.013	566	5,99	47,15
SPS-29_43_R3	1,93	1,11	1.136	602	11,44	47,78
SPS-29_44_R1	2,00	1,15	2.250	643	5,98	46,32
SPS-29_44_R2	1,88	1,08	1.640	586	7,71	47,77
SPS-29_44_R3	2,18	1,26	885	660	16,64	49,41
SPS-29_51_R1	1,77	1,02	1.001	594	11,89	44,37
SPS-29_51_R2	2,46	1,42	1.160	704	14,31	52,22
SPS-29_51_R3	1,83	1,06	1.471	614	8,38	44,48
SPS-29_52_R1	1,92	1,11	1.370	617	9,42	46,33
SPS-29_52_R2	1,93	1,12	1.409	621	9,26	46,50
SPS-29_52_R3	1,70	0,98	1.366	758	8,38	33,45

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg ⁻¹	P total mg.kg ⁻¹	C/N molar	C/P molar
SPS-29_53_R1	1,83	1,06	1.347	658	9,15	41,46
SPS-29_53_R2	1,68	0,97	1.292	671	8,74	37,26
SPS-29_53_R3	1,76	1,01	1.634	648	7,24	40,42
SPS-29_54_R1	1,82	1,05	1.461	651	8,40	41,74
SPS-29_54_R2	1,78	1,03	1.510	724	7,97	36,78
SPS-29_54_R3	1,79	1,03	1.381	741	8,73	36,02

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos entre todas as réplicas (estrato de 5 - 10 cm) coletadas na área de SPS-29 na Bacia de Santos demonstram a existência de diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de MOT, COT e N total (tabela VII.7.1.3.3-2).

Tabela VII.7.1.3.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	3,585	0,000332
COT	3,617	0,000304
N total	3,932	0,000146
P total	1,642	0,092351

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.7.1.3.3-3, a seguir, são apresentadas as estações onde foram observadas diferenças significativas entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos.

A MOT apresenta diferenças entre a estação SPS-29_11 (média de 3,59%) significativamente superior a média nas estações SPS-29_12 (2,08%), SPS_29_13 (2,23%), SPS-29_14 (2,04%), SPS-29_22 (1,97%), SPS-29_23 (1,90%), SPS-29_24 (1,79%), SPS-29_31 (1,83%), SPS-29_32 (1,90%),

SPS-29_33 (1,97%), SPS-29_34 (2,06%), SPS-29_41 (1,79%), SPS-29_42 (2,20%), SPS-29_43 (1,84%), SPS-29_44 (2,02%), SPS-29_51 (2,02%), SPS-29_52 (1,85%), SPS-29_53 (1,75%) e SPS-29_54 (1,80%).

O COT mostra diferenças significativas entre a estação SPS-29_11 (média de 2,08%) significativamente superior a média nas estações SPS-29_12 (1,20%), SPS_29_13 (1,30%), SPS-29_14 (1,18%), SPS-29_22 (1,14%), SPS-29_23 (1,10%), SPS-29_24 (1,04%), SPS-29_31 (1,06%), SPS-29_32 (1,10%), SPS-29_33 (1,14%), SPS-29_34 (1,19%), SPS-29_41 (1,04%), SPS-29_42 (1,27%), SPS-29_43 (1,07%), SPS-29_44 (1,17%), SPS-29_51 (1,17%), SPS-29_52 (1,07%), SPS-29_53 (1,01%) e SPS-29_54 (1,04%).

O N total mostra diferenças significativas que se concentram entre a estação SPS-29_11 (média de 653 mg.kg⁻¹) significativamente inferior a média nas estações SPS-29_12 (1.646 mg.kg⁻¹), SPS_29_13 (1.850 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (1.632 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (1.588 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (1.646 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (1.785 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (1.891 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (1.969 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (2.160 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (1.885 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (1.985 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (1.927 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (1.601 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (1.592 mg.kg⁻¹).

Tabela VII.7.1.3.3-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (estrato de 5 - 10 cm).

	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29	SPS-29
	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	34	41	42	43	44	51	52	53
SPS-29_11																			
SPS-29_12	MOT; COT; N total																		
SPS-29_13	MOT; COT; N total																		
SPS-29_14	MOT; COT; N total																		
SPS-29_21	Ntotal																		
SPS-29_22	MOT; COT																		
SPS-29_23	MOT; COT; N total																		
SPS-29_24	MOT; COT; N total																		
SPS-29_31	MOT; COT; N total																		
SPS-29_32	MOT; COT; N total																		
SPS-29_33	MOT; COT; N total																		
SPS-29_34	MOT; COT; N total																		
SPS-29_41	MOT; COT; N total																		
SPS-29_42	MOT; COT; N total																		
SPS-29_43	MOT; COT; N total																		
SPS-29_44	MOT; COT; N total																		
SPS-29_51	MOT; COT										N total								
SPS-29_52	MOT; COT																		
SPS-29_53	MOT; COT																		
SPS-29_54	MOT; COT																		

VII.7.1.3.4 - Comparação entre Estratos

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$), considerando todas as réplicas das amostras, nos três estratos, coletadas em SPS-29, mostram que não ocorrem diferenças estatísticas significativas entre os estratos para nenhum dos parâmetros analisados (tabela VII.7.1.4-1).

Tabela VII.7.1.4-1– Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de SPS-29 - Bacia de Santos.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
MOT	0,055	0,946299
COT	0,056	0,945890
N total	0,148	0,862248
P total	0,06	0,940113

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Nas tabelas VII.7.1.4-2 e VII.7.1.4-3, abaixo, são apresentados os valores de média e desvio padrão para cada um dos estratos, por parâmetro (descritores da matéria orgânica, granulométricos e carbonato), comparados a área de Referência Sul (RS-BS).

Do ponto de vista granulométrico, a área de SPS-29 apresenta diferenças marcantes em relação à área de Referência Sul (RS-BS), com predomínio de silte e 5 vezes menos CO_3^{2-} do que na área de Referência Sul.

Tabela VII.7.1.4-2– Concentração média e desvio padrão dos parâmetros granulométricos e CO_3^{2-} no estrato de 0 - 10 cm, nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos comparados aos valores encontrados na área de Referência Sul (RS-BS).

			Classif Wentworth	Média e desvio	Grau de seleção	Assimetria	Curtose	CO_3^{2-} (%)
SPS-29 0 a 2cm	X		Silte	7,7	PS/MPS	N/AS	0,82	6,27
	DP			0,80	-	-	0,15	4,80
RS-BS 0 a 2cm	X		Areia fina	2,82	MPS	P/MP	0,94	32
	DP		-	0,71	-	-	0,07	1,31

Grau de seleção: MPS - muito pobremente selecionado; PS - pobremente selecionada. Mediana = $D_{50}(\Phi)$.
Assimetria (Folk and Ward Method): P - positiva; N - negativa; MP - muito positiva; AS - assimétrica.

Com relação aos parâmetros descritores da matéria orgânica (tabela VII.7.1.4-3), observa-se que a área de SPS-29 apresenta menores concentrações de MOT e COT, porém com maiores teores de N total e concentrações semelhantes P total em comparação a RS-BS. Tanto a razão C/N quanto a razão C/P são maiores em RS-BS.

Tabela VII.7.1.4-3– Concentração média e desvio padrão dos parâmetros descritores da matéria orgânica MOT, COT, N total, P total e razões C/N e C/P, por estrato nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos (n=16) comparados aos valores encontrados na área de Referência Sul (RS-BS).

			MOT (%)	COT (%)	N total (mg.kg⁻¹)	P total (mg.kg⁻¹)	C/N	C/P
SPS-29 0 a 2cm	X		2,09	1,21	1592,9	648,8	12,1	48,8
	DP		0,66	0,39	408,9	90,9	22,4	16,4
RS-BS 0 a 2cm	X		4,05	2,34	740,5	637,4	40,4	99
	DP		0,87	0,50	194	133,9	17,2	21,1
SPS-29 2 a 5 cm	X		2,08	1,21	1574,2	643,7	11,0	48,8
	DP		0,70	0,41	389,1	72,1	15,4	16,1
RS-BS 2 a 5 cm	X		4,23	2,45	656,9	651	46,7	100,6
	DP		0,91	0,53	153,5	147,6	21,3	27,1
SPS-29 5 a 10 cm	X		2,06	1,19	1641,2	645,4	10,8	48,3
	DP		0,50	0,29	405,8	79,0	16,4	12,9
RS-BS 5 a 10 cm	X		4,30	2,49	522,2	640	58,3	104,3
	DP		0,91	0,53	104,7	152,4	19,4	27,4

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 & Eadie (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 Bertiooga – SP encontrou razão C/N superior a 20, indicativo de influência terrígena naquele ambiente. Portanto, pelos dados apresentados na tabela III.1.6-3, na área de SPS-29 onde ocorrem valores médios da razão C/N próximos de 10 pode-se supor pela predominância de matéria orgânica oriunda de material marinho de algas.

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 apresentou média de 11,3 e faixa de variação de 5,0 a 178,4. Já os valores obtidos para as razões C/P foram de 48,6 em média e apresentaram uma faixa de 28,9 a 158,4.

A figura VII.7.1.4-1, abaixo, mostra que, de um modo geral, os parâmetros analisados apresentam padrão de distribuição de concentração homogêneo ao longo do perfil vertical do sedimento (0 - 10 cm). Com exceção da estação SPS-29_11_R1, que mostra valores mais elevados, as demais apresentam padrão semelhante ao longo do perfil.

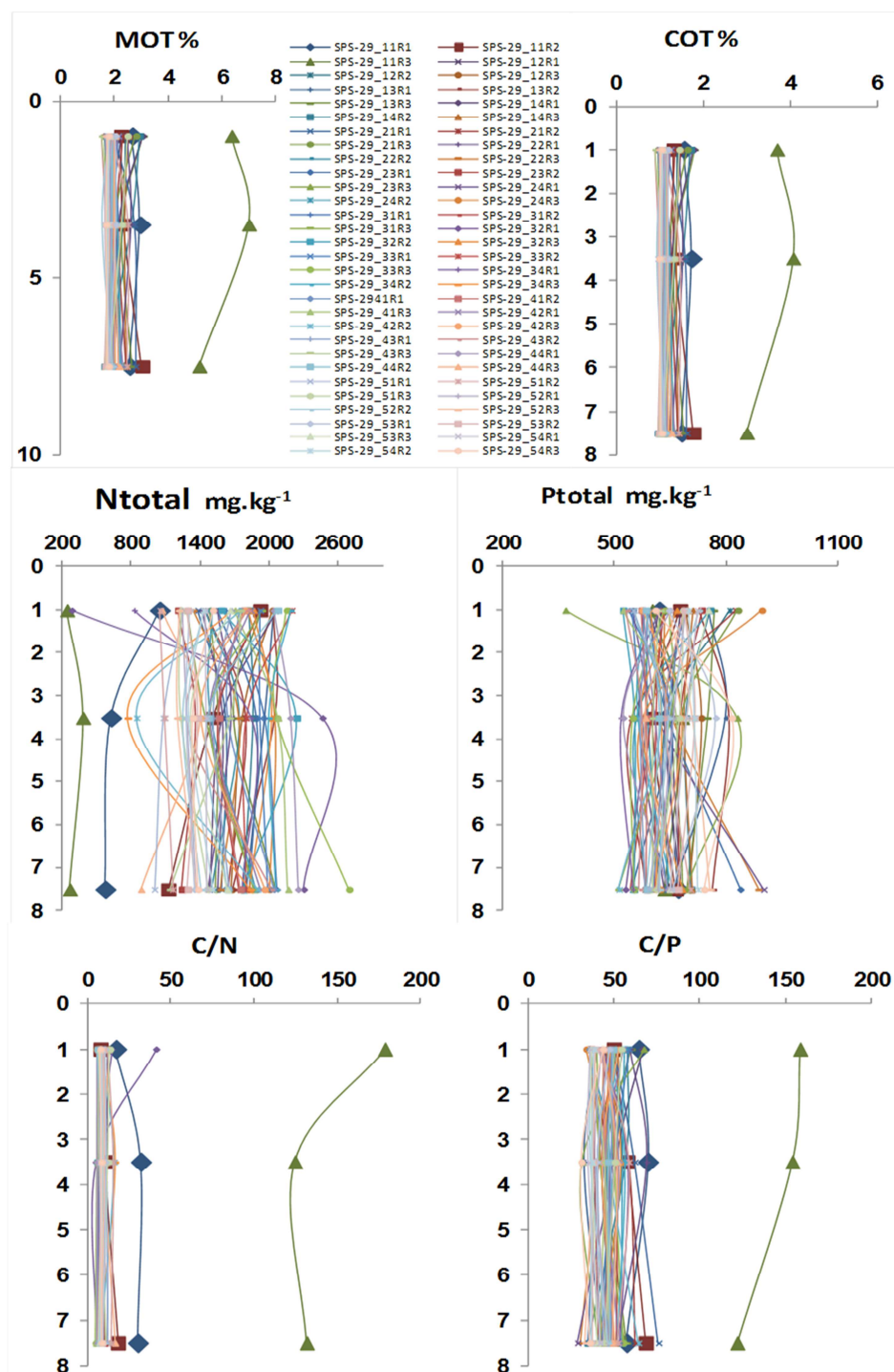


Figura VII.7.1.4-1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos da área de SPS-29 - Bacia de Santos.

VII.7.2 - Hidrocarbonetos

VII.7.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)

Conforme observado na tabela VII.7.2.1-1 e anexo VII.7.2.1-1, em SPS-29 os totais médios de concentração dos 37 HPAs medidos apresentaram faixa de variação de não detectadas (nd), nas estações SPS-29_23, SPS-29_31, SPS-29_33, SPS-29_43, SPS-29_44, SPS-29_51, SPS-29_52 e SPS-29_53, a 0,200 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_14.

A agência de Proteção Ambiental Canadense (Canadian Sediment Quality Guideline) considera o teor de 0,766 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 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 de SPS-29 é inferior ao teor orientador indicado pela Agência de Proteção Ambiental Canadense que considera a soma de apenas 12 dos 16 prioritários.

Tabela VII.7.2.1-1 - Valores médios de concentração (mg.kg^{-1}) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.

HPAs/Estações	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53	SPS-29 54
Naftaleno	0,01	nd	nd	0,04	0,02	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01
2-Metilnaftaleno	0,02	nd	nd	0,05	0,02	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
1-Metilnaftaleno	0,01	nd	nd	0,02	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Naftalenos	0,01	nd	nd	0,04	0,02	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01
C3-Naftalenos	0,01	nd	nd	0,02	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C4-Naftalenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenaftileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenafteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzotiofeno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Dibenzotiofenos	nd	0,01	0,01	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01
Fenantreno	nd	nd	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,01
C1-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Fenantrenos	nd	0,01	0,01	0,01	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Fenantrenos	nd	nd	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C4-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	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	nd	nd	nd	nd
C2-Pirenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	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	nd	nd	nd	nd
C1-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(b)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Continua

Continuação

HPAs/Estações	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53	SPS-29 54
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	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	nd	nd	nd	nd
Indeno(123-cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(ghi)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Σ HPAs (mg.kg ⁻¹)	0,060	0,017	0,030	0,200	0,077	0,013	-	0,010	-	0,010	-	0,007	0,013	0,023	-	-	-	-	-	0,043

VII.7.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (*n*-Alcanos, HTPs e MCNR)

A tabela VII.7.2.2-1 e anexos VII.7.2.2-1, VII.7.2.2-2, VII.7.2.2-3 e VII.7.2.2-4 apresentam as concentrações dos hidrocarbonetos totais de petróleo (HTPs), mistura complexa não resolvida (MCNR), *n*-alcanos de *n*-C₅ a *n*-C₄₀ e pristano mais fitano nas amostras coletadas em SPS-29.

As concentrações médias dos HTPs são baixas e variaram de 6,0 mg.kg⁻¹ (SPS-29_31) a 130,0 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_14. Assim como os HTPs, a mistura complexa não resolvida (MCNR) apresentou valores médios de concentração baixos variando de 2,3 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_51, a 122,0 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_14.

O somatório dos *n*-alcanos por amostra variou de 192 µg.kg⁻¹ (SPS-29_11) a 1.296 µg.kg⁻¹ (SPS-29_33). Em relação aos *n*-alcanos individuais, pode-se observar que eles se distribuem predominantemente nos intervalos de *n*-C₁₀ a *n*-C₁₉ (de origem em plantas marinhas) e de *n*-C₂₈ a *n*-C₃₆. Segundo GASSMANN (1981), o fitol, molécula constituída de múltiplos da estrutura básica do isopreno, é um álcool constituinte da clorofila. Sua degradação produz uma série de alcanos isoprenóides acíclicos, desde o C₁₁ metilados até o pristano C₁₉ e o fitano C₂₀ (PETERS E MOLDOWAN, 1993). Nota-se, também, uma maior razão ímpar/par entre os compostos leves comparativamente aos mais pesados.

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

importante ferramenta na identificação da origem desses compostos nos sedimentos.

As estações SPS-29_32, SPS-29_34, SPS-29_42, SPS-29_51, SPS-29_52, SPS-29_53 e SPS-29_54, apresentaram valores para o IPC <1,00. Nas demais estações valores de IPC estiveram entre 1,00 (SPS-29_24) e 9,13 (SPS-29_11) (tabela VII.7.2.2-1).

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 razão pristano/fitano apresentou valores entre 0 e 6, respectivamente, nas estações SPS-29_31 e SPS-29_14. Em seis estações não foi possível calcular a razão (tabela III.2.2-1).

Existem duas fontes naturais principais de pristano (MEYERS, 2003): pré-processamento do fitol da clorofila-a por herbívoros planctônicos (TISSOT & WELT, 1984); e erosão de rochas sedimentares que contem pristano retido durante o processo de diagênese. Bactérias metanogênicas constituem importante fonte de fitano para o ambiente (RISATTI *et al.*, 1984) e, desta forma o fitano pode ser considerado um registro da metanogênese no fundo de ambientes lacustres (MEYERS, 2003). Segundo Mendes (2007) a simples presença do fitano pode indicar presença de óleo.

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

Tabela VII.7.2.2 -1 - Valores médios de concentração ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) dos n-alcenos, HTPs (mg.kg^{-1}) e MCNR (mg.kg^{-1}) medidos nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos.

HPAs/Estações	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53	SPS-29 54
n-C5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3,00	nd	nd	nd	5,00	5,00	5,00	6,00	nd	7,00	nd	nd	nd	13,00
n-C9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C10	2,00	25,00	20,00	nd	5,00	nd	20,00	2,00	29,00	23,00	65,00	27,00	40,00	16,00	nd	24,00	12,00	27,00	8,00	32,00
n-C11	12,00	30,00	52,00	24,00	35,00	19,00	46,00	6,00	24,00	40,00	58,00	25,00	19,00	19,00	22,00	28,00	26,00	36,00	19,00	25,00
n-C12	21,00	61,00	108,00	52,00	73,00	34,00	94,00	11,00	46,00	90,00	130,00	50,00	31,00	40,00	50,00	71,00	49,00	78,00	42,00	55,00
n-C13	13,00	40,00	73,00	30,00	40,00	14,00	60,00	6,00	27,00	57,00	93,00	31,00	15,00	23,00	31,00	50,00	32,00	54,00	26,00	37,00
n-C14	5,00	20,00	50,00	26,00	41,00	10,00	43,00	10,00	18,00	48,00	80,00	26,00	5,00	14,00	24,00	38,00	25,00	40,00	24,00	31,00
n-C15	nd	19,00	71,00	26,00	45,00	nd	44,00	nd	nd	49,00	90,00	33,00	nd	nd	32,00	51,00	11,00	40,00	22,00	29,00
n-C16	3,00	13,00	53,00	17,00	24,00	nd	25,00	nd	5,00	31,00	58,00	16,00	2,00	3,00	15,00	27,00	11,00	28,00	13,00	21,00
n-C17	12,00	13,00	55,00	26,00	13,00	5,00	18,00	2,00	9,00	15,00	24,00	9,00	3,00	9,00	12,00	22,00	13,00	20,00	14,00	22,00
Pristano	12,00	2,00	32,00	40,00	6,00	nd	6,00	2,00	nd	6,00	18,00	3,00	nd	3,00	4,00	6,00	2,00	7,00	nd	3,00
n-C18	nd	9,00	63,00	22,00	20,00	2,00	18,00	nd	nd	21,00	29,00	17,00	7,00	2,00	11,00	31,00	11,00	17,00	5,00	11,00
Fitano	5,00	nd	18,00	7,00	5,00	nd	nd	nd	13,00	2,00	3,00	6,00	nd	5,00	4,00	9,00	2,00	5,00	nd	3,00
n-C19	15,00	5,00	29,00	47,00	2,00	nd	4,00	38,00	nd	2,00	3,00	3,00	nd	4,00	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C20	9,00	8,00	21,00	30,00	12,00	nd	11,00	nd	nd	16,00	38,00	14,00	nd	7,00	13,00	21,00	2,00	8,00	3,00	14,00
n-C21	5,00	5,00	7,00	17,00	2,00	nd	5,00	2,00	7,00	9,00	12,00	5,00	8,00	nd	3,00	7,00	5,00	9,00	5,00	17,00
n-C22	nd	2,00	8,00	2,00	5,00	nd	6,00	nd	nd	7,00	15,00	2,00	nd	nd	2,00	8,00	nd	6,00	nd	5,00
n-C23	2,00	2,00	2,00	13,00	2,00	nd	2,00	nd	nd	5,00	5,00	3,00	nd	5,00	3,00	5,00	nd	3,00	nd	3,00
n-C24	nd	2,00	5,00	4,00	2,00	nd	4,00	12,00	nd	11,00	8,00	2,00	nd	2,00	2,00	7,00	nd	6,00	2,00	7,00
n-C25	2,00	nd	3,00	2,00	2,00	2,00	16,00	17,00	5,00	6,00	nd	nd	nd	5,00	nd	2,00	nd	nd	nd	nd
n-C26	2,00	3,00	2,00	2,00	4,00	3,00	6,00	2,00	5,00	9,00	13,00	5,00	nd	3,00	3,00	9,00	3,00	7,00	3,00	10,00
n-C27	2,00	3,00	7,00	7,00	2,00	5,00	7,00	2,00	7,00	5,00	3,00	nd	7,00	3,00	3,00	7,00	5,00	5,00	3,00	12,00
n-C28	2,00	3,00	2,00	6,00	2,00	7,00	7,00	3,00	5,00	27,00	18,00	6,00	5,00	11,00	13,00	17,00	11,00	10,00	14,00	28,00
n-C27	1,67	3,33	6,67	6,67	1,67	5,00	7,33	1,67	7,00	5,00	3,33	nd	7,00	3,33	3,33	7,00	5,00	5,00	3,33	11,67

Continua

Continuação

HPAs/Estações	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53	SPS-29 54
n-C28	1,67	3,33	1,67	5,67	1,67	6,67	7,33	3,33	5,00	26,67	18,00	6,00	5,00	10,67	13,00	17,00	10,67	10,33	14,00	28,33
n-C29	8,00	10,33	11,33	16,33	1,67	7,33	16,00	13,67	20,33	33,67	27,67	21,33	20,67	29,00	27,00	27,67	25,67	17,67	20,33	59,33
n-C30	1,67	5,00	7,33	5,67	3,33	7,33	7,00	7,33	12,67	14,00	15,00	11,33	17,33	10,00	12,00	13,33	18,00	14,00	12,00	24,00
n-C31	15,67	23,67	24,67	20,00	12,33	16,33	37,33	31,00	45,67	31,67	42,67	33,00	30,00	31,67	54,00	46,67	51,33	26,00	40,67	74,67
n-C32	nd	nd	1,67	1,67	1,67	7,67	9,67	89,00	93,67	112,00	124,67	155,00	110,00	102,00	97,67	117,33	236,33	69,00	175,67	313,00
n-C33	18,67	27,33	nd	nd	nd	nd	nd	43,00	157,67	46,33	110,67	84,00	76,67	44,00	50,33	86,67	89,67	40,33	101,00	179,33
n-C34	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9,67	nd	nd	nd	nd	nd
n-C35	5,67	29,00	17,67	10,33	10,67	15,00	27,00	21,67	28,33	32,33	nd	23,67	25,33	24,00	69,00	30,67	17,33	19,33	35,67	46,67
n-C36	32,00	102,33	160,67	81,67	113,33	57,33	125,33	24,67	81,67	118,00	207,33	96,33	29,00	84,67	67,33	159,33	63,67	117,00	108,67	90,00
n-C37	nd	1,67	nd	nd	nd	5,33	nd	3,33	1,67	1,67	nd	nd	1,67	nd	nd	10,67	nd	nd	nd	1,67
n-C38	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,67	nd	nd	nd	nd
n-C39	nd	nd	nd	nd	nd	1,67	nd	nd	nd	38,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C40	nd	nd	1,67	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8,33	nd	1,67	nd	nd	nd	nd
HTP	30,30	20,00	25,00	130,00	14,00	10,30	12,70	12,30	6,00	9,00	15,00	17,00	6,30	12,30	8,70	8,30	6,70	7,00	7,30	12,00
MCNR	26,70	15,00	19,30	122,00	10,00	7,30	7,30	6,00	2,70	4,30	8,30	12,70	2,70	8,70	5,00	3,00	2,30	2,70	3,00	4,70
Totais	192,00	465,00	903,00	532,00	483,00	218,00	669,00	346,00	642,00	906,00	1296,00	714,00	457,00	514,00	637,00	943,00	721,00	708,00	699,00	1168,00
Pares	77,00	234,00	452,00	222,00	265,00	118,00	337,00	151,00	278,00	479,00	726,00	406,00	246,00	294,00	296,00	517,00	417,00	387,00	387,00	623,00
Ímpares	115,00	205,00	295,00	301,00	138,00	100,00	246,00	159,00	353,00	332,00	395,00	259,00	212,00	211,00	288,00	340,00	273,00	242,00	273,00	493,00
Impar/par	1,50	0,88	0,65	1,35	0,52	0,85	0,73	1,06	1,27	0,69	0,54	0,64	0,86	0,72	0,97	0,66	0,65	0,63	0,70	0,79
Pristano/Fitano	2,47	-	1,81	6,00	1,27	-	-	-	nd	3,40	5,30	0,53	-	0,63	1,18	0,68	1,00	1,33	-	1,00
IPC	9,13	5,20	3,19	2,74	1,47	1,21	2,39	1,00	2,03	0,73	1,05	0,77	1,02	0,89	1,02	1,06	0,64	0,86	0,80	0,86

VII.7.2.3 - Comparação entre SPS-29 e RS-BS

Como observado na tabela VII.7.2.3-1, os valores de totais de *n*-alcanos, HTPs e da MCNR apresentaram-se ligeiramente mais elevados em SPS-29. Além de apresentar uma faixa mais ampla de valores, SPS-29 também apresenta valores mais altos de IPC do que RS-BS.

Os valores obtidos nas duas áreas analisadas (RS-BS e SPS-29) na Bacia de Santos, dos 37 HPAs medidos, foram em sua grande maioria não detectadas ou apresentam valores iguais ou muito próximos ao limite de detecção do método (0,010 mg.kg⁻¹).

A razão impar/par em SPS-29 apresenta apenas três estações com valores acima de 1 e 17 estações com valores abaixo de 1, enquanto que, em RS-BS, em apenas duas estações essa razão é menor que 1.

Nas duas áreas, em algumas estações, não foi possível calcular a razão pristano/fitano, contudo, em SPS-29 a faixa de variação de valores obtidos é maior (tabela VII.7.2.3-1).

Tabela VII.7.2.3-1 – Comparação de valores de alguns índices e parâmetros para determinação da origem de Hidrocarbonetos nas áreas de SPS-29 e área Referência Sul (RS-BS).

Parâmetros	SPS-29	RS-BS
MOT %	1,55 – 6,35	2,40 - 2,70
IPC	0,64 – 9,13	0,88 – 1,98
Pristano/Fitano	0,00 – 6,00	0,50 – 3,20
Total de <i>n</i> -alcanos	192 – 1.296	559 – 1.347
Impar/par	0,52 – 1,50	0,94 – 2,06
HTP	6 – 130	5,3 – 11,0
MCNR	2 - 122	1,7 – 6,0

VII.7.3 - Metais

Os resultados das concentrações dos metais analisados nos sedimentos encontram-se na tabela VII.7.3-1 e no anexo VII.7.1.2-1. Os sedimentos marinhos desta área apresentaram a seguinte ordem decrescente de abundância para os teores médios de metais totais:

Al > Fe > Mn > Ba > V > Zn > Cr > Ni > Cu > Pb > Cd > Hg

O Alumínio (Al) apresenta faixa de variação de 22446 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R3, a 89.833 mg.kg⁻¹, na SPS-29_12_R1. O Ferro (Fe) mostra faixa de variação de 14.676 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R3, a 44.957 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_22_R2. O Manganês (Mn) apresentou faixa de variação de 814,5 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R3, a 13.650,7 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_32_R1. O Bário (Ba) variou de 161 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_51_R2, a 2.421 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1.

O Vanádio (V) mostra faixa de variação de 58,0 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 100 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_54_R2. As concentrações de zinco (Zn) variam de 54,40 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 97,0 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_21_R2. O Cromo (Cr) varia de 45,2 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 74,7 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_23_R3. O Níquel (Ni) variou de 17,0 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 31,3 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_23_R3. O Cobre (Cu) variou de 11,4 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 18,6 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_12_R2. O Chumbo (Pb) apresentou faixa de variação de 11,4 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 20,3 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_33_R2. O Cádmio (Cd) apresenta faixa de concentrações entre 0,30 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_11_R1, a 0,60 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_22_R3, e o mercúrio (Hg) variou de nd nas estações SPS-29_11_R2, SPS-29_12_R3, SPS-29_13_R2, SPS-29_14_R3, SPS-29_22_R3, SPS-29_23_R2, SPS-29_24_R1, SPS-29_24_R2, SPS-29_24_R3, SPS-29_31_R2, SPS-29_32_R1, SPS-29_32_R3

SPS-29_33_R2, SPS-29_34_R1, SPS-29_34_R3, SPS-29_41_R2, SPS-29_41_R3, SPS-29_42_R2, SPS-29_43_R1, SPS-29_43_R2, SPS-29_44_R1, SPS-29_44_R3, SPS-29_51_R3, SPS-29_52_R1, SPS-29_52_R2, SPS-29_52_R3, SPS-29_53_R1, SPS-29_53_R3, SPS-29_54_R1 e SPS-29_54_R2, a 0,130 mg.kg⁻¹, na estação SPS-29_42_R3.

Na estação SPS-29_11_R1, além de ser observado o maior valor de Ba, ocorre predominância de valores mais baixos para Zn, Cr, Ni, Cu, Pb e Cd.

Entre os metais analisados, Al, Fe, Mn, Ba e V não possuem valores de referência TEL e PEL, nem nos níveis de referência da Resolução CONAMA 344/2004. Dentre os metais analisados, Cr e Ni apresentam concentrações médias acima do limite estabelecido como valor limiar de referência possível de efeitos (TEL). Além destes, todos os demais metais apresentaram valores individuais, considerando todas as réplicas, abaixo do nível de referência PEL (tabela III.3-1).

Deve-se ressaltar que as concentrações medidas nos sedimentos de SPS-29 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.7.3-1 - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de SPS-29 - Bacia de Santos, 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
SPS-29_11_R1	51.686	26.543	1.918,0	2.421	58	54,4	45,2	17	11,4	11,4	0,3	0,07
SPS-29_11_R2	75.366	38.845	2.786,0	1.332	90	79,1	66,6	28	17,4	16,1	0,5	nd
SPS-29_11_R3	22.446	14.676	814,5	1.233	92	80,3	68,3	28	17,8	16,9	0,5	0,06
SPS-29_12_R1	89.833	44.793	2.862,6	579	93	76,8	69,4	29	17,8	15,1	0,5	0,05
SPS-29_12_R2	77.321	42.019	2.825,7	505	97	80	71,9	30	18,6	15,8	0,5	0,05
SPS-29_12_R3	85.684	42.220	1.517,4	705	96	80,9	71,2	29	17,7	17,3	0,5	nd
SPS-29_13_R1	81.762	41.240	2.314,6	468	92	76,9	69,7	28	16,9	15,1	0,5	0,04
SPS-29_13_R2	88.659	43.945	2.972,3	303	98	79,5	72,7	30	17,9	16,7	0,4	nd
SPS-29_13_R3	80.429	41.769	3.622,8	305	94	77,2	70,3	29	17,3	15,8	0,5	0,05
SPS-29_14_R1	79.978	41.702	1.037,3	1.460	93	83,9	71,1	28	17,4	17	0,4	0,06
SPS-29_14_R2	79.398	42.113	3.078,6	673	96	81,4	72,5	30	18,2	16,5	0,4	0,04
SPS-29_14_R3	77.215	39.188	918,1	1.489	88	80,3	68,8	27	16,7	16,8	0,5	nd
SPS-29_21_R1	78.290	40.415	2.383,2	868	92	79,1	69,5	29	17,6	18	0,5	0,03
SPS-29_21_R2	81.581	40.771	2.123,7	939	93	97	69,7	29	17,4	16,6	0,5	0,03
SPS-29_21_R3	84.296	42.352	2.215,0	639	96	78,4	71,6	30	17,6	15	0,5	0,05
SPS-29_22_R1	84.456	41.761	1.254,9	424	95	77,3	70	29	17,4	15,7	0,5	0,03
SPS-29_22_R2	89.549	44.957	1.474,2	305	98	79,9	73,6	30	17,8	16,7	0,5	0,04
SPS-29_22_R3	80.423	41.337	1.460,2	449	94	77,4	70,9	29	17,2	15,1	0,6	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
SPS-29_23_R1	80.290	41.794	2.597,8	281	96	79,4	72,7	30	17,9	17,1	0,4	0,03
SPS-29_23_R2	75.318	38.193	1.966,7	443	86	71,8	65,6	27	15,8	14,7	0,4	nd
SPS-29_23_R3	77.722	40.144	3.375,8	289	94	76,5	74,7	31	17,1	16,7	0,5	0,02
SPS-29_24_R1	79.830	41.836	2.268,6	415	95	78,4	73,4	29	17,4	16,3	0,5	nd
SPS-29_24_R2	80.907	40.237	2.511,4	432	89	77,2	68,3	28	16,6	18,5	0,5	nd
SPS-29_24_R3	80.680	41.101	2.053,2	432	96	80,2	72,6	30	17,8	16,9	0,5	nd
SPS-29_31_R1	84.685	41.441	1.292,0	291	95	78	72,6	29	17,4	15	0,5	0,02
SPS-29_31_R2	77.863	39.167	1.245,7	369	89	74,1	68,6	27	17,3	14,8	0,4	nd
SPS-29_31_R3	80.731	40.101	1.630,0	312	94	78,9	71,4	30	17,4	15	0,5	0,03
SPS-29_32_R1	84.612	42.244	1.3650,7	241	96	80,5	73,8	30	17,8	15,7	0,5	nd
SPS-29_32_R2	87.709	43.122	2.519,9	228	96	80,9	73,6	30	17,7	16,4	0,5	0,04
SPS-29_32_R3	85.672	42.346	3.061,8	231	94	78,5	72,5	30	17,5	15,9	0,5	nd
SPS-29_33_R1	87.340	42.408	1.133,9	391	95	78,5	72,6	29	17,9	16,5	0,4	0,09
SPS-29_33_R2	79.085	39.307	2.019,8	301	91	75,7	70,7	28	16,6	20,3	0,5	nd
SPS-29_33_R3	86.182	42.004	2.108,7	385	94	79	73,1	29	17,4	16,6	0,5	0,02
SPS-29_34_R1	84.560	41.541	2.100,0	425	95	80,8	73,9	31	18,1	15,6	0,5	nd
SPS-29_34_R2	86.600	42.332	1.145,0	505	97	79,7	74,3	29	17,7	14,6	0,4	0,04
SPS-29_34_R3	78.945	39.473	1.890,6	455	89	74,3	69,6	28	16,4	13,4	0,4	nd
SPS-29_41_R1	87.059	42.781	1.287,2	207	98	80,8	74,3	30	17,7	12,3	0,4	0,03
SPS-29_41_R2	78.782	41.081	1.314,9	207	95	78,6	73	29	17,3	13,9	0,4	nd
SPS-29_41_R3	82.697	40.647	1.167,2	208	96	78,1	72,8	29	17,4	14,5	0,4	nd

.Continua



Coordenador da Equipe

Técnico Responsável

Revisão 01
07/2012

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
SPS-29_42_R1	80.996	41.099	1.310,9	220	96	79,3	74,2	29	17,4	15,5	0,5	0,11
SPS-29_42_R2	79.684	40.102	1.146,1	216	93	77,7	72,4	28	17,1	13,1	0,5	nd
SPS-29_42_R3	62.628	39.856	1.422,6	193	98	76	71,8	29	17,9	14,4	0,4	0,13
SPS-29_43_R1	62.843	39.712	1.175,7	207	99	73,4	71,2	29	18	13,9	0,4	nd
SPS-29_43_R2	62.394	38.317	1.177,1	207	99	74,9	71,5	29	18	13,4	0,5	nd
SPS-29_43_R3	62.022	37.763	1.561,1	207	95	69,7	69	28	17,1	16,2	0,4	0,03
SPS-29_44_R1	69.606	40.574	3.542,8	210	96	75,9	71	29	17,9	14,9	0,4	nd
SPS-29_44_R2	59.733	38.166	3.073,2	199	93	71,2	67,9	28	17	15,2	0,5	0,02
SPS-29_44_R3	58.290	39.443	2.872,9	209	97	72,5	71,4	29	17,8	15,9	0,5	nd
SPS-29_51_R1	55.782	34.804	1.261,4	169	81	67,6	65,4	26	14,2	13,4	0,4	0,03
SPS-29_51_R2	51.664	32.856	1.337,2	161	71	58,1	61,1	25	11,9	12,7	0,4	0,06
SPS-29_51_R3	62.279	36.160	1.468,1	180	84	68	66	27	16	14,6	0,5	nd
SPS-29_52_R1	53.935	37.164	1.772,9	173	97	72,9	70,8	29	17,9	16,2	0,5	nd
SPS-29_52_R2	60.592	37.507	1.345,5	175	97	72,8	69,7	29	17,4	15,3	0,5	nd
SPS-29_52_R3	66.984	39.449	1.456,1	193	97	76,2	71,4	29	17,4	15,9	0,5	nd
SPS-29_53_R1	53.915	38.415	1.587,9	175	96	70,1	70,8	29	17,3	16,7	0,5	nd
SPS-29_53_R2	64.302	38.419	1.955,6	196	96	76,1	71,3	29	17,6	15,2	0,5	0,11
SPS-29_53_R3	69.422	38.716	2.274,5	199	94	74,9	69,8	28	17,2	17,9	0,5	nd
SPS-29_54_R1	55.624	37.626	2.692,1	191	97	75,8	72,5	30	17,9	16,7	0,5	nd
SPS-29_54_R2	58.937	37.892	1.786,2	186	100	78,1	73	30	18,3	14,8	0,4	nd
SPS-29_54_R3	62.756	39.669	2.442,7	182	97	70,6	70,8	29	17,8	15,5	0,4	0,1

.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
Média	73.834	3.9628	2.143	437	93,30	76,53	70,50	28,65	17,22	15,60	0,47	0,050
DP	13.097	4.339	1.674	409	6,59	5,78	4,18	1,91	1,24	1,53	0,06	0,030
TEL	-	-	-	-	-	124	52	16	19	30	0,7	0,10
PEL	-	-	-	-	-	271	160	43	108	112	4,2	0,70
CONAMA 344/2004 -1	-	-	-	-	-	150	81	30,9	34	46,7	1,2	0,15
CONAMA 344/2004 -2	-	-	-	-	-	410	370	51,6	270	218	9,6	0,71

O teste estatístico (ANOVA, $P < 0,05$, $n = 60$) foi aplicado ao conjunto de dados (todas as réplicas) para a verificação da existência de diferenças estatísticas nos teores totais de metais entre as estações na área de SPS-29 - Bacia de Santos (tabela III.3-2). Al, Fe, Ba, V, Zn, Cr e Pb, entre os metais estudados, foram os que apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Tabela VII.7.3 -2 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato de 0 - 2 cm) em SPS-29.

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ($P < 0,05$)
Al	7,095	0,000000
Fe	4,46	0,000034
Mn	1,7937	0,059510
Ba	12,4518	0,000000
V	2,82	0,002892
Zn	2,45	0,008506
Cr	2,42	0,009205
Ni	1,84	0,051689
Cu	2,23	0,016384
Pb	2,480	0,007745
Cd	1,378	0,192712

As diferenças significativas estão marcadas em negrito. Hg não foi possível apresentar, pois ocorreram muitas amostras nd.

O alumínio mostra diferenças entre a estação SPS-29_11, com média de 49.833 mg.kg⁻¹, significativamente inferior a média nas estações SPS-29_12 (84.279 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (83.617 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (78.864 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (81.389 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (84.809 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (77.777 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (80.472 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (81.093 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (85.998 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (84.202 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (83.368 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (82.846 mg.kg⁻¹) e SPS-29_42 (74.436 mg.kg⁻¹), a estação SPS-29_51 (média de 56.575 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das estações SPS-29_12 (84.279 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (83.617 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (81.389 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (84.809 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (80.472 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (81.093 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (85.998 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (84.202 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (83.368 mg.kg⁻¹) e SPS-29_41 (82.846 mg.kg⁻¹). A

estação SPS-29_52 (média de 60.504 mg.kg⁻¹) é significativamente diferente das estações SPS-29_12 (84.279 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (84.809 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (85.998 mg.kg⁻¹) e SPS-29_33 (84.202 mg.kg⁻¹). A estação SPS-29_54 (59.106 mg.kg⁻¹) possui média significativamente menor do das estações SPS-29_12 (84.279 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (83.617 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (84.809 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (85.998 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (84.202 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (83.368 mg.kg⁻¹) e SPS-29_41 (82.846 mg.kg⁻¹) e a estação SPS-29_43 (62.420 mg.kg⁻¹) é significativamente menor do que a média da estação SPS-29_32 (85.998 mg.kg⁻¹).

O ferro concentra diferenças predominantemente entre a estação SPS-29_11 (média de 26.688 mg.kg⁻¹) com as estações SPS-29_12 (43.011 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (42.318 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (41.001 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (41.179 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (42.685 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (40.044 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (41.058 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (40.236 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (42.571 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (41.240 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (41.115 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (41.503 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (40.352 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (38.597 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (39.394 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (38.040 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (38.517 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (38.396 mg.kg⁻¹).

O bário mostra diferenças significativas entre a estação SPS-29_11 (1.662 mg.kg⁻¹), e as estações SPS-29_12 (596,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (358,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (815,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (392,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (337,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (426,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (324 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (233,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (359 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (461,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (207,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (209,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (207 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (206 mg.kg⁻¹), SPS-29_51 (170 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (180,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (190 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (186,3 mg.kg⁻¹). A estação SPS-29_14 (1207,3 mg.kg⁻¹) é significativamente maior do que as médias das estações SPS-29_12 (596,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (358,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (392,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (337,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (426,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (324 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (233,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (359 mg.kg⁻¹),

SPS-29_34 (461,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (207,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (209,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (207 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (206 mg.kg⁻¹), SPS-29_51 (170 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (180,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (190 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (186,3 mg.kg⁻¹) e a estação SPS-29_21 (815,3 mg.kg⁻¹) tem média significativamente maior do que das estações SPS-29_41 (207,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (209,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (207 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (206 mg.kg⁻¹), SPS-29_51 (170 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (180,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (190 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (186,3 mg.kg⁻¹).

O vanádio mostra diferenças entre a estação SPS-29_11 (80 mg.kg⁻¹) significativamente menor do que as estações SPS-29_41 (96,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (97,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (97,0 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (98,0 mg.kg⁻¹). A estação SPS-29_51 (78,7 mg.kg⁻¹) é menor do que as médias das estações SPS-29_12 (95,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (95,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (95,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (96,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (95,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (97,7 mg.kg⁻¹), SPS-29_44 (95,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (97,0 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (95,3 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (98,0 mg.kg⁻¹).

O zinco apresenta diferenças apenas entre a estação SPS-29_51 (64,6 mg.kg⁻¹) e as estações SPS-29_14 (81,9 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (84,8 mg.kg⁻¹) e SPS-29_32 (80,0 mg.kg⁻¹).

O cromo apresenta diferenças entre a estação SPS-29_11 (60,0 mg.kg⁻¹) e as estações SPS-29_12 (70,8 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (70,9 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (70,8 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (71,5 mg.kg⁻¹), SPS-29_23 (71 mg.kg⁻¹), SPS-29_24 (71,4 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (70,9 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (73,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (72,1 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (72,3 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (73,4 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (72,8 mg.kg⁻¹) e SPS-29_54 (72,1 mg.kg⁻¹).

O cobre mostra diferenças entre a estação SPS-29_51 (14,03 mg.kg⁻¹) e as estações SPS-29_12 (18,03 mg.kg⁻¹), SPS-29_13 (17,37 mg.kg⁻¹), SPS-29_14 (17,43 mg.kg⁻¹), SPS-29_21 (17,53 mg.kg⁻¹), SPS-29_22 (17,47 mg.kg⁻¹), SPS-29_31 (17,37 mg.kg⁻¹), SPS-29_32 (17,67 mg.kg⁻¹), SPS-29_33 (17,30 mg.kg⁻¹), SPS-29_34 (17,40 mg.kg⁻¹), SPS-29_41 (17,47 mg.kg⁻¹), SPS-29_42 (17,47 mg.kg⁻¹), SPS-29_43 (17,70 mg.kg⁻¹), SPS-29_44

(17,57 mg.kg⁻¹), SPS-29_52 (17,57 mg.kg⁻¹), SPS-29_53 (17,37 mg.kg⁻¹), e SPS-29_54 (18,0 mg.kg⁻¹).

O chumbo apresenta diferenças apenas entre a estação SPS-29_33 (17,80 mg.kg⁻¹) e as estações SPS-29_41 (13,57 mg.kg⁻¹) e SPS-29_51 (13,57 mg.kg⁻¹).

Foi verificado que a estação SPS-29_11 apresentou-se bastante diferente das demais no que tange às concentrações de Al, Fe, Ba e Cr, e Pb.

Tabela VII.7.3-3 – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$, Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de SPS-29 – Bacia de Santos (estrato de 0 - 2 cm).

	SPS-29 11	SPS-29 12	SPS-29 13	SPS-29 14	SPS-29 21	SPS-29 22	SPS-29 23	SPS-29 24	SPS-29 31	SPS-29 32	SPS-29 33	SPS-29 34	SPS-29 41	SPS-29 42	SPS-29 43	SPS-29 44	SPS-29 51	SPS-29 52	SPS-29 53	SPS-29 54
SPS-29_11																				
SPS-29_12	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_13	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_14	Al; Fe; Cr																			
SPS-29_21	Al; Fe; Ba																			
SPS-29_22	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_23	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_24	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_31	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_32	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_33	Al; Fe; Ba; Cr			Ba									Pb				Pb			
SPS-29_34	Al; Fe; Ba; Cr			Ba																
SPS-29_41	Al; Fe; Ba; V; Cr			Ba	Ba															
SPS-29_42	Al; Fe; Ba; Cr			Ba	Ba															
SPS-29_43	Fe; Ba; V			Ba	Ba					Al										
SPS-29_44	Fe; Ba			Ba	Ba															
SPS-29_51	Ba	Al; V; Cu	Al; Cu	Ba; Zn; Cu	Al; Ba; Zn; Cu	Al; V; Cu		Al	Al; Cu	Al; V; Zn; Cu	Al; Cu	Al; Cu	Al; V; Cu	V; Cu	V; Cu	V; Cu	Cu	V; Cu	V; Cu	V; Cu
SPS-29_52	Fe; Ba; V	Al		Ba	Ba	Al				Al	Al									
SPS-29_53	Fe; Ba			Ba	Ba															
SPS-29_54	Fe; Ba; V; Cr	Al	Al	Ba	Ba	Al				Al	Al	Al	Al							

VII.7.3.1 - Metais e Sedimentologia

A tabela III.3.1-1 apresenta a matriz de correlação entre as concentrações de carbonato (estrato de 0 - 10 cm), MOT, COT, P total, N total e metais totais (estrato de 0 - 2 cm).

O alumínio mostra associação positiva e significativa com o Fe, Ba, Zn, Cr, Ni e N total. Também foram encontradas correlações positivas e significativas do Fe com Ba, V, Zn, Cr, Ni e Cu. Destacam-se as correlações significativas e positivas do Ba com CO_3^{2-} , MOT, COT e N total. A correlação significativa do N total com o Zn é uma evidência do papel que este metal exerce no metabolismo do nitrogênio.

Tabela VII.7.3.1-1 - Matriz de correlação de Spearman ($n = 60$) entre as concentrações de carbonato (0 - 10 cm), MOT, COT, P total, N total e metais totais (estrato de 0 - 2 cm) na área de SPS-29 – Bacia de Santos. 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	1,00																
Fe	0,91	1,00															
Mn	0,09	0,22	1,00														
Ba	0,45	0,41	0,07	1,00													
V	0,09	0,28	0,02	-0,38	1,00												
Zn	0,66	0,69	0,02	0,56	0,18	1,00											
Cr	0,52	0,62	0,06	-0,09	0,65	0,55	1,00										
Ni	0,38	0,53	0,38	-0,08	0,64	0,50	0,79	1,00									
Cu	0,17	0,38	0,16	-0,02	0,77	0,42	0,54	0,64	1,00								
Pb	0,16	0,20	0,32	0,29	-0,01	0,39	0,07	0,19	0,15	1,00							
Cd	0,14	0,08	0,22	0,11	-0,06	0,17	0,03	0,21	-0,05	0,40	1,00						
Hg	-0,19	-0,09	-0,20	0,02	0,17	-0,11	-0,11	-0,23	0,30	-0,18	-0,27	1,00					
CO ₃ ²⁻	-0,05	-0,15	0,06	0,35	-0,57	0,08	-0,33	-0,19	-0,41	0,15	0,13	-0,18	1,00				
MOT	0,04	0,14	0,05	0,47	-0,25	0,18	-0,25	-0,15	0,01	0,18	0,06	0,43	0,17	1,00			
COT	0,04	0,14	0,05	0,47	-0,25	0,18	-0,26	-0,15	0,01	0,18	0,07	0,43	0,17	1,00	1,00		
N total	0,43	0,42	0,06	0,25	0,05	0,26	0,15	-0,00	0,09	0,08	-0,11	-0,09	-0,41	0,16	0,16	1,00	
P total	-0,07	-0,04	0,31	0,20	-0,04	0,06	-0,31	0,04	0,02	0,26	0,15	0,15	0,23	0,33	0,33	0,07	1,00

VII.7.3.2 - Suportes Geoquímicos

Os resultados da análise por componentes principais (ACP) realizada com os resultados obtidos para o teor de metais totais, CO_3^{2-} (estrato de 0-10 cm), COT, MOT, P total e N total encontram-se na tabela VII.7.3.2-1. Para metais, COT, MOT, P total e N total foram considerados os valores obtidos no estrato 0 - 2 cm.

Tabela VII.7.3.2-1 – Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de SPS-29 – Bacia de Santos (n=60, correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$).

Parâmetros	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Al	0,38	-0,66	0,44
Fe	0,36	-0,83	0,34
Mn	0,11	-0,18	0,52
Ba	-0,43	0,62	0,38
V	0,93	-0,27	-0,01
Zn	0,83	0,01	0,32
Cr	0,91	-0,35	-0,09
Ni	0,92	-0,31	0,01
Cu	0,93	-0,12	0,11
Pb	0,76	0,12	0,13
Cd	0,66	0,04	0,18
Hg	-0,08	0,09	-0,37
CO_3^{2-}	-0,37	0,87	-0,17
MOT	0,18	0,95	0,08
COT	0,18	0,95	0,08
N total	0,21	-0,68	0,41
P total	0,00	0,14	0,72
% variância	43,7	20,6	9,2

Observa-se que o conjunto de dados (estrato 0 - 2 cm) pode ser representado por três fatores principais que, juntos, explicam 73,5% da variância total. O fator 1 explica 43,7 % da variância total dos dados e apresenta associação positiva e significativa com V, Zn, Cr, Ni, Cu, Pb e Cd.

O fator 2 é responsável por 20,6 % da variância total dos dados e contrapõe de forma clara Al e Fe com carbonato, MOT, COT. É interessante destacar a associação positiva e significativa do Ba com este fator.

O fator 3 é responsável por apenas 9,2% da variância dos dados e está associado positiva e significativamente com manganês e fosfato.

VII.7.3.3 – Comparação entre SPS-029 e RS-BS

Na tabela VII.7.3.3-1 é mostrada concentração média de metais em SPS-29 em contraposição com as médias obtidas para RS-BS, RN-BS e com valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).

As concentrações médias em SPS-29 são superiores às três áreas de referência (RC-BS; RN-BS e RS-BS) com exceção do Hg, que é maior apenas para RS-BS. Quando comparadas à crosta superior, as concentrações médias em SPS-29, com exceção de Ba e Pb, os demais metais apresentam concentrações médias superiores as da crosta superior.

Tabela VII.7.3.3-1 – Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de SPS-29 comparados as áreas de Referência Sul (RS_BS), Centro (RC-BS) e Norte (RN-BS) Bacia de Santos e a 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
SPS-29	73833,8±13097,3	39627,6±4338,8	2143,0±1673,5	436,55±408,9	93,30±6,6	76,5±5,78	70,50±4,2	28,65±1,9	17,22±1,24	15,60±1,53	0,47±0,06	0,05±0,03
RS_BS	32849,9±5158,2	22104,6±2184,8	1230,8±290,9	108,5±12,8	51,9±5,2	40,3±22	41,6±3,2	17,8±2,2	7,61±1,25	9,68±1,20	0,38±0,08	0,04±0,02
RC-BS	64054±12740	21719±7205	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

Os fatores de enriquecimento calculados estão apresentados na tabela VII.7.3.3-2. Os valores marcados em negrito são superiores a 2 e, portanto, estão enriquecidos. O Ba apresenta enriquecimentos moderados nas estações SPS-29_14 e SPS-29_21 e elevado na estação SPS-29_11. O Pb apresenta enriquecimentos moderados em todas as estações, com exceção da SPS-29_11.

Tabela VII.7.3.3-2 - Fatores de enriquecimento médio na área de SPS-29 em relação à área de Referência Sul (RS-BS), tomando-se o alumínio como normalizador.

Estações	Fe	Mn	Ba	V	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd	Hg
SPS-29_11	0,80	0,98	10,08	1,01	1,16	0,95	0,89	1,34	1,69	0,72	1,23
SPS-29_12	0,76	0,76	2,14	0,72	0,76	0,66	0,64	0,92	2,86	0,49	0,52
SPS-29_13	0,76	0,95	1,30	0,72	0,76	0,67	0,64	0,90	2,83	0,47	0,52
SPS-29_14	0,78	0,57	4,63	0,74	0,84	0,71	0,66	0,95	2,67	0,46	0,55
SPS-29_21	0,76	0,73	3,03	0,73	0,85	0,68	0,66	0,93	2,76	0,51	0,43
SPS-29_22	0,75	0,44	1,40	0,71	0,75	0,66	0,63	0,89	2,87	0,52	0,41
SPS-29_23	0,77	0,91	1,31	0,75	0,79	0,72	0,70	0,94	2,64	0,46	0,34
SPS-29_24	0,76	0,75	1,60	0,73	0,79	0,70	0,67	0,92	2,73	0,52	-
SPS-29_31	0,74	0,46	1,21	0,72	0,77	0,69	0,66	0,92	2,75	0,48	0,32
SPS-29_32	0,74	1,99	0,82	0,70	0,76	0,67	0,64	0,89	2,92	0,48	0,41
SPS-29_33	0,73	0,56	1,29	0,70	0,75	0,68	0,63	0,89	2,85	0,46	0,62
SPS-29_34	0,74	0,55	1,67	0,71	0,76	0,69	0,64	0,90	2,83	0,43	0,42
SPS-29_41	0,75	0,40	0,76	0,74	0,78	0,70	0,66	0,91	2,81	0,40	0,32
SPS-29_42	0,81	0,46	0,85	0,81	0,85	0,77	0,71	1,01	2,52	0,52	1,41
SPS-29_43	0,92	0,56	1,00	0,99	0,95	0,89	0,84	1,22	2,12	0,58	0,42
SPS-29_51	0,94	1,35	1,00	0,96	0,95	0,88	0,84	1,21	2,12	0,62	0,28
SPS-29_52	0,91	0,64	0,91	0,88	0,93	0,89	0,84	1,07	1,92	0,64	0,77
SPS-29_53	0,94	0,67	0,90	1,01	0,99	0,92	0,89	1,25	2,05	0,69	-
SPS-29_54	0,92	0,83	0,92	0,96	0,96	0,89	0,85	1,20	2,12	0,67	1,54

VII.7.4 - Macrofauna

VII.7.4.1 - Inventário Taxonômico e Comparação com RN-BS

O inventário dos táxons coletados em SPS-29 se encontra no anexo VII.7.4.1-1. Foram individualizados 127 táxons pertencentes a 13 grandes grupos de invertebrados marinhos (tabela VII.7.4.1-1). Em RS-BS foram encontrados 151 táxons e valores semelhantes aos de SPS-29.

Tabela VII.7.4.1-1 - Número total de táxons por grupo em SPS-29 e RS-BS.

Filo/Grupo	SPS-29	RS-BS
Filo Porifera*	1	-
Classe Anthozoa*	2	2
Classe Hydrozoa*	2	2
Classe Turbellaria*	0	1
Filo Nemetinea*	1	1
Filo Mollusca	29	33
Filo Polychaeta	44	59
Filo Sipuncula*	1	1
Filo Pycnogonida*	1	-
Subclasse Crustacea	36	39
Filo Bryozoa*	1	1
Filo Brachiopoda*	1	0
Filo Echinodermata	8	12
Total	127	151

* grupos não submetidos ao detalhamento taxonômico.

VII.7.4.2 - Avaliação da Amostragem e Comparação com RN-BS

A curva formada pelo número cumulativo de táxons coletados mostra uma acentuada diminuição da inclinação a partir da 25ª réplica. Ao final da curva, que corresponde às estações SPS-29_11 e SPS-29_51, um novo incremento foi observado (figura VII.7.4.2-1).

Isto parece estar relacionado com as características granulométricas do substrato nessas estações (ver item Granulometria deste relatório). Deve-se

menção que as duas estações foram posicionadas juntas ao final da série propositalmente devido às diferenças granulométricas existentes em relação às demais.

Ao todo foram coletadas 60 réplicas com uma área de 400 cm² (20 x 20 cm) cada, o que equivale a um total de 2,40 m² amostrados.

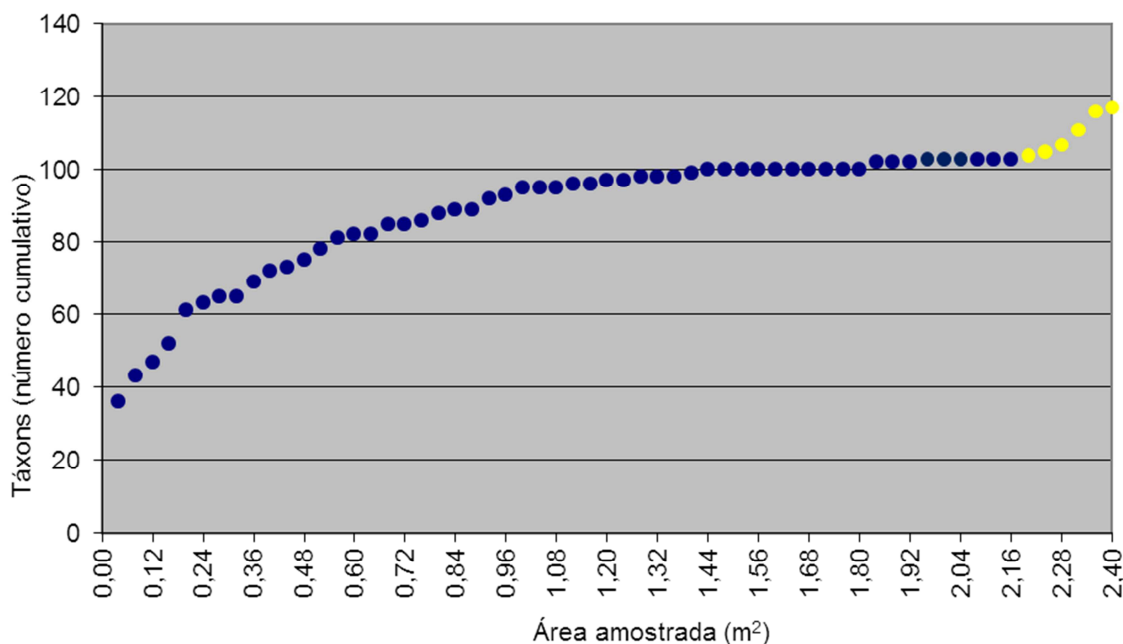


Figura VII.7.4.2-1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada.
SPS-29.

VII.7.4.3 - Composição Taxonômica (0 - 2 cm) e Comparação com RN-BS

Foram identificados 106 táxons pertencentes a 12 grandes grupos (tabela VII.7.4.3-1).

Tabela VII.7.4.3-1 - Número de táxons por grupo.
SPS-29 - estrato de 0 - 2 cm.

Grupos	Táxons	(%)
Filo Porífera*	1	-
Classe Anthozoa*	2	-
Classe Hydrozoa*	2	-
Filo Nemertinea*	1	-
Filo Mollusca	24	25,00
Classe Polychaeta	32	33,33
Filo Sipuncula*	1	-
Filo Pycnogonida*	1	-
Subfilo Crustacea	33	34,38
Filo Bryozoa*	1	-
Filo Brachiopoda*	1	-
Filo Echinodermata	7	7,29
Total*	106	-
Total identificados	96	100,00

*não incluído no cálculo percentual.

O subfilo Crustacea com 33 táxons foi representado por duas classes, seis ordens, 16 famílias e nove gêneros. Foram identificadas 18 famílias e quatorze gêneros para a classe Polychaeta, para os Mollusca foram individualizados 14 gêneros e dez espécies e para os Echinodermata foram distinguidas uma classe, uma ordem, três famílias um gênero e uma espécie.

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.7.4.3-2. O número de táxons encontrados nas estações variou entre 17 (SPS-29_44) e 57 (SPS-29_51).

Tabela VII.7.4.3-2 – Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). SPS-29 - estrato de 0 - 2 cm.

Estações/Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
SPS-29_11	15	19	23	38	19	4,0	21,1
SPS-29_12	27	27	23	37	26	2,3	9,0
SPS-29_13	23	26	26	40	25	1,7	6,9
SPS-29_14	9	22	25	35	19	8,5	45,6
SPS-29_21	21	24	15	37	20	4,6	22,9
SPS-29_22	32	28	28	43	29	2,3	7,9
SPS-29_23	25	36	24	43	28	6,7	23,5
SPS-29_24	17	24	26	38	22	4,7	21,2
SPS-29_31	17	34	30	42	27	8,9	32,9
SPS-29_32	23	26	22	40	24	2,1	8,8
SPS-29_33	19	21	14	30	18	3,6	20,0
SPS-29_34	30	33	29	43	31	2,1	6,8
SPS-29_41	20	24	28	39	24	4,0	16,7
SPS-29_42	27	30	35	48	31	4,0	13,2
SPS-29_43	15	16	30	33	20	8,4	41,2
SPS-29_44	15	17	20	29	17	2,5	14,5
SPS-29_51	33	43	27	57	34	8,1	23,5
SPS-29_52	37	35	24	50	32	7,0	21,9
SPS-29_53	20	24	24	36	23	2,3	10,2
SPS-29_54	26	19	22	35	22	3,5	15,7

O número total de táxons por estação variou entre 29 e 57, respectivamente, nas estações SPS-29_44 e SPS-29_51. O maior CV foi registrado na estação SPS-29_14 (45,6%) e o mais baixo, na estação SPS-29_34 (6,8%).

O dendrograma qualitativo indica similaridades entre estações pouco acima de 60%, podendo-se destacar que a estação SPS-29_51 foi a que apresentou a menor similaridade em relação às demais (figura VII.7.4.3-1). Podem ser distinguidas seis estações que apresentam similaridades entre pouco menos de 60% e 65% em relação ao grupo principal cujas similaridades estão acima de 70%, contudo, essas estações não apresentam disposição espacial contígua.

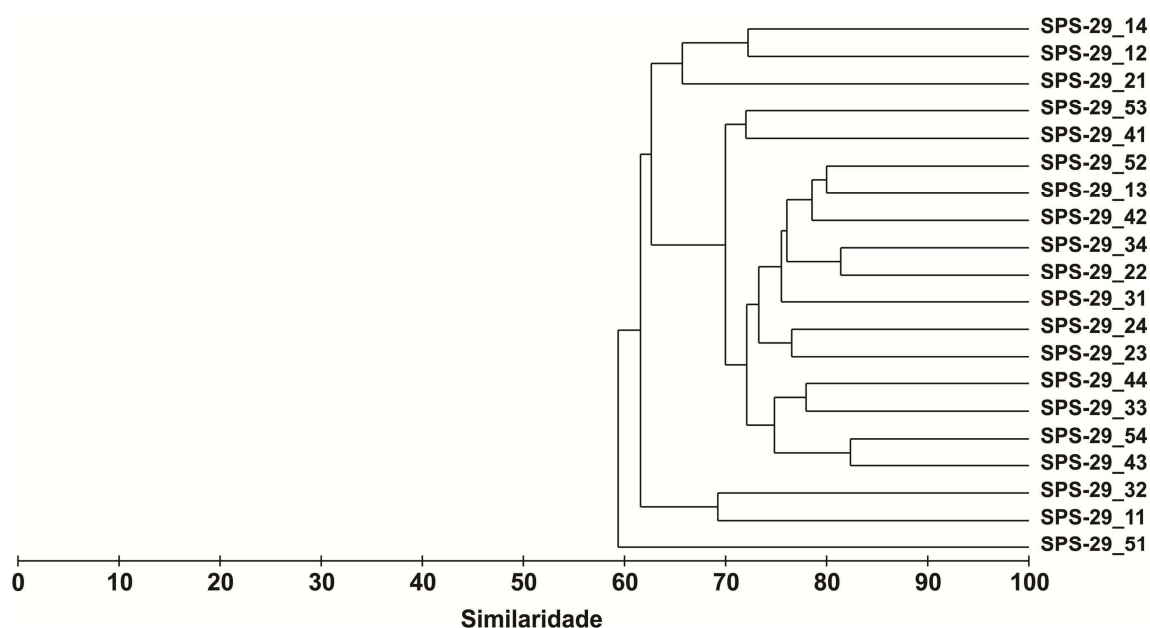


Figura VII.7.4.3-1 - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

A comparação com RS-BS mostra que as duas áreas são diferentes e possuem similaridade inferior a 40% (figura VII.7.4.3-2). De fato, apenas 57 (31,32%) dos 182 táxons são comuns às duas áreas, 49 só foram encontrados em SPS-29 e 76 táxons apenas em RS-BS.

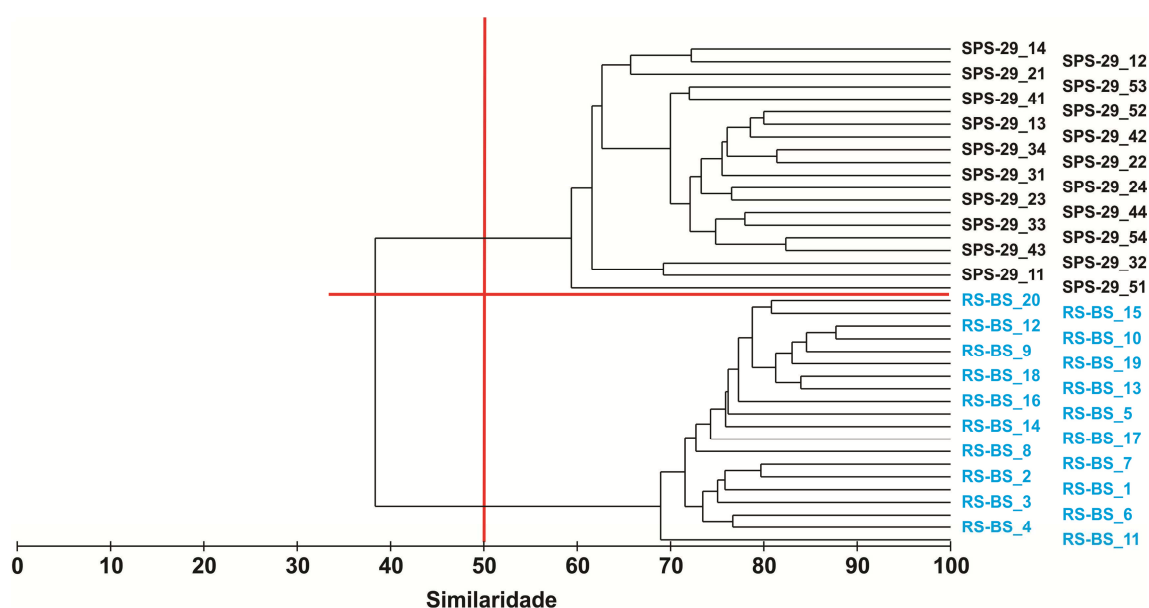


Figura VII.7.4.3-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm.

Segundo a análise de similaridade (ANOSIM), as duas áreas apresentam diferenças significativas ($R = 1,000$ e $NS = 0,1\%$). O percentual de dissimilaridade média entre os dois grupos foi calculado em 61,66% (tabela III.4.2-3).

Tabela VII.7.4.3-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 – RS-BS	61,66%	-
SPS-29	-	67,12%
RS-BS	-	73,84%

VII.7.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm) e Comparação com RN-BS

Os resultados médios de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) estão relacionados na tabela VII.7.4.4-1.

A densidade foi o índice que apresentou a maior variação com valores variando entre 1.217 e 3.875 ind.m^{-2} , respectivamente, nas estações SPS-29_44 e SPS-29_22, com uma média de 2.135 ind.m^{-2} e um CV de 40,63% (anexo VII.7.4.9.2-1). Os demais índices apresentaram variações bem menos expressivas, com valores de CV entre 16,79%, para a riqueza e 2,13% para a dominância (figura VII.7.4.4-1 a VII.7.4.4-5).

Tabela VII.7.4.4-1 – Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em SPS-29 - estrato de 0 - 2 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)
SPS-29_11	1.442	1231	2,51	0,23	0,88	0,13	3,67	0,30	0,89	0,05
SPS-29_12	2.700	288	2,96	0,28	0,76	0,02	3,51	0,16	0,86	0,01
SPS-29_13	2.158	177	3,04	0,25	0,83	0,02	3,84	0,12	0,89	0,01
SPS-29_14	1.475	1099	2,38	0,97	0,91	0,04	3,67	0,57	0,90	0,03
SPS-29_21	1.300	115	2,51	0,62	0,87	0,01	3,69	0,31	0,89	0,02
SPS-29_22	3.875	43	3,31	0,28	0,79	0,04	3,80	0,20	0,89	0,02
SPS-29_23	3.292	553	3,25	0,76	0,83	0,03	3,92	0,28	0,90	0,02
SPS-29_24	1.625	397	2,75	0,58	0,89	0,01	3,93	0,33	0,91	0,02
SPS-29_31	1.775	529	3,28	1,02	0,88	0,05	4,05	0,40	0,91	0,02
SPS-29_32	1.792	101	2,89	0,29	0,85	0,03	3,84	0,01	0,90	0,01
SPS-29_33	1.458	928	2,23	0,30	0,89	0,06	3,60	0,04	0,90	0,01
SPS-29_34	2.983	945	3,60	0,14	0,86	0,03	4,20	0,08	0,92	0,01
SPS-29_41	1.883	519	2,92	0,42	0,88	0,01	3,98	0,28	0,91	0,02
SPS-29_42	3.525	498	3,51	0,49	0,87	0,01	4,25	0,14	0,93	0,00
SPS-29_43	1.400	770	2,52	0,96	0,91	0,01	3,83	0,51	0,91	0,03

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)
SPS-29_44	1.217	558	2,17	0,22	0,90	0,05	3,59	0,08	0,90	0,01
SPS-29_51	2867	1833	3,96	0,73	0,91	0,02	4,53	0,27	0,94	0,01
SPS-29_52	3225	760	3,67	0,72	0,87	0,03	4,28	0,20	0,93	0,01
SPS-29_53	1425	241	2,85	0,28	0,88	0,02	3,89	0,24	0,91	0,02
SPS-29_54	1292	399	2,94	0,33	0,94	0,01	4,18	0,14	0,94	0,00
Média	2135	-	2,96	-	0,87	-	3,91	-	0,91	-
DP	868	-	0,50	-	0,04	-	0,27	-	0,02	-
CV	40,63	-	16,79	-	4,84	-	6,86	-	2,13	-

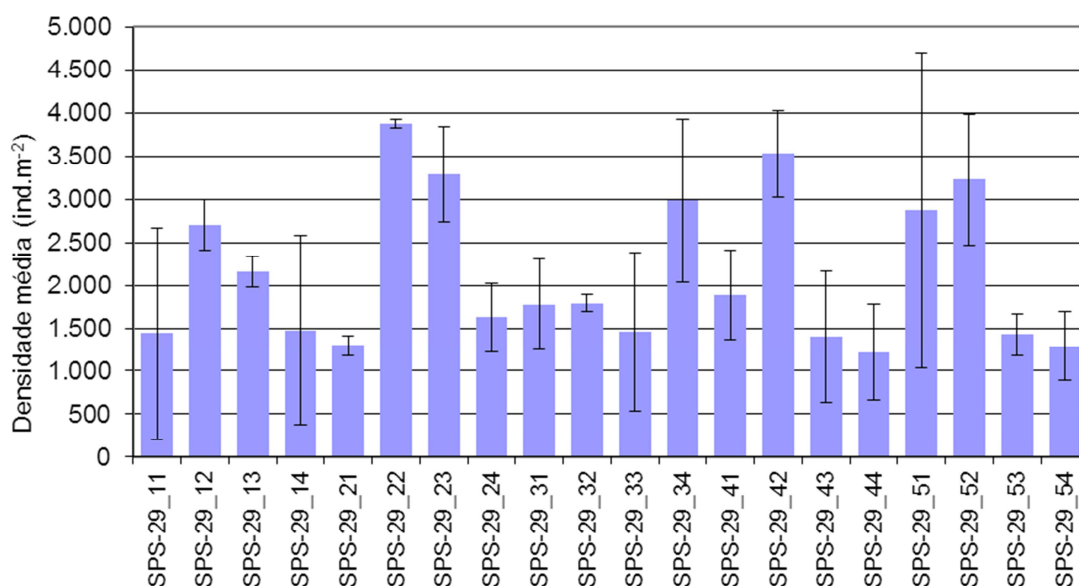


Figura VII.7.4.4-1 – Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (±).
SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

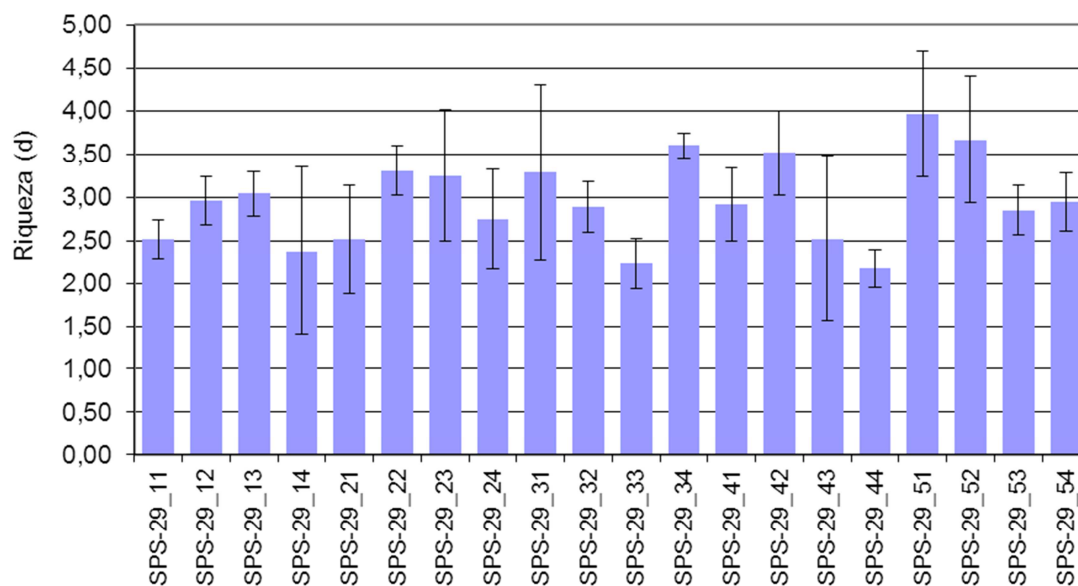


Figura VII.7.4.4-2 – Riqueza média (ind.m²) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

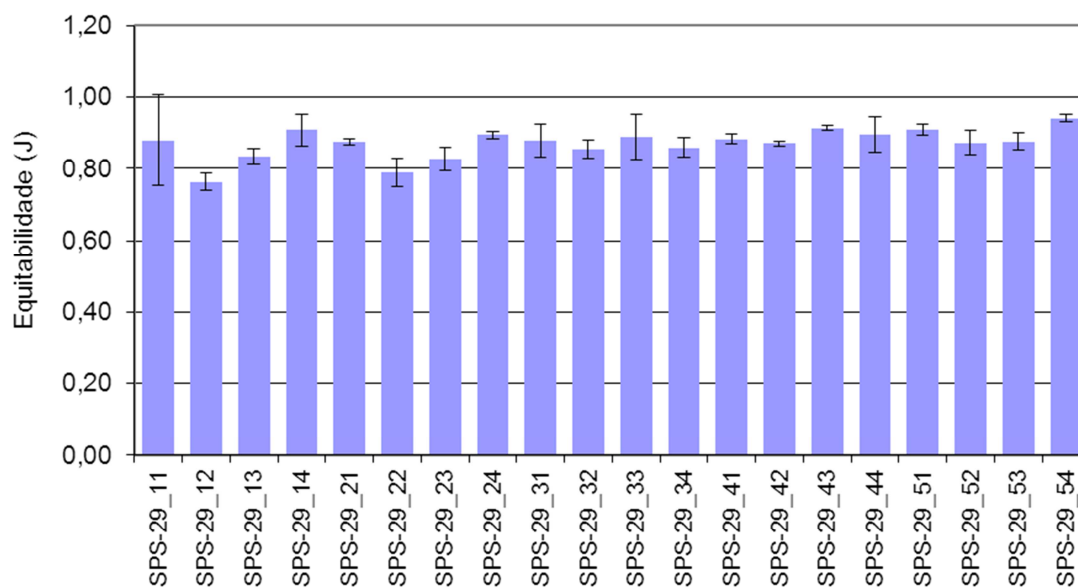


Figura VII.7.4.4-3 – Equitabilidade média (ind.m²) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

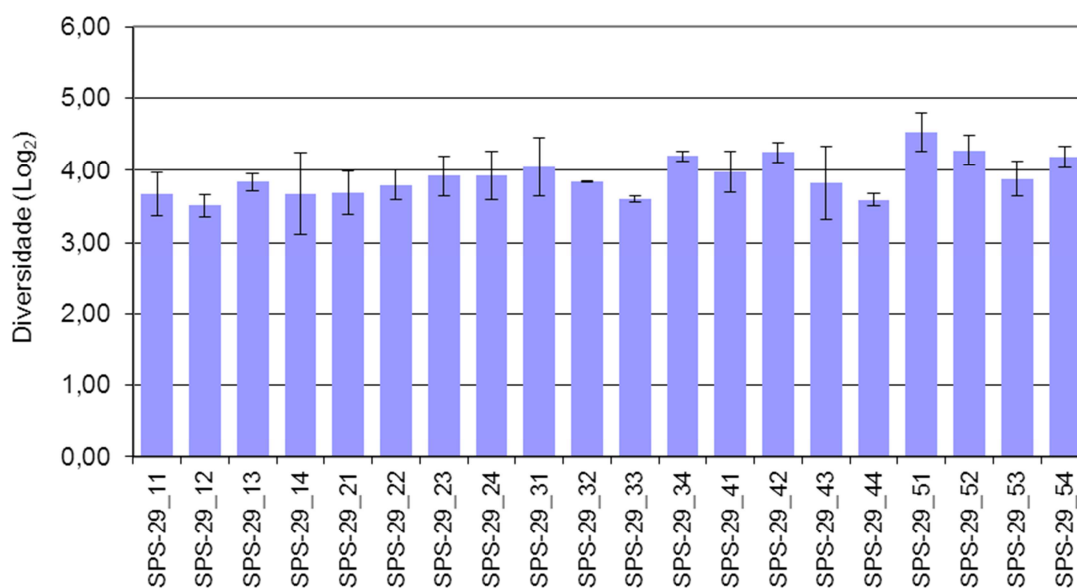


Figura VII.7.4.4-4 – Diversidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (±).
SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

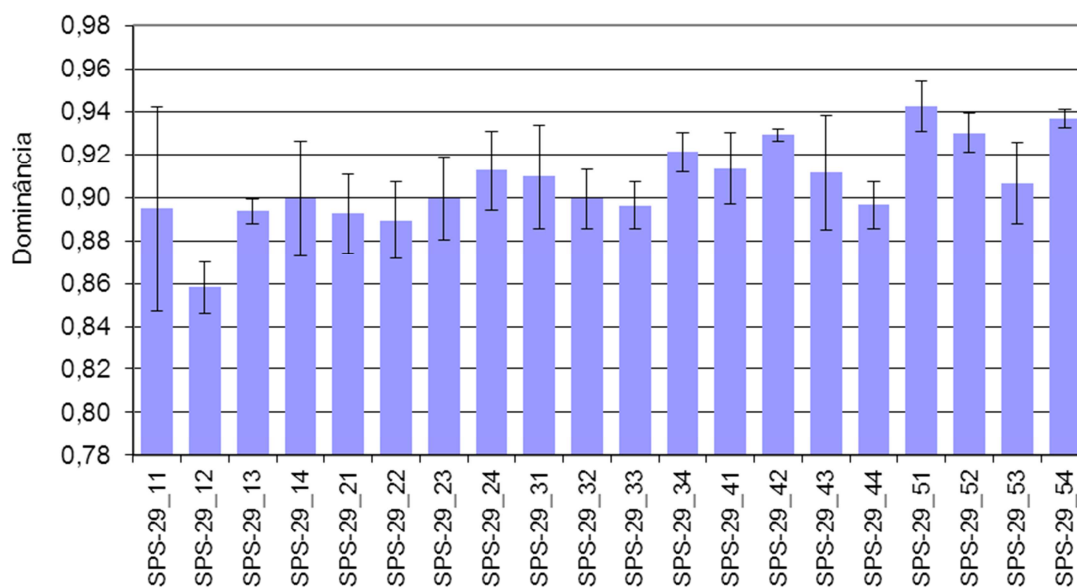


Figura VII.7.4.4-5 – Dominância média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (±).
SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

A comparação dos índices com a área de referência sul (RS-BS) evidencia as diferenças entre as duas áreas, especialmente no que diz respeito à riqueza e à diversidade (figura VII.7.4.4-6).

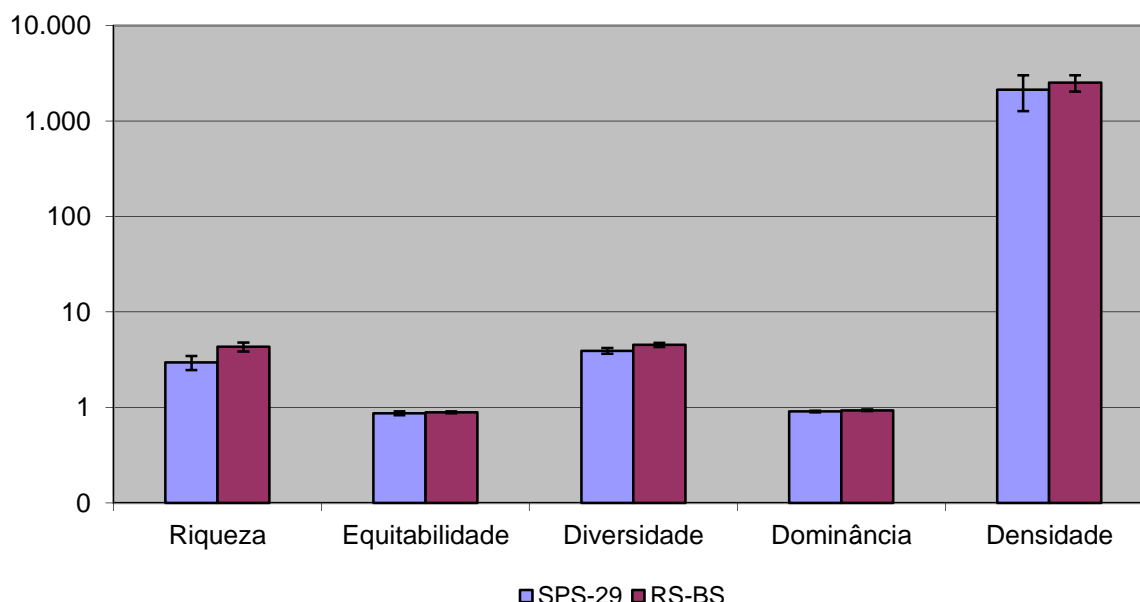


Figura VII.7.4.4-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \log_2$), Dominância ($1 - \lambda$), densidade (ind.m^{-2}) e respectivas barras de desvio padrão (\pm). SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm.

As similaridades quantitativas para a maioria das estações são de, aproximadamente 65%, porém um grupo composto pelas estações SPS-29_11, SPS-29_14 e SPS-29_21 e a estação SPS-29_51, isoladamente, apresentam valores pouco abaixo de 60% (figura VII.7.4.4-7). As três primeiras estações estão entre as cinco com densidades totais mais baixas e apresentam os menores valores para família Urothoidae (Crustacea: Amphipoda) e *Nucula pernambucensis* (Mollusca: Gastropoda), situados entre os mais abundantes. Já a estação SPS-29_51 destaca-se devido ao fato de ter apresentado mais altas densidades para 14 dos 102 táxons encontrados, sendo que destes três só ocorreram nesta estação.

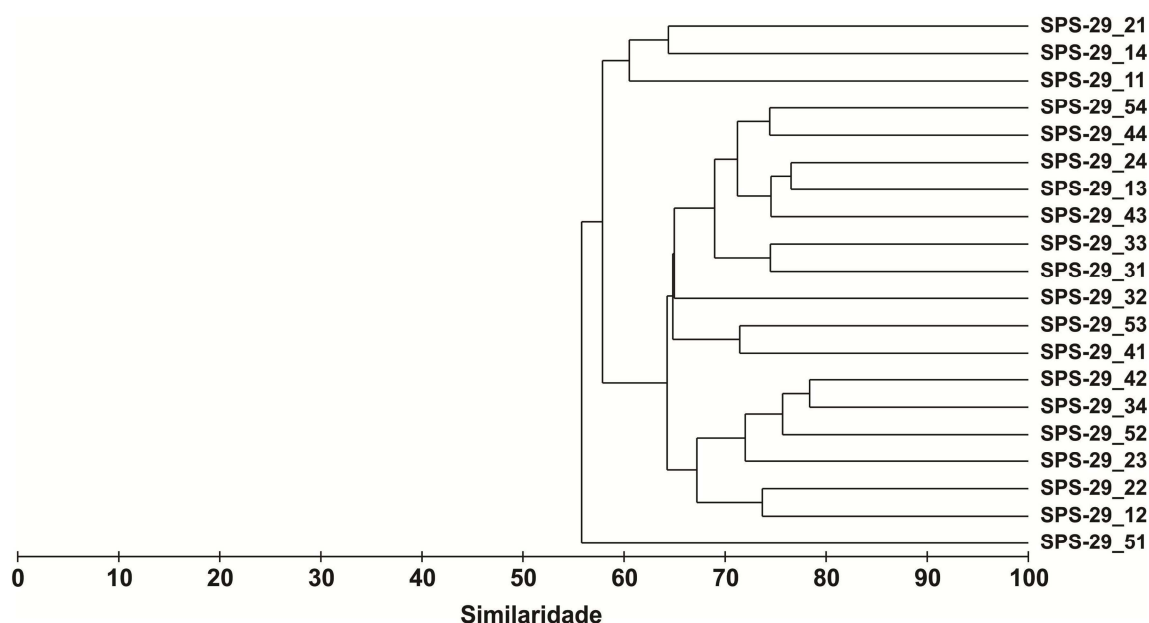


Figura VII.7.4.4-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

Deve-se destacar que as estações SPS-29_11, SPS-29_14 e SPS-29_21 são as que apresentaram as maiores concentrações de bário, em muitos casos indicador de atividade de perfuração de poços de petróleo, e que os resultados médios desse elemento podem indicar que houve contaminação nas áreas marcadas nas cores amarela, rosa, laranja e verde na figura VII.7.4.4-8. Contudo, a perfuração foi realizada em 1989 e as concentrações de n-alcanos totais mais altas foram encontradas nas estações SPS-29_13 ($903 \mu\text{g.kg}^{-1}$) e na SPS-29_33 ($1.296 \mu\text{g.kg}^{-1}$), já as concentração mais altas de HTP foi de $130 \mu\text{g.kg}^{-1}$ e de MCNR de $122 \mu\text{g.kg}^{-1}$, ambas registradas na estação SPS-29_14, o que poderia sugerir a influência da perfuração sobre os resultados da macrofauna mencionados no parágrafo anterior.

Contudo, quando esses resultados químicos são comparados aos de RS-BS verifica-se que os n-alcanos totais apresentam valores semelhantes aos de SPS-29, e que apenas os HTPs e a MCNR apresentam valores mais altos em SPS-29. Dado que se contrapõem à tese do efeito da perfuração sobre a macrofauna.

Por outro lado, o bário, na forma em que se encontra (BaSO_4), é quimicamente muito estável, não se degrada no ambiente e não afeta os organismos bentônicos, servindo apenas como um traçador da atividade.

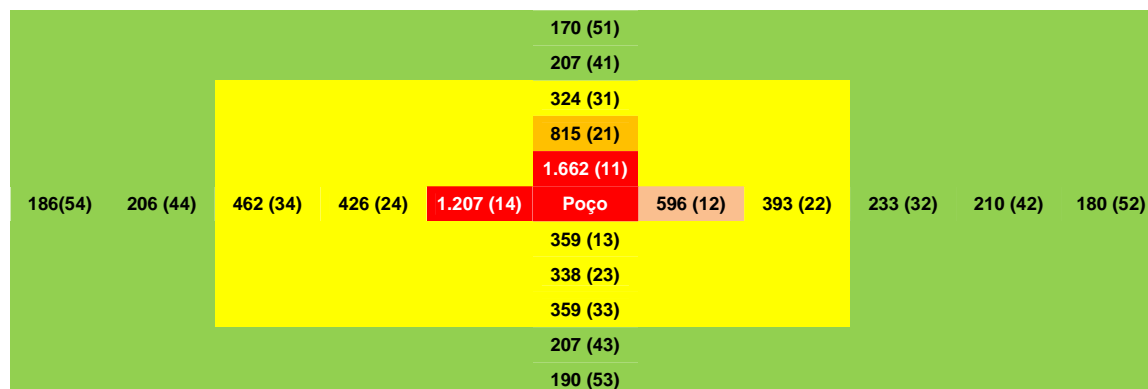


Figura VII.7.4.4-8 – Diagrama ilustrativo das concentrações médias de bário ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) nas estações (entre parêntesis). As cores correspondem aos diferentes teores de Ba. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

O dendrograma representativo da similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS indica similaridade de 32,36% entre os dois grupos de amostras (figura VII.7.4.4-9).

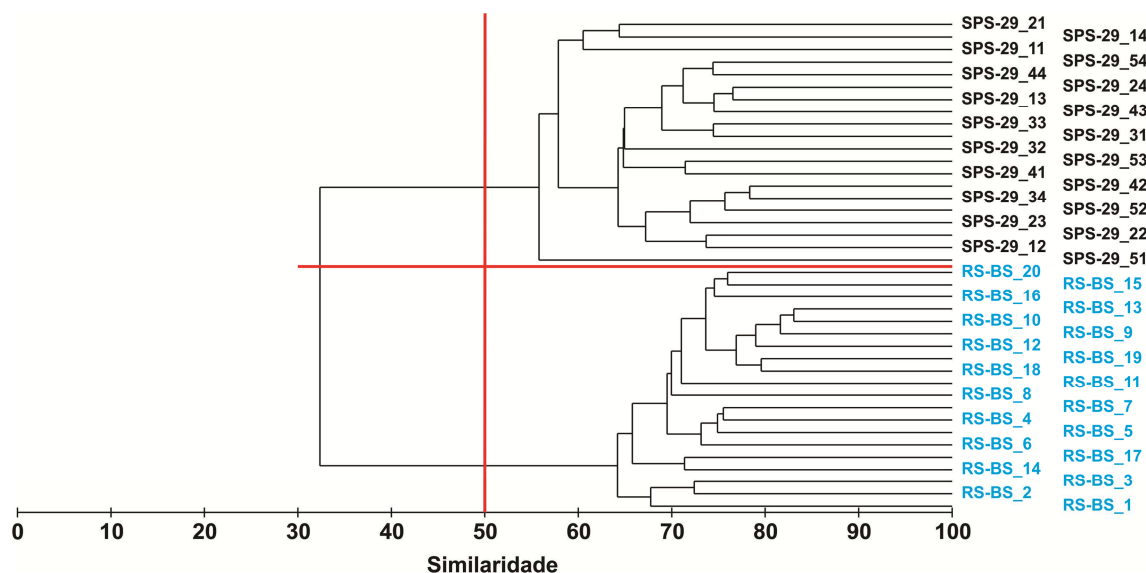


Figura VII.7.4.4-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações de SPS-29 e RS-BS. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm.

A avaliação das similaridades/dissimilaridades quantitativas percentuais (SIMPER) entre as duas áreas encontra-se apresentada na tabela VII.7.4.4-2.

Tabela VII.7.4.4-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 0 - 2 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 – RS-BS	74,24%	-
SPS-29	-	56,46%
RS-BS	-	63,94%

As diferenças observadas entre os dois grupos, avaliados pela análise de similaridade (ANOSIM), mostram-se significativas ($R = 1,000$ e $NS = 0,01\%$).

O dendrograma quantitativo feito para a comunidade de Mollusca mostra as estações SPS-29_11 e SPS-29_21 destacadas, apresentando as similaridades mais baixas (figura VII.7.4.4-10). Deve-se mencionar que nestas estações foram encontradas as mais altas concentrações de bário.

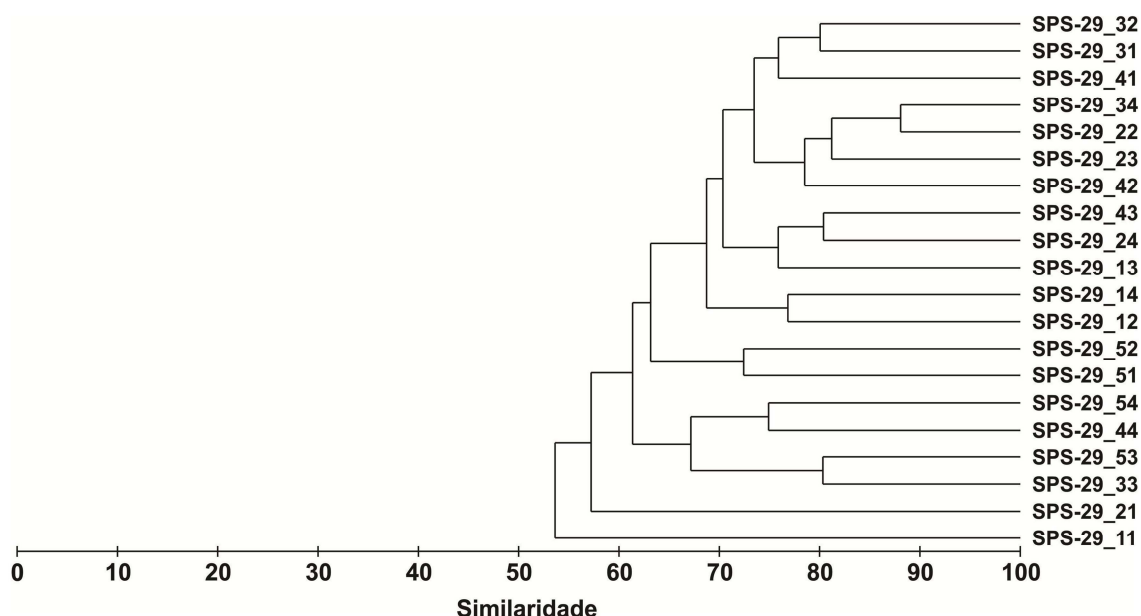


Figura VII.7.4.4-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Mollusca. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

A comparação das comunidades de Mollusca de SPS-29 e de RS-BS mostrou que as mesmas são distintas e que apresentam similaridade de 25,93% (figura VII.7.4.4-11).

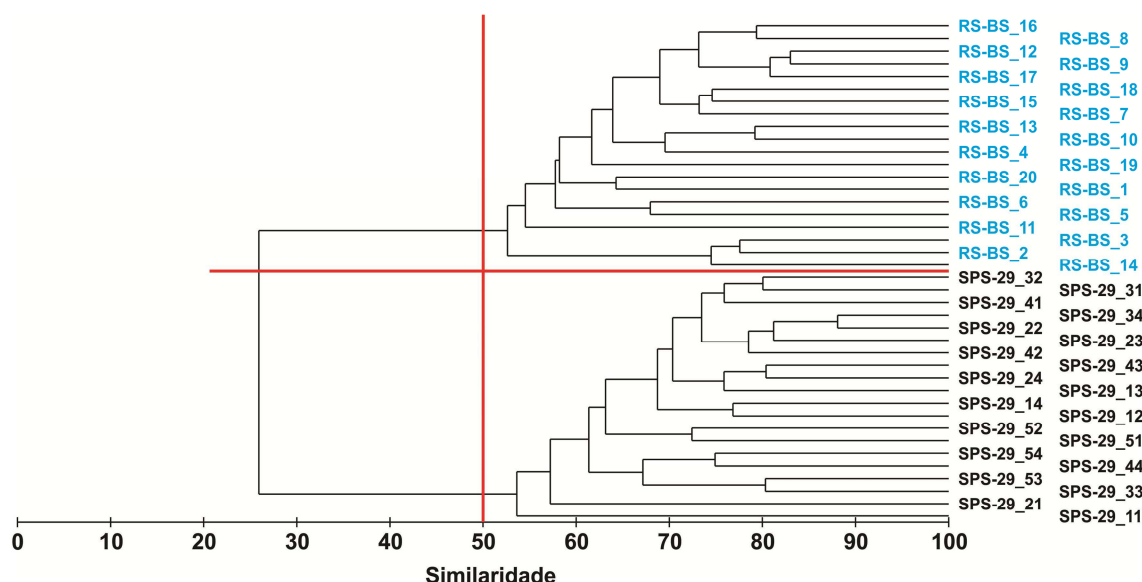


Figura VII.7.4.4-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

O mesmo procedimento realizado para a comunidade de Polychaeta revela similaridades pouco abaixo de 60% entre as estações de SPS-29. As estações SPS-29_11 e SPS-29_21, duas das três com os valores mais altos de bário, se destacam na parte inferior do dendrograma. Contudo, a estação SPS-29_14, a que apresentou a maior concentração desse elemento, encontra-se agrupada a outras onde os teores de bário foram bem mais baixos (figura VII.7.4.4-12).

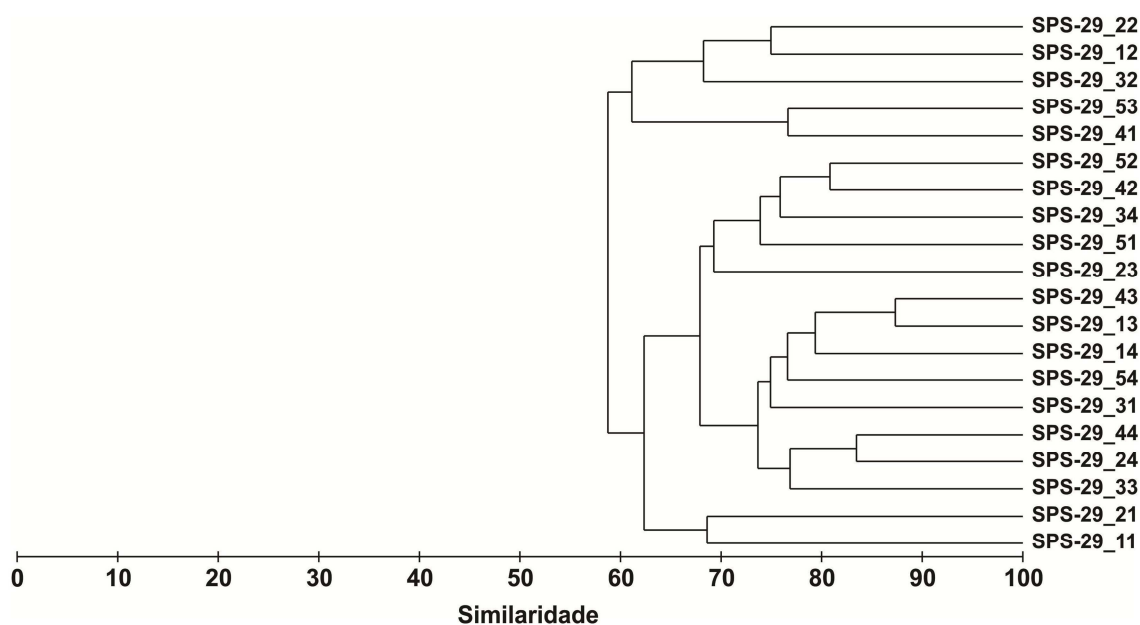


Figura VII.7.4.4-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para *Polychaeta*. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

A comparação com RS-BS evidencia as diferenças entre as duas áreas com similaridades entre grupos de estações pouco acima de 30% (figura VII.7.4.4-13).

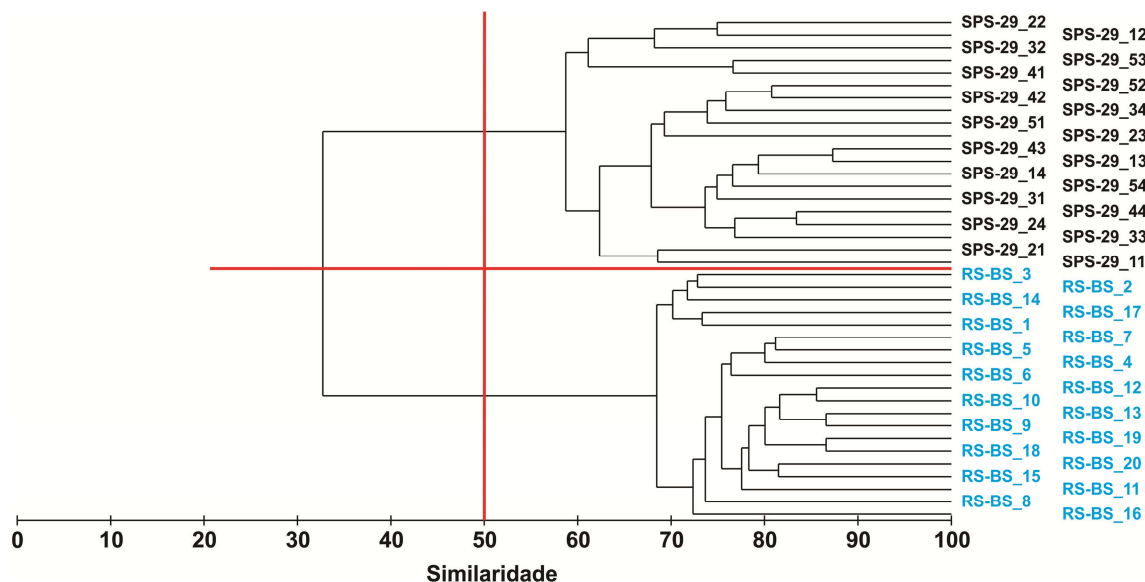


Figura VII.7.4.4-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa para *Polychaeta* entre Tubarão e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

O dendrograma obtido para Crustacea apresenta similaridade acima de 65% entre estações, mas dois grupos de estações apresentam valores bem inferiores: SPS-29_11 e SPS-29_21, entre as que apresentaram teores médios mais altos de bário e SPS-29_14 e SPS-29_51, a primeira com o mais alto teor médio de bário e a segunda com o mais baixo valor (figura VII.7.4.4-14).

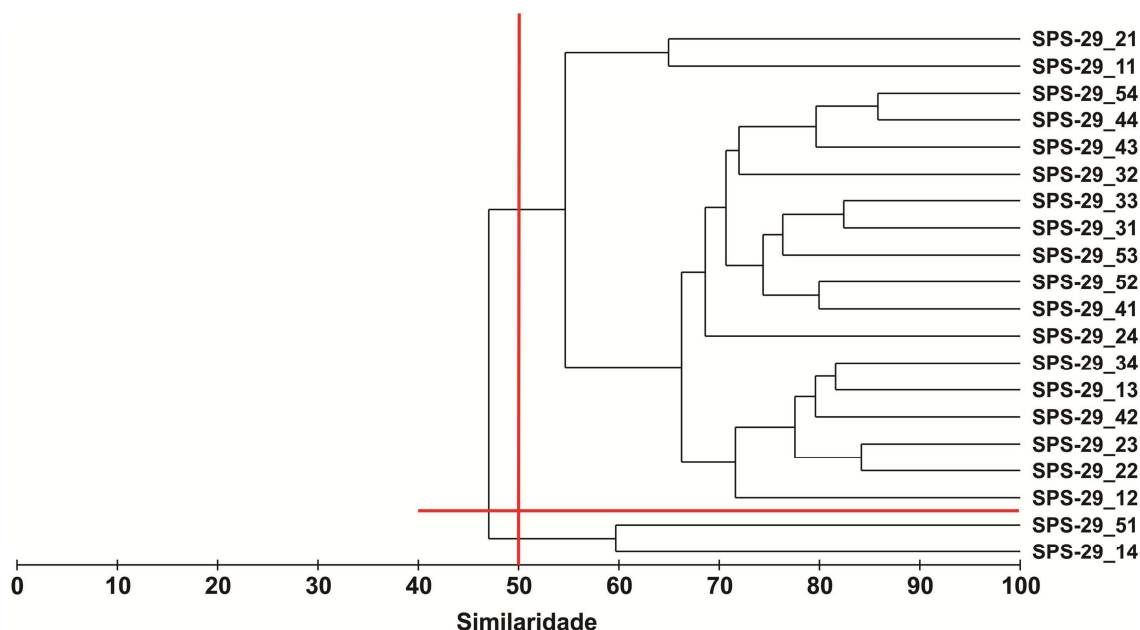


Figura VII.7.4.4-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm.

O dendrograma gerado a partir dos dados de Crustacea para SPS-29 e RS-BS ilustra as diferenças entre as duas áreas (figura VII.7.4.4-15).

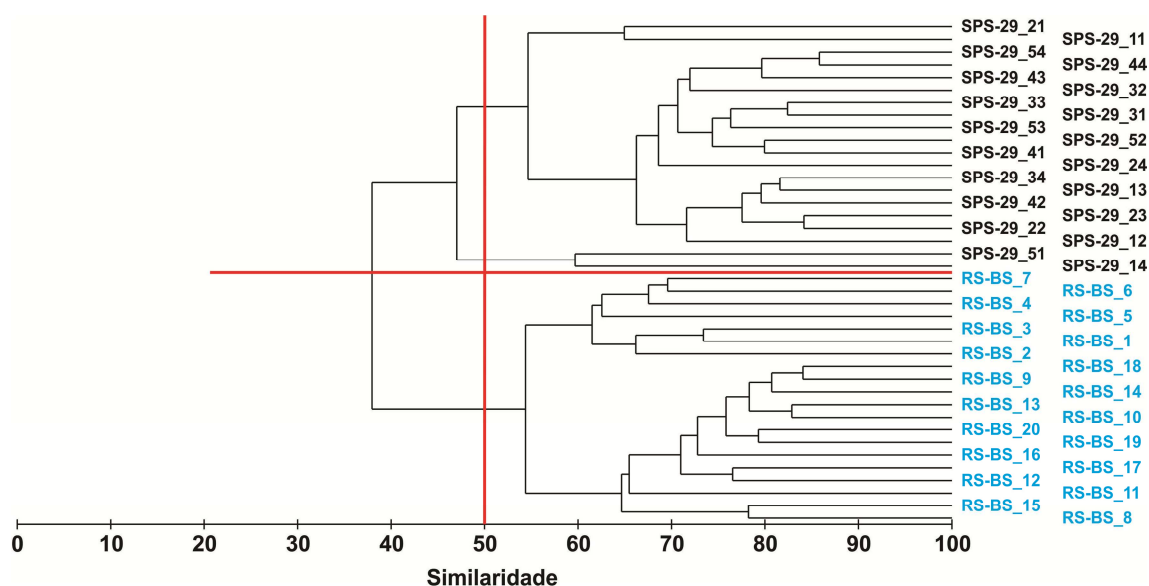


Figura VII.7.4.4-15 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

Não foram feitas análises para os Echinodermata devido ao fato de não terem sido encontrados organismos desse filo em dez das 20 estações estudadas.

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.7.4.4-16.

As estações SPS-29_11 e SPS-29_51 se destacam por terem apresentado os mais altos teores de areia, sendo que SPS-29_11 apresenta os valores mais baixos para os índices biológicos, com exceção da equitabilidade, quando comparada a SPS-29_51. Por outro lado, em relação às outras estações, esta afirmação não é verdadeira.

Este dado permite supor que teores mais altos de areia estão relacionados com valores mais baixos dos índices biológicos.



Figura VII.7.4.4-16 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.7.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm) e Comparação com RN-BS

Neste estrato foram encontrados 92 táxons pertencentes a nove grandes grupos taxonômicos (tabela VII.7.4.5-1).

Tabela VII.7.4.5-1 – Número de táxons por grandes grupos em SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

Grupo	Táxons	%
Classe Anthozoa*	1	-
Classe Hydrozoa*	1	-
Filo Nemertinea*	1	-
Filo Mollusca	21	25,61
Filo Polychaeta	35	42,68
Filo Sipuncula*	1	-
Subfilo Crustacea	22	26,83
Filo Bryozoa*	1	-
Filo Echinodermata	4	4,88
Total*	87	-
Total identificados	82	100,00

*não incluído no cálculo percentual.

O grupo com maior representatividade foi a classe Polychaeta com 35 táxons, compreendendo 21 famílias e 14 gêneros. O subfilo Crustacea foi representado por duas classes, cinco ordens, dez famílias e cinco gêneros. Já para o filo Mollusca foram individualizadas uma classe, oito gêneros e 12 famílias e, finalmente, para os Echinodermata foi identificado um indivíduo jovem da classe Ophiuroidea e três famílias.

O número total de táxons variou entre 27 e 45 táxons, respectivamente nas estações SPS-29_21 e SPS-29_51. O valor mais alto do CV foi encontrado na estação SPS-29_54 onde foi registrado o valor de 51,6% (tabela VII.7.4.5-2).

Tabela VII.7.4.5-2 – Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). SPS-29 - estrato de 2 - 5 cm.

Estações / Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
SPS-29_11	9	15	24	27	16	7,5	47,2
SPS-29_12	22	22	22	32	22	0,0	0,0
SPS-29_13	22	19	23	31	21	2,1	9,8
SPS-29_14	15	20	17	28	17	2,5	14,5
SPS-29_21	13	16	18	24	16	2,5	16,1
SPS-29_22	23	17	21	36	20	3,1	15,0
SPS-29_23	25	21	15	36	20	5,0	24,8
SPS-29_24	15	19	22	32	19	3,5	18,8
SPS-29_31	21	15	16	34	17	3,2	18,5
SPS-29_32	25	17	13	32	18	6,1	33,3
SPS-29_33	13	18	12	27	14	3,2	22,4
SPS-29_34	11	21	21	28	18	5,8	32,7
SPS-29_41	14	21	16	31	17	3,6	21,2
SPS-29_42	21	26	26	37	24	2,9	11,9
SPS-29_43	8	18	22	28	16	7,2	45,1
SPS-29_44	15	7	22	27	15	7,5	51,2
SPS-29_51	24	31	28	45	28	3,5	12,7
SPS-29_52	19	24	34	42	26	7,6	29,8
SPS-29_53	19	18	17	35	18	1,0	5,6
SPS-29_54	20	6	18	27	15	7,6	51,6

O dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações indica valores superiores a 58%, grupos compostos por estações que, em alguns casos, não apresentam proximidade espacial no campo (figura VII.7.4.5-1).

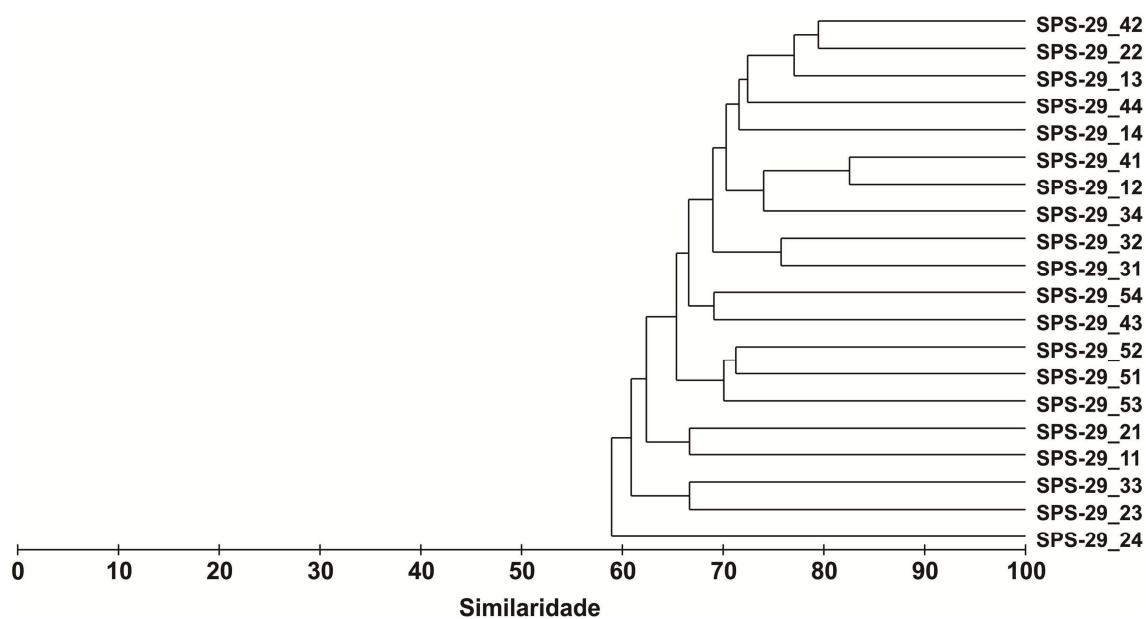


Figura VII.7.4.5-1 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

A comparação com RS-BS mostra que as duas áreas apresentam similaridade de, aproximadamente, 40% (figura VII.7.4.5-2).

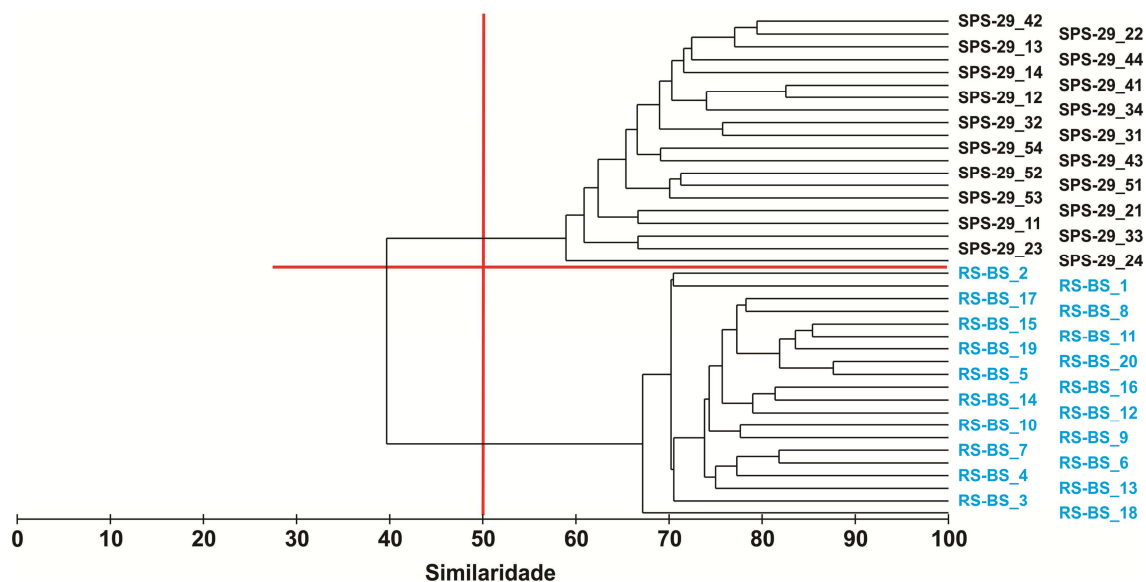


Figura VII.7.4.5-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – agrupamento pela média. Estrato de 2 - 5 cm.

Segundo a análise de similaridade (ANOSIM), as duas áreas (SPS-29 e RS-BS) apresentam diferenças significativas entre si ($R = 0,997$ e $NS = 0,1\%$). O percentual de dissimilaridade média (SIMPER) entre os dois grupos é de 60,34% (tabela VII.7.4.5-3).

Tabela VII.7.4.5-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 – RS-BS	60,34%	-
SPS-29	-	65,06%
RS-BS	-	73,38%

Foram encontrados 113 táxons nas duas áreas, sendo que desses 48 são comuns às duas áreas, 26 são exclusivos de SPS-29 e 39 exclusivos de RS-BS.

VII.7.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm) e Comparação com RN-BS

Os resultados de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.7.4.6-1 e ilustrados nas figura VII.7.4.6-1 a VII.7.4.6-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.7.4.9.2-1.

Os índices que apresentaram as maiores variabilidades foram a densidade ($\text{CV}=34,35\%$), a riqueza ($\text{CV}=18,02\%$) e a diversidade ($\text{CV}=9,06\%$).

Tabela VII.7.4.6-1 – Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em SPS-29 - estrato de 2 - 5 cm.

Índice	Densidade (ind.m^{-2})		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade (Log_2)		Dominância ($1-\lambda'$)	
Estações	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
SPS-29_11	1.758	1649	2,02	0,78	0,82	0,05	3,21	0,75	0,83	0,09
SPS-29_12	1.267	213	2,85	0,10	0,92	0,03	4,06	0,09	0,93	0,01
SPS-29_13	1.467	227	2,70	0,17	0,86	0,04	3,77	0,17	0,90	0,02
SPS-29_14	1.217	425	2,18	0,45	0,93	0,04	3,73	0,35	0,91	0,03
SPS-29_21	850	195	2,03	0,33	0,89	0,06	3,42	0,38	0,88	0,05
SPS-29_22	1.392	406	2,53	0,34	0,91	0,03	3,86	0,10	0,91	0,01
SPS-29_23	1.508	679	2,52	0,63	0,86	0,09	3,65	0,45	0,88	0,06
SPS-29_24	942	461	2,45	0,35	0,94	0,03	3,85	0,19	0,92	0,01
SPS-29_31	1.092	715	2,25	0,48	0,90	0,07	3,63	0,42	0,89	0,04
SPS-29_32	1.250	189	2,24	0,84	0,88	0,01	3,56	0,50	0,89	0,03
SPS-29_33	708	357	1,89	0,37	0,88	0,06	3,25	0,23	0,85	0,03
SPS-29_34	1.192	742	2,23	0,60	0,87	0,09	3,45	0,19	0,87	0,02
SPS-29_41	967	413	2,25	0,37	0,88	0,06	3,51	0,30	0,88	0,03
SPS-29_42	2.025	634	2,94	0,33	0,88	0,02	4,01	0,08	0,92	0,00
SPS-29_43	858	488	2,05	0,92	0,88	0,04	3,34	0,85	0,86	0,09
SPS-29_44	1.375	811	1,76	0,96	0,75	0,21	2,82	1,31	0,73	0,28
SPS-29_51	1.917	309	3,39	0,39	0,87	0,02	4,12	0,21	0,92	0,01
SPS-29_52	2.300	1.215	3,06	0,80	0,85	0,03	3,89	0,50	0,90	0,03
SPS-29_53	683	63	2,40	0,22	0,92	0,02	3,72	0,21	0,90	0,02
SPS-29_54	1.000	385	1,91	0,98	0,89	0,06	3,30	1,00	0,86	0,11
Média	1.288	-	2,38	-	0,88	-	3,61	-	0,88	-
DP	443	-	0,43	-	0,04	-	0,33	-	0,04	-
CV (%)	34,35	-	18,02	-	4,61	-	9,06	-	4,93	-

nd – não determinado

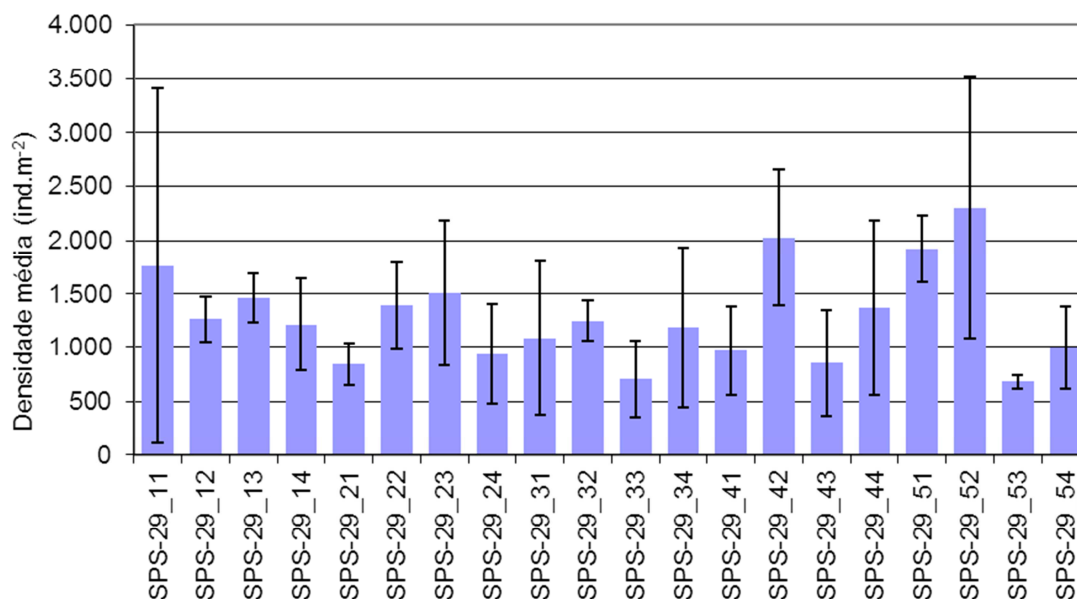


Figura VII.7.4.6-1 – Densidade média (ind.m²) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

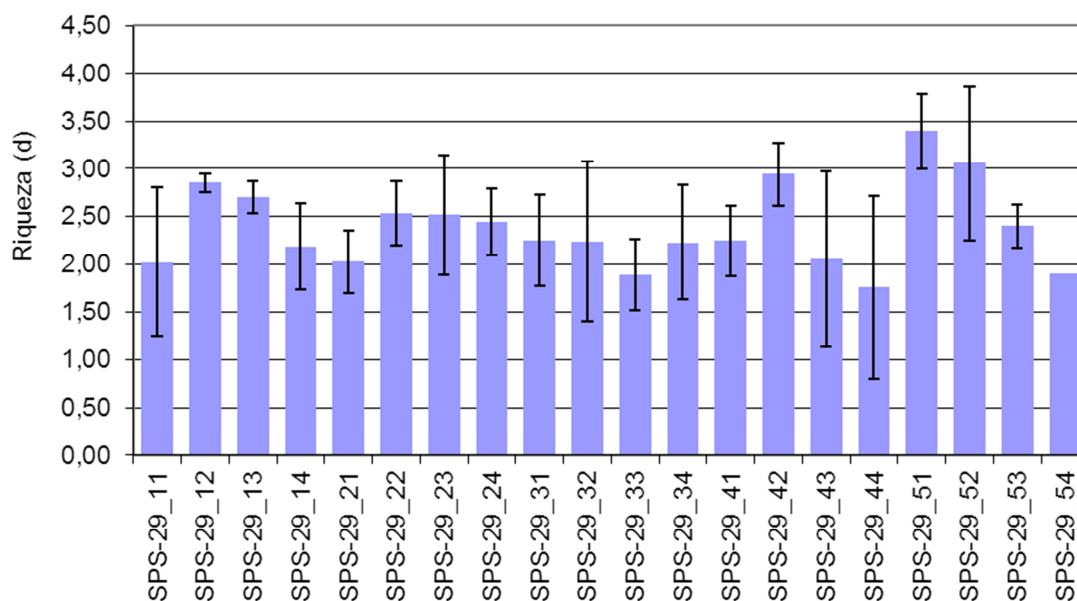


Figura VII.7.4.6-2 – Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

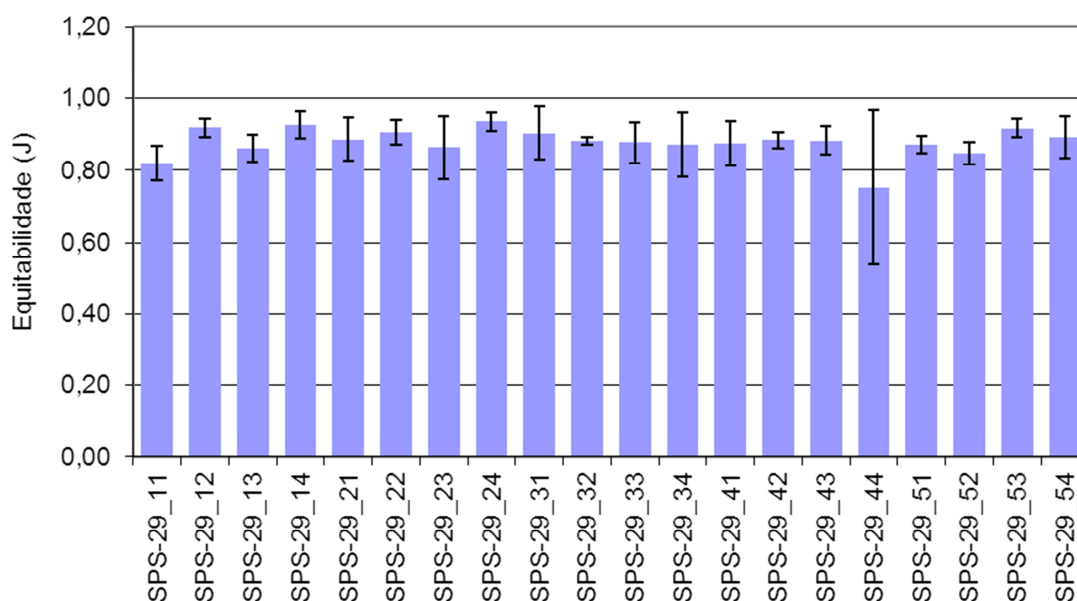


Figura VII.7.4.6-3 – Equitabilidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

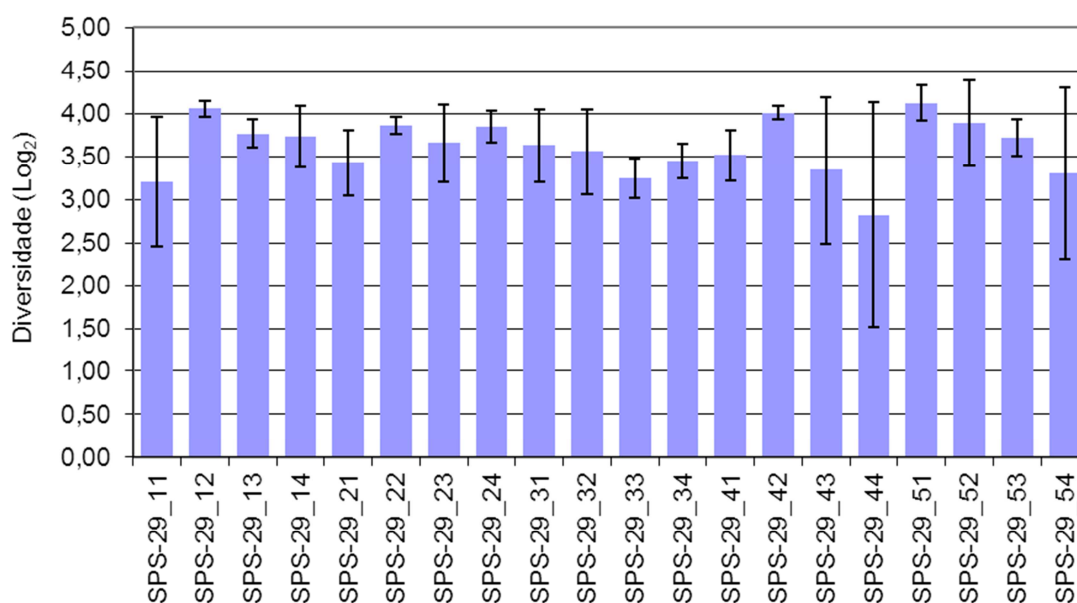


Figura VII.7.4.6-4 – Diversidade média (ind.m^{-2}) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

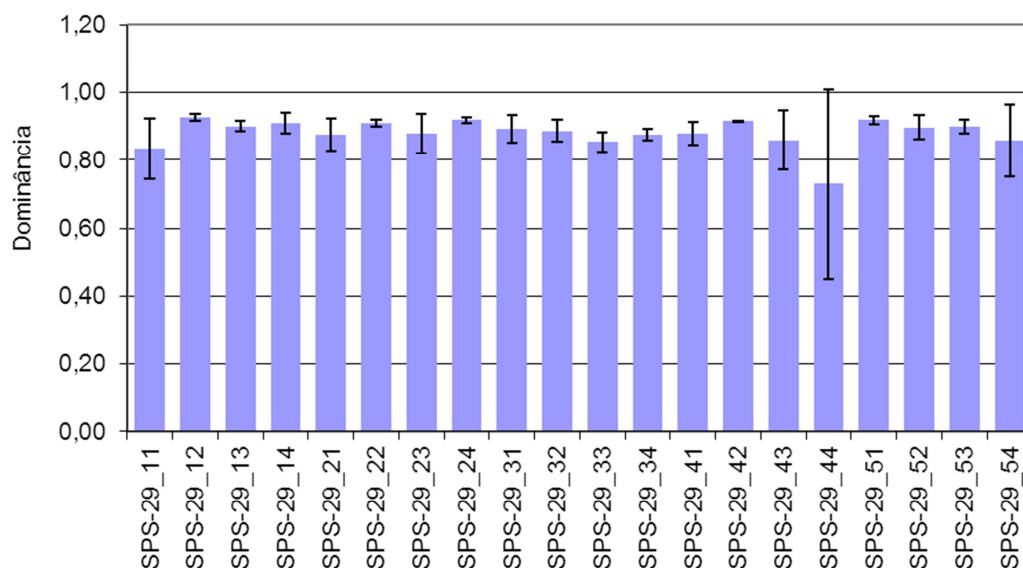


Figura VII.7.4.6-5 – Dominância média (ind.m²) e barra de desvio padrão (±).
SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

A comparação dos índices com a área de Referência Sul (RS-BS) indica diferenças para a riqueza e diversidade (figura VII.7.4.6-6), com maior variabilidade desses índices em SPS-29.

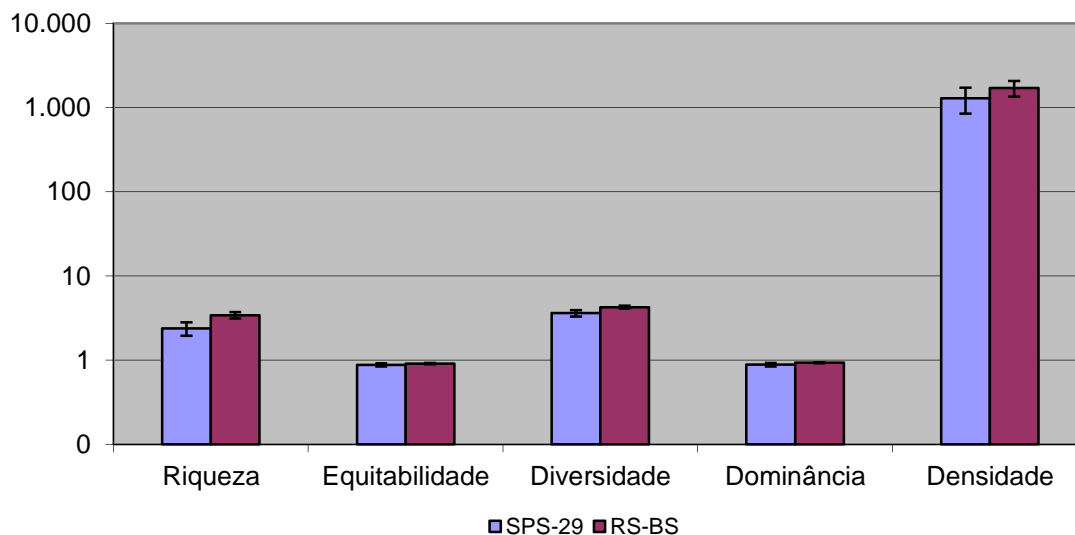


Figura VII.7.4.6-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \log_2$), Dominância ($1 - \lambda$), densidade (ind.m²) e respectivas barras de desvio padrão (±). SPS29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma gerado a partir dos dados quantitativos mostra similaridades acima de 57% para todas as estações e apresenta grupamentos formados por estações que, em alguns casos, não apresentam proximidade espacial (figura VII.7.4.6-7).

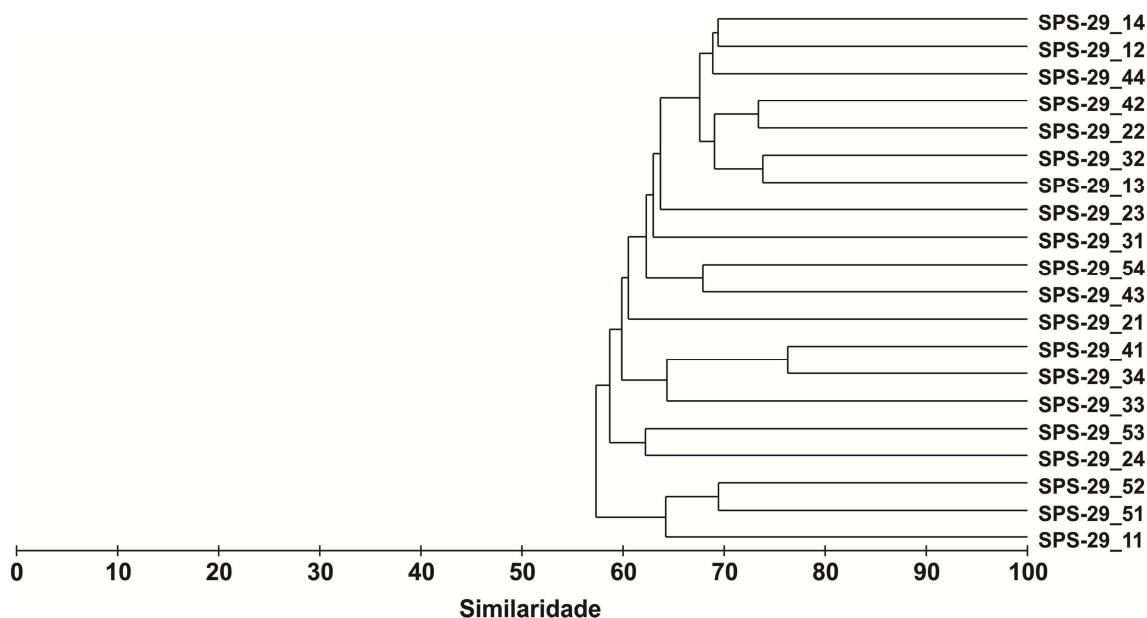


Figura VII.7.4.6-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma resultante da matriz de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS mostra as duas áreas constituindo grupos distintos com similaridade de a 34% entre as mesmas (figura VII.7.4.6-8).

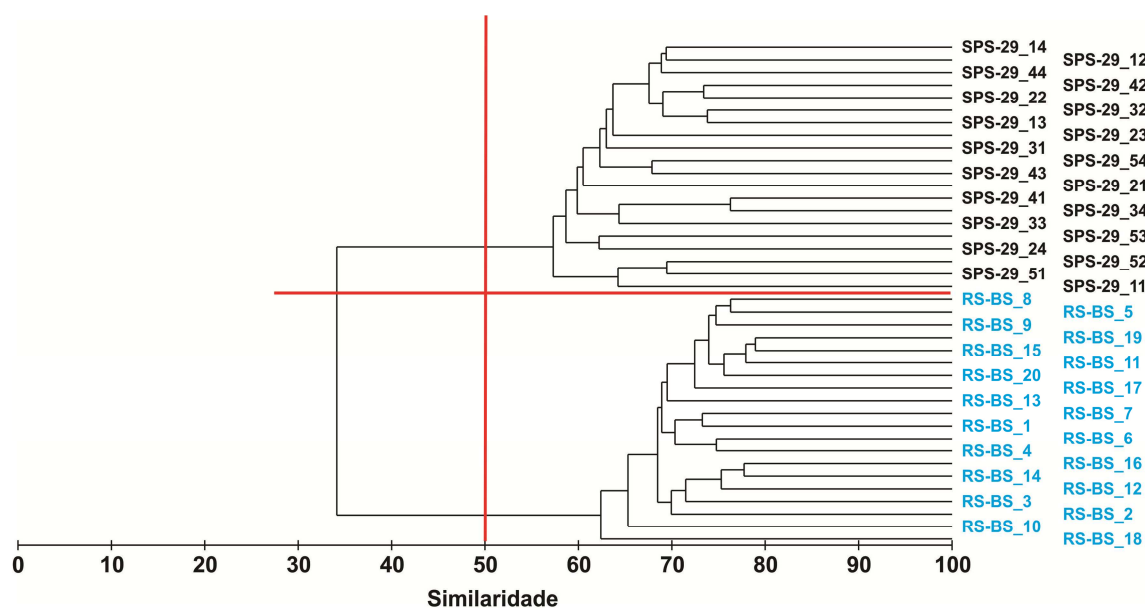


Figura VII.7.4.6-8 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

A avaliação das similaridades/dissimilaridades quantitativas percentuais (SIMPER) entre as duas áreas encontra-se apresentada na tabela VII.7.4.6-2.

Tabela VII.7.4.6-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 2 - 5 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 x RS-BS	65,88%	-
SPS-29	-	60,79%
RS-BS	-	68,86%

As diferenças observadas entre os dois grupos, avaliadas pela análise de similaridade (ANOSIM), mostram-se significativas com valor de $R = 0,999$ e $NS = 0,1\%$.

O dendrograma de similaridade quantitativa feito para a comunidade de Mollusca mostra que seis estações (SPS-29_21, SPS-29_11, SPS-29_51, SPS-29_52, SPS-29_53 e SPS-29_54) se destacam com similaridades inferiores a 50% em relação às demais (figura VII.7.4.6-9). Deve-se destacar que entre estas estão todas as estações situadas no raio mais externo.

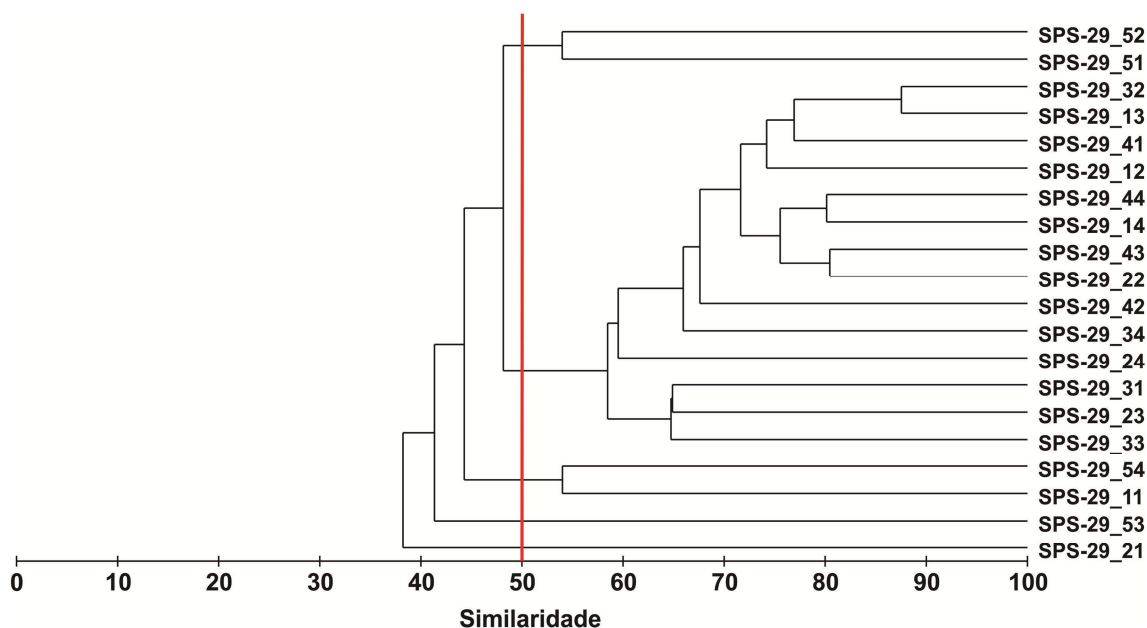


Figura VII.7.4.6-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Mollusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

A comparação das comunidades de Mollusca de SPS-29 e de RS-BS retornou similaridades inferiores a 20% e que apenas a estação RS-BS_6 encontra-se agrupada às estações de SPS-29 (figura VII.7.4.6-10). A fragmentação do dendrograma está, provavelmente, relacionada com as baixas densidades observadas neste estrato.

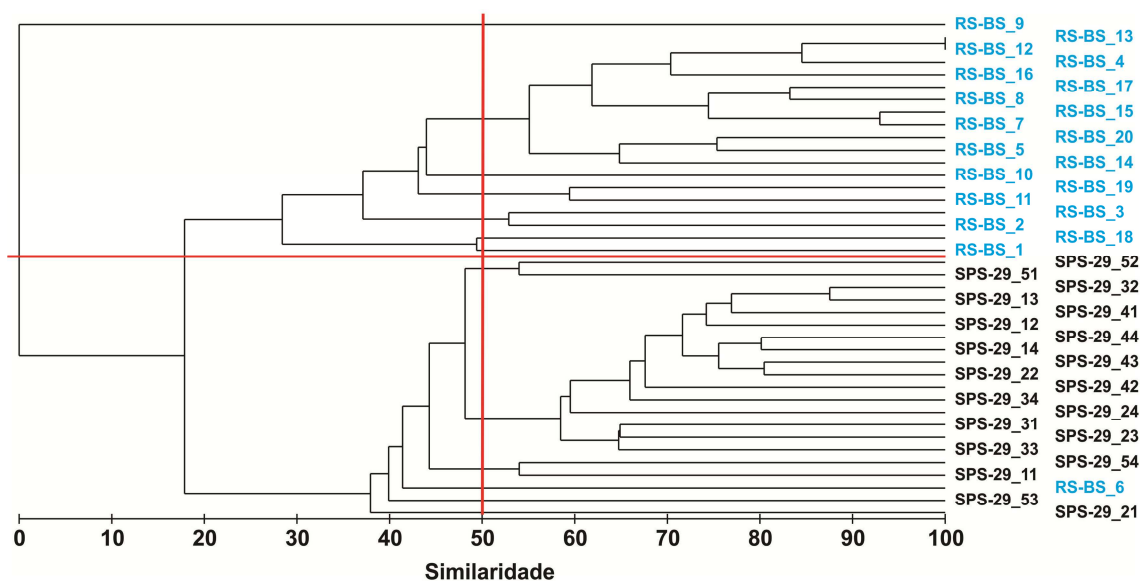


Figura VII.7.4.6-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

A mesma análise realizada com os dados de densidade de Polychaeta mostra similaridades mais altas, próximas de 65% entre as estações de SPS-29, sendo exceção a estação SPS-29_33, com valor de 57 (figura VII.7.4.6-11).

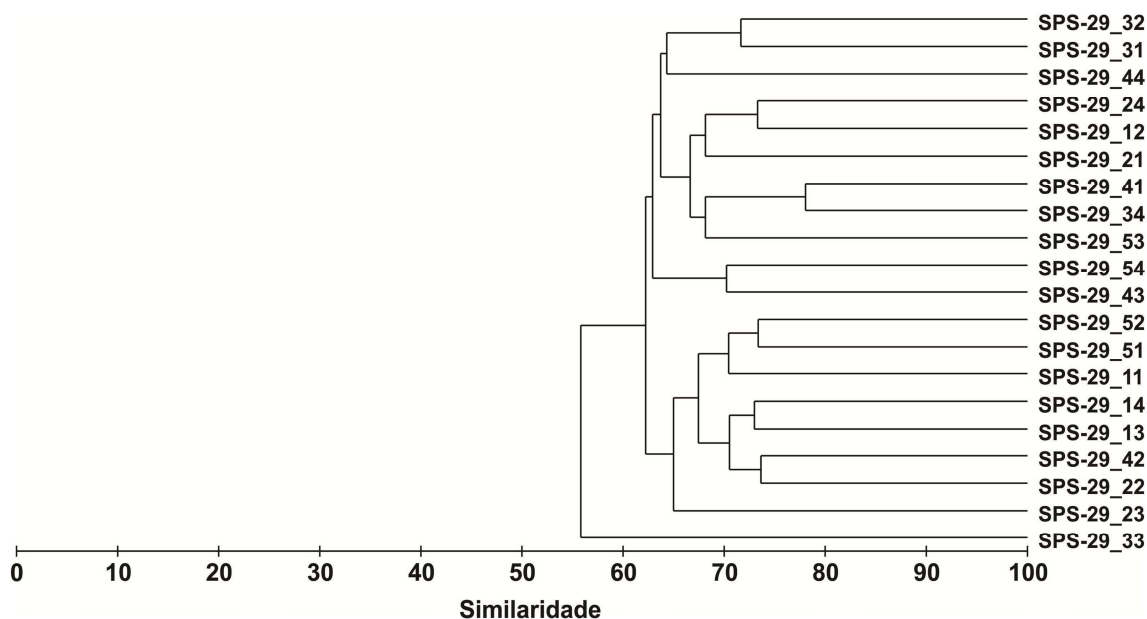


Figura VII.7.4.6-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

A comparação dos dados de Polychaeta com os da área de Referência Sul (RS-BS) indica clara separação das mesmas em dois conjuntos distintos com similaridade de 37% (figura VII.7.4.6-12).

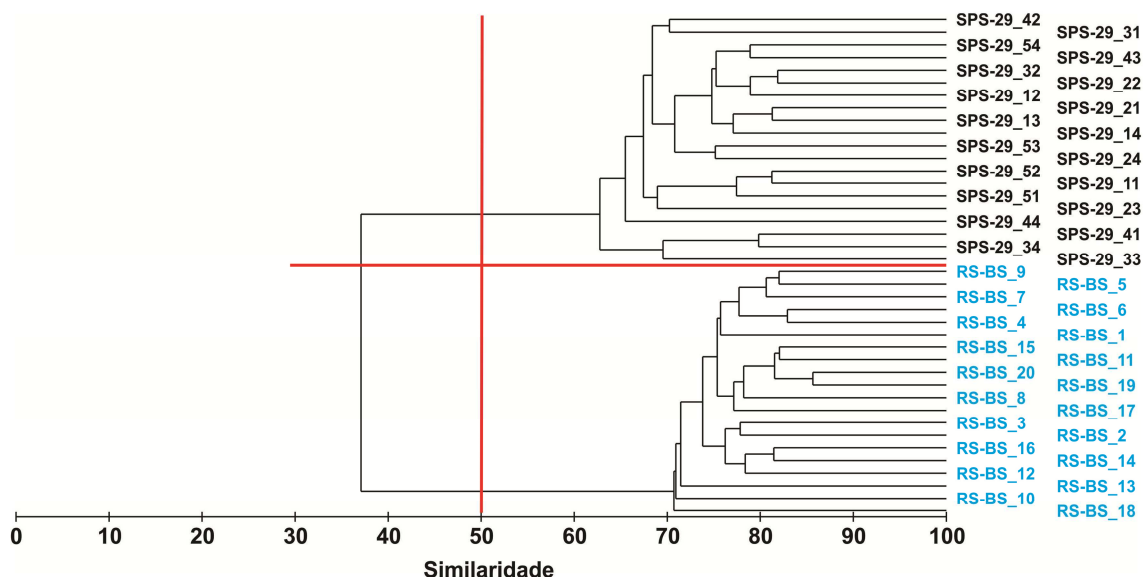


Figura VII.7.4.6-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Polychaeta entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

O dendrograma obtido para Crustacea apresenta-se bastante fragmentado com similaridades entre 36 e 79%, com grupamentos formados por estações que não apresentam proximidade espacial (figura VII.7.4.6-13). As estações SPS-29_11, SPS-29_21 e SPS-29_54 foram as que apresentaram as similaridades mais baixas.

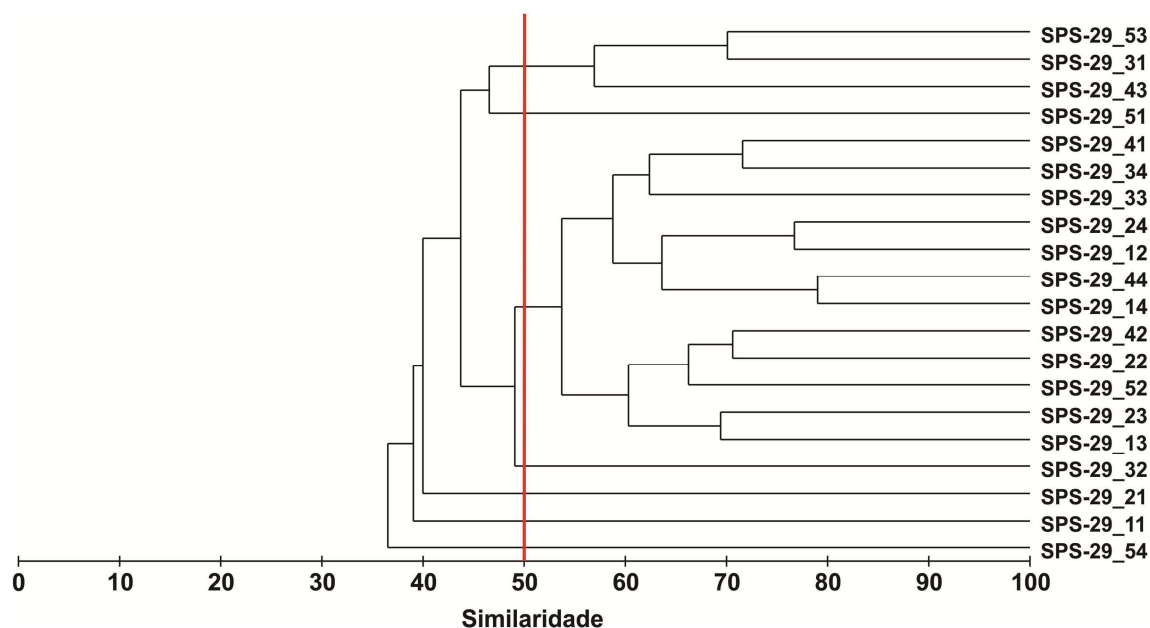


Figura VII.7.4.6-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média.
SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm.

O dendrograma gerado a partir dos dados de Crustacea para SPS-29 e RS-BS ilustra as diferenças entre as duas áreas (figura VII.7.4.6-14). Apenas a estação SPS-29_11 se agrupa com RS-BS.

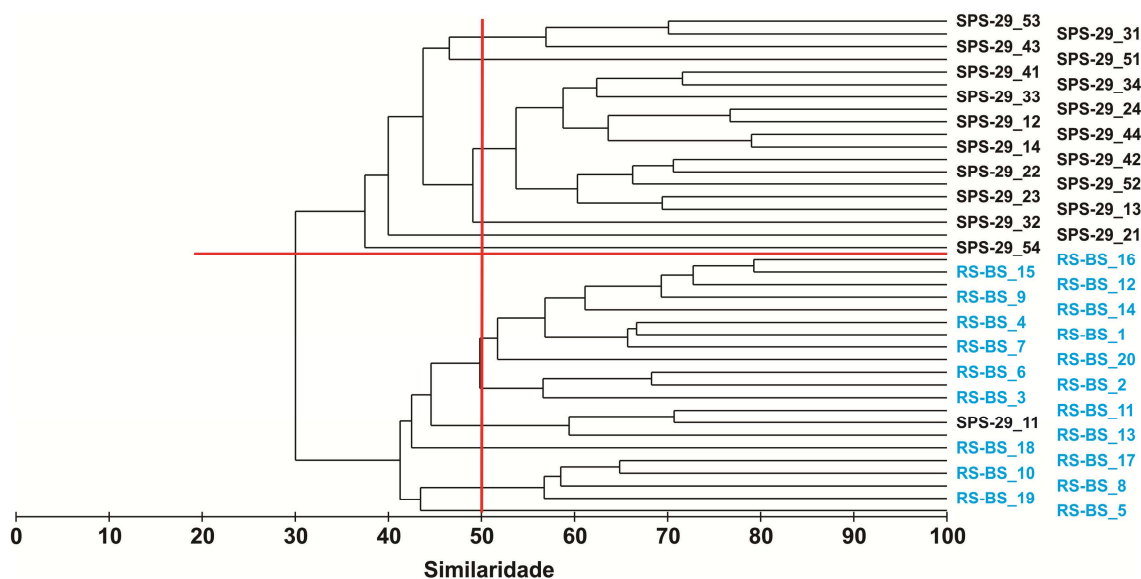


Figura VII.7.4.6-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

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.7.4.6-15. Os resultados não sugerem relação entre a granulometria e os valores dos índices biológicos medidos.

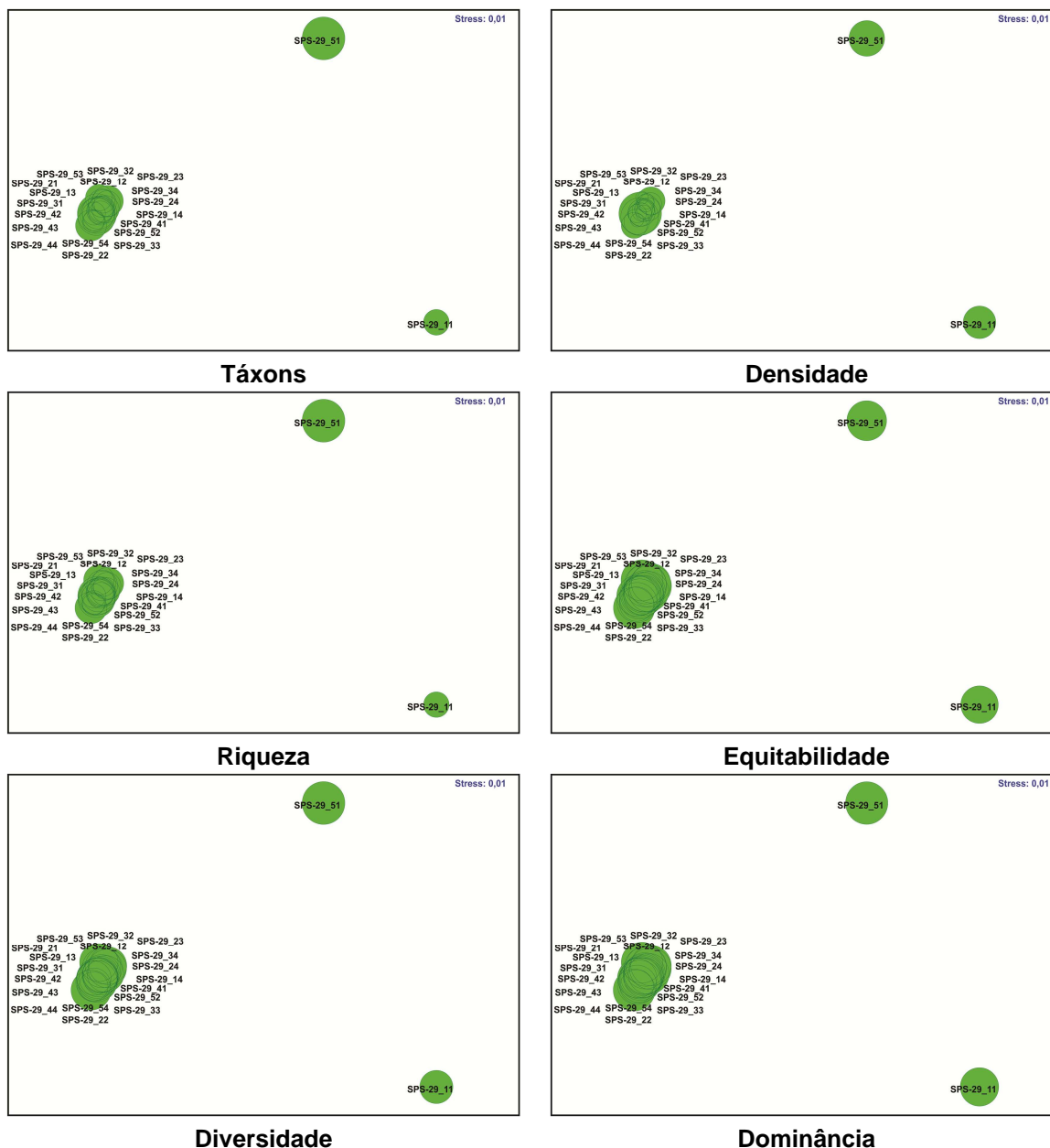


Figura VII.7.4.6-15 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.7.4.7- Composição taxonômica (5 - 10 cm) e Comparação com RN-BS

Neste estrato foram encontrados 72 táxons pertencentes a nove grandes grupos taxonômicos (tabela VII.7.4.7-1).

Tabela VII.7.4.7-1 – Número de táxons por grandes grupos em SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

Grupo	Táxons	%
Classe Anthozoa*	1	-
Classe Hidrozoa*	1	-
Filo Nemertinea*	1	-
Filo Mollusca	16	23,88
Classe Polychaeta	36	53,73
Filo Sipuncula*	1	-
Subfilo Crustacea	14	20,90
Filo Bryozoa*	1	-
Filo Echinodermata	1	1,49
Total*	72	-
Total identificados	67	100,00

*não incluído no cálculo percentual.

O grupo com maior representatividade foi a classe Polychaeta com 36 táxons correspondentes 20 famílias e 16 gêneros. O subfilo Crustacea foi representado por uma classe, uma ordem, oito famílias e quatro gêneros. Para o filo Mollusca foram individualizadas uma classe (com três indivíduos jovens), uma família, quatro gêneros e oito espécies. Finalmente, para o filo Echinodermata foi identificada uma família.

O número total de táxons variou entre 13 e 28 táxons. O valor mais alto do CV foi encontrado na estação SPS-29_51 com 58,2% (tabela VII.7.4.7-2).

Tabela VII.7.4.7-2 – Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). SPS-29 - estrato de 5 - 10 cm.

Estações / Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
SPS-29_11	6	6	7	16	6	0,6	9,1
SPS-29_12	8	8	12	19	9	2,3	24,7
SPS-29_13	19	21	13	28	18	4,2	23,6
SPS-29_14	7	7	6	13	7	0,6	8,7
SPS-29_21	11	11	7	20	10	2,3	23,9
SPS-29_22	16	15	9	26	13	3,8	28,4
SPS-29_23	6	13	10	20	10	3,5	36,3
SPS-29_24	10	7	13	22	10	3,0	30,0
SPS-29_31	7	5	9	14	7	2,0	28,6
SPS-29_32	14	17	18	26	16	2,1	12,7
SPS-29_33	6	10	12	16	9	3,1	32,7
SPS-29_34	5	10	12	20	9	3,6	40,1
SPS-29_41	8	9	4	15	7	2,6	37,8
SPS-29_42	11	13	19	28	14	4,2	29,0
SPS-29_43	7	10	9	15	9	1,5	17,6
SPS-29_44	8	5	15	20	9	5,1	55,0
SPS-29_51	10	21	7	26	13	7,4	58,2
SPS-29_52	8	15	12	22	12	3,5	30,1
SPS-29_53	5	7	7	14	6	1,2	18,2
SPS-29_54	10	7	5	14	7	2,5	34,3

O dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações destaca três estações (SPS-29_11, SPS-29_43 e SPS-29_53) com similaridade inferior a 50% em relação aos demais grupos. Todas as demais apresentam similaridades entre 52 e 76% (figura VII.7.4.7-1).

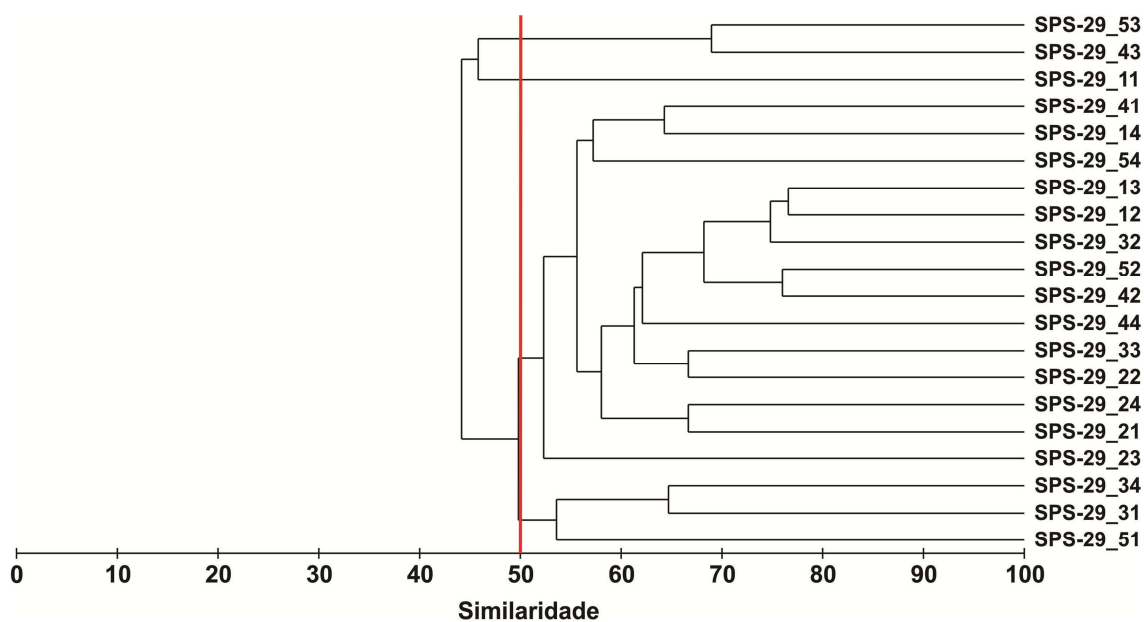


Figura VII.7.4.7-1 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

A comparação com a área de Referência Sul (RS-BS) mostra que as duas áreas apresentam similaridade de 34,2% (figura VII.7.4.7-2).

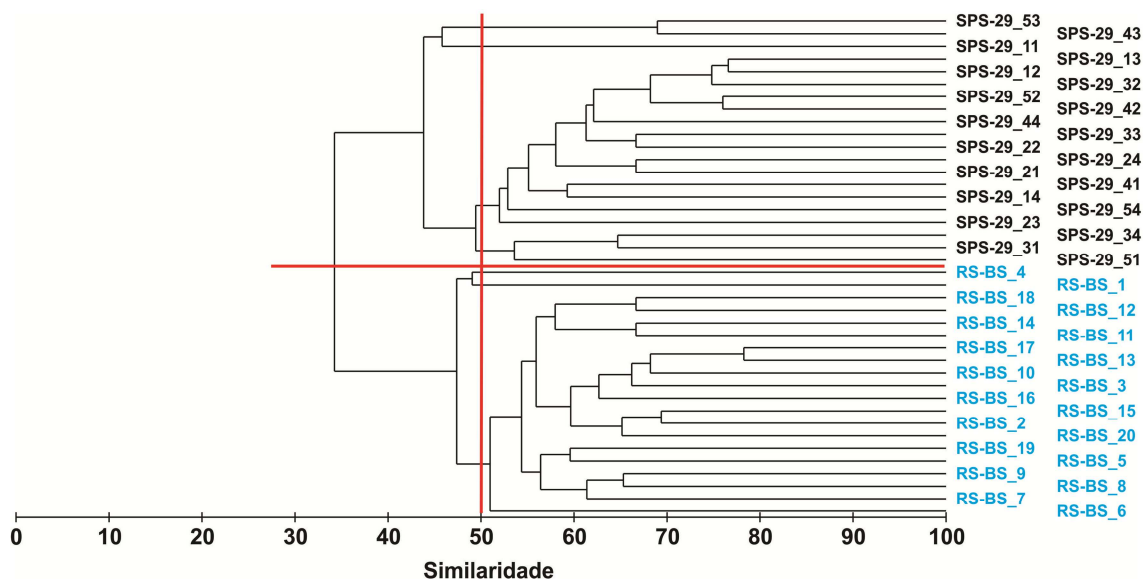


Figura VII.7.4.7-2 – Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre SPS-29 e RS-BS. Índice de Sorensen – agrupamento pela média. Estrato de 5 - 10 cm.

Segundo a análise de similaridade (ANOSIM) as duas áreas (RS-BS e SPS-29) apresentam diferenças significativas entre si ($R = 0,922$ e $NS = 0,1\%$). O percentual de dissimilaridade média (SIMPER) entre os dois grupos é de 65,77% (tabela VII.7.4.7-3).

Tabela VII.7.4.7-3 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 – RS-BS	65,77%	-
SPS-29	-	54,64%
RS-BS	-	52,29%

Foram encontrados 79 táxons nas duas áreas, sendo que desses 41 são comuns às duas áreas, 17 são exclusivos de SPS-29 e 21 exclusivos de RS-BS.

VII.7.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm) e Comparação com RN-BS

Os resultados de densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.7.4.8-1 e ilustrados nas figura VII.7.4.8-1 a VII.7.4.8-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.7.4.9.2-1.

Os valores de densidade variaram entre 275 ind.m^{-2} e 1.033 ind.m^{-2} , respectivamente nas estações SPS-29_41 e SPS-29_32. A riqueza apresentou o resultado mais baixo na estação SPS-29_53 (0,76) e o mais alto na estação SPS-29_13 (2,34). A equitabilidade variou entre 0,74, na estação SPS-29_34, e 0,94, na estação SPS-29_54. A diversidade apresentou valores entre 2,09 nas estações SPS-29_11 e SPS-29_14 e 3,28 na estação SPS-29_32. Finalmente a

dominância, o índice com menor variabilidade, ficou entre 0,67 e 0,90, respectivamente nas estações SPS-29_11 e SPS-29_13.

Tabela VII.7.4.8-1 – Densidade (ind.m^{-2}), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em SPS-29 - 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)
SPS-29_11	433	202	0,89	0,05	0,79	0,08	2,09	0,16	0,67	0,06
SPS-29_12	692	144	1,12	0,33	0,78	0,14	2,38	0,72	0,70	0,16
SPS-29_13	925	336	2,34	0,52	0,91	0,01	3,68	0,42	0,90	0,03
SPS-29_14	625	377	0,86	0,18	0,78	0,18	2,09	0,58	0,68	0,17
SPS-29_21	650	205	1,20	0,40	0,79	0,15	2,47	0,77	0,72	0,19
SPS-29_22	967	225	1,70	0,46	0,77	0,12	2,84	0,71	0,76	0,14
SPS-29_23	500	304	1,23	0,48	0,88	0,09	2,64	0,52	0,79	0,07
SPS-29_24	400	139	1,39	0,34	0,91	0,02	2,90	0,33	0,83	0,03
SPS-29_31	425	307	0,89	0,15	0,87	0,09	2,27	0,10	0,75	0,03
SPS-29_32	1.033	163	2,07	0,27	0,83	0,01	3,28	0,17	0,85	0,02
SPS-29_33	392	166	1,22	0,44	0,90	0,04	2,69	0,64	0,80	0,10
SPS-29_34	700	511	1,08	0,54	0,74	0,16	2,21	0,99	0,65	0,22
SPS-29_41	275	90	0,94	0,48	0,90	0,02	2,26	0,70	0,74	0,11
SPS-29_42	1.000	563	1,81	0,55	0,86	0,03	3,19	0,45	0,85	0,04
SPS-29_43	658	210	1,03	0,24	0,81	0,09	2,35	0,05	0,72	0,04
SPS-29_44	817	851	1,10	0,58	0,80	0,14	2,29	0,86	0,70	0,16
SPS-29_51	600	319	1,69	0,98	0,87	0,04	2,98	0,87	0,81	0,11
SPS-29_52	792	425	1,46	0,47	0,85	0,04	2,88	0,54	0,82	0,07
SPS-29_53	283	52	0,76	0,18	0,92	0,03	2,19	0,24	0,75	0,02
SPS-29_54	367	58	1,07	0,42	0,94	0,00	2,64	0,47	0,82	0,05
Média	627	-	1,29	-	0,84	-	2,62	-	0,77	-
DP	240	-	0,43	-	0,06	-	0,44	-	0,07	-
CV (%)	38,30	-	33,12	-	6,86	-	16,75	-	8,99	-

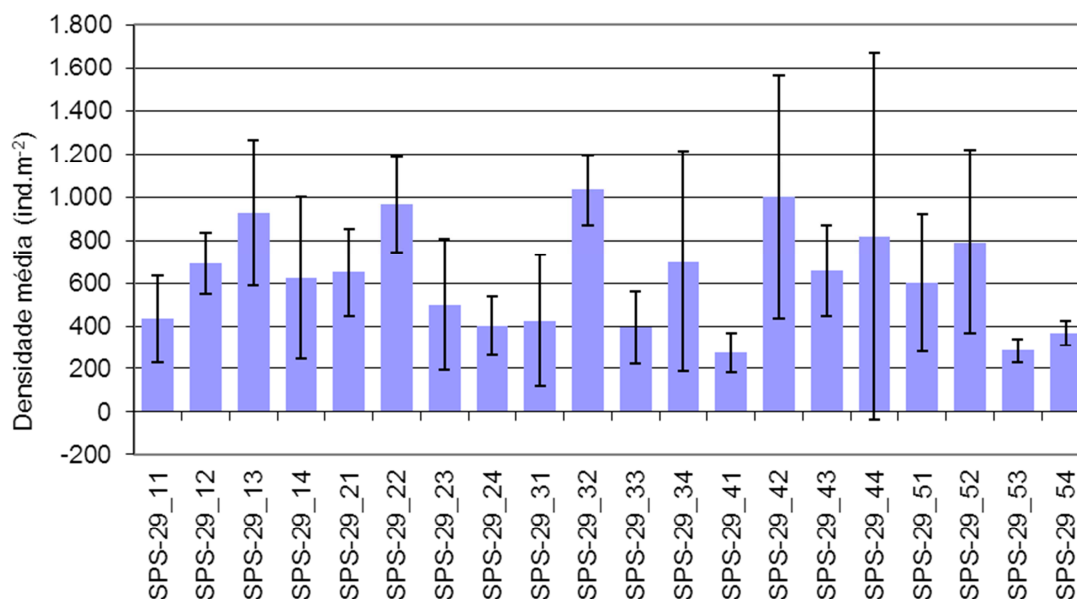


Figura VII.7.4.8-1 – Densidade média (ind.m⁻²) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

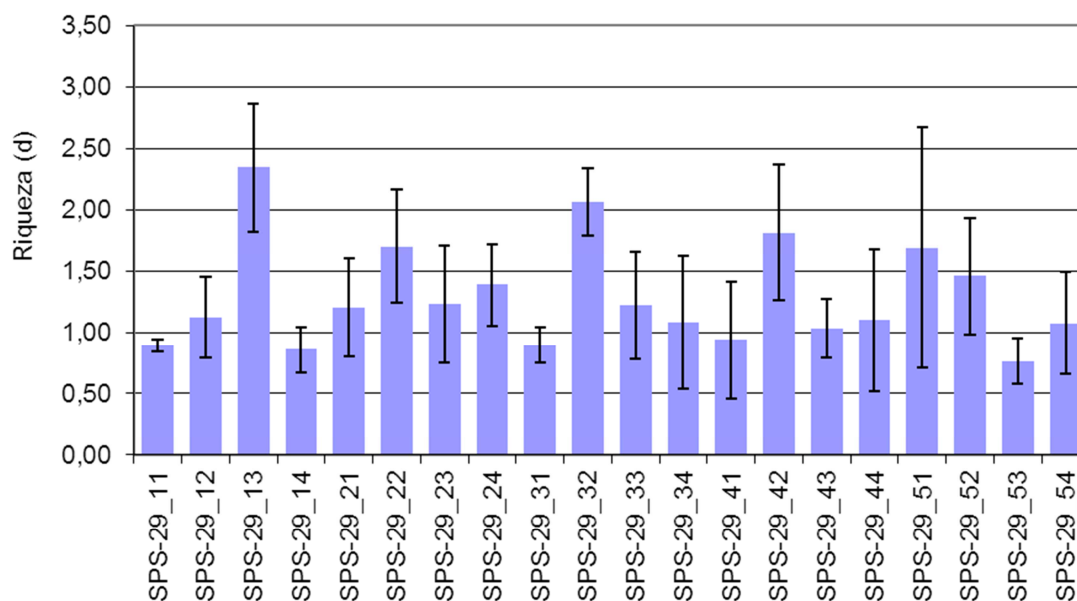


Figura VII.7.4.8-2 – Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (\pm). SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

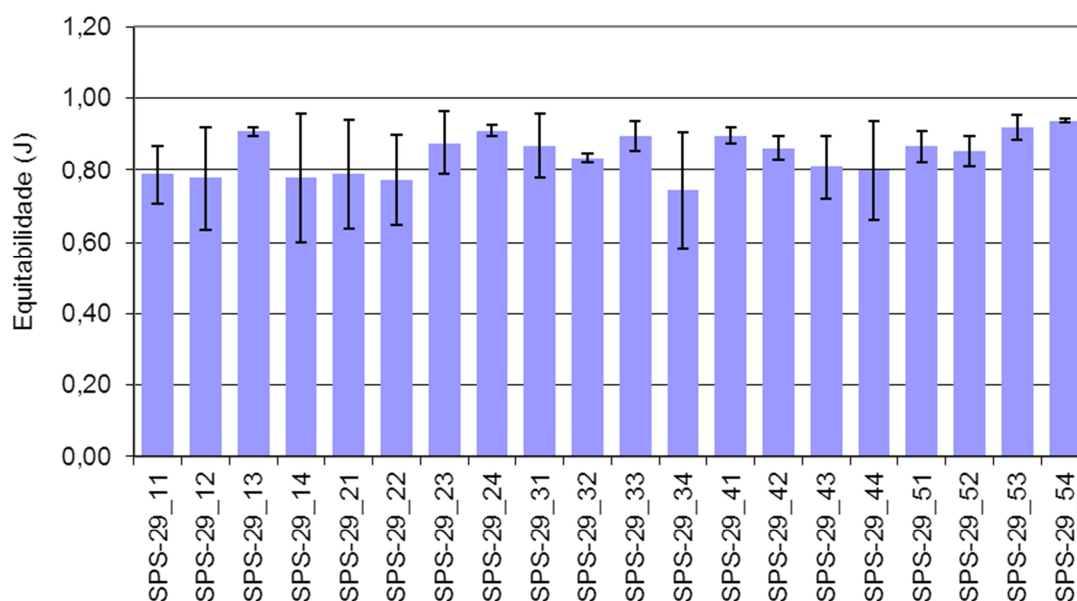


Figura VII.7.4.8-3 – Equitabilidade média (ind.m^2) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

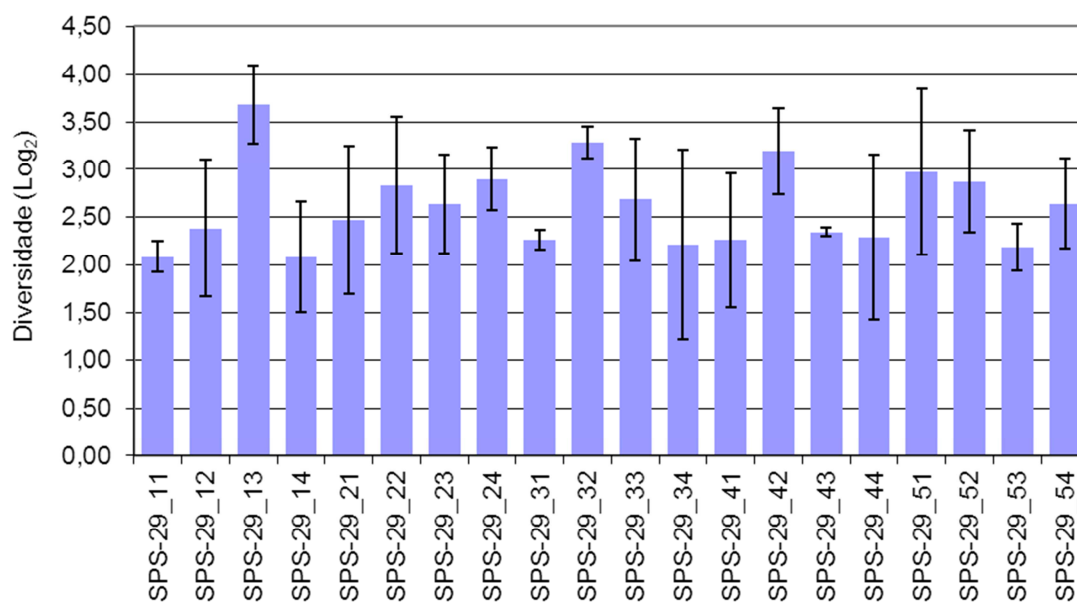


Figura VII.7.4.8-4 – Diversidade média (ind.m^2) e barra de desvio padrão (\pm).
SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

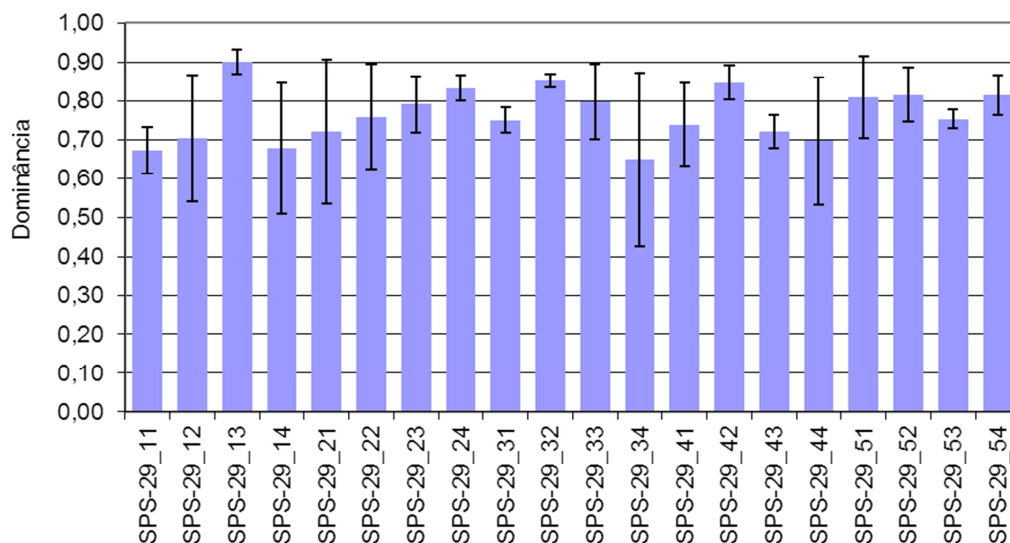


Figura VII.7.4.8-5 – Dominância média (ind.m²) e barra de desvio padrão (\pm).SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

A comparação dos índices com a área de Referência Sul (RS-BS) mostra que existem diferenças entre as duas áreas (figura VII.7.4.8-6). Além da maior variabilidade verificada nos índices de SPS-29, evidenciada pela maior extensão das barras dos desvios padrão. Observa-se, também, que todos os índices de RS-BS apresentam valores médios mais altos.

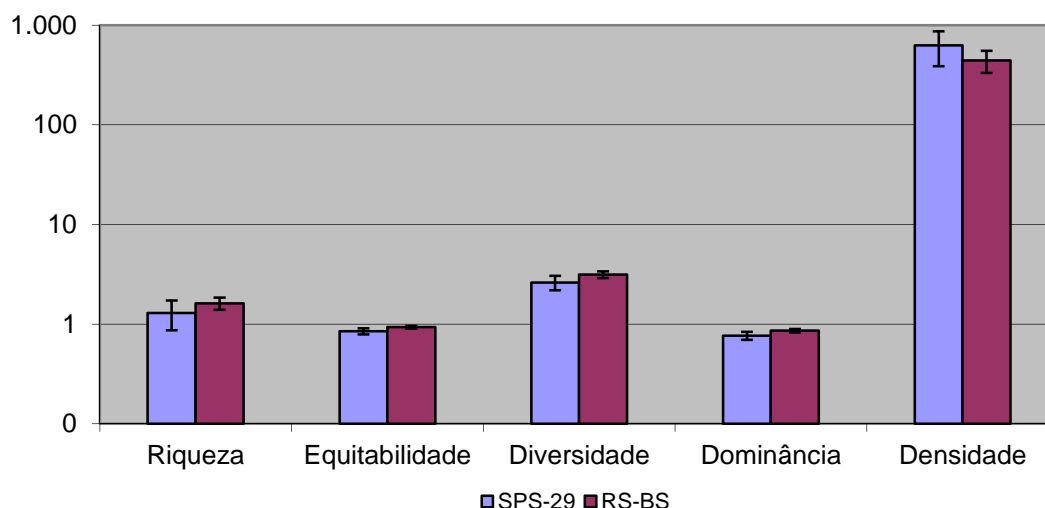


Figura VII.7.4.8-6 – Valores médios de riqueza (d), equitabilidade (J), diversidade ($H' = \log_2$), Dominância ($1-\lambda$), densidade (ind.m²) e respectivas barras de desvio padrão (\pm). SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm.

O dendrograma de similaridade quantitativa mostra um grupo de estações que apresenta similaridade inferior a 50% em relação às demais. Esse grupo é constituído por três subgrupos: as estações SPS-29_31, SPS-29_34 e SPS-29_51 que não apresentam proximidade espacial; as estações SPS-29_43 e SPS-29_53 situadas no extremo sul da malha amostral; e a estação SPS-29_11 localizada próximo ao poço (figura VII.7.4.8-7).

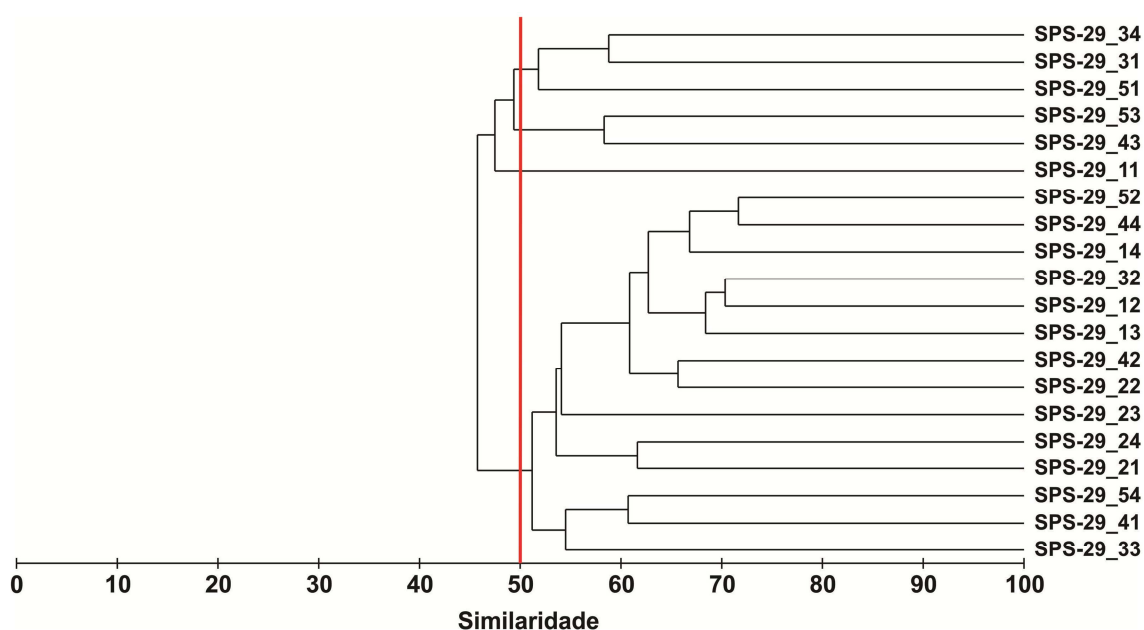


Figura VII.7.4.8-7 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

O dendrograma resultante da matriz de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS mostra as duas áreas formando grupos distintos com similaridade abaixo de 30% (figura VII.7.4.8-8).

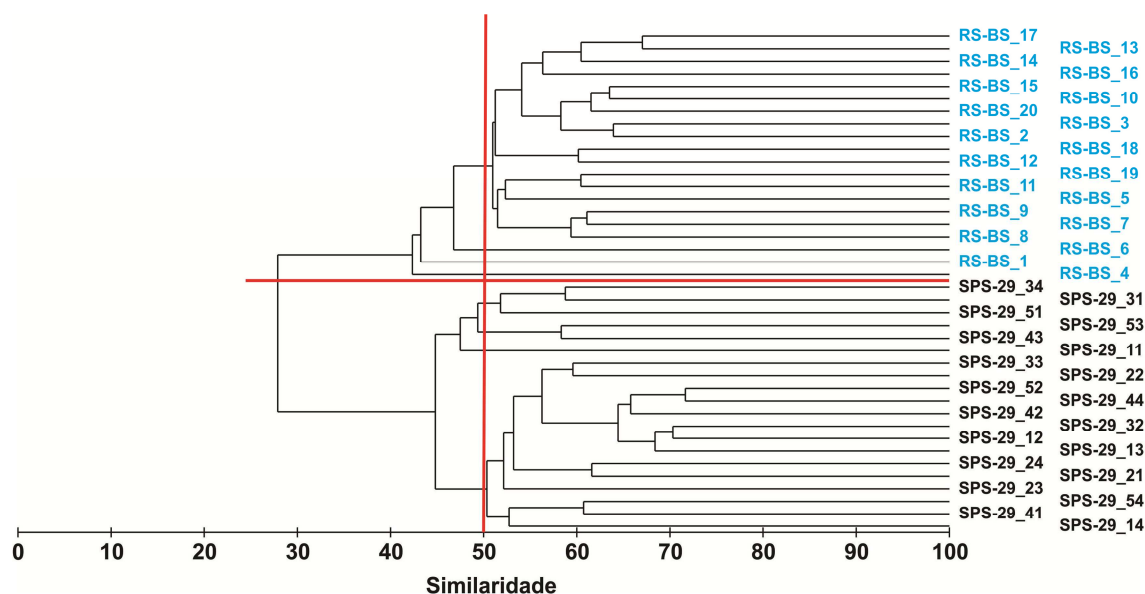


Figura VII.7.4.8-8 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.

A comparação de SPS-29 e RS-BS pela análise de similaridade (ANOSIM) indicou que as duas áreas apresentam diferenças significativas ($R = 0,970$ e $NS = 0,1\%$). A avaliação das similaridades/dissimilaridades quantitativas percentuais (SIMPER) entre as duas áreas encontra-se apresentada na tabela VII.7.4.8-2.

Tabela VII.7.4.8-2 – Resultado da avaliação da similaridade percentual (SIMPER) entre grupos de amostras de SPS-29 e RS-BS - estrato de 5 - 10 cm.

Grupos	Dissimilaridade (média)	Similaridade (média)
SPS-29 – RS-BS	72,11%	-
SPS-29	-	50,03%
RS-BS	-	50,37%

O dendrograma obtido para Mollusca apresenta dois grandes grupamentos com similaridades inferiores a 20%, sendo que um deles é composto pelas estações mais próximas do poço, exceto as estações SPS-29_32 e SPS-29_33,

e o outro pelas estações mais afastadas (figura VII.7.4.8-9). As estações SPS-29_14, SPS-29_54 e RS-BS_16 foram excluídas da análise por não terem sido encontrados moluscos nas mesmas.

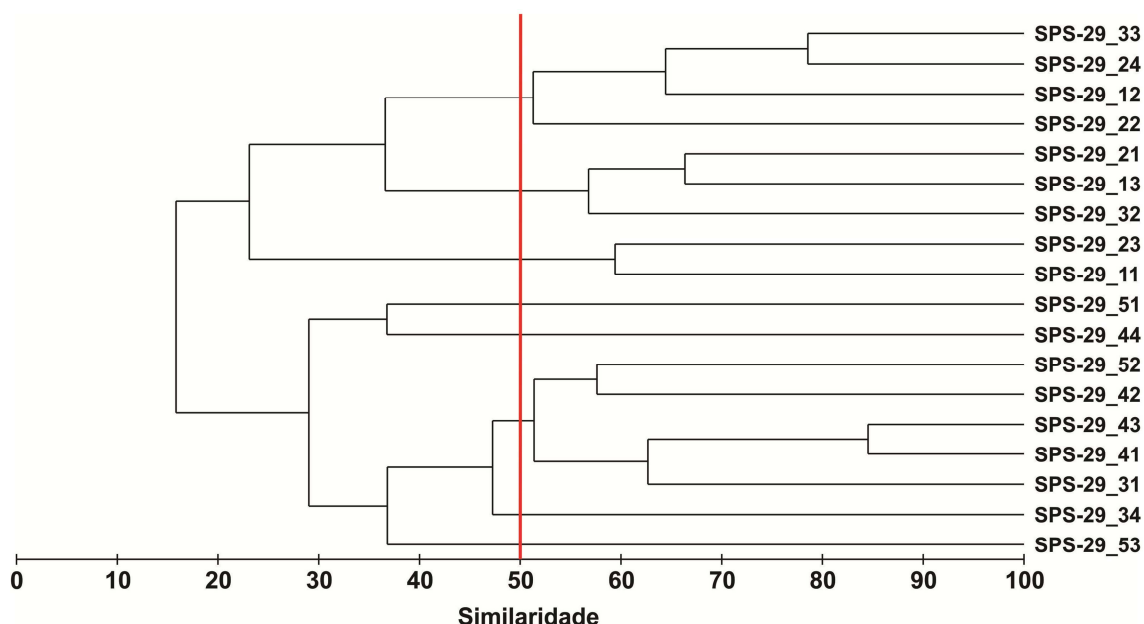


Figura VII.7.4.8-9 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Mollusca entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

A comparação das comunidades de Mollusca com a área de Referência Sul (RS-BS) evidencia as diferenças existentes entre as mesmas, com similaridade de apenas 8% (figura VII.7.4.8-10).

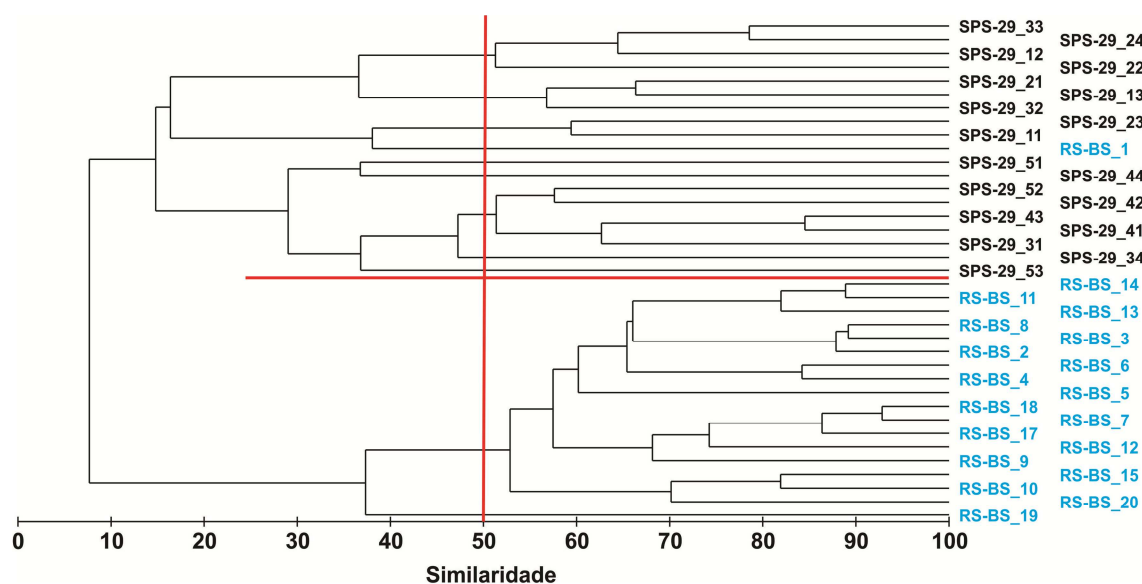


Figura VII.7.4.8-10 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Mollusca entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

As similaridades entre estações obtidas com os dados de Polychaeta ficaram pouco abaixo de 65%, contudo as estações SPS-29_11, SPS-29_31 e SPS-29_53 apresentam valores mais baixos, respectivamente 49,6 e 46,0% (figura VII.7.4.8-11).

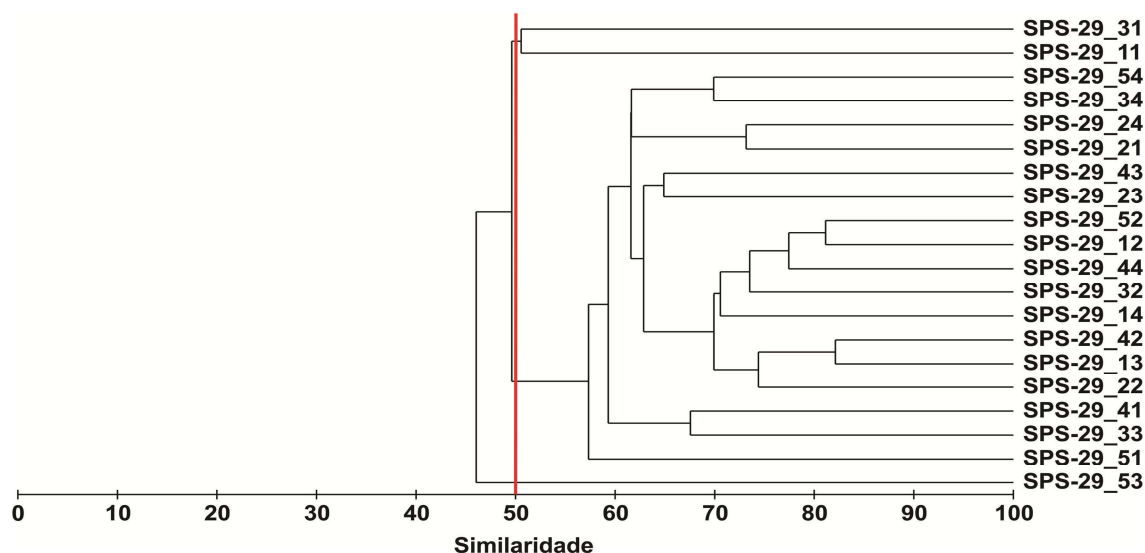


Figura VII.7.4.8-11 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

A comparação das comunidades de Polychaeta com a área de Referência Sul (RS-BS) mostra que as mesmas são distintas com similaridade de 34,8% (figura VII.7.4.8-12).

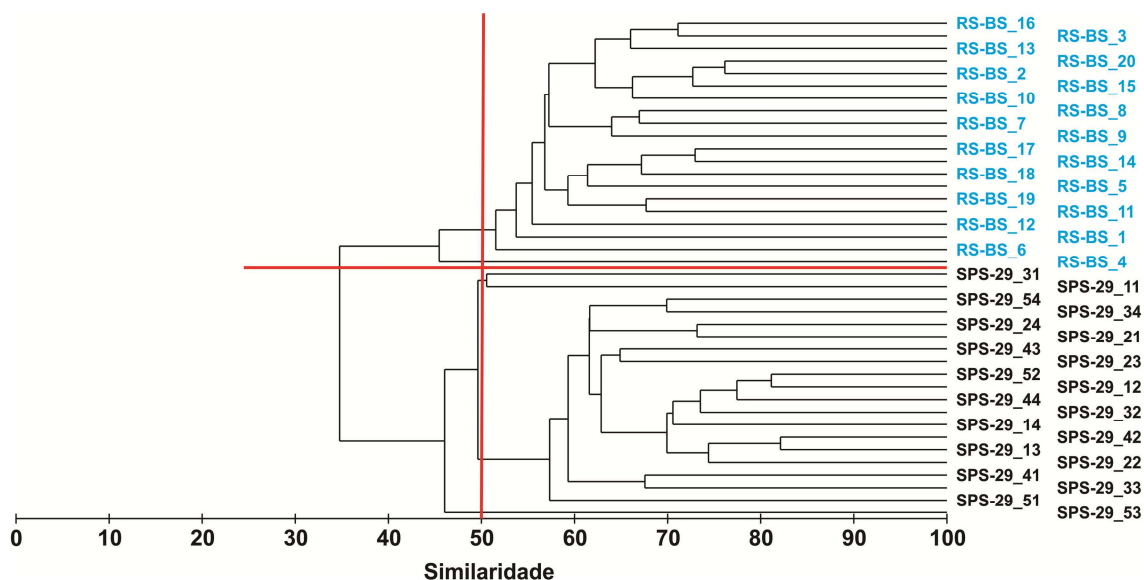


Figura VII.7.4.8-12 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Polychaeta entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

O dendrograma obtido para Crustacea apresenta-se fragmentado (figura VII.7.4.8-13), decorrente das baixas densidades e frequências de ocorrência dos mesmos nas estações. De fato, dos 14 táxons encontrados neste estrato 10 ocorreram em no máximo três estações, sendo que destes cinco foram encontrados apenas em uma.

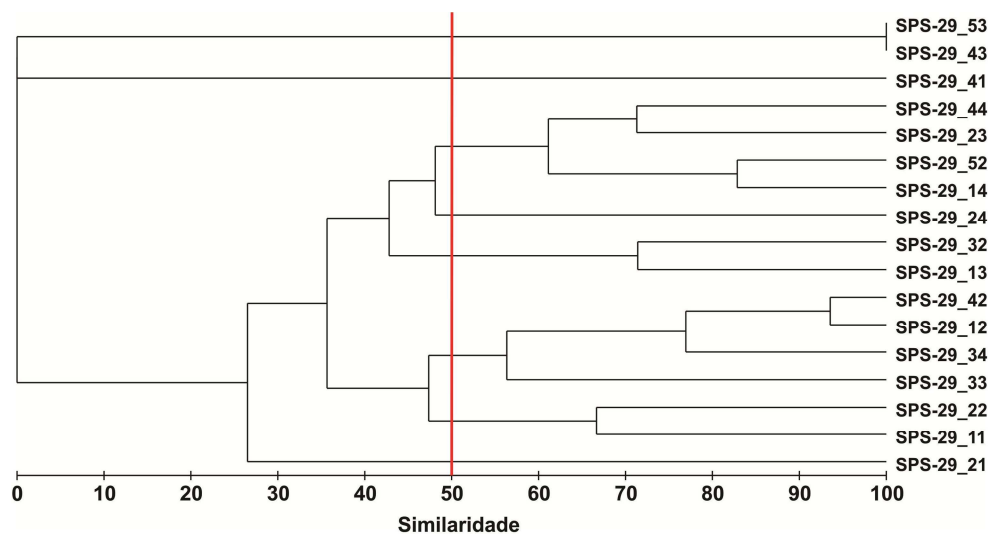


Figura VII.7.4.8-13 – Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm.

O dendrograma gerado a partir dos dados de Crustacea para SPS-29 e RS-BS reflete a dispersão observada anteriormente (figura VII.7.4.8-14).

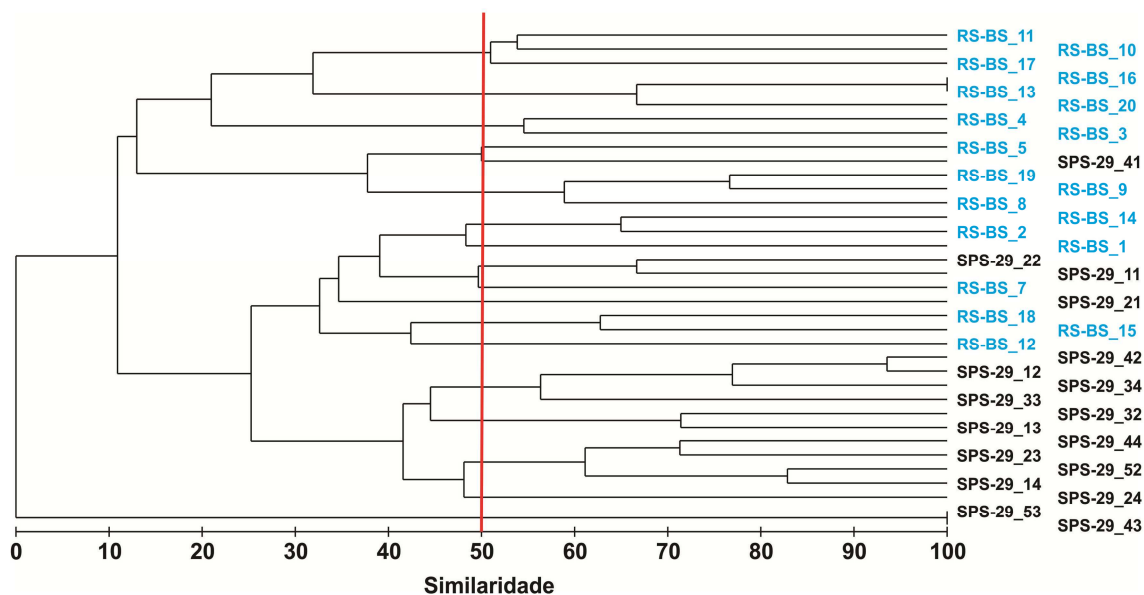


Figura VII.7.4.8-14 – Dendrograma de similaridade quantitativa para Crustacea entre SPS-29 e RS-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.

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.7.4.8-15. A observação desses resultados não sugere uma relação entre as variáveis biológicas e granulométricas neste estrato.

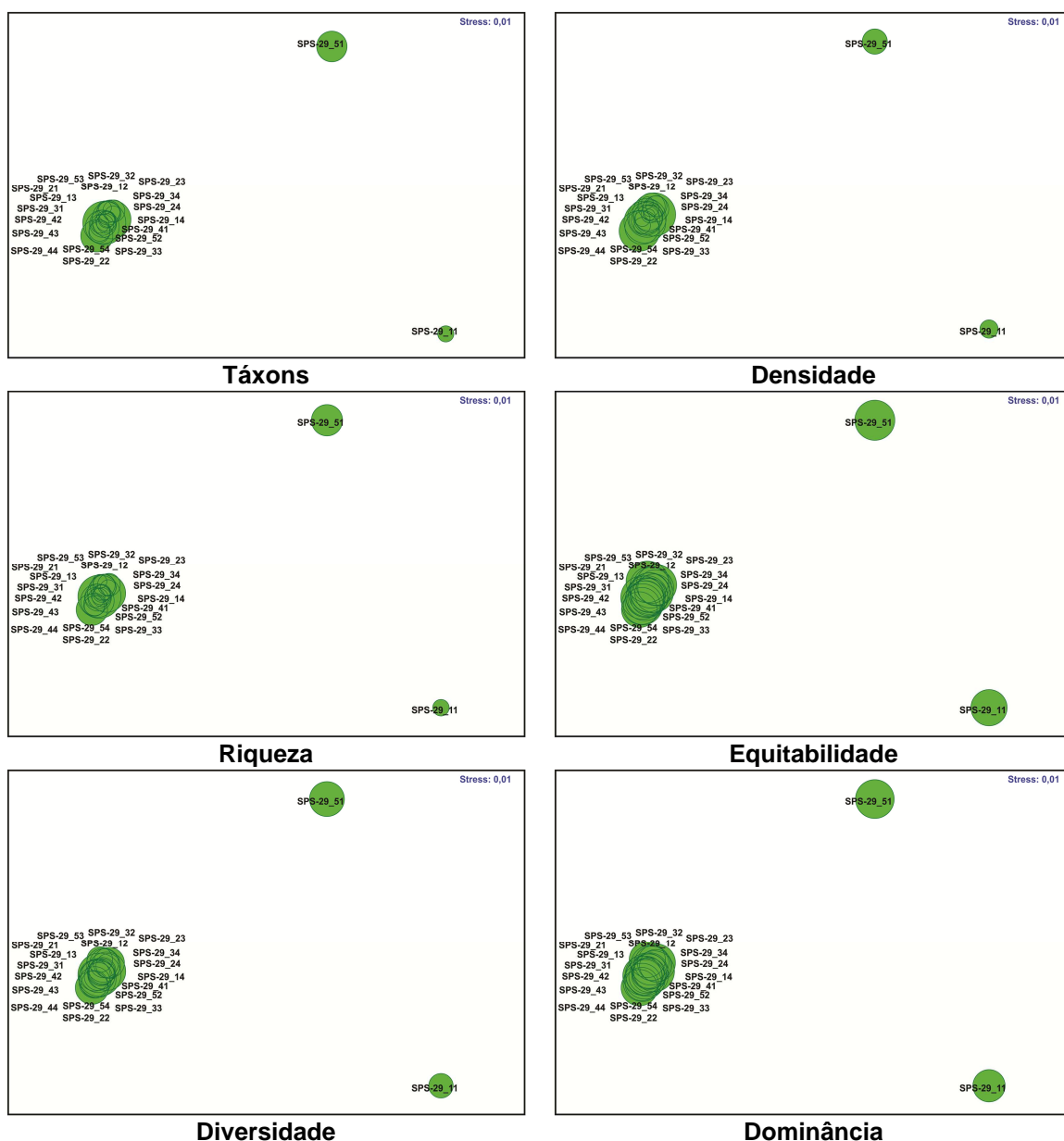


Figura VII.7.4.8-15 – Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em SPS-29 – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

VII.7.4.9 - Comparação entre Estratos

VII.7.4.9.1 - Composição Taxonômica

Foram identificados 127 táxons nos três estratos, desses 106 táxons (83,46%) se encontravam nos dois centímetros superficiais do sedimento, 87 (68,50%) no estrato intermediário (2 a 5 cm); e 72 (56,69%) no estrato inferior (figura VII.7.4.9.1-1).

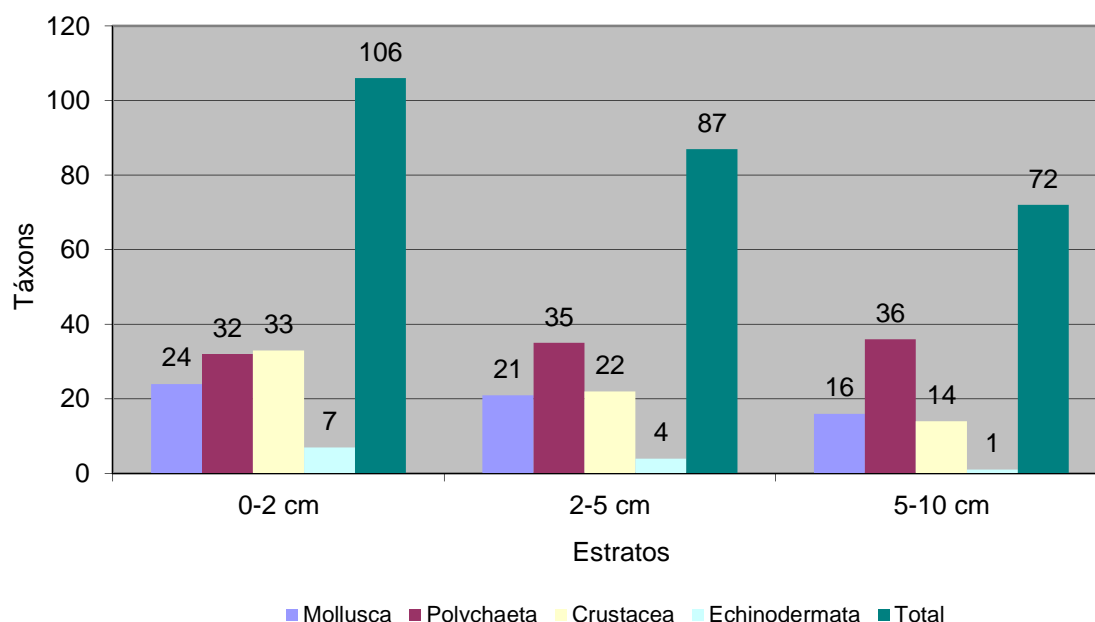


Figura VII.7.4.9.1-1 – Número de táxons nos estratos – SPS-29.

O número total de táxons apresentou, como o esperado, uma redução do estrato superficial (0 - 2 cm) para os situados mais abaixo (2 - 5 cm e 5 - 10 cm), em todas as réplicas coletadas em cada estação (figura VII.7.4.9.1-2), contudo em nove estações este comportamento não foi observado.

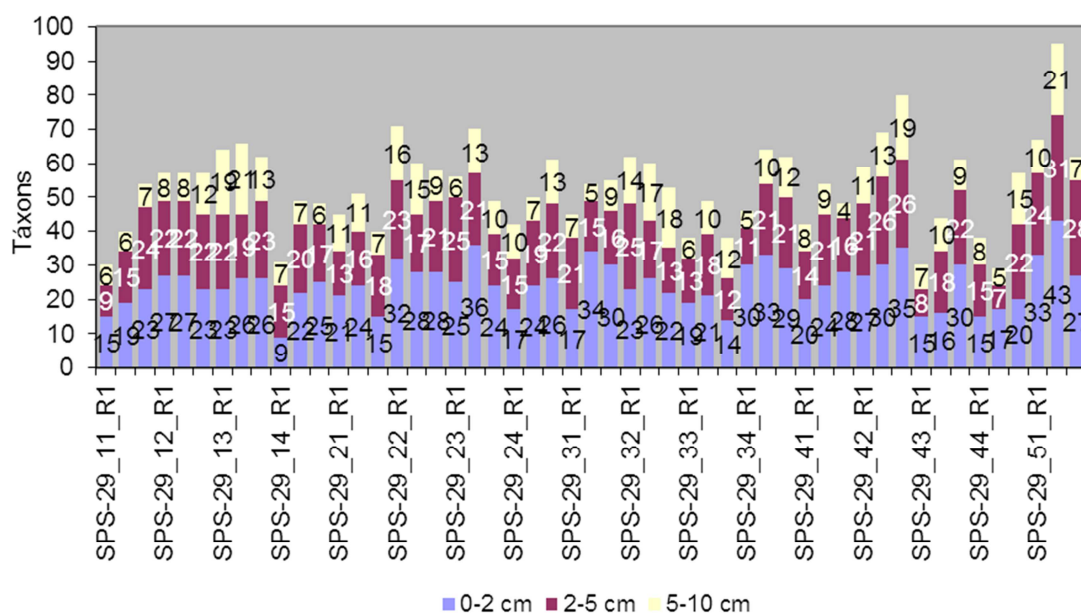


Figura VII.7.4.9.1-2 – Número total de táxons por réplica nos estratos. SPS-29.

As similaridades entre estratos, na maioria das estações, são superiores a 50%, apenas alguns estratos inferiores (5 - 10 cm) apresentaram valor inferior a este (figura VII.7.4.9.1-3).

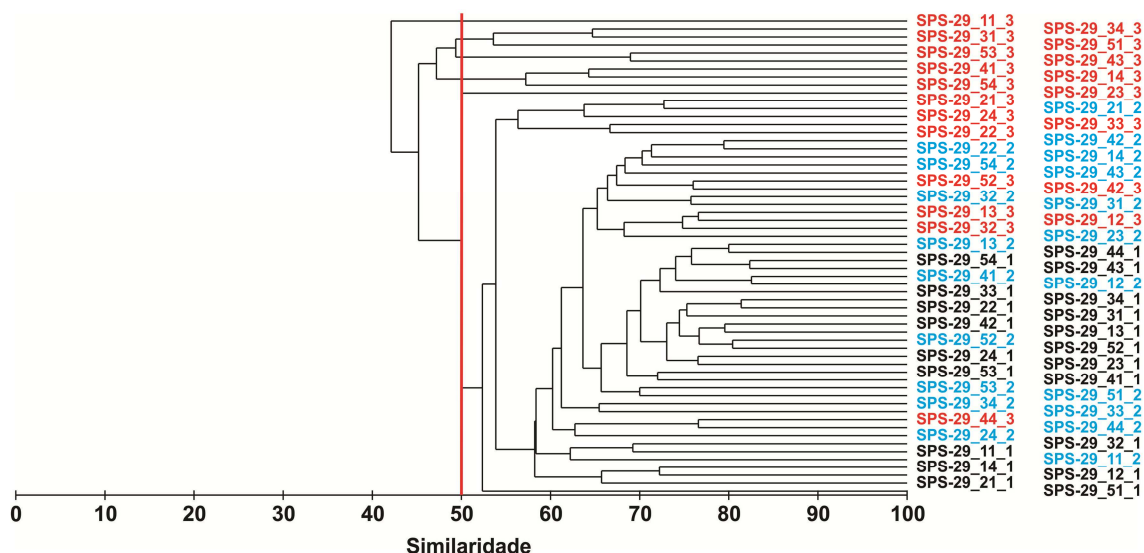


Figura VII.7.4.9.1-3 – Dendrograma de similaridade qualitativa nas estações e estratos. Índice de Sorensen, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.

A análise das similaridades entre os três estratos indica que as diferenças entre os mesmos não são significativas (tabela VII.7.4.9.1-1).

Tabela VII.7.4.9.1-1 - Resultados da análise de similaridade entre estratos. SPS-29.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade Média (%)
0-2 e 2-5 cm	0,345	0,1	34,50
0-2 e 5-10 cm	0,630	0,1	53,40
2-5 e 5-10 cm	0,300	0,1	46,25

Os Mollusca apresentaram uma distribuição tipicamente estratificada com maior número de táxons no estrato superior e menor no inferior. Apenas nas estações SPS-29_12 e SPS-29_33 o estrato intermediário apresentou mais táxons. Já na estação SPS-29_22 os dois estratos inferiores apresentaram o mesmo número (figura VII.7.4.9.1-4).

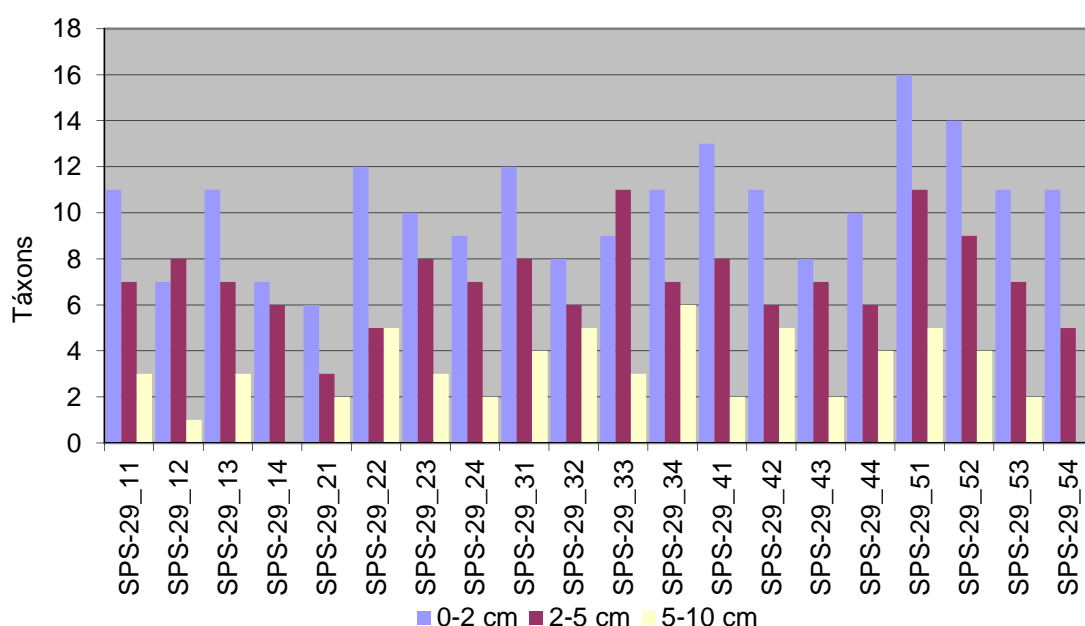


Figura VII.7.4.9.1-4 – Número de táxons de Mollusca nos estratos. SPS-29.

Os Polychaeta não apresentaram uma distribuição vertical claramente estratificada. De fato, em 14 estações o maior número de táxons foi encontrado no estrato intermediário (2 - 5 cm) e em uma estação (SPS-29_22) foram encontrados mais táxons no estrato inferior (figura VII.7.4.9.1-5).

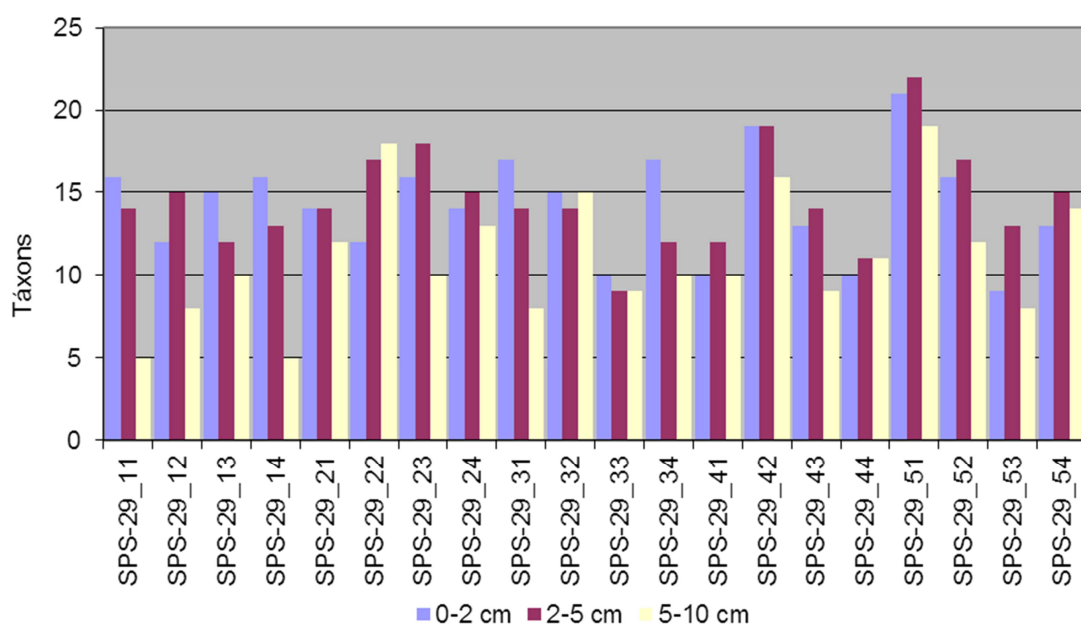


Figura VII.7.4.9.1-5 – Número de táxons de Polychaeta nos estratos. SPS-29.

Os táxons de Crustacea apresentaram uma distribuição marcadamente estratificada com maior riqueza de táxons no estrato superficial e menor no inferior (figura VII.7.4.9.1-6).

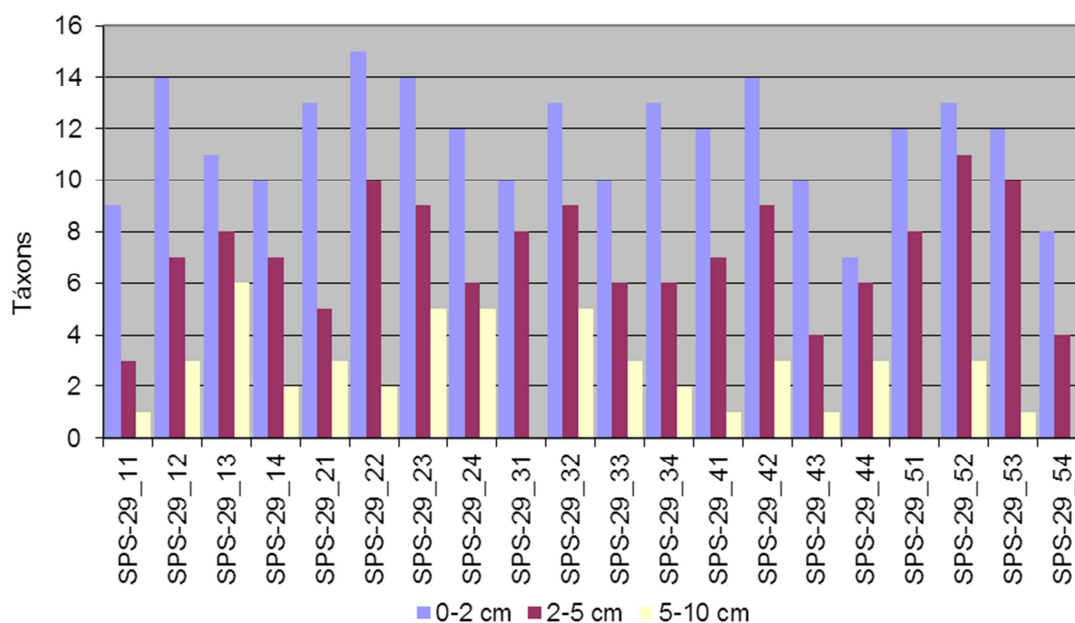


Figura VII.7.4.9.1-6 – Número de táxons de Crustacea nos estratos. SPS-29.

Os Echinodermata não ocorreram em todas as estações e só estiveram presentes no estrato inferior em sete estações (figura VII.7.4.9.1-7).

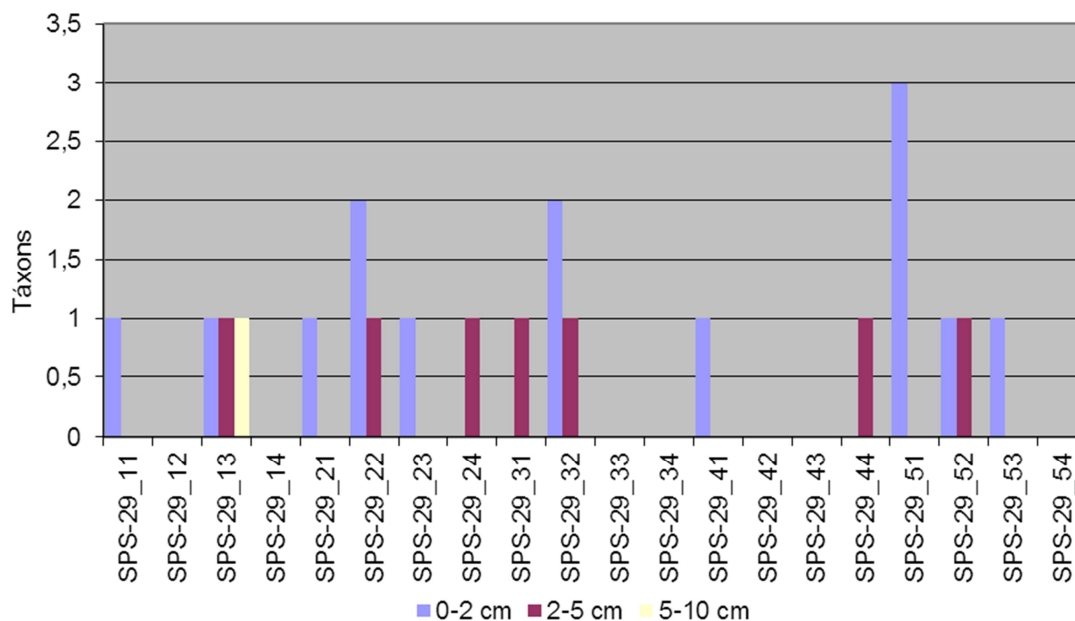


Figura VII.7.4.9.1-7 – Número de táxons de Echinodermata nos estratos. SPS-29.

A avaliação da distribuição vertical mostrou que 43 táxons foram encontrados com maior frequência, ou só ocorreram, nos estratos inferiores, sendo que 24 são Polychaeta, nove são do filo Mollusca, seis pertencem ao subfilo Crustacea e dois são Echinodermata (tabela VII.7.4.9.1-2).

Tabela VII.7.4.9.1-2 – Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima 144. SPS-29.

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Classe Anthozoa	7	11	5
Filo Nemetinea	13	15	5
Caudofoveata	28	32	3
Caudofoveata sp. 1	21	38	8
<i>Eulima auricincta</i>	0	1	0
<i>Volvulella paupercula</i>	0	1	0
<i>Crenella divaricata</i>	0	0	1
<i>Limatula hendersoni</i>	0	1	0
<i>Myrteopsis lens</i>	13	16	1
<i>Crassatella brasiliensis</i>	2	2	4
<i>Corbula dietziana</i>	0	0	1
Família Capitellidae	2	4	2
<i>Cossura</i> sp.	10	19	9
Família Orbiniidae	2	3	1
<i>Scoloplos</i> (Leodamas) sp.	0	1	0
<i>Aricidea</i> sp.	23	25	10
<i>Linopherus</i> sp.	18	23	11
Família Chrysopetalidae	0	1	0
Família Eunicidae	0	1	0
Família Glyceridae	0	1	0
Família Goniadidae	0	0	1
<i>Goniada</i> sp.	0	2	2
<i>Lumbrineris</i> sp.	25	28	19
<i>Nephtys</i> sp.	36	47	43
Família Pillargidae	0	2	3
<i>Sigambra</i> sp.	29	50	32
Família Phyllodocidae	0	1	0
<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	1
Família Polynoidae	3	6	5
Família Sigalionidae	0	0	1
<i>Syllis</i> sp.	0	0	1
<i>Tharyx</i> sp.	40	57	56
<i>Prionospio</i> sp.	10	17	16
Família Sternaspidae	0	1	0
<i>Sternaspis</i> sp.	9	21	18

Continua

Continuação

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Filo Sipuncula	13	23	17
Chasmocarcinus	3	10	7
Família Anthuridae	6	12	2
<i>Gnathia</i> sp.	3	10	3
<i>Ampelisca</i> sp.	0	1	0
Família Melitidae	0	2	1
Ordem Stomatopoda	0	1	0
Filo Bryozoa	51	52	46
Família Ophiactidae	0	1	0

Considerando os táxons relacionados na tabela VII.7.4.9.1-2 foi verificado que 11 só ocorreram no estrato intermediário, seis no mais profundo e 24 foram encontrados nos três estratos e dois em apenas dois.

VII.7.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos

Foi quantificada a média de 4.050 ind.m⁻² para a área total amostrada de 2,40 m². O estrato superficial contribuiu com 2.135 ind.m⁻², o intermediário com 1.288 ind.m⁻² e o inferior com 627 ind.m⁻² (tabela VII.7.4.9.2-1 e anexo VII.7.4.9.2-1).

Tabela VII.7.4.9.2-1- Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total. SPS-29.

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	692	239	39	970	326	120	23	335
Polychaeta	812	865	538	2.215	336	329	213	175
Crustacea	602	155	33	791	321	80	41	299
Echinodermata	7	3	0,4	10	9	4	2	3
Outros	23	26	15	64	19	21	14	5
Total	2.135	1.288	627	4.050	868	443	240	756

No estrato superficial estavam concentrados 52,72% dos organismos encontrados, contra 31,81% no intermediário e 15,47% no inferior.

A figura VII.7.4.9.2-1 ilustra o padrão de distribuição dos quatro principais grupos e do total de organismos pelos estratos, podendo-se observar um progressivo decréscimo do número de indivíduos do estrato superficial (0 - 2 cm) para o profundo (5 - 10 cm). Os organismos da classe Polychaeta não seguiram esse padrão, pois apresentaram maior densidade total no estrato intermediário.

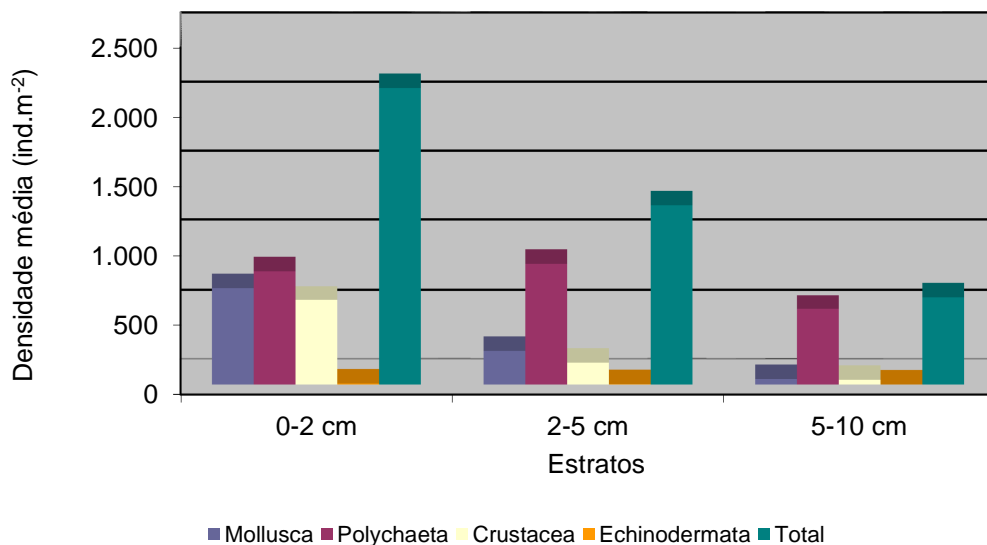


Figura VII.7.4.9.2-1 – Densidade média (ind.m²) nos estratos e no total. SPS-29.

A análise detalhada permitiu identificar que 51 táxons apresentaram maior número de indivíduos concentrados nos estratos intermediário e/ou inferior (tabela VII.7.4.9.2-2).

Tabela VII.7.4.9.2-2– Número total de organismos por estratos. SPS-29.

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Cnidaria	Classe Anthozoa	175	275	175
	Classe Hydrozoa	125	0	25
Nemertinea	Nemertinea	425	550	125
Mollusca	Caudofoveata	1.325	1.950	75
	Caudofoveata sp.1	900	2.075	225
	<i>Eulima auricincta</i>	0	25	0
	<i>Volvulella paupercula</i>	0	50	0
	<i>Crenella divaricata</i>	0	0	25

Continua

Continuação

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Mollusca	<i>Limatula hendersoni</i>	0	25	0
	<i>Myrteopsis lens</i>	475	525	25
	<i>Crassatella brasiliensis</i>	75	50	100
	<i>Abra</i> sp.	50	75	0
	<i>Corbula dietziana</i>	0	0	25
Annelida - Polychaeta	Família Capitellidae	65	144	52
	<i>Cossura</i> sp.	441	658	295
	Família Orbiniidae	86	109	26
	<i>Scoloplos</i> (Leodamas) sp.	0	38	0
	Família Paraonidae	2.598	3.639	1.745
	<i>Linopherus</i> sp.	657	1.198	541
	Família Chrysopetalidae	0	25	0
	Família Eunicidae	0	33	0
	Família Glyceridae	0	25	0
	Família Goniadidae	0	0	30
	<i>Goniada</i> sp.	0	51	52
	<i>Lumbrineris</i> sp.	844	987	724
	Família Lysaretidae	26	25	52
	<i>Nephtys</i> sp.	1.690	3.377	2.666
	<i>Paralacydonia</i> sp.	171	194	147
	Família Pillargidae	0	61	111
	<i>Sigambra</i> sp.	2.133	3.752	2.285
	Família Phyllodocidae	0	26	0
	<i>Phyllodoce</i> sp.	0	0	25
	Família Polynoidae	95	206	147
	Família Sigalionidae	0	0	30
	<i>Syllis</i> sp.	0	0	30
	Família Cirratulidae	1.989	2.450	1.225
	<i>Tharyx</i> sp.	6.650	11.049	11.318
	<i>Prionospio</i> sp.	545	680	850
	Família Sternaspidae	0	31	0
	<i>Sternaspis</i> sp.	374	1.571	726
Sipuncula	Sipuncula	525	725	600
Filo Arthropoda - Crustacea	Ordem Decapoda	25	50	0
	<i>Chasmocarcinus</i>	75	325	175
	Família Anthuridae	175	350	50
	<i>Gnathia</i> sp.	150	525	75
	Família Lysianassidae	150	175	0
	<i>Ampelisca</i> sp.	0	50	0
	Família Melitidae	0	50	25
	Ordem Stomatopoda	0	25	0
Echinodermata	Família Ophiactidae	0	25	0
	Família Amphiuridae	50	75	25

Os organismos da classe Polychaeta predominaram em todos os estratos, apenas no estrato superficial os Crustacea foram mais abundantes em 17 das 60 réplicas coletadas (figura VII.7.4.9.2-2).

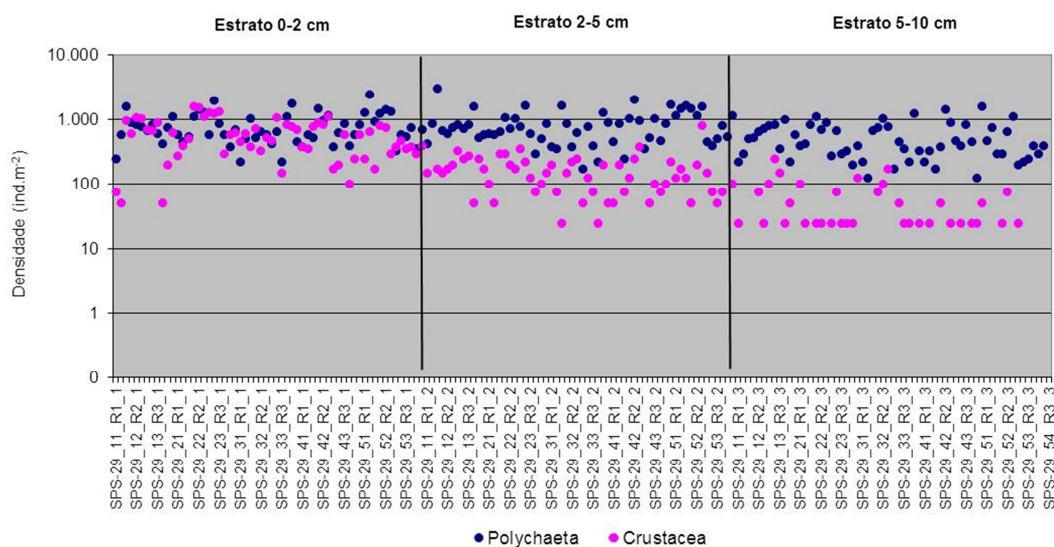


Figura VII.7.4.9.2-2 – Densidade total (ind.m⁻²) de Polychaeta e Crustacea nos estratos – escala em log. SPS-29.

Assim como na análise qualitativa, as similaridades entre estratos, na maioria das estações, são superiores a 50%, apenas alguns estratos inferiores (5 - 10 cm) apresentaram valor inferior a este valor (figura VII.7.4.9.2-3).

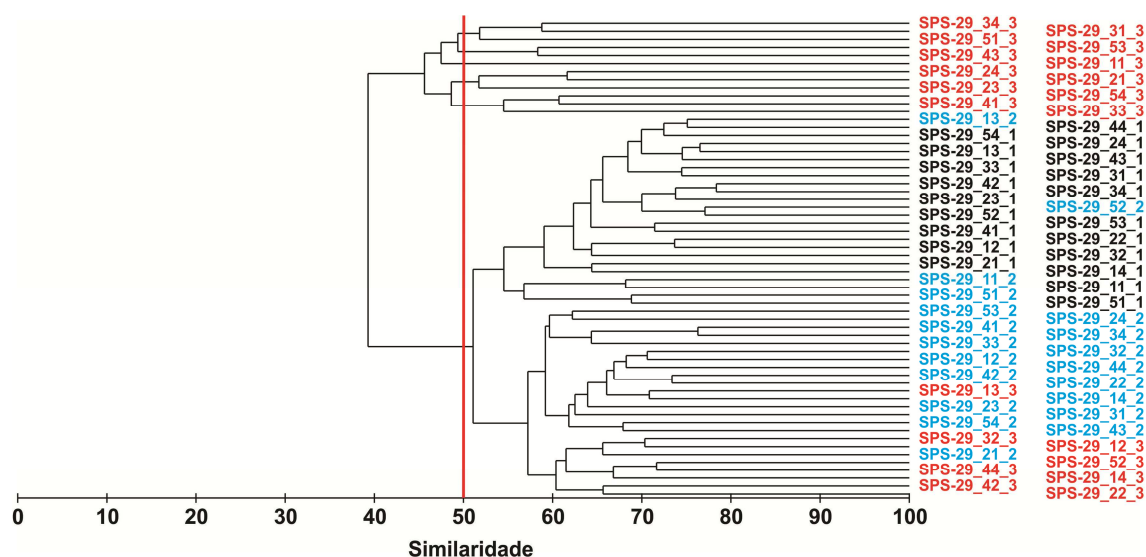


Figura VII.7.4.9.2-3 – Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.

A análise das similaridades e do percentual de dissimilaridade dos grupos identificados no dendrograma mostra diferenças significativas entre o estratos superficial e o inferior (tabela VII.7.4.9.2-3).

Tabela VII.7.4.9.2-3- Resultados da análise das similaridades e percentuais de dissimilaridade entre estratos. SPS-29.

Estratos	R	NS (%)	Dissimilaridade Média (%)
0 - 2 e 2 - 5 cm	0,587	0,1	46,41
0 - 2 e 5 - 10 cm	0,851	0,1	63,53
2 - 5 e 5 - 10 cm	0,426	0,1	50,99

O dendrograma de similaridade entre estratos gerado a partir dos dados de Mollusca mostra a mistura dos estratos superficiais e a separação do estrato profundo, podendo-se perceber que o mesmo apresenta-se mais fragmentado e com similaridades mais baixas (figura VII.7.4.9.2-4). Deve-se mencionar que em duas estações do estrato mais profundo (SPS-29_14 e SPS-29_54) não foram encontrados organismos desse filo.

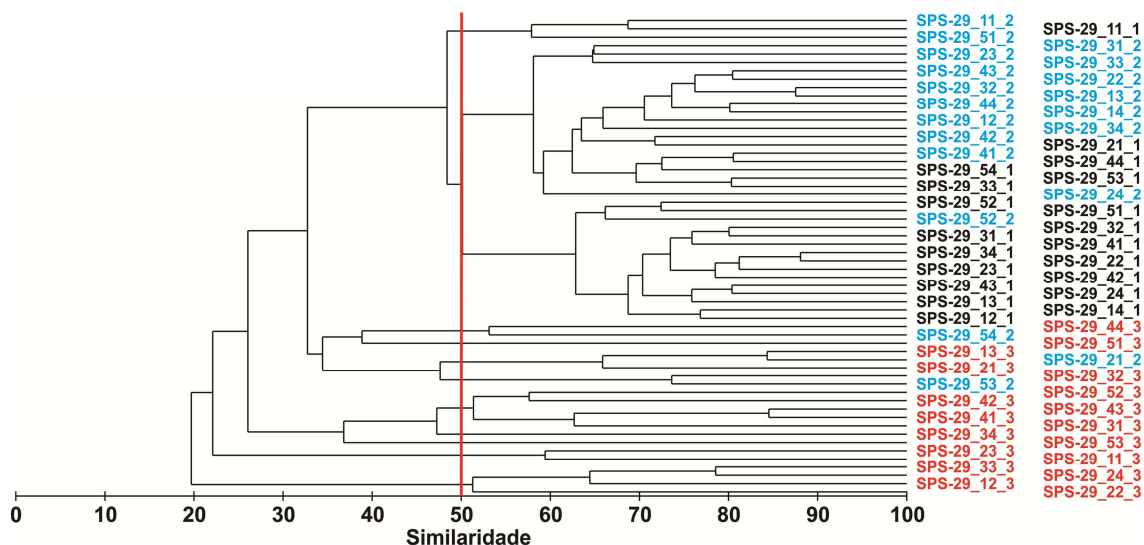


Figura VII.7.4.9.2-4 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de *Mollusca* pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.

O resultado da análise de similaridade feita entre estratos para *Polychaeta* mostram similaridades superiores a 50% entre os três estratos. Apenas três estações do estrato inferior (SPS-29_11, SPS-29_31 e SPS-29_53) apresentaram valores similaridades abaixo desse valor (figura VII.7.4.9.2-5).

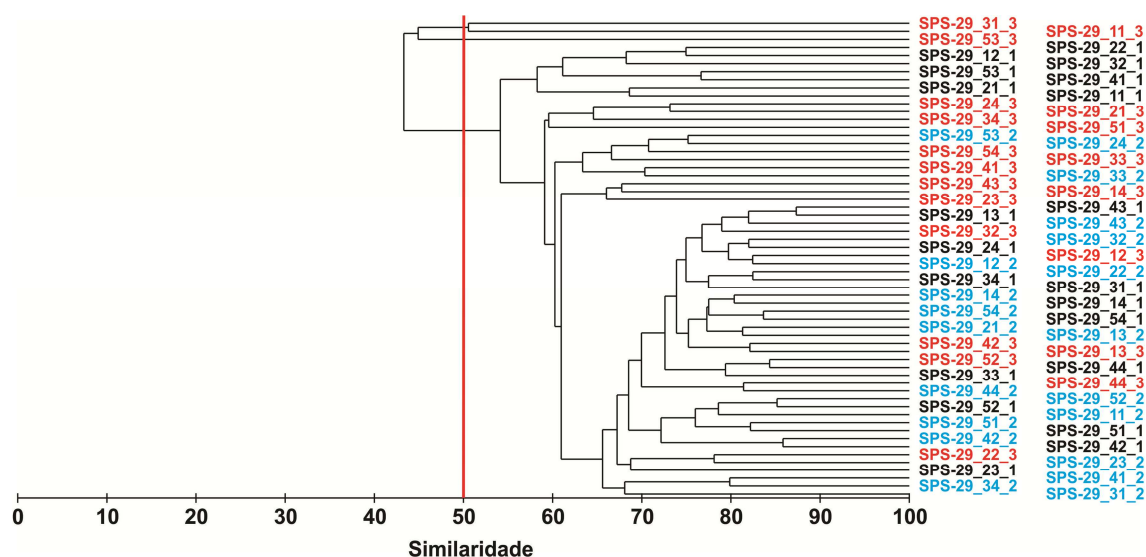


Figura VII.7.4.9.2-5 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de *Polychaeta* pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.

O dendrograma obtido para Crustacea mostra a separação dos estratos em grupamentos distintos e com similaridades progressivamente mais baixas e algumas misturas entre os dois estratos inferiores (figura VII.7.4.9.2-6). Cabe ressaltar que as estações SPS-2_31 e SPS-29_51 do estrato inferior foram excluídas da análise por não terem apresentado organismos desse grupo.

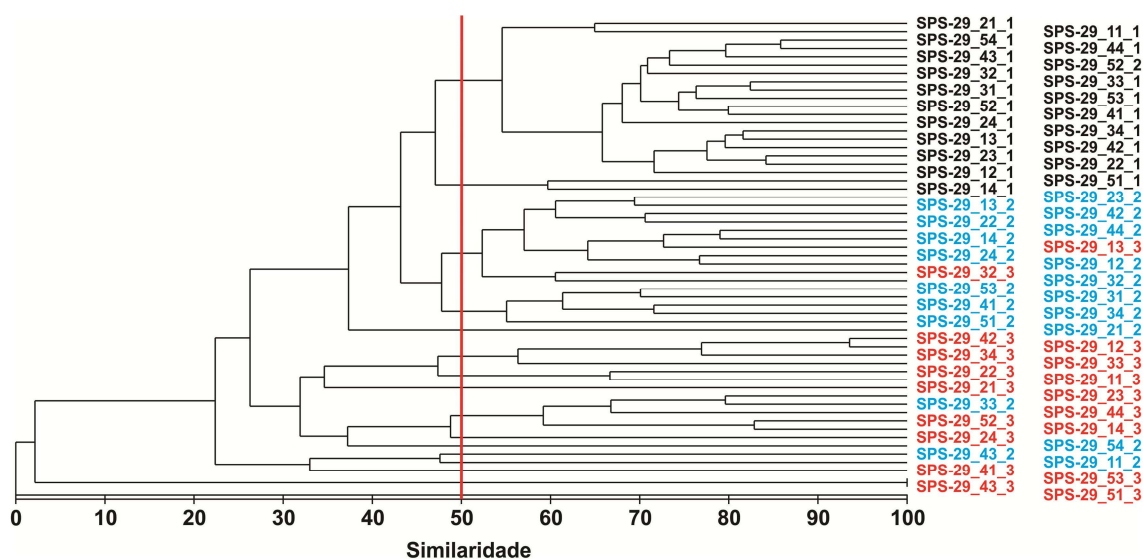


Figura VII.7.4.9.2-6 - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto (1); estrato de 2 - 5 cm – em vermelho (2); estrato de 5 - 10 cm – em azul (3). SPS-29.

Os resultados dos índices biológicos encontram-se ilustrados nas figuras VII.7.4.9.2-7 a VII.7.4.9.2-11. Em geral os valores mais baixos foram registrados no estrato inferior (5 - 10 cm), contudo em algumas estações esta situação não foi verificada.

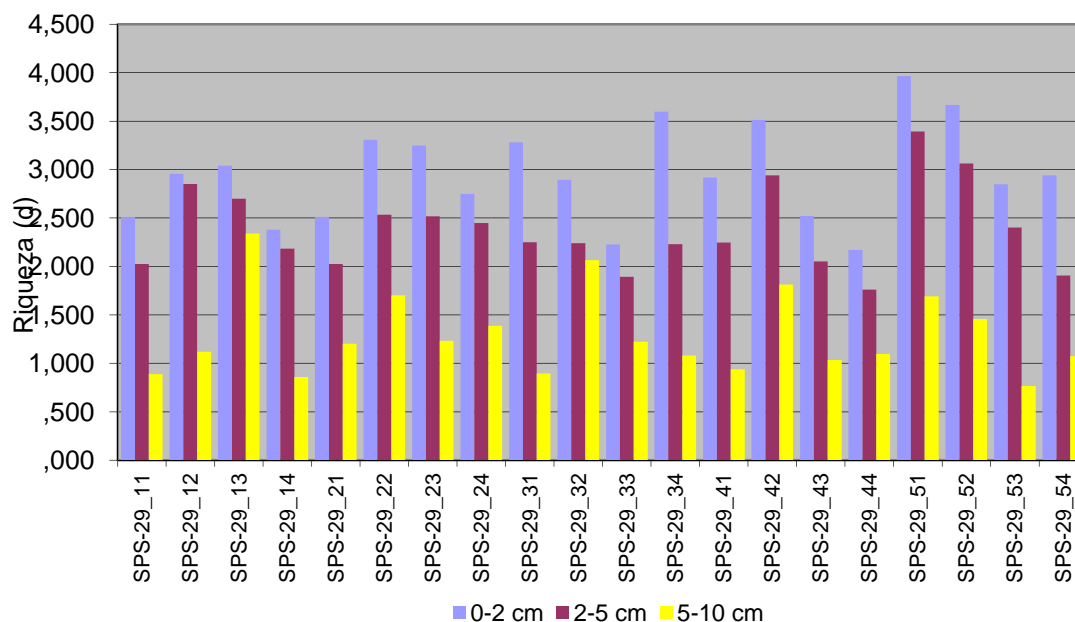


Figura VII.7.4.9.2-7 - Valores de riqueza (d) nos estratos. SPS-29.

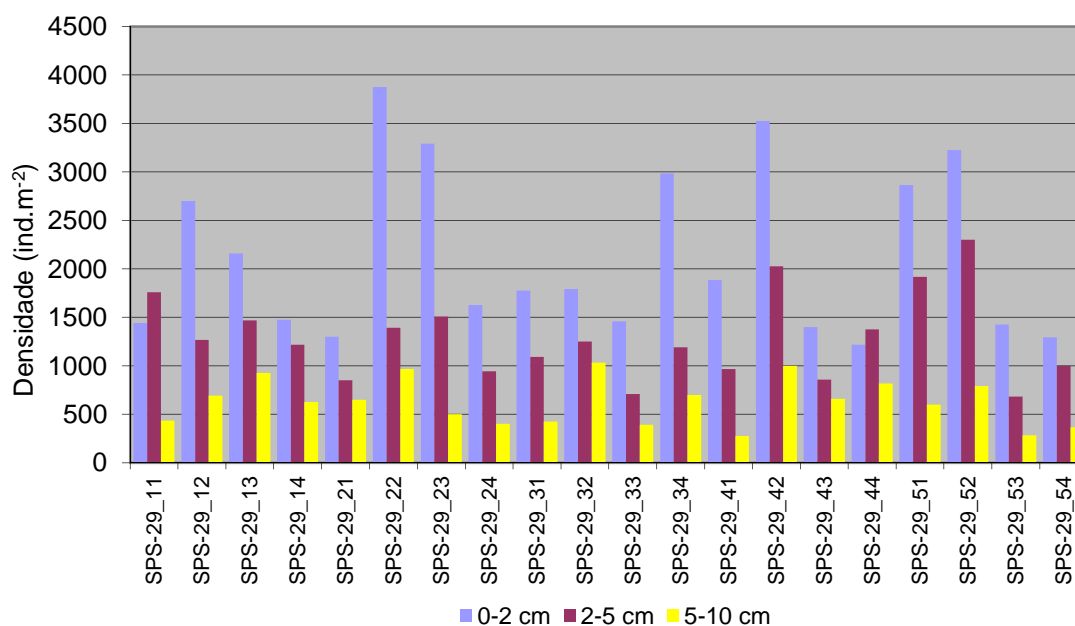


Figura VII.7.4.9.2-8 - Valores de densidade (d) nos estratos. SPS-29.

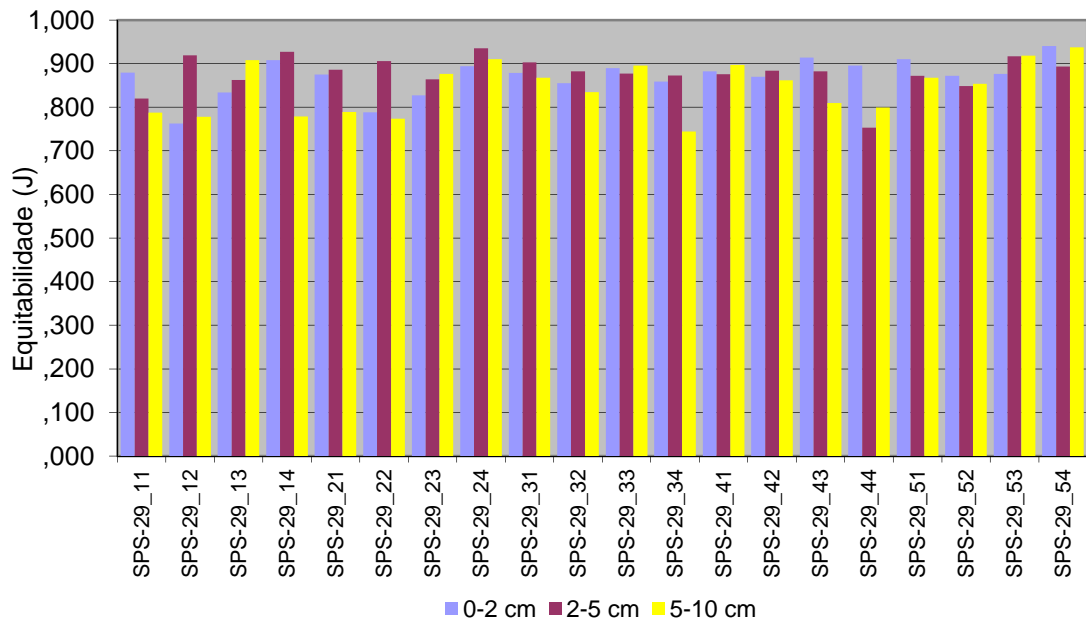


Figura VII.7.4.9.2-9 - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. SPS-29.

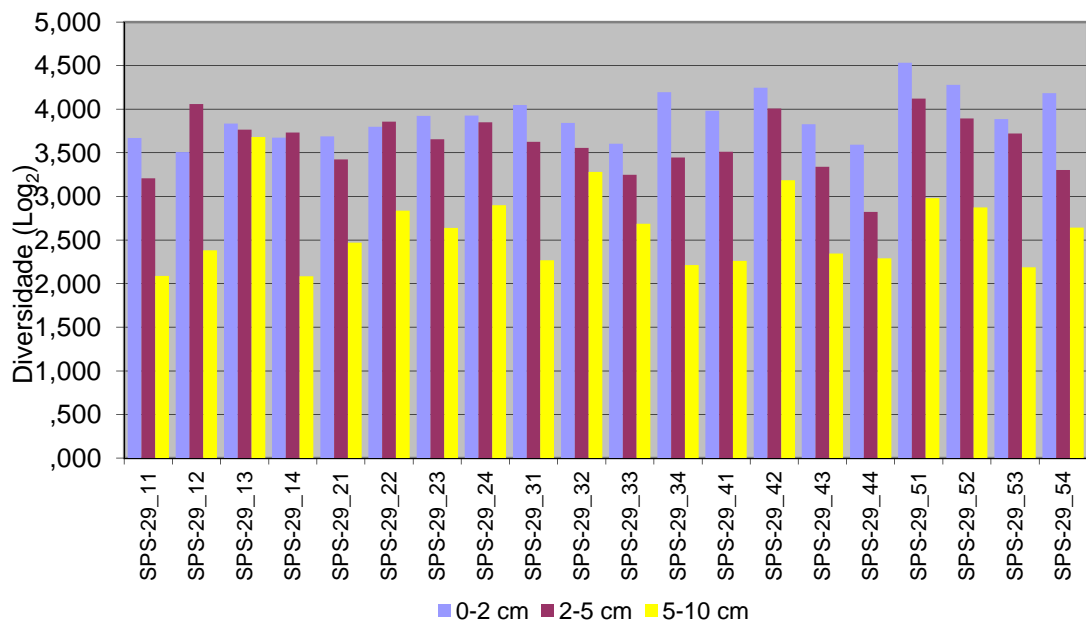


Figura- VII.7.4.9.2-10 - Valores de Diversidade ($H'Log_2$) nos estratos. SPS-29.

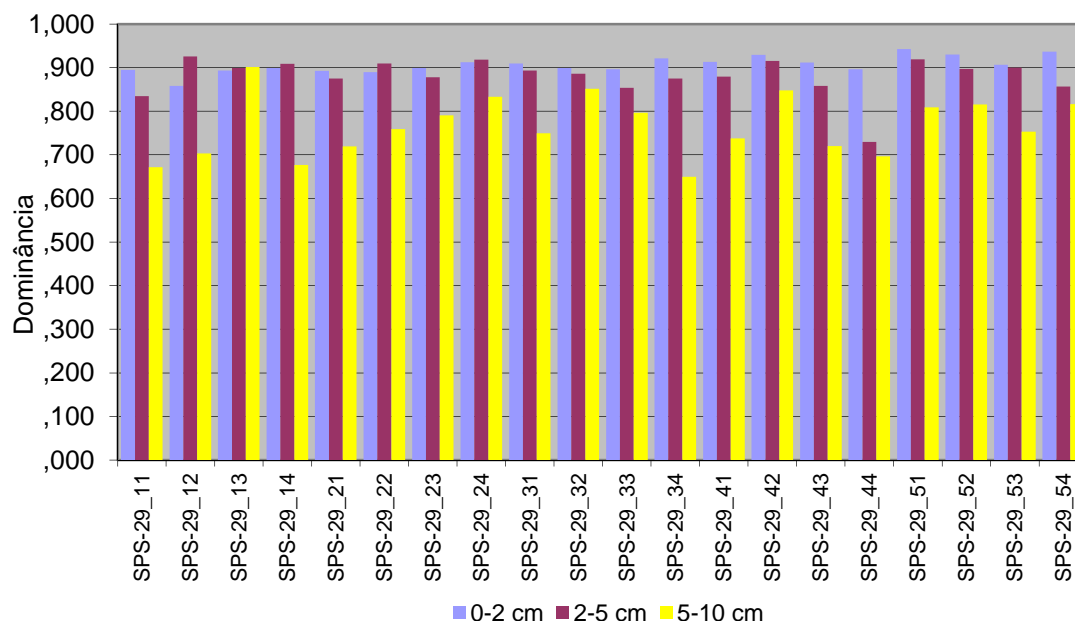


Figura- VII.7.4.9.2-11 - Valores de Dominância (1-λ') nos estratos.
SPS-29.

VII.7.5 - Integração dos dados bióticos e abióticos e comparação entre SPS-29 e RS-BS

As variáveis introduzidas nas análises multivariadas constam da tabela VII.7.5-1 com seus respectivos códigos para identificação.

Nessa análise não foram introduzidas as variáveis “contaminantes” que foram estudadas apenas no estrato de 0 - 2 cm. Elas constam de uma análise separada.

Tabela VII.7.5-1 – Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Granulométricas (*)	-	Metais (**)	-
Cascalho	CASCA	Alumínio	Al
Areia	AREIA	Bário	Ba
Silte	SILTE	Cadmio	Cd
Argila	ARG	Chumbo	Pb
Químicas	-	Cobre	Cu
Carbono orgânico total	COT	Cromo	Cr

Continua

Continuação

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
Matéria orgânica total	MO	Ferro	Fe
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	nalc1
		C20+pristano+fistano	
Dominância	DOM	n-alcanos C21 a C40	nalc2
Grupos de Bentos	-	HPAs	HPA
Anthozoa	Anth	HTP	HTP
Nemertinea	Neme	MCNR	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.

VII.7.5.1 - Dados Físico-Químicos e Índices Bentônicos

O plano fatorial I-II da ACP explica 66,7% da variância dos dados, sendo respectivamente 48,8 e 17,9% para os eixos I e II (figura VII.7.5.1-1).

Todas as variáveis, com exceção da equitabilidade (EQUI), contribuem significativamente para a variância da primeira componente (Coordenadas superiores ao valor limite 0,408), tendo correlação positiva entre elas e negativa com o eixo I (figura III.5.1-1). O grupo Polychaeta (Poly) é o maior responsável pelos elevados valores de densidade (DENS), riqueza (RIQ) e diversidade (DIV), seguido dos Crustacea (Crus), Nemertinea (Neme) e Echinodermata (Echi).

Este primeiro eixo é representativo do estrato, fator que contribuiu com cerca de 49% da variância do bentos. As amostras do estrato superficial (0 - 2 cm), com coordenadas negativas no eixo, são as mais ricas em grupos taxonômicos. Observa-se o posicionamento das frações cascalho (CASC) e areia (AREIA) do sedimento e dos teores em carbonato (CARB), carbono total (COT) e matéria orgânica total (MO) nesse eixo. O estrato de 5 - 10 cm, cujas amostras têm coordenadas positivas nesse eixo, apresenta um empobrecimento dos grupos bentônicos. O sedimento é dominado por silte (SILTE) e argila (ARG), e contêm valores sensivelmente maiores em nitrogênio total (N). As amostras do estrato de 2 - 5 cm têm coordenadas centrais no eixo I indicando valores intermediários em todas as variáveis bióticas e abióticas (figuras VII.7.5.1-2 e- VII.7.5.1-3).

O eixo II é representativo da área de estudo. A grande maioria (85%) dos pontos de SPS-29 tem coordenadas positivas no eixo II. Cerca de 18% de explicação da variância são decorrentes da abundância de Crustacea e Mollusca, principalmente no estrato de 0 - 2 cm das estações SPS-29_22, SPS-29_42, SPS-29_12, SPS-29_23, SPS-29_34 e SPS-29_52 da área de SPS-29. Nessas estações são encontrados teores mais altos de silte, argila e nitrogênio total.

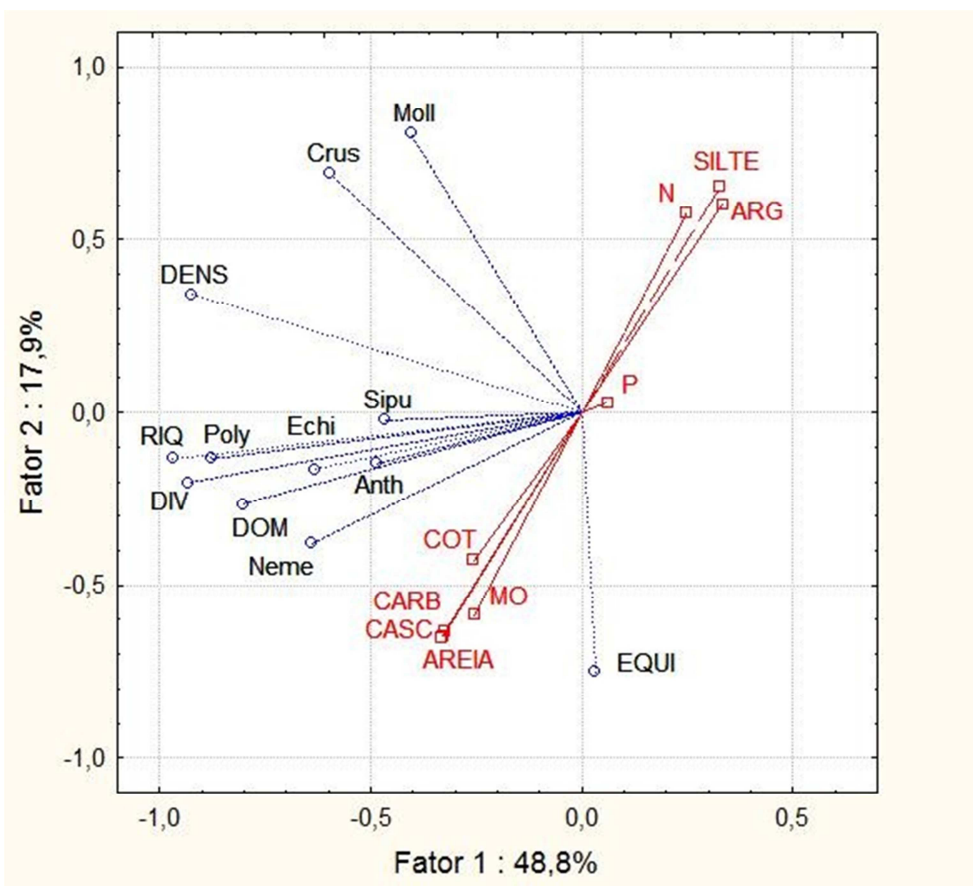


Figura VII.7.5.1-1 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das variáveis no plano I-II.

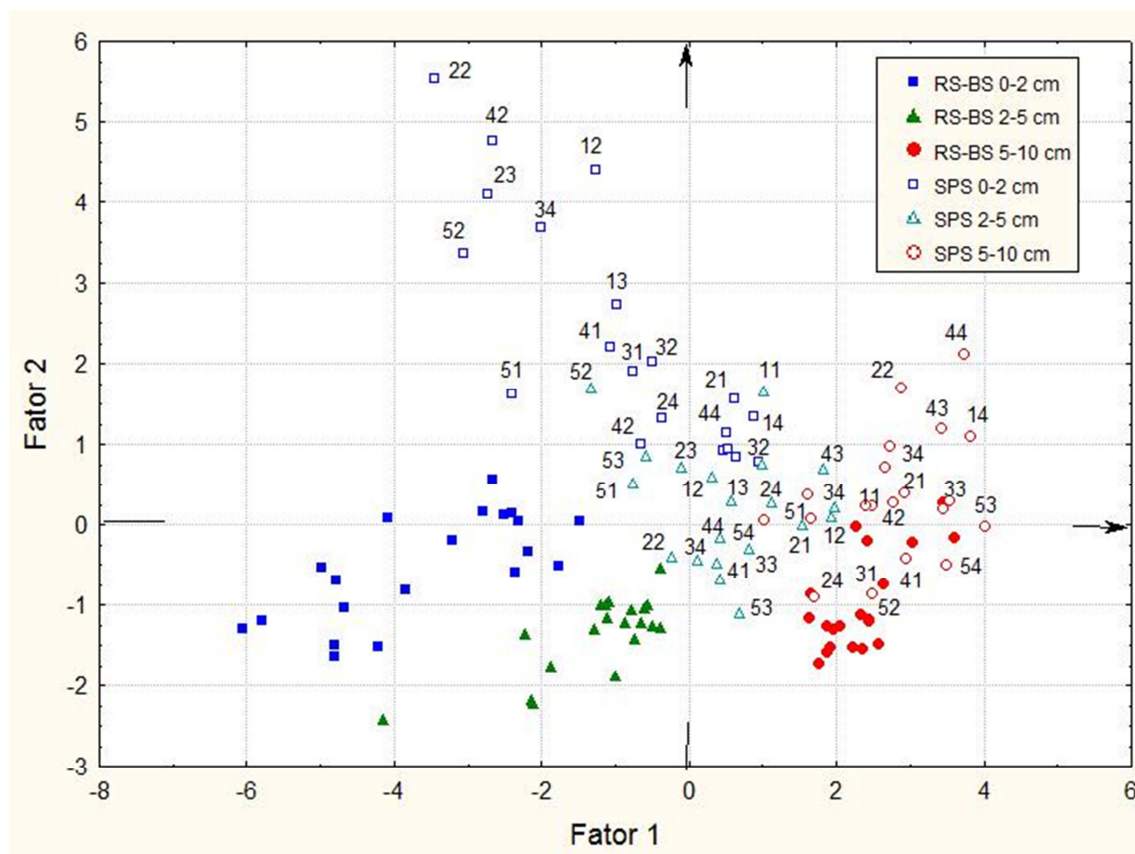


Figura VII.7.5.1-2 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II – Representação dos estratos. Os números correspondem às estações de coleta na área do poço SPS-29.

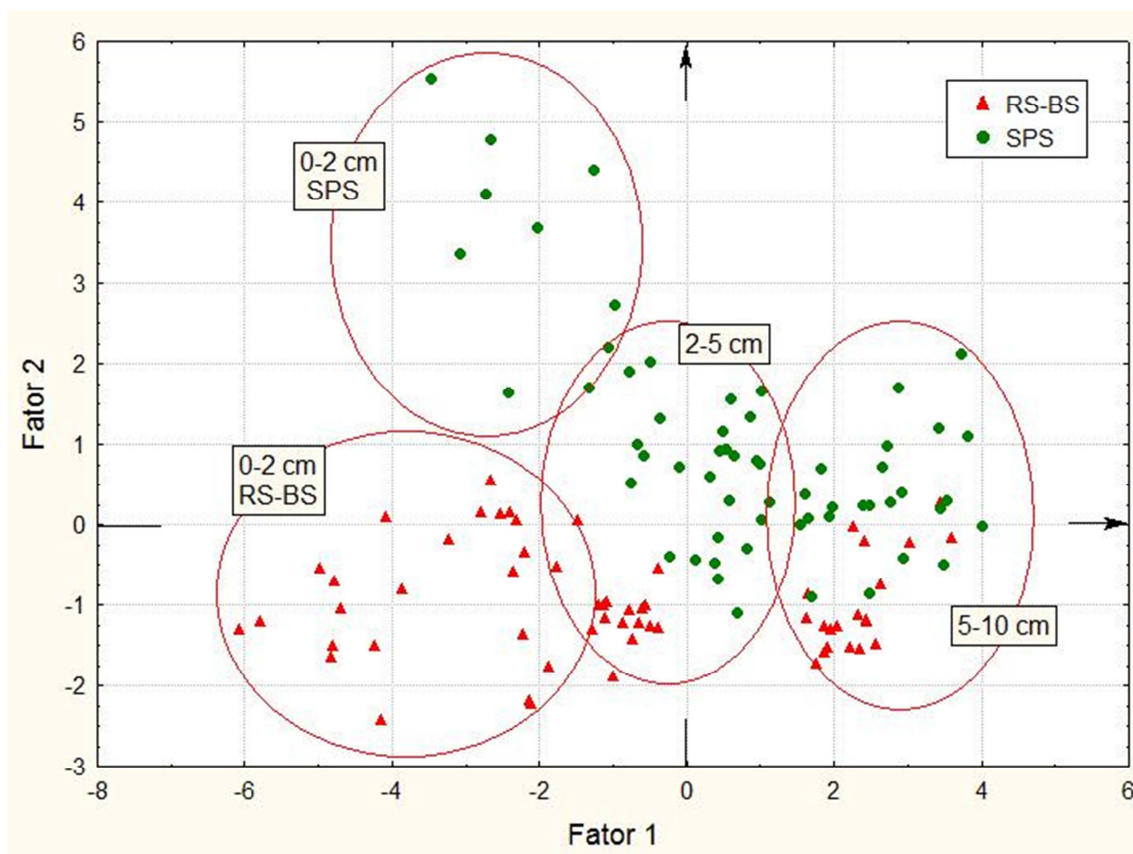


Figura VII.7.5.1-3 - ACP – comparação das variáveis físico-químicas e bentos globais entre RS-Bs e SPS-29 nos estratos de 0 - 2, 2 - 5 e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II – Representação das áreas de RS-Bs e SPS-29.

VII.7.5.2 - Teores de Contaminantes no estrato de 0 - 2 cm e Índices Biológicos

Os resultados da análise de componentes principais (ACP) aplicada aos dados de metais, contaminantes (variáveis suplementares explicativas) e bentônicas globais (variáveis ativas) de RS-Bs e SPS-29 no estrato de 0 - 2 cm encontram-se ilustrados nas figuras VII.7.5.2-1 e VII.7.5.2-2.

O resultado, referente unicamente ao estrato superficial, evidencia a área de estudo como fator de maior contribuição à variância total. O eixo I (52,4%) separa nitidamente os pontos amostrais das duas áreas. A área de Referência Sul (RS-Bs) se caracteriza pelos valores elevados de todos os parâmetros

biológicos, com exceção dos grupos Mollusca e Crustacea, cujas coordenadas negativas indicam maior densidade em SPS-29 (figura VII.7.5.2-1).

A análise mostra também uma forte diferenciação das duas áreas em termos das variáveis metais e hidrocarbonetos. Os vetores dessas variáveis se projetam do lado negativo do eixo I refletindo os teores mais altos encontrados em SPS-29. Somente os *n*-alcanos C_{21} a C_{40} (*nAlc2*) apresentam concentrações mais elevadas em RS-BS. Os *n*-alcanos leves (*nAlc1*) são mais concentrados em SPS-29, sendo 80% acima de $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ($< 130 \mu\text{g.kg}^{-1}$)

A variância do eixo II (20,5%) é decorrente da heterogeneidade espacial de SPS-29. De fato, os pontos de SPS-29 são mais dispersos ao longo do eixo II em razão do aumento de densidade dos grupos Mollusca e Crustacea nas estações SPS-29_22, SPS-29_42, SPS-29_23, SPS-29_12, SPS-29_34 e SPS-29_52 (com coordenadas negativas) (figura VII.7.5.2-2).

Foi verificado, além disso, que não há relação entre essas características e a posição geográfica das estações, em distância e orientação em relação ao poço, confirmando o caráter aleatório da distribuição espacial dos parâmetros na área SPS-29.

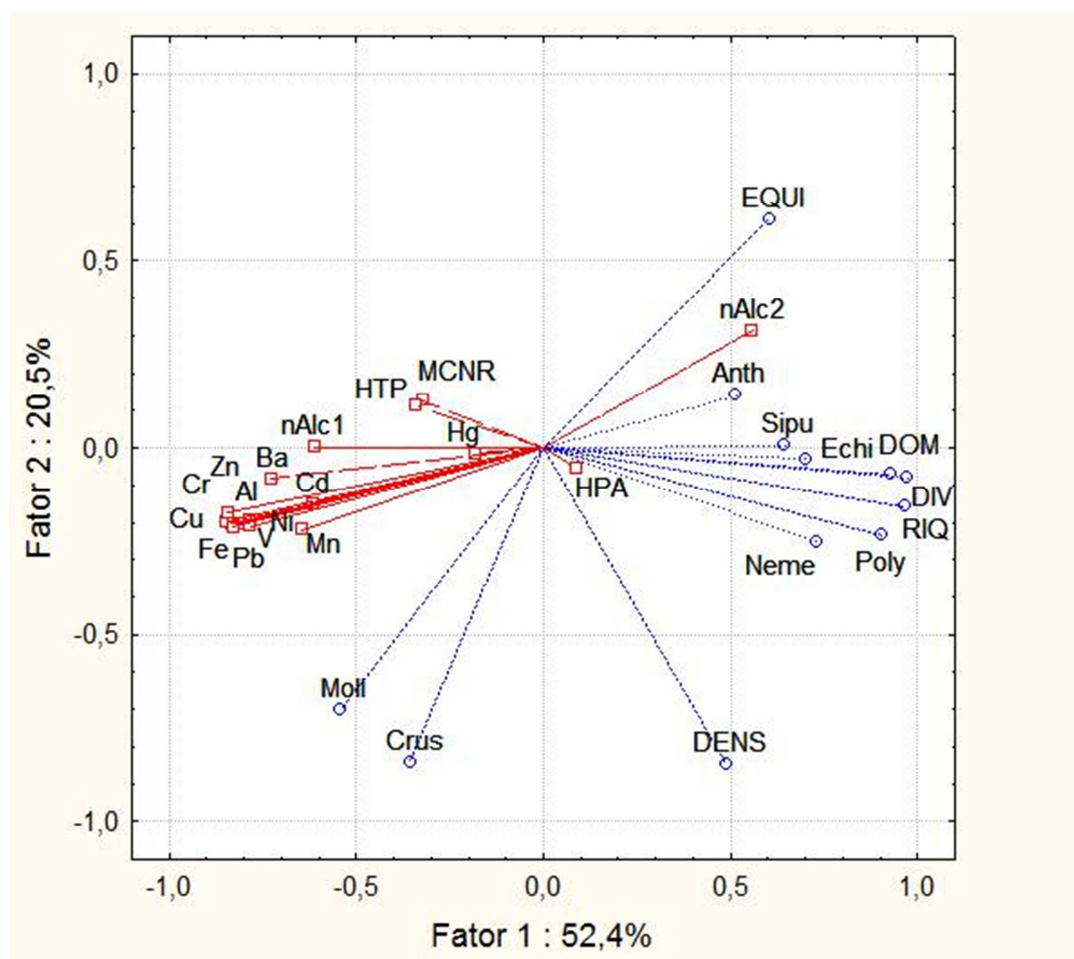


Figura VII.7.5.2-1 - ACP – comparação das variáveis contaminantes e bentos globais entre RS-BS e SPS-29 no estrato de 0 - 2 cm. Projeção das variáveis no plano I-II.

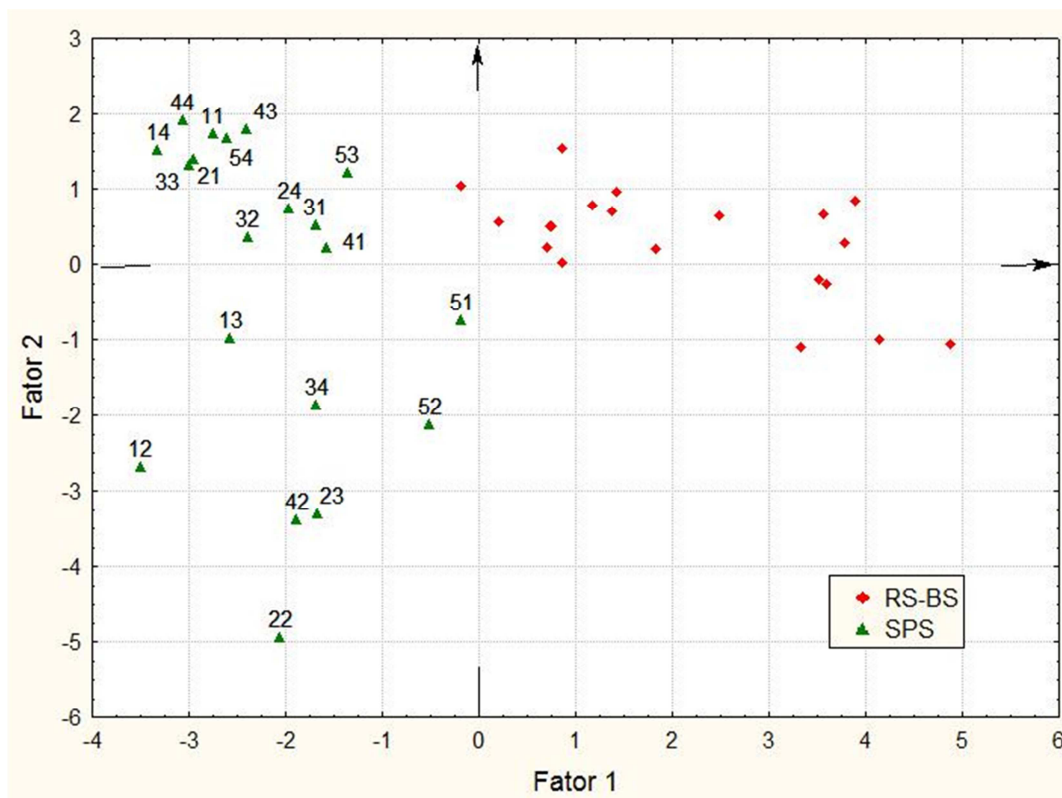


Figura VII.7.5.2-2 - ACP - comparação das variáveis contaminantes e bentos globais entre RS-BS e SPS-29. Projeção no plano I-II das amostras coletadas no estrato de 0 - 2 cm. Os números correspondem às estações da área do poço SPS-29.

VII.7.5.3 - Comunidades bentônicas

As variáveis utilizadas na AFC, 67 táxons encontrados em SPS-29 e em RS-BS, e seus respectivos códigos estão relacionados na tabela VII.7.5.3-1.

Tabela VII.7.5.3-1 – Lista dos 67 táxons de bentos introduzidos na análise fatorial de correspondência, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

Códigos	Táxons	Códigos	Táxons
Abra	<i>Abra lioica</i>	Neom	<i>Neomeniomorpha</i> sp.
Ampe	Família Ampeliscidae	Neph	Família Nephtyidae
Ampel	<i>Ampelisca</i> sp.	Nepht	<i>Nephtys</i> sp.
Amph	Família Ampharetidae	Nere	Família Nereididae
Amphi	Ordem Amphipoda	Nerm	Filo Nermetinea
Anth	Classe Anthozoa	Nucu	<i>Nucula pernambucensis</i>
Anthu	Família Anthuridae	Nucul	<i>Nuculana acuta</i>
Aric	<i>Aricidea</i> sp.	Onup	Família Onuphidae
Capi	Família Capitellidae	Onuph	Subfamília Onuphinae
Caud	<i>Caudofoveata</i> sp.	Ophe	<i>Ophelina</i> sp.
Chae	Família Chaetopteridae	Orbi	Família Orbiniidae
Cirra	Família Cirratulidae	Ostr	Classe Ostracoda
Coro	Família Corophiidae	Owen	Família Oweniidae
Coss	Família Cossuridae	Para	Família Paraonidae
Cuma	Ordem Cumacea	Phox	Família Phoxocephalidae
Cusp	<i>Cuspidaria</i> sp.	Pill	Família Pillargidae
Dorv	Família Dorvilleidae	Pisio	Família Pisionidae
Epis	<i>Episiphon</i> sp.	Poec	<i>Poecilochaetus</i> sp.
Euni	<i>Eunice</i> sp.	Poly	Família Polynoidae
Exog	<i>Exogone</i> sp.	Port	<i>Portlandia</i> sp.
Flab	Família Flabelligeridae	Prio	<i>Prionospio</i> sp.
Gnat	<i>Gnathia</i> sp.	Rhyz	<i>Rhyzocrinus lofotensis</i>
Goni	<i>Goniada</i> sp.	Sabe	Família Sabellidae
Hesi	Família Hesionidae	Siga	<i>Sigambra</i> sp.
lphi	Família Iphitimidae	Sipu	Filo Sipuncula
Kell	<i>Kelliella atlantica</i>	Spio	Família Spionidae
Lino	<i>Linopherus</i> sp.	Spiop	<i>Spiophanes</i> sp.
Lumb	Família Lumbrineridae	Stern	Família Sternaspidae
Lumbr	<i>Lumbrineris</i> sp.	Syllis	<i>Syllis</i> sp.
Mage	<i>Magelona</i> sp.	Tana	Ordem Tanaidacea
Mald	Família Maldanidae	Tere	Família Terebellidae
Mend	<i>Mendicula ferruginosa</i>	Tereb	<i>Terebellides</i> sp.
Myrt	<i>Myrteopsis lens</i>	Thar	<i>Tharyx</i> sp.
-	-	Urot	Família Urothoidae

A distribuição dos pontos amostrais no plano I-II (figura VII.7.5.3-1 e VII.7.5.3-2) apresenta uma estrutura heterogênea e complexa definida por associações de táxons exclusivos e/ou dominantes em determinadas áreas e estratos.

A análise global do plano I-II (48,4%) evidencia as diferenças nas estruturas das comunidades bentônicas das duas áreas (RS-BS e SPS-29). Com coordenadas negativas no eixo I, as amostras de SPS-29 são caracterizadas por uma distribuição dos táxons diferenciada pelo estrato de amostragem. O estrato de 0 - 2 cm se caracteriza pela dominância e/ou exclusividade das famílias Urothoidae, Ampeliscidae, Flabelligeridae e Pisionidae, Corophiidae e das espécies *Nucula pernambucensis*, *Mendicula ferruginosa* e *Portlandia* sp. No estrato de 2 - 5 cm, encontramos principalmente as espécies *Myrteopsis tens* e *Caudofoveata* sp e as famílias Lumbrineridae e Onuphidae, enquanto que no estrato mais profundo (5 - 10 cm) dominam as famílias Nephtyidae, Iphitimidae, Oillargidae, Sternapsidae e Cossuridae. Ao contrário, as populações da área RS-BS encontram-se fortemente concentradas na parte positiva do eixo I, mostrando elevada homogeneidade vertical.

As coordenadas mais centrais no eixo I encontram-se os táxons Tanaidacea, Spionidae, Oweniidae, Paraonidae e Sipuncula, indicando uma representatividade equilibrada desses táxons entre as duas áreas.

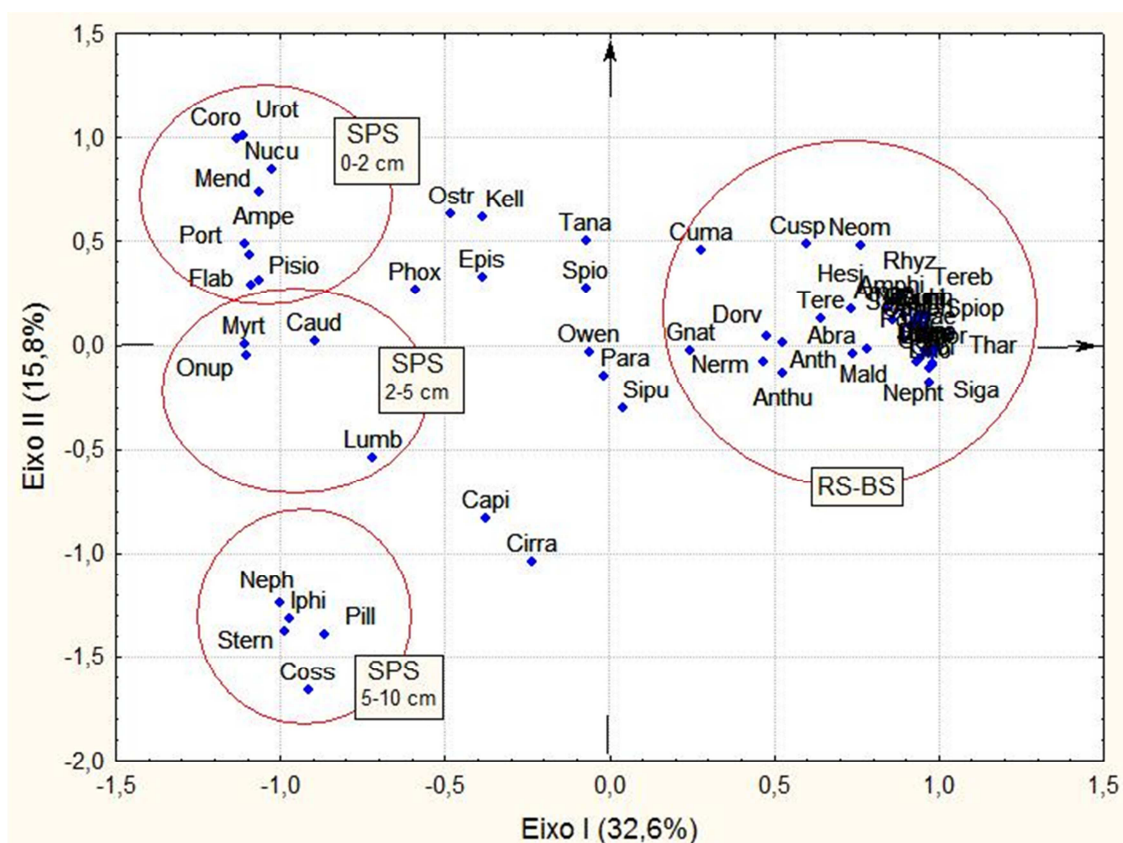


Figura VII.7.5.3-1 - AFC - Análise comparativa das comunidades bentônicas das áreas RS-BS e SPS-29 e dos estratos de 0 - 2 cm, 2 - 5 cm e 5 - 10 cm. Projeção dos táxons no plano I-II com indicação das áreas e estratos.

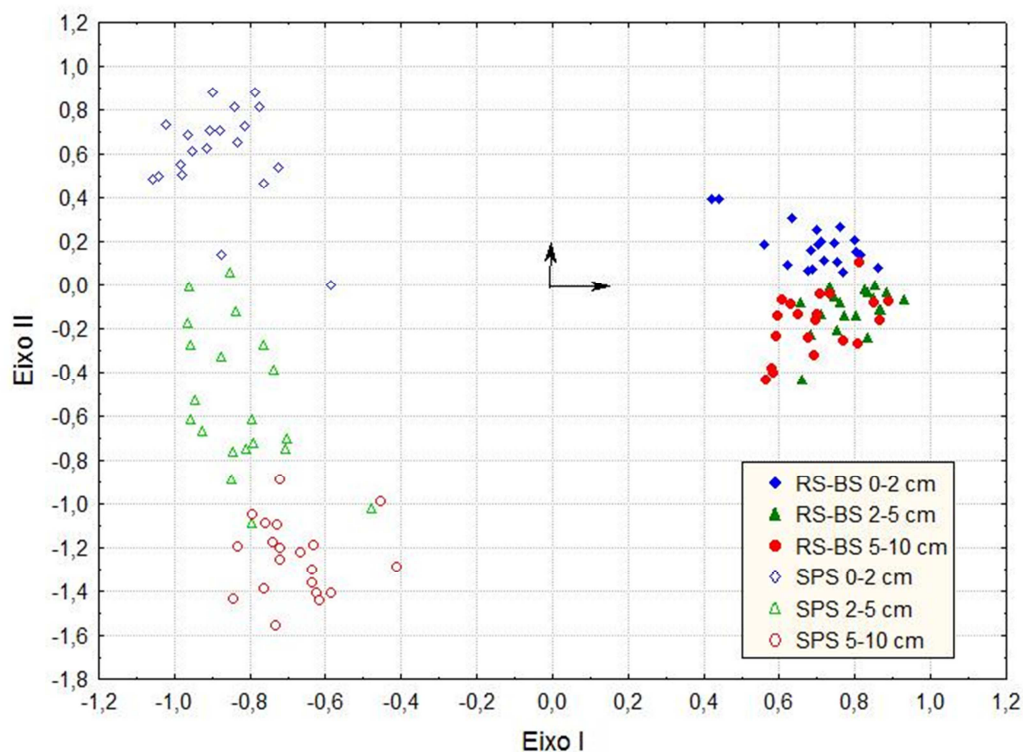


Figura VII.7.5.3-2 - AFC - Análise comparativa das comunidades bentônicas das áreas de RS-BS e SPS-29 e dos estratos de 0 - 2 cm, 2 - 5 cm e 5 - 10 cm. Projeção das amostras no plano I-II com codificação dos estratos e das áreas de RS-BS e SPS-29.

VII.7.6 – Resultados relevantes

Na área de SPS-29 na Bacia de Santos, os sedimentos são compostos basicamente por 97% de silte mais argila, 2,2% de areia e 0,6% de cascalho. Possuem em média 6,7% de CO_3^{2-} e 4,2% de MOT, a qual se distribui homogeneamente ao longo dos 10 cm do perfil. A razão C/N em torno de 12 e a razão C/P em torno de 48 sugerem que a matéria orgânica tenha origem predominante marinha.

Na área de SPS-29 os resultados das concentrações dos 37 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos apresentaram concentrações não detectadas ou muito baixas nas 20 estações de coleta.

Apesar de apresentar faixa de concentração de matéria orgânica ligeiramente mais elevada que na área de referência sul (RS-BS), a área de SPS-29 apresenta faixa de concentração dos *n*-alcanos muito semelhante à área de RS-BS. Tanto o IPC quanto a razão ímpar/par sugerem origem biogênica para os *n*-alcanos nas duas áreas, por outro lado a predominância de alcanos mais leves é indicativo de matéria orgânica de origem em plantas marinhas.

Com relação aos metais, as diferenças estatísticas significativas observadas entre as estações, concentram-se predominantemente na estação SPS-29_11.

As concentrações médias de metais em SPS-29 em geral são maiores do que em RS-BS.

Considerando-se a área de Referência Sul como background da região observa-se que Ba apresenta enriquecimento relativamente elevado nas estações SPS-29_11, SPS-29_14 e SPS-29_21 e enriquecimento moderado para Pb em todas as estações com exceção da SPS-29_11.

As correlações observadas entre Ba e CO_3^{2-} , MOT, COT e N total são indicativos de que o enriquecimento de Ba na região pode estar associado à barita biogênica.

Foram descritas e comparadas as características estruturais bióticas e abióticas das duas áreas de coleta, a área de Referência Sul (RS-BS) e a área controle (SPS-29).

Os fatores suscetíveis de alterar essas características estruturais, ou seja, as áreas de coleta (RS-BS e SPS-29) e os estratos 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:

A profundidade do estrato constitui o fator principal da variabilidade estrutural, biótica e abiótica. Apenas o estrato superficial apresenta características bióticas e abióticas diferentes entre as duas áreas:

- Dominância de Mollusca e Crustacea na área SPS-29 em amostras com presença de sedimentos finos e aumento dos teores em nitrogênio total;
- Maior riqueza, diversidade e dominância dos grupos Polychaeta, Nemertidae, Echinodermata em sedimentos mais grossos com teores elevados em carbonato, matéria orgânica e carbono orgânico total;
- Maiores concentrações dos metais, *n*-alcanos leves, HTP e MCNR, na área do poço;
- Maiores concentrações dos *n*-alcanos C₂₁-C₄₀ na área de Referência Sul.

A distribuição dos táxons bentônicos apresenta uma estrutura diferente de acordo com a área, caracterizando-se por:

- Maior homogeneidade vertical na área de Referência Sul (RS-BS);
- Maior heterogeneidade vertical na área do poço com ocorrência de táxons específicos de cada estrato;
- Não há efeito aparente da posição da estação de coleta (em distância e orientação relativa ao poço) sobre a variabilidade das condições bióticas e abióticas da área de SPS-29, confirmando o caráter aleatório da distribuição espacial em torno do poço SPS-29.

VII.7.7 – Anexos

Anexo VII.7.1.1-1 – Laudo de Granulometria - Poço SPS-029.

Anexo VII.7.1.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.2.1-1 – Laudo de HPA's – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.2.1.1-1 - Cromatograma PAH – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.2.2-1 – Laudo de HTP's – Poço SPS-029 .

Anexo VII.7.2.2-2 – Laudo de n-alcanos C5 a C7 – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.2.2-3 – Laudo de n-alcanos C8 a C40 – Poço SPS-029 .

Anexo VII.7.2.2.2-1 - Cromatograma *n*-alcanos – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.2.2-4 – Laudo de MCNR – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – Poço SPS-029.

Anexo VII.7.4.4-1 – Densidades das espécies – Poço SPS-029.