

---

# **CAPÍTULO VII.1**

## **REFERÊNCIA NORTE**

### **(RN-BS)**

**CONTROLE DE REVISÕES – BR 2400.0051803.09.2**

[illegible]

	Original	Rev. 01	Rev. 02	Rev. 03	Rev. 04	Rev. 05	Rev. 06	Rev. 07	Rev. 08
Data	06/03/12	16/07/12							
Elaboração	Mário X.	Mário X.							
Verificação	Cristina F.	Cristina F.							
Aprovação	Mário X.	Mário X.							

## ÍNDICE GERAL

VII.1 - RN-BS .....	1
VII.1.1 - Sedimentologia .....	1
VII.1.1.1 - Granulometria .....	1
VII.1.1.2 - Carbonatos .....	4
VII.1.1.3 - Constituintes Orgânicos .....	5
VII.1.1.3.1 - Estrato de 0 - 2 cm .....	5
VII.1.1.3.2 - Estrato de 2 - 5 cm .....	9
VII.1.1.3.3 - Estrato de 5 - 10 cm .....	13
VII.1.1.3.4 - Comparação entre estratos .....	18
VII.1.2 - Hidrocarbonetos .....	24
VII.1.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos) .....	24
VII.1.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (n-Alcanos, HTPs e MCNR) .....	27
VII.1.3 - Metais .....	33
VII.1.3.1 - Metais e Sedimentologia .....	41
VII.1.3.2 - Suportes Geoquímicos .....	43
VII.1.4 - Macrofauna .....	46
VII.1.4.1 - Inventário taxonômico .....	46
VII.1.4.2 - Avaliação da Amostragem .....	47
VII.1.4.3 - Composição taxonômica (0 - 2 cm) .....	47
VII.1.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm) .....	50
VII.1.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm) .....	60
VII.1.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm) .....	62
VII.1.4.7 - Composição taxonômica (5 - 10 cm) .....	70
VII.1.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm) .....	72
VII.1.4.9 - Comparação entre Estratos .....	81
VII.1.4.9.1 - Composição Taxonômica .....	81
VII.1.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos .....	87
VII.1.5 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos .....	95
VII.1.5.1 - Dados Físico-Químicos e índices bentônicos .....	96

---

VII.1.5.2 - Teores em Contaminantes e Índices Biológicos.....	99
VII.1.5.2.1 - Relações Táxons x Metais - estrato de 0 - 2 cm.....	99
VII.1.5.2.2 - Relações Táxons x Hidrocarbonetos no estrato de 0 - 2 cm .....	101
VII.1.5.3 - Comunidades bentônicas .....	103
VII.1.6 – Resultados relevantes.....	106
VII.1.7 – Anexos .....	109

## FIGURAS

<b>Figura VII.1.1.1-1</b> - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações – Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável – área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.....	3
<b>Figura VII.1.1.3.4-1</b> - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos da área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.....	23
<b>Figura VII.1.4.2 -1</b> - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada. RN-BS.....	47
<b>Figura VII.1.4.3 -1</b> - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – grupamento pela média. RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	50
<b>Figura VII.1.4.4 -1</b> - Densidade média ( $\text{ind.m}^{-2}$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	52
<b>Figura VII.1.4.4 -2</b> - Riqueza média ( $d$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	52
<b>Figura VII.1.4.4 -3</b> - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	53
<b>Figura VII.1.4.4 -4</b> - Diversidade média ( $H' = \log_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	53
<b>Figura VII.1.4.4 -5</b> - Dominância média ( $1-\lambda$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	54
<b>Figura VII.1.4.4 -6</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. ....	55
<b>Figura VII.1.4.4-7</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para Mollusca em RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média.....	56

<b>Figura VII.1.4.4-8</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.....	57
<b>Figura VII.1.4.4 -9</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – grupamento pela média. RN-BS – estrato 0 - 2 cm.....	58
<b>Figura VII.1.4.4-10</b> - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável. ....	59
<b>Figura VII.1.4.5-1</b> - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, grupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	62
<b>Figura VII.1.4.6 -1</b> - Densidade média ( $\text{ind.m}^{-2}$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	64
<b>Figura VII.1.4.6-2</b> - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (+). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	64
<b>Figura VII.1.4.6-3</b> - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	65
<b>Figura VII.1.4.6-4</b> - Diversidade média ( $H' = \log_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	65
<b>Figura VII.1.4.6-5</b> - Dominância média ( $1-\lambda$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	66
<b>Figura VII.1.4.6 -6</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm. ....	66
<b>Figura VII.1.4.6-7</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	67
<b>Figura VII.1.4.6 -8</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.....	68

<b>Figura VII.1.4.6-9</b> - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	69
<b>Figura VII.1.4.7-1</b> - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	72
<b>Figura VII.1.4.8-1</b> - Densidade média ( $\text{ind.m}^{-2}$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	74
<b>Figura VII.1.4.8-2</b> - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	74
<b>Figura VII.1.4.8-3</b> - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	75
<b>Figura VII.1.4.8-4</b> - Diversidade média ( $\text{Log}_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	75
<b>Figura VII.1.4.8-5</b> - Dominância média ( $1-\lambda$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	76
<b>Figura VII.1.4.8-6</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	77
<b>Figura VII.1.4.8-7</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. ....	78
<b>Figura VII.1.4.8-8</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	79
<b>Figura VII.1.4.8-9</b> - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.....	80
<b>Figura 1.4.9.1-1</b> - Número de táxons nos estratos - RN-BS.....	81
<b>Figura 1.4.9.1-2</b> - Número total de táxons por réplica nos estratos. RN-BS. As réplicas RN-BS_67_R2 e RN-BS_67_R3 não foram coletadas. ....	82

<b>Figura 1.4.9.1-3</b> - Dendrograma de similaridade qualitativa réplicas e estratos. Índice de Sorensen, grupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato de 5 - 10 cm – em azul. RN-BS.....	83
<b>Figura 1.4.9.1-4</b> - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RN-BS.....	84
<b>Figura 1.4.9.1-5</b> - Número de táxons de Polychaeta nos estratos. RN-BS. ....	84
<b>Figura 1.4.9.1-6</b> - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RN-BS.....	85
<b>Figura 1.4.9.1-7</b> - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RN-BS.....	86
<b>Figura VII.1.4.9.2-1</b> - Densidade média (ind.m <sup>-2</sup> ) nos estratos e no total. RN-BS. ....	88
<b>Figura VII.1.4.9.2-2</b> - Densidade total (ind.m <sup>-2</sup> ) nos três estratos (_1 = 0 - 2 cm; _2 = 2 - 5 cm; _3 = 5 - 10 cm). RN-BS. ....	90
<b>Figura VII.1.4.9.2-3</b> - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS.....	91
<b>Figura VII.1.4.9.2-4</b> - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Polychaeta pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS.....	92
<b>Figura VII.1.4.9.2-5</b> - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de Crustacea pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, grupamento pela média. RN-BS.....	92
<b>Figura VII.1.4.9.2-6</b> - Valores de riqueza (d) nos estratos. RN-BS. ....	93
<b>Figura VII.1.4.9.2 -7</b> - Valores de densidade (d) nos estratos. RN-BS.....	93
<b>Figura VII.1.4.9.2-8</b> - Valores de equitabilidade (J') nos estratos. RN-BS.....	94
<b>Figura VII.1.4.9.2-9</b> - Valores de Diversidade (H' = Log <sub>2</sub> ) nos estratos. RN-BS....	94
<b>Figura VII.1.4.9.2-10</b> - Valores de Dominância (1-λ') nos estratos. RN-BS.....	95
<b>Figura VII.1.5.1-1</b> - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais (índices e grupos). Posição das variáveis no plano fatorial I-II. As variáveis abióticas foram incluídas como variáveis explicativas suplementares.....	97
<b>Figura VII.1.5.1-2</b> - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II. Os estratos são indicados pelos números 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm).....	98



---

<b>Figura VII.1.5.2.1-1</b> - ACP entre índices bentônicos e metais. Projeção das variáveis ativas (Índices) e suplementares explicativas (metais) no plano fatorial I-II.....	99
<b>Figura VII.1.5.2.1 -2</b> - ACP entre grupos bentônicos, metais, granulometria e variáveis químicas. Projeção das variáveis ativas (grupos) e suplementares explicativas (granulometria e metais) no plano fatorial I-II. ....	100
<b>Figura VII.1.5.2.2-1</b> - ACP entre grupos bentônicos, índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos) e suplementares explicativas (índices e contaminantes) no plano fatorial I-II. ....	102
<b>Figura VII.1.5.3-1</b> - ACC: Projeção das amostras, táxons e variáveis ambientais no plano fatorial I-II.(os numero correspondem aos estratos: 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm)).....	105



## TABELAS

<b>Tabela VII.1.1.1-1</b> - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm coletados na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.....	1
<b>Tabela VII.1.1.2-1</b> - Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	4
<b>Tabela VII.1.1.3.1-1</b> - 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 0 - 2 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.....	5
<b>Tabela VII.1.1.3.1-2</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato 0 - 2 cm) em RN-BS.....	7
<b>Tabela VII.1.1.3.1-3</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (estrato 0 - 2 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, e MOT, as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total. ....	8
<b>Tabela VII.1.1.3.2-1</b> - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 2 - 5 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.....	9
<b>Tabela VII.1.1.3.2-2</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Norte – Bacia de Santos. ....	11
<b>Tabela VII.1.1.3.2-3</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (estrato de 2 - 5 cm).....	12
<b>Tabela VII.1.1.3.3-1</b> - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de	

5 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	13
<b>Tabela VII.1.1.3.3-2</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	15
<b>Tabela VII.1.1.3.3-3</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN - BS (estrato de 5 - 10 cm).....	17
<b>Tabela VII.1.1.3.4-1</b> - Concentração média e desvio padrão dos parâmetros estatísticos granulométricos: matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P, por estrato, para sedimentos nas estações da área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (n=16). ....	19
<b>Tabela VII.1.1.3.4 -2</b> – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	20
<b>Tabela VII.1.1.3.4 -3</b> – Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	20
<b>Tabela VII.1.2.1 -1</b> - Valores médios de concentração ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	25
<b>Tabela VII.1.2.2-1</b> - Valores médios de concentração dos HTPs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), MCNR ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e dos n-alcanos ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS. ....	29
<b>Tabela VII.1.3 -1</b> - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito) e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores de referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004. ....	36

<b>Tabela VII.1.3-2</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ ) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato 0 - 2 cm) em RN-BS. ....	39
<b>Tabela VII.1.3 -3</b> - Diferenças estatísticas (ANOVA, $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS (estrato de 0 - 2 cm).....	40
<b>Tabela VII.1.3.1 -1</b> - Matriz de correlação de Spearman ( $n = 46$ ) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato 0 – 2 cm) na área de Referência Norte – Bacia de Santos. Valores significativos ( $p < 0,05$ ) em negrito. ....	42
<b>Tabela VII.1.3.2 -1</b> – Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Norte – Bacia de Santos ( $n=46$ , correlações em negrito significativas a $p \leq 0,05$ ). ....	43
<b>Tabela VII.1.3.2 -2</b> - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de referência norte – Bacia de Santos comparados as concentrações médias obtidas na área de referência profunda norte (RPN) na Bacia de Campos e valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995) .....	45
<b>Tabela VII.1.4.1 -1</b> - Número total de táxons por grupo. RN-BS.....	46
<b>Tabela VII.1.4.3 -1</b> - Número de táxons por grupo. RN-BS - estrato de 0 - 2 cm...	48
<b>Tabela VII.1.4.3-2</b> - Número de táxons por réplica, total, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RN-BS - estrato 0 - 2 cm. ....	49
<b>Tabela VII.1.4.4-1</b> - Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) em RN-BS - estrato de 0 - 2 cm.....	51
<b>Tabela VII.1.4.5-1</b> - Número de táxons por grandes grupos em RN-BS – estrato de 2 - 5 cm. ....	60
<b>Tabela VII.1.4.5-2</b> - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RN-BS - estrato de 2 - 5 cm.....	61
<b>Tabela VII.1.4.6-1</b> - Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RN-BS - estrato de 2 - 5 cm.....	63

<b>Tabela VII.1.4.7 -1</b> - Número de táxons por grandes grupos. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.....	70
<b>Tabela VII.1.4.7-2</b> - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RN-BS - estrato de 5 - 10 cm. ....	71
<b>Tabela VII.1.4.8-1</b> - Densidade (ind.m <sup>-2</sup> ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RN-BS - estrato 5 - 10 cm. ....	73
<b>Tabela VII.1.4.9.1-1</b> - Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima = 46. RN-BS. ....	86
<b>Tabela VII.1.4.9.2-1</b> - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total. ....	88
<b>Tabela VII.1.4.9.2-2</b> - Número total de organismos por estratos. RN-BS.....	89
<b>Tabela VII.1.5-1</b> - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.....	95
<b>Tabela VII.1.5.3-1</b> - Lista dos táxons introduzidos na análise de correspondência canônica - ACC, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.....	103
<b>Tabela VII.1.5.3-2</b> - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência canônica - CCA, com os códigos utilizados nos gráficos. ....	104

---

## ANEXOS

<b>Anexo VII.1.1.1-1 – Laudo de Granulometria - RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.1-1 – Laudo de HPA's – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.1.1-1 - Cromatogramas – PAH – RN-BS. ....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.2-1 – Laudo de HTP's – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.2-2 – Laudo de n-alcanos C5 a C7 – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.2-3 – Laudo de n-alcanos C8 a C40 – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.2.1-1 - Cromatogramas - n-alcanos – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.2.2-4 – Laudo de MCNR – RN-BS.....</b>	
<b>Anexo VII.1.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RN-BS. ....</b>	
<b>Anexo VII.1.4.4-1 – Densidades das espécies – RN-BS.....</b>	





## VII.1 - RN-BS

### VII.1.1 - Sedimentologia

#### VII.1.1.1 - Granulometria

A síntese dos resultados obtidos nos ensaios granulométricos realizados nas amostras de sedimento coletados RN-BS encontram-se na tabela VII.1.1.1-1 e no anexo VII.1.1.1-1.

Os sedimentos são compostos por silte, muito pobremente selecionados, com assimetria variando entre muito positiva e positiva e teores de areia e lama (silte+argila) entre 20,7% e 79,3% e 29,0% e 71,0%, respectivamente estações RN-BS\_52\_R1 e RN-BS\_41\_R1.

**Tabela VII.1.1.1-1 - Parâmetros estatísticos granulométricos no estrato de 0 - 10 cm coletados na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.**

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. % Areia	Lama
RN-BS_6_R1	silte	5,53	MPS	0,29	P	1,01	Me	28,3	71,7
RN-BS_6_R2	Silte	5,61	MPS	0,31	MP	1,14	Le	24,8	75,2
RN-BS_6_R3	Silte	5,93	MPS	0,34	MP	0,98	Me	23,5	76,5
RN-BS_7_R1	Silte	5,57	MPS	0,29	P	1,01	Me	28,6	71,4
RN-BS_7_R2	Silte	5,95	MPS	0,36	MP	0,97	Me	25,1	74,9
RN-BS_7_R3	Silte	5,81	MPS	0,34	MP	0,98	Me	26,2	73,8
RN-BS_15_R1	Silte	5,84	MPS	0,28	P	0,93	Me	24,3	75,7
RN-BS_15_R2	Silte	6,07	MPS	0,31	MP	0,91	Me	23,1	76,9
RN-BS_15_R3	Silte	6,02	MPS	0,35	MP	0,92	Me	24,4	75,6
RN-BS_25_R1	Silte	5,84	MPS	0,35	MP	0,96	Me	25,4	74,6
RN-BS_25_R2	Silte	6,06	MPS	0,37	MP	0,94	Me	22,3	77,7
RN-BS_25_R3	Silte	5,80	MPS	0,32	MP	0,98	Me	25,9	74,1
RN-BS_33_R1	Silte	5,83	MPS	0,35	MP	0,90	Me	26,1	73,9
RN-BS_33_R2	Silte	5,93	MPS	0,36	MP	0,90	Me	24,8	75,2
RN-BS_33_R3	Silte	5,95	MPS	0,36	MP	0,89	Me	23,6	76,4
RN-BS_36_R1	Silte	5,71	MPS	0,31	MP	0,91	Me	26,8	73,2
RN-BS_36_R2	silte	5,70	MPS	0,33	MP	0,95	Me	27,3	72,7
RN-BS_36_R3	Silte	5,91	MPS	0,34	MP	0,91	Me	24,2	75,8
RN-BS_39_R1	Silte	6,24	MPS	0,34	MP	0,84	PI	21,1	78,9

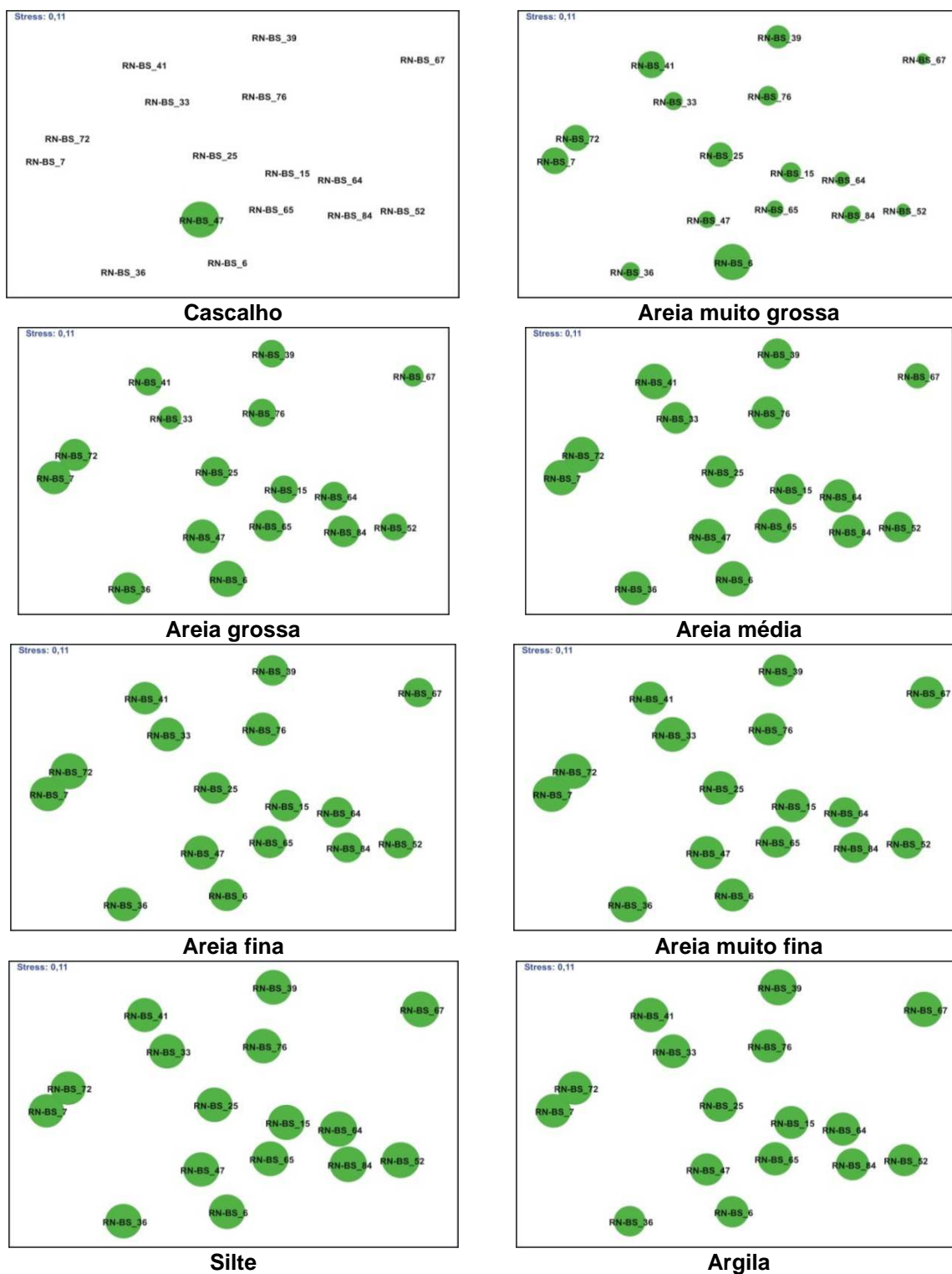
Continua

Continuação

Réplicas	Classificação Wentworth	Média	Grau de Seleção	Assimetria Numérica	Assimetria Descritiva	Curtose Numérica	Curtose Descritiva	Dist. Freq. %	
								Areia	Lama
RN-BS_39_R2	Silte	6,08	MPS	0,34	MP	0,89	Me	22,9	77,1
RN-BS_39_R3	Silte	5,87	MPS	0,34	MP	0,91	Me	26,2	73,8
RN-BS_41_R1	Silte	5,68	MPS	0,28	P	0,88	PI	29,0	71,0
RN-BS_41_R2	Silte	6,04	MPS	0,34	MP	0,85	PI	23,4	76,6
RN-BS_41_R3	Silte	6,15	MPS	0,35	MP	0,88	Me	23,1	76,9
RN-BS_47_R1	Silte	5,82	MPS	0,32	MP	0,97	Me	25,3	74,7
RN-BS_47_R2	Silte	5,67	MPS	0,33	MP	1,10	Le	24,0	76,0
RN-BS_47_R3	Silte	5,62	MPS	0,31	MP	1,05	Me	27,5	72,5
RN-BS_52_R1	Silte	5,86	MPS	0,27	P	0,93	Me	20,7	79,3
RN-BS_52_R2	Silte	5,96	MPS	0,35	MP	0,94	Me	24,0	76,0
RN-BS_52_R3	Silte	5,93	MPS	0,34	MP	0,95	Me	24,0	76,0
RN-BS_64_R1	Silte	5,99	MPS	0,35	MP	0,91	Me	21,8	78,2
RN-BS_64_R2	Silte	5,87	MPS	0,35	MP	0,96	Me	23,6	76,4
RN-BS_64_R3	silte	5,99	MPS	0,27	P	0,90	Me	24,6	75,4
RN-BS_65_R1	Silte	5,86	MPS	0,26	P	1,00	Me	24,1	75,9
RN-BS_65_R2	Silte	5,74	MPS	0,36	MP	1,01	Me	25,1	74,9
RN-BS_65_R3	Silte	5,91	MPS	0,34	MP	0,95	Me	24,1	75,9
RN-BS_67_R1	Silte	6,15	MPS	0,33	MP	0,85	PI	21,8	78,2
RN-BS_72_R1	Silte	5,88	MPS	0,34	MP	0,93	Me	26,3	73,7
RN-BS_72_R2	Silte	5,79	MPS	0,33	MP	0,93	Me	26,6	73,4
RN-BS_72_R3	Silte	5,69	MPS	0,29	P	0,98	Me	27,4	72,6
RN-BS_76_R1	Silte	6,08	MPS	0,25	P	0,93	Me	23,2	76,8
RN-BS_76_R2	Silte	6,02	MPS	0,31	MP	0,95	Me	23,9	76,1
RN-BS_76_R3	Silte	5,8	MPS	0,31	MP	0,97	Me	26,0	74,0
RN-BS_84_R1	Silte	5,91	MPS	0,31	MP	0,94	Me	24,6	75,4
RN-BS_84_R2	Silte	5,97	MPS	0,33	MP	0,86	PI	25,3	74,7
RN-BS_84_R3	Silte	6,02	MPS	0,33	MP	0,89	Me	24,0	76,0

Grau de seleção: MPS - muito pobremente selecionado. Assimetria e curtose - Folk and Ward Method. Assimetria: P - positiva; MP - muito positiva; Curtose (curva): Me - mesocúrtica; PI - platicúrtica; Le - Leptocúrtica.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de resultados de pesos retidos nas peneiras e a sobreposição dos valores percentuais de cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila se encontram apresentados na figura VII.1.1.1-1.



**Figura VII.1.1.1-1** - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações – Distância Euclidiana. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável – área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.

Os resultados mostram que não existe uma relação clara entre a porcentagem dos diversos componentes granulométricos e a distribuição das estações no plano gerado pelo MDS, o que reflete a homogeneidade da área no que diz respeito ao substrato.

As curvas de distribuição de frequência (curtose) na grande maioria das estações apresentam distribuição mesocúrtica, com exceção da estação RN-BS\_41 onde ocorrem duas réplicas de perfil platicúrtico. A assimetria variou entre muito positiva a positiva.

### VII.1.1.2 - Carbonatos

Os teores de carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) variaram entre 21,7 (RN-BS\_6\_R3) a 27,3% (RN-BS\_72\_R3) (tabela VII.1.1.2-1 e anexo VII.1.1.2-1). O resultado da aplicação do teste estatístico não constatou a existência de diferenças estatísticas significativas nos teores de carbonato entre as estações (ANOVA,  $p>0,05$ ).

**Tabela VII.1.1.2-1 - Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) no estrato de 0 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Réplicas	$\text{CO}_3^{2-}\%$	Réplicas	$\text{CO}_3^{2-}\%$	Réplicas	$\text{CO}_3^{2-}\%$
RN-BS_6_R1	25,5	RN-BS_36_R1	23,9	RN-BS_64_R1	25,6
RN-BS_6_R2	22,1	RN-BS_36_R2	23,1	RN-BS_64_R2	23,8
RN-BS_6_R3	21,7	RN-BS_36_R3	24,1	RN-BS_64_R3	24,0
RN-BS_7_R1	24,6	RN-BS_39_R1	23,5	RN-BS_65_R1	23,3
RN-BS_7_R2	22,3	RN-BS_39_R2	24,6	RN-BS_65_R2	25,7
RN-BS_7_R3	23,5	RN-BS_39_R3	24,3	RN-BS_65_R3	26,8
RN-BS_15_R1	24,0	RN-BS_41_R1	22,3	RN-BS_67_R1	23,6
RN-BS_15_R2	23,5	RN-BS_41_R2	22,2	RN-BS_72_R1	24,1
RN-BS_15_R3	22,3	RN-BS_41_R3	23,1	RN-BS_72_R2	23,3
RN-BS_25_R1	24,9	RN-BS_47_R1	24,0	RN-BS_72_R3	27,3
RN-BS_25_R2	25,5	RN-BS_47_R2	23,6	RN-BS_76_R1	24,0

Continua

Continuação

Réplicas	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> %	Réplicas	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> %	Réplicas	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> %
RN-BS_25_R3	23,3	RN-BS_47_R3	23,5	RN-BS_76_R2	23,1
RN-BS_33_R1	25,7	RN-BS_52_R1	23,4	RN-BS_76_R3	24,0
RN-BS_33_R2	23,5	RN-BS_52_R2	24,6	RN-BS_84_R1	23,3
RN-BS_33_R3	26,0	RN-BS_52_R3	23,6	RN-BS_84_R2	25,4
-	-	-	-	RN-BS_84_R3	27,0

### VII.1.1.3 - Constituintes Orgânicos

#### VII.1.1.3.1 - Estrato de 0 - 2 cm

Os teores de carbono orgânico total (COT) variaram de 0,55 (RN-BS\_64\_R2) a 1,11% (RN-BS\_76\_R1). Neste estrato, os teores de COT equivalem, em média, a 61% do conteúdo total de matéria orgânica total (MOT), que variou de 0,93 (RN-BS\_41\_R3) a 1,91% (RN-BS\_76\_R1). As concentrações de nitrogênio total (N total) variaram de 264 (RN-BS\_36\_R2) a 1077 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_7\_R3), enquanto as de fósforo total (P total) variaram de 329 (RN-BS\_41\_R3) a 593 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_84\_R2) (tabela VII.1.1.3.1-1 e anexo VII.1.1.2-1). As razões molares C/N e C/P apresentam médias, respectivamente, de 13,6 e 49,2.

**Tabela VII.1.1.3.1-1 - 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 0 - 2 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N Molar	C/P Molar
RN-BS_6_R1	1,15	0,66	917	480	8,5	35,8
RN-BS_6_R2	1,57	0,90	1075	519	9,8	45,0
RN-BS_6_R3	1,43	0,83	937	432	10,3	49,5
RN-BS_7_R1	1,50	0,87	1068	487	9,5	46,0
RN-BS_7_R2	1,55	0,90	888	424	11,8	54,7
RN-BS_7_R3	1,29	0,74	1077	434	8,1	44,3
RN-BS_15_R1	1,22	0,71	883	388	9,3	47,0
RN-BS_15_R2	1,58	0,91	929	453	11,5	52,1

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N Molar	C/P Molar
RN-BS_15_R3	1,19	0,69	769	439	10,4	40,5
RN-BS_25_R1	1,68	0,97	947	379	12,0	66,2
RN-BS_25_R2	1,39	0,81	1014	514	9,3	40,5
RN-BS_25_R3	1,56	0,90	891	469	11,8	49,6
RN-BS_33_R1	1,29	0,74	714	439	12,2	43,8
RN-BS_33_R2	1,29	0,74	939	549	9,2	35,0
RN-BS_33_R3	1,38	0,80	765	477	12,1	43,1
RN-BS_36_R1	1,15	0,67	379	413	20,5	41,7
RN-BS_36_R2	1,38	0,80	264	451	35,2	45,7
RN-BS_36_R3	1,19	0,69	736	437	11,0	40,9
RN-BS_39_R1	1,22	0,71	871	433	9,5	42,1
RN-BS_39_R2	1,33	0,77	914	421	9,9	47,5
RN-BS_39_R3	1,51	0,88	776	473	13,2	47,9
RN-BS_41_R1	1,41	0,82	747	329	12,8	64,1
RN-BS_41_R2	1,37	0,80	697	459	13,3	44,9
RN-BS_41_R3	0,93	0,83	757	336	12,8	63,7
RN-BS_47_R1	1,19	0,82	669	429	14,4	49,6
RN-BS_47_R2	1,04	0,75	652	411	13,4	46,9
RN-BS_47_R3	1,17	1,01	763	473	15,5	55,4
RN-BS_52_R1	1,35	0,93	711	435	15,2	55,0
RN-BS_52_R2	1,17	0,85	766	362	12,9	60,3
RN-BS_52_R3	0,99	0,93	684	352	15,8	68,0
RN-BS_64_R1	1,23	0,88	603	432	17,1	52,8
RN-BS_64_R2	1,18	0,55	651	413	9,8	34,1
RN-BS_64_R3	1,07	0,84	781	516	12,6	42,3
RN-BS_65_R1	1,04	0,76	557	436	15,9	44,9
RN-BS_65_R2	1,77	1,06	752	470	16,5	58,5
RN-BS_65_R3	1,56	0,77	611	442	14,7	45,1
RN-BS_67_R1	1,41	0,82	646	481	14,8	43,9
RN-BS_72_R1	1,43	0,82	624	419	15,4	50,7
RN-BS_72_R2	1,40	0,83	411	462	23,6	46,5
RN-BS_72_R3	1,72	1,00	588	452	19,8	56,9
RN-BS_76_R1	1,91	1,11	707	390	18,3	73,5
RN-BS_76_R2	1,60	0,93	831	532	13,0	45,1
RN-BS_76_R3	1,67	0,97	914	469	12,4	53,4
RN-BS_84_R1	1,79	1,04	717	500	16,9	53,7
RN-BS_84_R2	1,73	1,00	966	593	12,1	43,7
RN-BS_84_R3	1,51	0,87	792	451	12,9	50,1

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para a verificação da existência de diferenças estatísticas significativas nos parâmetros sedimentológicos (MOT, COT, N total e P total) entre as estações no estrato 0 - 2 cm na área de Referência Norte (RN-BS) são apresentados na tabela VII.1.1.3.1-2. Como observado, diferenças estatísticas significativas ocorrem apenas entre as concentrações de MOT e N total.

**Tabela VII.1.1.3.1-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato 0 - 2 cm) em RN-BS.**

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ( $P < 0,05$ )
<b>MOT</b>	<b>4,292</b>	<b>0,000338</b>
COT	2,001	0,051
<b>N total</b>	<b>5,734</b>	<b>0,000025</b>
P total	1,527	0,15

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Segundo resultados apresentados na tabela VII.1.1.3.1-3, observa-se que as diferenças estatisticamente significativas nos valores de matéria orgânica concentram-se preferencialmente entre as estações RN-BS\_76 e RN-BS\_84 com as estações RN-BS\_41, RN-BS\_47, RN-BS\_64 e RN-BS\_65. Provavelmente essas diferenças estão associadas ao fato das estações RN-BS\_76 e RN-BS\_84 apresentarem as maiores médias de MOT (respectivamente 1,73 e 1,68%), enquanto as outras estações apresentam os menores valores de uma das réplicas ou menores médias. As diferenças significativas observadas para as concentrações de nitrogênio concentram-se basicamente entre a estação RN-BS\_36, menor valor médio entre réplicas (460 mg/Kg) e as estações RN-BS\_6, RN-BS\_7, RN-BS\_15, RN-BS\_25, RN-BS\_33, RN-BS\_41, RN-BS\_76 e RN-BS\_84 que se apresentam entre aquelas de maiores médias (média variando de 734 a 1011 mg/Kg), além de diferenças pontuais entre as estações RN-BS\_65, RN-BS\_67 e RN-BS\_72, com as estações RN-BS\_6, RN-BS\_7 e RN-BS\_25.

**Tabela VII.1.1.3.1-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (estrato 0 - 2 cm). N indica as estações nas quais houve diferença nos valores de nitrogênio total, e MOT, as estações nas quais houve diferença nos valores de matéria orgânica total.**

	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
RN-BS_6																
RN-BS_7																
RN-BS_15																
RN-BS_25																
RN-BS_33																
RN-BS_36	N	N	N	N	N											
RN-BS_39																
RN-BS_41						N										
RN-BS_47																
RN-BS_52																
RN-BS_64																
RN-BS_65		N														
RN-BS_67		N														
RN-BS_72	N	N		N												
RN-BS_76						N		MOT	MOT		MOT	MOT				
RN-BS_84						N			MOT		MOT	MOT				



**VII.1.1.3.2 - Estrato de 2 - 5 cm**

As concentrações dos parâmetros sedimentológicos descritores da matéria orgânica encontram-se na tabela VII.1.1.3.2-1 e anexo VII.1.1.2-1. A MOT variou de 0,94 (RN-BS\_64\_R2) a 1,92% (RN-BS\_76\_R1), enquanto o COT apresenta faixa de variação entre 0,56 (RN-BS\_65\_R1) a 1,12% (RN-BS\_76\_R1), sendo que, em média, este equivale a 55,9% da MOT. As concentrações de N e P totais variaram, neste estrato, respectivamente de 358 (RN-BS\_36\_R1) a 844 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_7\_R1) e 316 (RN-BS\_47\_R3) a 522 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_76\_R1), enquanto as razões C/N e C/P apresentaram respectivamente médias de 15,5 e 49,7.

**Tabela VII.1.1.3.2-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 2 - 5 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N molar	C/P molar
RN-BS_6_R1	1,22	0,71	803	487	10,2	37,4
RN-BS_6_R2	1,47	0,85	771	401	12,8	54,6
RN-BS_6_R3	1,40	0,81	765	406	12,4	51,6
RN-BS_7_R1	1,51	0,87	844	480	12,0	46,8
RN-BS_7_R2	1,55	0,90	616	403	17,0	57,5
RN-BS_7_R3	1,35	0,78	826	420	11,1	48,1
RN-BS_15_R1	1,29	0,75	800	406	10,9	47,6
RN-BS_15_R2	1,53	0,88	822	413	12,5	55,2
RN-BS_15_R3	1,22	0,71	642	452	12,8	40,4
RN-BS_25_R1	1,66	0,96	648	431	17,3	57,6
RN-BS_25_R2	1,39	0,81	814	430	11,5	48,4
RN-BS_25_R3	1,32	0,76	776	452	11,4	43,4
RN-BS_33_R1	1,27	0,74	529	361	16,2	52,6
RN-BS_33_R2	1,25	0,72	599	431	14,1	43,3
RN-BS_33_R3	1,59	0,92	591	470	18,1	50,4
RN-BS_36_R1	1,12	0,65	358	418	21,1	39,9
RN-BS_36_R2	1,36	0,78	584	444	15,6	45,6

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N molar	C/P molar
RN-BS_36_R3	1,23	0,71	463	380	18,0	48,5
RN-BS_39_R1	1,17	0,68	663	390	12,0	45,1
RN-BS_39_R2	1,33	0,77	642	368	14,0	54,0
RN-BS_39_R3	1,37	0,80	605	395	15,4	52,1
RN-BS_41_R1	1,25	0,73	457	381	18,5	49,3
RN-BS_41_R2	1,30	0,75	693	352	12,7	55,3
RN-BS_41_R3	1,43	0,67	539	376	14,5	45,9
RN-BS_47_R1	1,42	0,82	610	402	15,7	52,9
RN-BS_47_R2	1,29	0,90	462	371	22,6	62,4
RN-BS_47_R3	1,75	0,65	469	316	16,1	53,0
RN-BS_52_R1	1,60	0,67	473	408	16,5	42,4
RN-BS_52_R2	1,46	0,70	553	368	14,7	48,9
RN-BS_52_R3	1,60	0,95	471	360	23,4	67,8
RN-BS_64_R1	1,52	0,74	496	400	17,3	47,6
RN-BS_64_R2	0,94	0,74	551	436	15,8	44,1
RN-BS_64_R3	1,46	0,57	623	459	10,6	32,0
RN-BS_65_R1	1,31	0,56	613	452	10,6	31,9
RN-BS_65_R2	1,84	0,88	518	385	19,9	59,3
RN-BS_65_R3	1,33	0,88	511	408	20,1	55,7
RN-BS_67_R1	1,41	0,79	645	496	14,2	41,0
RN-BS_72_R1	1,42	0,83	670	413	14,5	52,0
RN-BS_72_R2	1,43	0,78	517	465	17,6	43,4
RN-BS_72_R3	1,53	0,89	549	467	18,9	49,1
RN-BS_76_R1	1,92	1,12	604	522	21,5	55,2
RN-BS_76_R2	1,55	0,90	633	449	16,5	51,6
RN-BS_76_R3	1,87	1,09	646	424	19,6	66,2
RN-BS_84_R1	1,53	0,89	614	417	16,8	54,9
RN-BS_84_R2	1,67	0,97	756	459	15,0	54,6
RN-BS_84_R3	1,54	0,89	692	471	15,1	49,0

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para a avaliação estatística dos parâmetros sedimentológicos de RN-BS estão relacionados na tabela VII.1.1.3.2-2. Como pode ser observado, quando se consideram todas as réplicas de todas as amostras, são encontradas diferenças estatísticas significativas entre as concentrações de COT nas amostras, e também entre as concentrações de N total.

**Tabela VII.1.1.3.2-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre réplicas de todas as estações (estrato de 2 - 5 cm) na área de Referência Norte – Bacia de Santos.**

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ( $P < 0,05$ )
MOT	1,740	0,095
<b>COT</b>	<b>2,068</b>	<b>0,0441</b>
<b>N total</b>	<b>4,914</b>	<b>0,0001</b>
P total	2,506	0,0566

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Na tabela VII.1.1.3.2-3 são apresentadas as estações entre as quais foram observadas as diferenças significativas. No caso do COT, essas diferenças concentram-se preferencialmente entre as réplicas da estação RN-BS\_76 que possui média (1,03%) significativamente maior quando comparada as médias das estações RN-BS\_15 (0,77%), RN-BS\_41 (0,72%) e RN-BS\_64 (0,68%). O N total apresenta diferenças entre as estações RN-BS\_36 e RN-BS\_52 (médias respectivamente de 468 e 499 mg.kg<sup>-1</sup>) significativamente menores do que as médias entre réplicas nas estações RN-BS\_6 (780 mg.kg<sup>-1</sup>); RN-BS\_7 (762 mg.kg<sup>-1</sup>), RN-BS\_15 (755 mg.kg<sup>-1</sup>) e RN-BS\_25 (746 mg.kg<sup>-1</sup>). A estação RN-BS\_47 apresenta média (514 mg.kg<sup>-1</sup>) significativamente menor do que as estações RN-BS\_6 (780 mg.kg<sup>-1</sup>); RN-BS\_7 (762 mg.kg<sup>-1</sup>) e RN-BS\_15 (755 mg.kg<sup>-1</sup>).

**Tabela VII.1.1.3.2-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (estrato de 2 - 5 cm).**

	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
RN-BS_6																
RN-BS_7																
RN-BS_15																
RN-BS_25																
RN-BS_33																
RN-BS_36	N	N	N	N												
RN-BS_39																
RN-BS_41																
RN-BS_47	N	N	N													
RN-BS_52	N	N	N	N												
RN-BS_64																
RN-BS_65																
RN-BS_67																
RN-BS_72																
RN-BS_76			COT					COT			COT					
RN-BS_84																

**VII.1.1.3.3 - Estrato de 5 - 10 cm**

As concentrações dos parâmetros descritores da matéria orgânica nos sedimentos estão apresentadas na tabela VII.1.1.3.3-1 e anexo VII.1.1.2-1. Considerando todas as réplicas das 16 estações, o conteúdo de MOT variou de 0,93% (RN-BS\_41\_R2) a 1,88% (RN-BS\_76\_R3). O COT, que representa em média 57,4% da matéria orgânica neste estrato, apresentou faixa de variação de 0,54% (RN-BS\_41\_R2) a 1,09% (RN-BS\_76\_R3).

As concentrações de N total e P total apresentaram faixa de variação respectivamente de 340 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_36\_R1) a 826 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_7\_R2) e 316 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_64\_R1) a 592 mg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_33\_R3), respectivamente. As razões C/N e C/P apresentaram médias de 18,0 e 49,1, respectivamente.

**Tabela VII.1.1.3.3-1 - Matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P no estrato de 5 - 10 cm para os sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N molar	C/P molar
RN-BS_6_R1	1,22	0,70	595	392	13,8	46,4
RN-BS_6_R2	1,33	0,77	635	398	14,1	49,9
RN-BS_6_R3	1,28	0,74	663	415	13,1	46,2
RN-BS_7_R1	1,36	0,79	769	534	11,9	38,1
RN-BS_7_R2	1,37	0,79	826	444	11,1	45,9
RN-BS_7_R3	1,38	0,80	578	417	16,1	49,3
RN-BS_15_R1	1,22	0,71	585	421	14,1	43,4
RN-BS_15_R2	1,32	0,76	636	423	14,0	46,5
RN-BS_15_R3	1,25	0,72	610	445	13,8	41,9
RN-BS_25_R1	1,56	0,90	635	424	16,6	54,9
RN-BS_25_R2	1,31	0,76	711	437	12,5	44,9
RN-BS_25_R3	1,40	0,81	485	506	19,4	41,2
RN-BS_33_R1	1,19	0,69	562	444	14,3	40,0
RN-BS_33_R2	1,27	0,73	456	442	18,8	42,9
RN-BS_33_R3	1,31	0,76	478	592	18,5	33,0
RN-BS_36_R1	1,04	0,60	340	391	20,6	39,7

Continua

Continuação

Réplicas	MOT %	COT %	N total mg.kg <sup>-1</sup>	P total mg.kg <sup>-1</sup>	C/N molar	C/P molar
RN-BS_36_R2	1,33	0,77	458	418	19,7	47,8
RN-BS_36_R3	1,24	0,72	482	333	17,4	55,9
RN-BS_39_R1	1,28	0,74	518	382	16,7	50,2
RN-BS_39_R2	1,11	0,64	487	348	15,4	47,6
RN-BS_39_R3	1,13	0,65	526	360	14,5	47,0
RN-BS_41_R1	1,34	0,77	480	337	18,8	59,4
RN-BS_41_R2	0,93	0,54	477	378	13,2	36,9
RN-BS_41_R3	1,15	0,69	414	325	19,4	54,7
RN-BS_47_R1	1,42	0,60	371	347	19,0	45,0
RN-BS_47_R2	1,54	0,68	393	392	20,1	44,7
RN-BS_47_R3	1,12	0,78	371	354	24,7	57,3
RN-BS_52_R1	1,16	0,68	354	322	22,3	54,3
RN-BS_52_R2	1,20	0,57	464	336	14,4	43,9
RN-BS_52_R3	1,63	0,71	420	342	19,8	53,9
RN-BS_64_R1	1,27	0,69	397	316	20,2	56,1
RN-BS_64_R2	1,28	0,62	454	412	16,0	38,9
RN-BS_64_R3	0,98	0,60	356	409	19,7	38,0
RN-BS_65_R1	0,96	1,03	519	456	23,1	58,1
RN-BS_65_R2	1,52	0,91	367	395	28,8	59,2
RN-BS_65_R3	1,52	0,82	511	425	18,7	49,7
RN-BS_67_R1	1,36	0,83	418	422	23,1	50,7
RN-BS_72_R1	1,43	0,81	598	369	15,9	56,9
RN-BS_72_R2	1,47	0,85	472	432	21,1	51,1
RN-BS_72_R3	1,11	0,64	421	418	17,8	39,7
RN-BS_76_R1	1,48	0,86	545	406	18,4	54,6
RN-BS_76_R2	1,75	1,01	530	413	22,3	63,3
RN-BS_76_R3	1,88	1,09	453	362	28,0	77,6
RN-BS_84_R1	1,72	1,00	519	406	22,5	63,6
RN-BS_84_R2	1,40	0,81	496	479	19,2	43,9
RN-BS_84_R3	1,65	0,96	691	462	16,2	53,6

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA,  $P < 0,05$ ), considerando todas as réplicas, indicam a existência de diferenças estatísticas significativas em todos os parâmetros sedimentológicos testados (tabela VII.1.1.3.3-2).

**Tabela VII.1.1.3.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos entre todas as estações (estrato de 5 - 10 cm) na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ( $P < 0,05$ )
<b>MOT</b>	<b>2,168</b>	<b>0,0347</b>
<b>COT</b>	<b>5,059</b>	<b>0,000081</b>
<b>N total</b>	<b>5,304</b>	<b>0,000052</b>
<b>P total</b>	<b>3,733</b>	<b>0,001042</b>

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

Diferenças estatísticas significativas no conteúdo de MOT foram observadas apenas entre as estações RN-BS\_15 (0,12%) e RN-BS\_76 (0,17%).

As diferenças observadas nas concentrações de COT aparecem entre as réplicas da estação RN-BS\_76 (0,99%) significativamente superior as médias das estações RN-BS\_6 (0,74%), RN-BS\_15 (0,73%), RN-BS\_25 (0,82%), RN-BS\_33 (0,73%), RN-BS\_39 (0,68%), RN-BS\_41 (0,67%), RN-BS\_47 (0,69%), RN-BS\_52 (0,65%) e RN-BS\_64 (0,64%). A estação RN-BS\_84 (0,924%) apresenta média de COT significativamente superior às médias das estações RN-BS\_15; RN-BS\_47; RN-BS\_52 e RN-BS\_64. A estação RN-BS\_65 (0,920%) apresenta concentração de COT superior a das estações RN-BS\_15; RN-BS\_52 e RN-BS\_64.

Com relação ao N total, as diferenças ficaram por conta, principalmente, da estação RN-BS\_7 (0,72%) que apresenta média entre réplicas, significativamente superior as das estações RN-BS\_15 (0,61%), RN-BS\_25 (0,61%), RN-BS\_39 (0,51%), RN-BS\_41 (0,46%), RN-BS\_52 (0,41%), RN-BS\_64 (0,40%), RN-BS\_65 (0,47%), e RN-BS\_72 (0,50%). A estação RN-BS\_6 (0,63%) tem média significativamente superior às estações RN-BS\_25 e RN-BS\_64 e a estação RN-BS\_25 (0,61%) apresenta médias superiores as estações RN-BS\_33 (0,50%) e RN-BS\_36 (0,43%).

O P total apresentou diferenças estatísticas entre as réplicas da estação RN-BS\_7 (0,47%) que possui média significativamente superior a estação RN-BS\_52 (0,33%). A estação RN-BS\_33 (0,49%) tem média entre réplicas

significativamente superiores as estações RN-BS\_39 (0,36%), RN-BS\_41 (0,35%), RN-BS\_47 (0,36%) e RN-BS\_52 (0,33%). Essas informações podem ser visualizadas na tabela VII.1.1.3.3 -3.



**Tabela VII.1.1.3.3-3 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre as estações na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN - BS (estrato de 5 - 10 cm).**

	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
RN-BS_6																
RN-BS_7																
RN-BS_15		N														
RN-BS_25	N	N														
RN-BS_33				N												
RN-BS_36				N												
RN-BS_39		N			P											
RN-BS_41		N			P											
RN-BS_47					P											
RN-BS_52		N; P			P											
RN-BS_64	N	N														
RN-BS_65		N	COT							COT	COT					
RN-BS_67																
RN-BS_72		N														
RN-BS_76	COT		MOT; COT COT	COT	COT		COT	COT	COT	COT	COT					
RN-BS_84									COT	COT	COT					

---

#### ***VII.1.1.3.4 - Comparação entre estratos***

A tabela VII.1.1.3.4-1, abaixo, apresenta os valores de média e desvio padrão para cada um dos estratos, por parâmetro (descritores da matéria orgânica, granulométricos e carbonato). De acordo com os valores abaixo, pode-se constatar que existe certa homogeneidade na distribuição desses parâmetros ao longo dos 10 cm de coluna sedimentar.

**Tabela VII.1.1.3.4-1** - Concentração média e desvio padrão dos parâmetros estatísticos granulométricos: matéria orgânica total (MOT), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N total), fósforo total (P total) e razão C/N e C/P, por estrato, para sedimentos nas estações da área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS (n=16).

		Classif		Média e	Grau de	Assimetria	Curtose	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	MOT(%)	COT(%)	N total	P total	C/N	C/P
		Wentworth		desvio	seleção			(%)			(mg Kg <sup>-1</sup> )	(mg Kg <sup>-1</sup> )		
RN-BS	0 a 2cm	X	silte	5,88	MPS	P/MP	0,94	24,1	1,38	0,84	768,5	446,9	13,6	49,2
		DP	-	0,16	-	-	0,06	1,30	0,23	0,12	175,0	52,8	4,7	8,7
RN-BS	2 a 5 cm	X	silte	5,88	MPS	P/MP	0,94	24,1	1,43	0,80	620,1	419,5	15,6	49,7
		DP	-	0,16	-	-	0,06	1,30	0,20	0,12	118,7	42,7	3,4	7,6
RN-BS	5 a 10 cm	X	silte	5,88	MPS	P/MP	0,94	24,1	1,33	0,76	511,4	406,1	18,0	49,1
		DP	-	0,16	-	-	0,06	1,30	0,21	0,12	112,3	55,6	4,0	8,5

MPS = muito pobremente selecionado; Assimetria e curtose = Folk and Ward Method P = positiva; MP = muito positiva.

Obs: os valores dos parâmetros estatísticos granulométricos e de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> coletados em 0-10 cm, foram replicados para os 3 estratos.

Os resultados da aplicação do teste estatístico (ANOVA,  $P < 0,05$ ), considerando todas as réplicas, mostram a existência de diferenças estatísticas significativas entre os estratos, para todos os parâmetros sedimentológicos testados (tabela VII.1.1.3.4-2).

**Tabela VII.1.1.3.4 -2 – Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para parâmetros sedimentológicos, considerando todas as réplicas, entre os três estratos na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ( $P < 0,05$ )
<b>MOT</b>	<b>2,772</b>	<b>0,046094</b>
<b>COT</b>	<b>4,834</b>	<b>0,009382</b>
<b>N total</b>	<b>40,072</b>	<b>0,000000</b>
<b>P total</b>	<b>7,728</b>	<b>0,000665</b>

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

A média entre réplicas na concentração de matéria orgânica total no estrato 2 - 5 cm (1,43%) é significativamente maior do que a média entre réplicas no estrato 5 - 10 cm. A média entre réplicas de carbono orgânico total no estrato 0 - 2 cm (0,84%) é significativamente maior do que a média no estrato 5 - 10 cm (0,76%).

**Tabela VII.1.1.3.4 -3 – Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de parâmetros sedimentológicos entre os estratos nas estações na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

Estratos	0 – 2 cm	2 – 5 cm
0 – 2 cm		
2 – 5 cm	N; P	
5 – 10 cm	COT; N; P	MOT; N

As diferenças estatisticamente significativas entre estratos nas concentrações de nitrogênio mostram que a média entre réplicas no estrato de 0 - 2 cm ( $768,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) é superior a média nos estratos de 2 - 5 ( $620,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e 5 - 10 cm ( $511,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e a média entre réplicas no estrato de 2 - 5 é superior a média no estrato de 5 - 10 (cf. tabela VII.1.1.3.4 -3).

Para fósforo a média entre réplicas de todas as estações no estrato de 0 - 2 cm ( $446,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) é significativamente maior do que as médias nos estratos de 2 - 5 ( $419,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e 5 - 10 cm ( $406,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

Na figura VII.1.1.3.4-1, observa-se que a MOT apresenta, de maneira geral, perfil de ligeiro aumento entre os intervalos de 0 - 2 cm para 2 - 5 cm, e diminui em direção ao estrato de 5 - 10 cm. Ao contrário da MOT que primeiro aumenta do topo para o estrato de 2 - 5 cm, o N total apresenta padrão de diminuição em direção ao fundo desde o estrato de 0 - 2 cm e o P total apresenta diminuição do primeiro para o segundo estrato na maioria das estações, e nenhum padrão em relação ao estrato mais profundo.

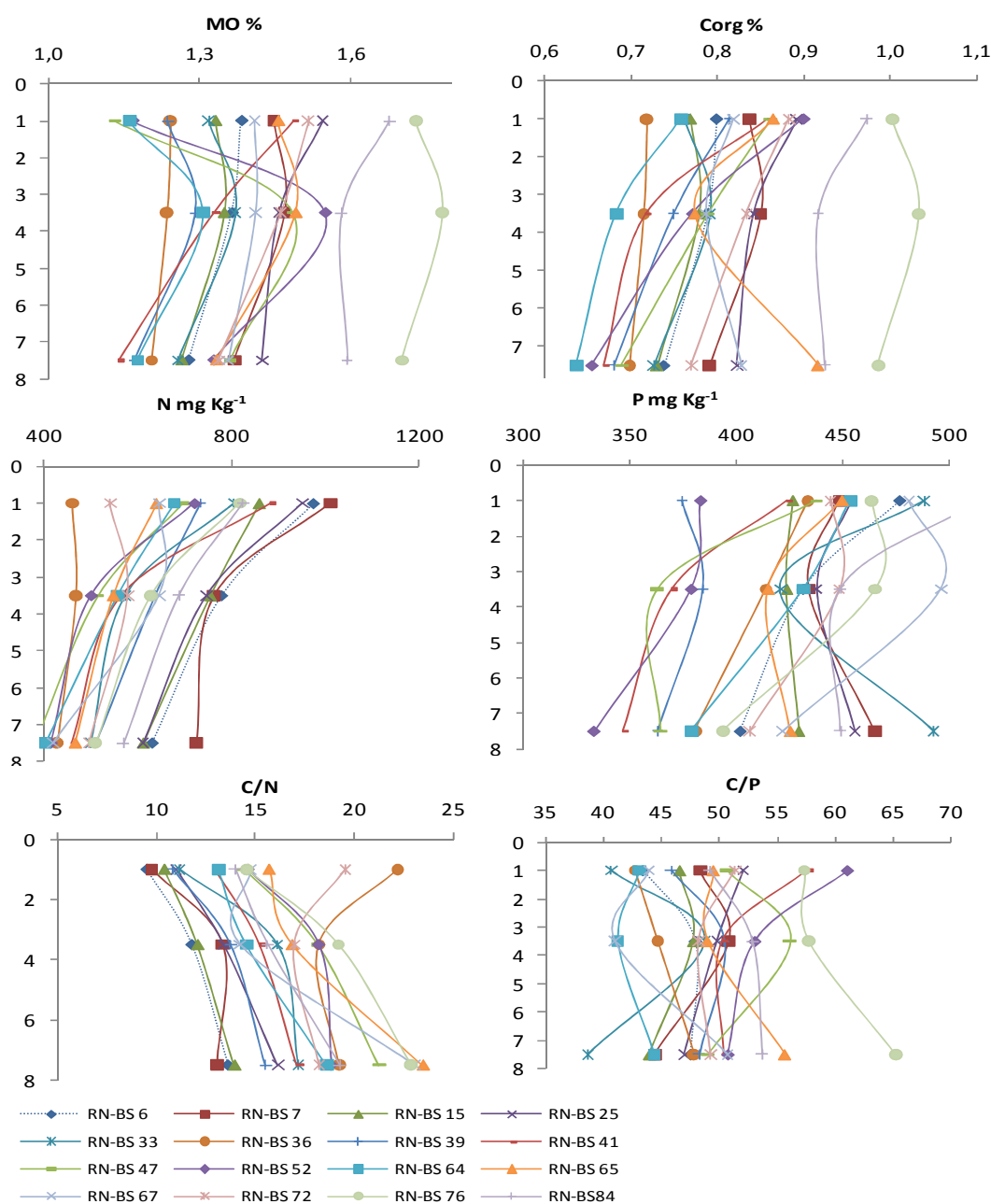
O COT mistura os dois padrões. Algumas estações se comportam como o N total e outras como a MOT o que, provavelmente, se deve ao fato de haver mistura de matéria orgânica de origens diferentes.

A razão C/N mostra comportamento predominante de aumento em direção aos estratos mais profundos. Porém em algumas estações ocorre diminuição em 2 - 5 cm para voltar a aumentar em direção ao estrato de 5 - 10 cm. Na razão C/P não foi constatado um padrão definido de comportamento.

Com relação ao comportamento da razão C/N, ela tem sido usada para distinguir entre matéria orgânica sedimentar cuja origem esteja associada a plantas vasculares terrestres (altos valores, acima de 20) ou a algas marinhas (baixos valores, entre 4 e 10), segundo Meyers (1997). Tal distinção, segundo Meyers e 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. 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.

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.



**Figura VII.1.1.3.4-1 - Perfil de distribuição dos parâmetros sedimentológicos nos sedimentos da área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS.**

## **VII.1.2 - Hidrocarbonetos**

### **VII.1.2.1 - HPAs (Hidrocarbonetos Poliaromáticos)**

Conforme pode ser observado na tabela VII.1.2.1-1 e anexo VII.1.2.1-1, dos 37 HPAs medidos, a maioria não foi detectada ou apresentou valores muito próximos ao limite de detecção do método ( $0,010 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). O total de HPAs variou de  $0,018 \text{ mg.kg}^{-1}$ , na estação RN-BS\_6, a  $0,178 \text{ mg.kg}^{-1}$ , na estação RN-BS\_84. Todas as amostras coletadas apresentaram valores médios totais de HPAs inferiores a  $0,100 \text{ µg.kg}^{-1}$ , com exceção das estações RN-BS\_64 ( $0,130 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), RN-BS\_65 ( $0,163 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), RN-BS\_67 ( $0,100 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e RN-BS\_84 ( $0,178 \text{ µg.kg}^{-1}$ ).

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

Portanto o somatório dos 37 HPAs medidos em todas as estações da área de Referência Norte (RN-BS) Bacia de Santos é inferior ao teor orientador indicado pela Agência de Proteção Ambiental Canadense que considera a soma de apenas 12 dos 16 prioritários.



**Tabela VII.1.2.1-1 - Valores médios de concentração ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

HPAs/Estações	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
Naftaleno	nd	nd	nd	0,010	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	nd	nd	nd	nd	0,002
2-Metilnaftaleno	nd	nd	nd	0,007	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	nd	nd	nd	nd	nd
1-Metilnaftaleno	nd	nd	nd	0,007	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Naftalenos	nd	nd	nd	0,010	nd	nd	0,002	0,002	0,003	0,002	0,008	0,008	0,005	0,005	0,003	0,010
C3-Naftalenos	nd	nd	0,002	0,030	0,023	0,020	0,020	0,020	0,030	0,023	0,067	0,087	0,060	0,040	0,043	0,090
C4-Naftalenos	0,013	0,023	0,023	0,015	0,008	0,010	0,007	0,012	0,017	0,007	0,035	0,057	0,030	0,023	0,028	0,060
Acenaftileno	0,002	0,017	0,023	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Acenafteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fluoreno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Fluorenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzotiofeno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C3-Dibenzotiofenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fenantreno	0,002	0,012	0,013	0,010	0,005	0,007	0,010	0,010	0,012	0,008	0,008	0,005	0,005	0,012	0,012	0,005
C1-Fenantrenos	0,002	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	0,007	0,003	0,003	0,002	nd	0,002	0,005	0,003
C2-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	0,002	0,002	0,003	0,005	nd	0,002	0,005	0,005
C3-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	nd	0,002	nd	nd	0,002	0,002	0,003

Continua

Continuação

HPAs/Estações	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
C4-Fenantrenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,002	nd	nd
Antraceno	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
Pireno	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
C2-Pirenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Criseno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C1-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
C2-Crisenos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	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
Benzo(k)fluoranteno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Indeno(123-cd)pireno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Dibenzo(a,h)antraceno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(ghi)perileno	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Σ HPAs (mg kg <sup>-1</sup> )	0,018	0,052	0,062	0,088	0,037	0,037	0,038	0,047	0,072	0,045	0,130	0,163	0,100	0,087	0,098	0,178

### VII.1.2.2 - Hidrocarbonetos Alifáticos (*n*-Alcanos, HTPs e MCNR)

Na tabela VII.1.2.2-1 e anexos VII.1.2.2-1, VII.1.2.2-2, VII.1.2.2-3 e VII.1.2.2-4, estão apresentadas as concentrações dos Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTPs), Mistura Complexa não Resolvida (MCNR), *n*-alcanos de *n*-C<sub>5</sub> a *n*-C<sub>40</sub> e, Pristano e Fitano nas amostras coletadas na área de Referência Norte na Bacia de Santos (RN-BS).

Os HTPs representam a soma dos hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos de petróleo. Apesar de aceito por agências reguladoras de solos impactados por óleo diesel, é um parâmetro desaconselhado nas avaliações de risco por não serem consideradas as características físico-químicas e toxicológicas dos constituintes individuais da mistura (cf. item 6.4.3 da norma ASTM E 1739).

As concentrações médias dos HTPs nas amostras, variaram de 1,0 (estações RN-BS\_72 e RN-BS\_76) a 8,7 mg.kg<sup>-1</sup>, na RN-BS\_36. A mistura complexa não resolvida (MCNR) apresentou valores médios de concentração baixos, variando de nd (não detectado) nas estações RN-BS\_41, RN-BS\_65, RN-BS\_72 e RN-BS\_76 a 4,7 mg.kg<sup>-1</sup> na estação RN-BS\_36.

O somatório dos *n*-alcanos por amostra variou de 284,7 µg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_72) a 1.045 µg.kg<sup>-1</sup> (RN-BS\_47). Em relação aos *n*-alcanos individuais, pode-se observar que eles se distribuem predominantemente no intervalo de *n*-C<sub>25</sub> a *n*-C<sub>36</sub>.

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*-C<sub>15</sub> a *n*-C<sub>21</sub>, enquanto plantas superiores exibem *n*-alcanos de cadeias ímpares longas de alto peso molecular, *n*-C<sub>23</sub> a *n*-C<sub>33</sub>, conforme já mencionado, pode ser uma importante ferramenta na identificação da origem desses compostos nos sedimentos.

**Tabela VII.1.2.2-1 - Valores médios de concentração dos HTPs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), MCNR ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) e dos n-alcenos ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) medidos nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS.**

n-alcenos/ estações	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
HTP	2,7	3,3	2,0	7,0	3,3	8,7	3,7	1,7	5,7	1,7	2,7	1,7	4,0	1,0	1,0	3,3
MCNR	0,7	1,0	0,3	3,0	0,7	4,7	1,7	0,0	2,3	0,3	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7
n-C5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C8	22,7	18,3	16,3	11,0	nd	5,0	8,3	5,0	3,3	5,0	7,3	11,7	12,0	8,0	6,3	3,3
n-C9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C10	nd	nd	nd	1,7	nd	nd	4,0	1,7	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	5,0
n-C11	nd	5,3	3,7	7,3	3,7	7,7	nd	nd	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	nd
n-C12	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C13	nd	4,3	nd	7,7	1,7	1,7	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C14	nd	nd	nd	10,0	nd	9,7	nd	1,7	7,0	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	1,7
n-C15	1,7	18,7	8,7	43,3	17,0	10,3	10,0	1,7	25,3	nd	4,0	nd	5,0	nd	1,7	5,3
n-C16	nd	5,0	1,7	19,7	12,3	34,0	1,7	nd	30,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
n-C17	nd	12,3	5,3	30,3	3,3	31,7	12,3	nd	28,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	14,0
n-C18	1,7	30,7	10,0	56,7	12,3	nd	nd	nd	30,0	nd	nd	nd	5,0	nd	3,3	20,3
n-C19	1,7	25,0	nd	34,0	20,0	105,3	15,3	nd	64,7	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	11,3
Pristano	nd	14,0	7,3	14,3	7,3	nd	nd	nd	23,0	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	7,3
n-C20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fitano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Continua

Continuação

n-alcanos/ estações	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
n-C21	nd	1,7	1,7	4,7	1,7	10,3	1,7	nd	16,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,7
n-C22	nd	4,0	1,7	12,3	5,0	23,7	5,0	nd	24,0	5,0	3,3	nd	nd	nd	nd	3,3
n-C23	12,3	19,3	6,7	20,0	4,0	21,7	8,0	7,7	26,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9,7
n-C24	1,7	15,7	1,7	33,0	12,3	30,0	8,7	1,7	28,7	nd	5,0	nd	5,0	nd	nd	nd
n-C25	37,3	20,7	9,0	18,3	11,3	12,0	3,3	28,7	27,3	18,0	25,0	22,0	23,0	11,0	8,0	14,3
n-C26	nd	nd	nd	15,7	6,7	11,3	3,3	5,0	14,7	3,3	1,7	nd	5,0	nd	nd	3,3
n-C27	167,7	41,0	22,0	20,7	19,7	12,3	1,7	90,7	62,0	28,3	53,0	63,3	33,0	30,7	45,0	49,7
n-C28	17,3	11,3	8,0	7,7	1,7	9,3	5,0	13,0	17,3	6,7	10,7	11,3	14,0	6,7	3,3	12,3
n-C29	23,0	15,3	15,0	19,0	12,3	25,3	17,0	21,7	20,0	15,3	20,0	16,3	25,0	15,0	13,7	16,3
n-C30	nd	nd	nd	6,0	nd	6,3	6,0	14,7	8,0	nd	9,7	3,3	5,0	1,7	5,0	11,3
n-C31	44,3	25,0	23,0	35,0	34,3	41,7	32,3	35,0	38,3	35,3	46,3	29,3	46,0	29,0	25,0	33,0
n-C32	106,7	78,3	68,7	117,3	104,7	149,3	96,7	84,3	94,7	101,7	107,0	107,7	161,0	74,3	51,3	82,7
n-C33	20,3	27,7	23,7	nd	nd	nd	8,0	21,0	11,7	20,0	12,7	nd	nd	5,7	13,3	21,7
n-C34	nd	nd	nd	11,3	8,7	20,7	17,3	10,3	6,7	3,3	13,3	6,7	12,0	5,0	7,0	8,7
n-C35	23,0	22,0	18,7	nd	nd	14,7	33,7	30,3	28,3	33,3	42,7	36,0	64,0	33,7	27,3	37,3
n-C36	125,3	194,3	121,3	320,0	143,3	52,0	92,3	81,7	322,7	52,3	27,0	84,3	178,0	64,0	77,7	138,0
n-C37	4,3	nd	nd	1,7	nd	4,0	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8,0	1,7
n-C38	5,7	nd	nd	1,7	nd	11,3	1,7	1,7	1,7	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	8,7
n-C39	1,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,7	nd	15,0	3,3	nd	nd	nd	nd	nd
n-C40	10,0	nd	1,7	4,3	4,7	6,0	5,3	7,7	9,0	nd	3,3	nd	nd	nd	nd	28,3
Total	635,0	613,7	380,7	940,0	466,7	738,0	409,3	477,7	1045,0	354,3	410,3	392,0	593,0	284,7	296,0	554,0

Continua

Continuação

n-alcanos/ estações	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
Σ pares	294,3	355,7	224,3	634,7	336,3	517,3	277,3	226,7	666,7	179,0	193,3	225,0	392,0	159,7	150,7	320,0
Σ ímpares	340,7	212,0	138,0	186,0	102,7	191,7	121,7	240,0	289,0	167,0	209,0	168,7	195,0	126,0	141,3	210,0
Ímpar/par	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3	0,4	0,4	1,1	0,4	0,9	1,1	0,7	0,5	0,8	0,9	0,7
Pristano/Fitano	--	2,2	1,4	4,0	1,7	--	--	--	1,3	--	0,0	--	--	--	--	2,8
IPC	2,3	1,3	1,2	0,6	0,6	0,5	0,5	1,6	1,1	1,0	1,1	1,0	0,7	1,1	1,7	1,2

Foram calculados valores de IPC acima de 1,00 nas estações de coleta RN-BS\_6, RN-BS\_7, RN-BS\_15, RN-BS\_41, RN-BS\_47, RN-BS\_52, RN-BS\_64, RN-BS\_65, RN-BS\_72, RN-BS\_76 e RN-BS\_84.

Pristano ( $C^{19}$ ) e fitano ( $C^{20}$ ) são constituintes comuns de sedimentos jovens (MEYERS, 2003). Por, frequentemente, estarem presentes no petróleo, são bons indicadores de contaminação por óleo (VOLKMAN *et al.*, 1992). Entretanto, também existem fontes naturais destes compostos, fazendo com que seu uso como indicador de contaminação por petróleo deva ser acompanhado por outros indicadores.

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

Nas estações em que foi possível calcular a razão pristano/fitano, os resultados variaram de 1,30 (RN-BS\_47) a 3,95 na RN-BS\_25 (tabela VII.1.2.2-1).

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



### VII.1.3 - Metais

Os resultados das concentrações dos metais nos sedimentos estão apresentadas tabela VII.1.3-1 e anexo VII.1.2.1-1. Os teores médios totais dos metais nos sedimentos marinhos desta área apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração:

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

A maior concentração de alumínio (Al), de 56.032 mg.kg<sup>-1</sup>, foi observada na RN-BS\_76\_R3 enquanto a menor (34.368 mg.kg<sup>-1</sup>), na RN-BS\_84\_R1. Ferro (Fe) apresentou maior valor de concentração de 24.737 mg.kg<sup>-1</sup> na RN-BS\_76\_R3, enquanto a menor (20.633 mg.kg<sup>-1</sup>) na RN-BS\_41\_R2. Manganês (Mn) mostrou maior concentração (620,4 mg.kg<sup>-1</sup>) na RN-BS\_76\_R3, enquanto a menor, de 487,9 mg.kg<sup>-1</sup>, na estação RN-BS\_72\_R1. Cromo (Cr) tem sua maior concentração (45,70 mg.kg<sup>-1</sup>) na estação RN-BS\_76\_R3 e menor (36,60 mg.kg<sup>-1</sup>) na RN-BS\_6\_R3. O bário (Ba) e o zinco (Zn) apresentaram maiores concentrações (215 e 47,5 mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente) na estação RN-BS\_6\_R2 e menores (183 e 39,3 mg.kg<sup>-1</sup>), respectivamente, nas estações RN-BS\_72\_R3 e RN-BS\_72\_R1.

Vanádio (V), cobre (Cu) e níquel (Ni) mostram maiores valores de concentração na estação RN-BS\_15\_R3 com, respectivamente, 53 mg.kg<sup>-1</sup>, 13,8 mg.kg<sup>-1</sup> e 19,3 mg.kg<sup>-1</sup>, enquanto os menores valores para V (43 mg.kg<sup>-1</sup>) e Ni (15 mg.kg<sup>-1</sup>) foram encontrados na estação RN-BS\_72\_R3 e para Cu (11 mg.kg<sup>-1</sup>), na RN-BS\_72\_R1. Para Pb a maior concentração (12,7 mg.kg<sup>-1</sup>) foi observada na estação RN-BS\_47\_R3 e a menor (7,0 mg.kg<sup>-1</sup>), na RN-BS\_67\_R1. Mercúrio (Hg) teve seu maior valor de concentração (0,12 mg.kg<sup>-1</sup>) na RN-BS\_33\_R3 e RN-BS\_36\_R2, enquanto seu menor valor foi observado na estação RN-BS\_65\_R2. O Cádmio (Cd) variou entre 0,30 mg.kg<sup>-1</sup>, nas estações RN-BS\_6\_R3, RN-BS\_7\_R2, RN-BS\_15\_R1 e RN-BS\_15\_R2, e 0,50 mg.kg<sup>-1</sup>, na estação RN-BS\_47\_R1.

Não foi identificada a predominância de valores elevados do conjunto de metais em determinada estação.

Entre os metais analisados, Al, Fe, Mn, Ba e V não possuem valores de referência TEL e PEL, nem os níveis de referência da Resolução CONAMA 344/2004.

As médias de concentração de Ni são ligeiramente mais elevadas que o valor de referência TEL (valor limiar de efeitos), estando, no entanto, os valores individuais de todas as réplicas abaixo do nível de referência PEL (tabela VII.1.3-1).

Deve-se ressaltar que as concentrações medidas nos sedimentos da área de Referência Norte na Bacia de Santos (RN-BS) 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 a 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).

Apesar dos valores de desvios padrão relativamente baixos, o teste estatístico (ANOVA,  $p < 0,05$ ,  $n=46$ ) foi aplicado ao conjunto de dados para a verificação da existência de diferenças estatísticas nos teores totais de metais entre as estações em RN-BS (tabela VII.1.3-3). Entre os metais estudados, Fe, Cr, Ni e Cd foram os únicos que apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as estações em RN-BS (tabela VII.1.3-2).

**Tabela VII.1.3 -1** - Concentração total por réplicas, média e desvio padrão de concentração de metais nos sedimentos coletados na área de Referência Norte - Bacia de Santos – RN-BS, comparadas aos seus respectivos níveis de referência TEL (valor limiar de efeito) e PEL (valor acima do qual efeito provável) e valores de referentes aos níveis 1 e 2 da Resolução CONAMA 344 de 2004.

Réplicas	Al mg.kg <sup>-1</sup>	Fe mg.kg <sup>-1</sup>	Mn mg.kg <sup>-1</sup>	Ba mg.kg <sup>-1</sup>	V mg.kg <sup>-1</sup>	Zn mg.kg <sup>-1</sup>	Cr mg.kg <sup>-1</sup>	Ni mg.kg <sup>-1</sup>	Cu mg.kg <sup>-1</sup>	Pb mg.kg <sup>-1</sup>	Cd mg.kg <sup>-1</sup>	Hg mg.kg <sup>-1</sup>
RN-BS_6_R1	54.266	23.084	546,3	198	47	43,4	37,6	17,1	12,6	8,5	0,40	0,09
RN-BS_6_R2	55.649	24.197	587,4	215	50	47,5	41,4	19,1	13,4	9,6	0,40	0,05
RN-BS_6_R3	46.826	21.231	521,6	204	45	42,7	36,6	16,3	11,7	10,4	0,30	0,08
RN-BS_7_R1	55.433	24.121	613,3	207	50	44,8	41,7	19,0	13,4	8,5	0,40	0,07
RN-BS_7_R2	50.836	22.926	542,9	197	46	44,0	38,8	17,7	12,5	7,8	0,30	0,1
RN-BS_7_R3	51.510	22.099	569,1	202	47	43,9	38,9	17,7	12,4	9,3	0,40	0,05
RN-BS_15_R1	51.932	22.542	548,6	198	46	44,6	39,6	18,1	12,3	8	0,30	0,06
RN-BS_15_R2	53.996	23.981	580,5	207	49	47,4	42,1	19,1	12,9	8,4	0,30	0,06
RN-BS_15_R3	52.231	23.031	537,7	200	53	44,9	41,7	19,3	13,8	8,4	0,40	0,1
RN-BS_25_R1	51.503	21.900	550,5	198	46	41,5	39,0	17,2	12,3	9,4	0,40	0,09
RN-BS_25_R2	42.052	23.086	557,7	208	48	47,3	41,6	18,2	12,9	8,8	0,40	0,05
RN-BS_25_R3	50.811	21.689	498,7	195	45	42,7	38,9	17,1	12,0	7,6	0,40	0,11
RN-BS_33_R1	52.716	22.468	541,3	206	47	45,4	41,3	18,0	12,6	7,5	0,30	0,09
RN-BS_33_R2	55.074	24.158	613,2	200	49	47,0	43,6	19,3	13,4	8,4	0,40	0,04
RN-BS_33_R3	52.387	22.301	527,0	206	46	44,5	40,5	17,3	12,9	9,1	0,40	0,12
RN-BS_36_R1	49.134	21.094	523,8	197	45	43,6	40,4	17,6	12,4	8,6	0,40	0,07

Continua

Continuação

Réplicas	Al mg.kg <sup>-1</sup>	Fe mg.kg <sup>-1</sup>	Mn mg.kg <sup>-1</sup>	Ba mg.kg <sup>-1</sup>	V mg.kg <sup>-1</sup>	Zn mg.kg <sup>-1</sup>	Cr mg.kg <sup>-1</sup>	Ni mg.kg <sup>-1</sup>	Cu mg.kg <sup>-1</sup>	Pb mg.kg <sup>-1</sup>	Cd mg.kg <sup>-1</sup>	Hg mg.kg <sup>-1</sup>
RN-BS_36_R2	47.712	21.857	595,4	202	48	45,8	42,7	18,5	13	8,8	0,40	0,12
RN-BS_36_R3	43.039	20.813	522,9	199	45	43,8	40,3	17,4	11,9	8,7	0,40	0,04
RN-BS_39_R1	51.450	23.203	611,0	205	49	41,3	43,2	17,8	13,3	9,8	0,50	0,06
RN-BS_39_R2	45.831	21.704	590,5	204	47	42,6	41,5	16,9	12,5	8,9	0,50	0,09
RN-BS_39_R3	51.819	22.532	587,9	208	49	44,6	42,9	17,7	13,2	8,5	0,50	0,11
RN-BS_41_R1	49.528	21.414	547,6	198	46	42,9	41,8	17,2	12,8	7,5	0,40	0,06
RN-BS_41_R2	45.009	20.633	512,7	195	44	40,2	39,6	15,8	11,4	8,0	0,40	0,07
RN-BS_41_R3	48.818	21.618	550,8	200	46	42,2	41,4	16,8	12,1	8,7	0,40	0,07
RN-BS_47_R1	48.158	21.750	562,8	204	47	43,1	42,0	17,0	12,4	8,1	0,50	0,1
RN-BS_47_R2	52.077	22.854	554,5	199	45	41,6	40,0	16,0	12,1	8,2	0,40	0,05
RN-BS_47_R3	48.039	23.452	583,4	204	47	46,4	42,7	16,9	12,6	12,7	0,40	0,06
RN-BS_52_R1	43.946	23.030	532,2	203	46	42,3	40,9	16,3	11,9	8,6	0,40	0,07
RN-BS_52_R2	45.305	23.689	600,6	204	48	44,7	43,5	17,8	12,4	8,4	0,40	0,09
RN-BS_52_R3	53.640	22.776	558	196	46	41,9	41,2	16,7	12,2	8,9	0,40	0,08
RN-BS_64_R1	48.460	21.891	512,6	192	44	39,7	39	16	11,4	7,7	0,40	0,09
RN-BS_64_R2	54.484	23.263	529,5	195	46	42,5	42	16,7	12	7,4	0,40	0,07
RN-BS_64_R3	41.407	22.753	555,1	194	46	42,7	41,3	16,7	12,3	7,5	0,40	0,06
RN-BS_65_R1	53.473	22.172	488	205	43	39,7	39,6	15,7	11,1	7,0	0,40	0,07
RN-BS_65_R2	51.848	22.062	550,8	198	46	42,4	41,3	16,8	12,2	7,9	0,40	0,04

Continua

Continuação

Réplicas	Al mg.kg <sup>-1</sup>	Fe mg.kg <sup>-1</sup>	Mn mg.kg <sup>-1</sup>	Ba mg.kg <sup>-1</sup>	V mg.kg <sup>-1</sup>	Zn mg.kg <sup>-1</sup>	Cr mg.kg <sup>-1</sup>	Ni mg.kg <sup>-1</sup>	Cu mg.kg <sup>-1</sup>	Pb mg.kg <sup>-1</sup>	Cd mg.kg <sup>-1</sup>	Hg mg.kg <sup>-1</sup>
RN-BS_65_R3	52.611	22.250	494,4	192	44	40,6	40,5	16,2	11,5	7,5	0,50	0,07
RN-BS_67_R1	50.232	23.643	553,2	197	47	42,9	42,6	17,2	12,2	7,6	0,40	0,07
RN-BS_72_R1	52.609	21.695	487,9	193	43	39,3	38,8	15,5	11,0	7,4	0,40	0,09
RN-BS_72_R2	50.036	22.699	575,6	204	48	42,5	43,1	17,4	12,9	7,5	0,50	0,07
RN-BS_72_R3	48.541	20.699	489,8	183	43	39,4	38,7	15	11,2	7,1	0,40	0,06
RN-BS_76_R1	51.829	23.168	554,3	199	48	43,7	44,1	17,6	12,6	8,2	0,40	0,08
RN-BS_76_R2	51.210	24.384	611,6	208	49	43,5	44,6	17,7	13,2	8,6	0,40	0,05
RN-BS_76_R3	56.032	24.737	620,4	211	50	46	45,7	18,4	13,3	9,1	0,50	0,06
RN-BS_84_R1	34.368	24.706	583	208	49	44,4	45,6	18,8	12,8	9,9	0,50	0,05
RN-BS_84_R2	52.503	23.565	605,8	192	48	40,7	43,2	17,3	12,8	8,5	0,40	0,11
RN-BS_84_R3	47.924	22.440	562,3	198	46	43,1	42,4	16,9	12,3	8,5	0,50	0,06
Média	49.963	22.638	555	200	46,8	43,3	41,3	17,3	12,4	8,5	0,41	0,070
Desvio Padrão	4.303	1.058	36,4	6,0	2,1	2,1	2,0	1,0	0,66	0,99	0,06	0,020
TEL	-	-	-	-	-	124	52	16	19	30	0,7	0,130
PEL	-	-	-	-	-	271	160	43	108	112	4,2	0,700
CONAMA	-	-	-	-	-	150	81	30,9	34	46,7	1,2	0,150
344/2004 Nível 1	-	-	-	-	-	410	370	51,6	270	218	9,6	0,710
CONAMA	-	-	-	-	-	410	370	51,6	270	218	9,6	0,710
344/2004 Nível 2	-	-	-	-	-	410	370	51,6	270	218	9,6	0,710

**Tabela VII.1.3-2 - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ ) para concentrações de metais entre réplicas de todas as estações (estrato 0 - 2 cm) em RN-BS.**

Elemento	Teste F	Probabilidade estatística ( $P < 0,05$ )
Al	1,152	0,3577
<b>Fe</b>	<b>2,30</b>	<b>0,0256</b>
Mn	1,82	0,0793
Ba	1,61	0,1310
V	1,85	0,0732
Zn	2,18	0,0642
<b>Cr</b>	<b>2,83</b>	<b>0,0075</b>
<b>Ni</b>	<b>2,93</b>	<b>0,0059</b>
Cu	2,06	0,0548
Pb	1,781	0,0871
<b>Cd</b>	<b>2,551</b>	<b>0,0141</b>
Hg	0,246	0,9969

As diferenças significativas estão marcadas em negrito.

De um modo geral, pode ser observado que para Fe, as diferenças significativas concentram-se apenas entre a estação RN-BS\_76, de maior média ( $24096 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) com a estação RN-BS\_36 e RN-BS\_41, as de menores médias entre todas as estações ( $21255$  e  $21222 \text{ mg.kg}^{-1}$ , respectivamente).

Para Cr, as diferenças concentram-se entre a estação RN-BS\_76, maior média entre as estações ( $44,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), com as estações RN-BS\_6, RN-BS\_7 e RN-BS\_25, menores médias entre as estações ( $38,5$ ;  $39,8$  e  $39,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) e entre a estação RN-BS\_84 (média de  $43,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) com a estação RN-BS\_6 (menor média entre as estações,  $38,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

O Ni apresenta diferença significativa apenas entre a estação RN-BS\_15 (maior média entre as estações,  $18,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) com a estação RN-BS\_72, de menor média ( $15,97 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

O Cd apresenta diferença significativa apenas entre a estação RN-BS\_15, de menor média ( $0,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), com a estação RN-BS\_39, de maior média ( $0,50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ).

**Tabela VII.1.3 -3** - Diferenças estatísticas (ANOVA,  $P < 0,05$ , Tukey HSD teste) na concentração de metais entre as estações na área de Referência Norte – Bacia de Santos – RN-BS (estrato de 0 - 2 cm).

	RN-BS 6	RN-BS 7	RN-BS 15	RN-BS 25	RN-BS 33	RN-BS 36	RN-BS 39	RN-BS 41	RN-BS 47	RN-BS 52	RN-BS 64	RN-BS 65	RN-BS 67	RN-BS 72	RN-BS 76	RN-BS 84
RN-BS_6																
RN-BS_7																
RN-BS_15																
RN-BS_25																
RN-BS_33																
RN-BS_36																
RN-BS_39			Cd													
RN-BS_41																
RN-BS_47																
RN-BS_52																
RN-BS_64																
RN-BS_65																
RN-BS_67																
RN-BS_72			Ni													
RN-BS_76	Cr	Cr		Cr		Fe		Fe								
RN-BS_84	Cr															



### **VII.1.3.1 - Metais e Sedimentologia**

A tabela VII.1.3.1-1 apresenta a matriz de correlação entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e dos metais totais em sedimentos da área de Referência Norte - Bacia de Santos.

O AI não mostra associação significativa com nenhum dos outros parâmetros. Tanto o COT quanto o  $\text{CO}_3^{2-}$  apresentam correlação positiva e significativa com o Cd. Também foram observadas correlações positivas e significativas do nitrogênio com Cu, Ni e V e do Ni com V e Zn.

Foram registradas associações positivas e significativas do Fe com Cu, Cr, Mn, Ni e V e do Pb com o Mn.

**Tabela VII.1.3.1 -1 - Matriz de correlação de Spearman ( $n = 46$ ) entre as concentrações dos parâmetros sedimentológicos e de metais em sedimentos (estrato 0 – 2 cm) na área de Referência Norte – Bacia de Santos. Valores significativos ( $p < 0,05$ ) em negrito.**

	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	COT	P total	MOT	N total	Al	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	V	Zn
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>																	
COT	0,26																
P total	0,29	0,11															
MOT	0,08	<b>0,61</b>	0,43														
N total	-0,43	0,14	0,14	0,32													
Al	-0,07	-0,10	0,24	0,16	0,17												
Ba	-0,24	0,03	0,01	-0,12	0,49	0,43											
Cd	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	-0,14	0,17	-0,39	-0,35	-0,08										
Pb	-0,18	0,07	-0,05	-0,24	0,30	-0,26	<b>0,71</b>	0,19									
Cu	-0,26	-0,10	0,12	0,08	<b>0,50</b>	0,36	<b>0,80</b>	-0,16	<b>0,54</b>								
Cr	0,13	0,24	0,08	-0,03	-0,25	-0,11	0,20	0,38	0,25	0,37							
Fe	-0,14	0,25	0,44	0,10	0,27	0,30	0,39	-0,21	0,20	<b>0,53</b>	<b>0,55</b>						
Mn	-0,17	0,20	-0,02	-0,08	0,34	0,07	<b>0,71</b>	0,17	<b>0,67</b>	<b>0,78</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>					
Hg	0,12	-0,32	-0,31	-0,44	-0,01	-0,36	0,16	-0,07	0,34	0,20	0,07	-0,23	0,18				
Ni	-0,27	-0,21	0,24	0,10	<b>0,51</b>	0,34	<b>0,61</b>	-0,48	0,37	<b>0,88</b>	0,21	<b>0,52</b>	<b>0,55</b>	0,20			
V	-0,31	0,02	0,12	0,07	<b>0,54</b>	0,34	<b>0,72</b>	-0,20	0,48	<b>0,93</b>	0,44	<b>0,74</b>	<b>0,83</b>	0,10	<b>0,80</b>		
Zn	-0,42	-0,32	0,15	-0,14	0,44	0,41	<b>0,71</b>	<b>-0,62</b>	0,45	<b>0,74</b>	0,05	0,41	0,39	0,23	<b>0,87</b>	<b>0,63</b>	

Outras correlações altamente positivas e significativas que merecem destaque ocorrem entre o Ba e os metais Pb, Cu, Mn, Ni, V e Zn. Já o bário não apresentou correlações significativas com os indicadores de produtividade biológica (sobretudo o COT).

### VII.1.3.2 - Suportes Geoquímicos

Os fatores extraídos pela análise por componentes principais (ACP) aplicada aos resultados obtidos para o teor de metais totais,  $\text{CO}_3^{2-}$  (estrato de 0 - 10 cm), COT, MOT, P total e N total se encontram na tabela VII.1.3.2-1. Para COT, MOT, P total e N total foram considerados os valores obtidos no estrato 0 - 2 cm.

**Tabela VII.1.3.2 -1** – Análise por componentes principais varimax normalizada aplicada ao conjunto de dados (estrato de 0 - 2 cm) da área de Referência Norte – Bacia de Santos ( $n=46$ , correlações em negrito significativas a  $p \leq 0,05$ ).

Parâmetros	Fator 1	Fator 2	Fator 3
$\text{CO}_3^{2-}$	-0,31	-0,41	0,20
COT	0,08	<b>-0,66</b>	<b>0,55</b>
P total	0,01	0,06	<b>0,72</b>
MOT	0,06	-0,26	<b>0,80</b>
N total	<b>0,53</b>	0,32	0,34
Al	0,24	<b>0,50</b>	0,39
Ba	<b>0,87</b>	0,04	-0,05
Cd	-0,10	<b>-0,91</b>	-0,14
Pb	0,70	-0,12	-0,29
Cu	<b>0,96</b>	0,05	-0,00
Cr	0,40	<b>-0,71</b>	0,20
Fe	0,60	-0,18	<b>0,51</b>
Mn	<b>0,88</b>	-0,40	-0,04

Continua

Continuação

Parâmetros	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Hg	0,26	-0,08	<b>-0,79</b>
Ni	<b>0,84</b>	0,31	0,09
V	<b>0,94</b>	0,00	0,13
Zn	<b>0,83</b>	0,43	-0,02
% variância	37,3	18,4	14,7

Observa-se que o conjunto de dados, no estrato 0 - 2 cm pode ser representado por três fatores principais que, juntos, explicam 70,4% da variância total. O fator 1 explica 37,3 % da variância total dos dados e apresenta associação positiva e significativa com N total, Ba, Cu, Fe, Mn, Ni, V e Zn.

O fator 2 é responsável por 18,4 % da variância total e apresenta associação positiva e significativa com Al e negativa e significativa com COT.

Já o fator 3, que responde por 14,7% da variabilidade dos dados, associa positiva e significativamente COT, MOT, P total e Fe.

Na tabela VII.1.3.2-2 é mostrada concentração média de metais nos sedimentos da área de Referência Norte Bacia de Santos, comparadas às concentrações médias da Área de Referência Profunda Norte Bacia de Campos e com valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).

Como pode ser observado, na Área de Referência Profunda Norte Bacia de Campos (WEDEPOHL, 1995), com exceção do Al, com valores inferiores, e Cd, com médias semelhantes, os demais metais apresentam médias superiores àquelas observadas na RN-BS. Quando comparadas a crosta superior, as concentrações médias da RN-BS são inferiores para Fe, Al, Ba, V, Zn, Ni, Cu, e Pb e superiores para Mn, Cr, Cd e Hg.

**Tabela VII.1.3.2 -2 - Média e desvio padrão de concentração dos metais nos sedimentos da área de referência norte – Bacia de Santos comparados as concentrações médias obtidas na área de referência profunda norte (RPN) na Bacia de Campos e valores médios da crosta superior (WEDEPOHL, 1995).**

	Al% mg kg <sup>-1</sup>	Fe% mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg Kg <sup>-1</sup>	Ba mg Kg <sup>-1</sup>	V mg Kg <sup>-1</sup>	Zn mg Kg <sup>-1</sup>	Cr mg Kg <sup>-1</sup>	Ni mg Kg <sup>-1</sup>	Cu mg Kg <sup>-1</sup>	Pb mg Kg <sup>-1</sup>	Cd mg Kg <sup>-1</sup>	Hg mg Kg <sup>-1</sup>
<b>RN-BS</b>	49963 ± 4303	22638 ± 1058	555 ± 36,4	200 ± 6,0	46,8 ± 2,1	43,3 ± 2,1	41,3 ± 2,0	17,3 ± 1,0	12,4 ± 0,66	8,5 ± 0,99	0,41 ± 0,06	0,070 ± 0,020
<b>RPN-BC</b>	28000 ± 2200	32000 ± 1200	949 ± 212	602 ± 164	55,1 ± 2,7	48,7 ± 2,8	61,1 ± 5,3	22,7 ± 1,4	14,6 ± 0,61	10,4 ± 0,45	0,40 ± 0,06	0,114 ± 0,0 51
<b>Crosta Superior</b>	77440	30890	527	668	53	52	35	18,6	14,3	17	0,102	0,056

## VII.1.4 - Macrofauna

### VII.1.4.1 - Inventário taxonômico

O inventário dos táxons coletados em RN-BS se encontra no anexo VII.1.4.1-1. Foram individualizados 106 táxons pertencentes a dez filos (tabela VII.1.4.1-1).

**Tabela VII.1.4.1 -1 - Número total de táxons por grupo. RN-BS.**

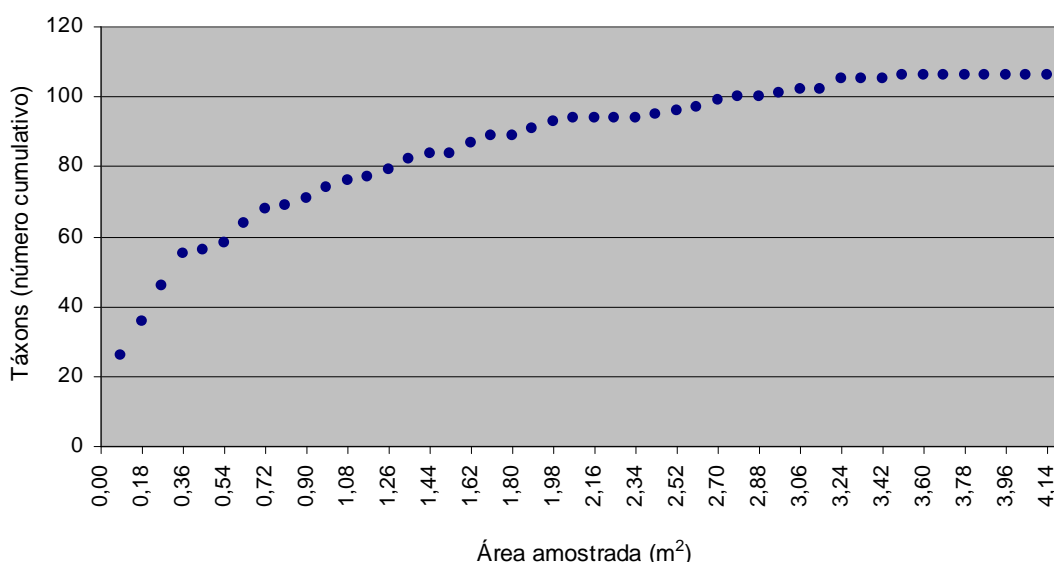
Filo/Grupo	Táxons
Filo Porifera*	1
Filo Cnidaria	-
Classe Anthozoa*	1
Classe Hydrozoa*	1
Filo Platyhelminthes*	-
Classe Turbellaria*	1
Filo Nemertinea*	1
Filo Mollusca	26
Filo Annelida	-
Classe Polychaeta	41
Filo Sipuncula*	1
Filo Arthropoda	-
Subfilo Crustacea	22
Subfilo Chelicerata	-
Classe Pycnogonida*	1
Classe Arachnida	-
Subclasse Acarina*	1
Filo Bryozoa*	1
Filo Echinodermata	8
Total	106

\*grupos não submetidos ao detalhamento taxonômico.

#### VII.1.4.2 - Avaliação da Amostragem

A avaliação da amostragem encontra-se apresentada na figura VII.1.4.2-1, onde estão considerados, de forma cumulativa, o número de táxons e a área efetivamente amostrada. A curva formada pelo alinhamento dos pontos no gráfico mostra uma clara tendência ao sentido horizontal, sugerindo que o esforço amostral empregado foi adequado para representar a comunidade da macrofauna bentônica local.

Ao todo foram coletadas 46 réplicas com uma área de 900 cm<sup>2</sup> (30 x 30 cm) cada o que equivale a um total de 4,14 m<sup>2</sup> amostrados. Vale lembrar que nessa área não foram coletadas duas réplicas na estação RN-BS\_67.



**Figura VII.1.4.2 -1 - Número cumulativo de táxons plotado contra área amostrada. RN-BS.**

#### VII.1.4.3 - Composição taxonômica (0 - 2 cm)

Foram identificados, neste estrato, 91 táxons pertencentes a 13 grandes grupos, incluindo os animais solitários e coloniais (tabela VII.1.4.3-1).

**Tabela VII.1.4.3 - 1 - Número de táxons por grupo.**  
*RN-BS - estrato de 0 - 2 cm.*

Grupos	Táxons	(%)
Filo Porifera <sup>(1)</sup>	1	-
Classe Anthozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Classe Hydrozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Classe Turbellaria <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Nemertinea <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Mollusca <sup>(2)</sup>	23	28,05
Classe Polychaeta <sup>(2)</sup>	35	42,68
Filo Sipuncula <sup>(1)</sup>	1	-
Subfilo Crustacea <sup>(2)</sup>	19	23,17
Classe Pycnogonida <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Bryozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Echinodermata <sup>(2)</sup>	5	6,10
Subclasse Acarina <sup>(1)</sup>	1	-
Total (1+2)	91	-
Total (2)	82	100,00

<sup>(1)</sup> – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

<sup>(2)</sup> – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

A classe Polychaeta (filo Annelida) foi a mais bem representada com 21 famílias, uma subfamília e 13 gêneros. Para o filo Mollusca foram individualizadas três famílias e 18 espécies, sendo que para dois táxons, cujos indivíduos eram muito jovens, só foi possível identificar a classe. O filo Crustacea foi caracterizado pela presença de uma classe, três ordens, cinco subordens e 10 famílias. Já para os Echinodermata foram identificadas três espécies, uma família e uma classe. Estes dois últimos representados por formas juvenis, o que impediu um detalhamento mais apurado do táxon.

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.1.4.3-2. A estação RN-BS\_67 apresentou o menor número de táxons com 23, devendo-se destacar que nesta estação foi coletada apenas uma das três réplicas previstas. Já a estação RN-BS\_7, com 46 táxons, foi a que apresentou o mais alto valor para este parâmetro.



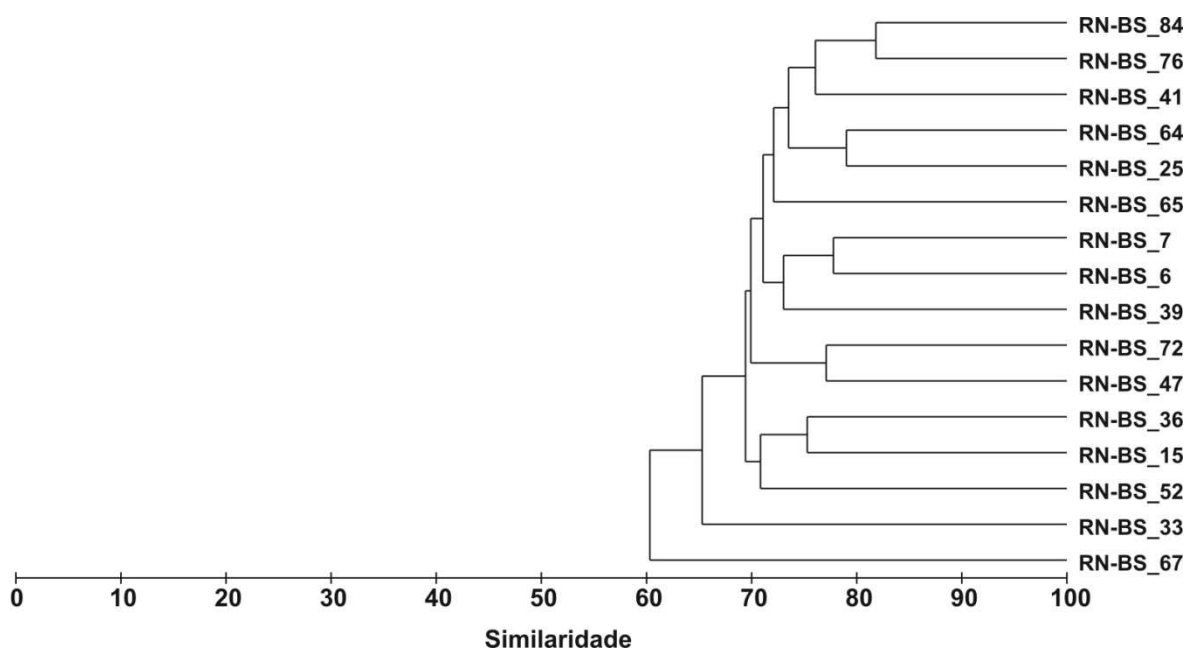
**Tabela VII.1.4.3-2 - Número de táxons por réplica, total, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%) em RN-BS - estrato 0 - 2 cm.**

Estações/Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RN-BS_6	23	20	28	44	24	4,0	17,1
RN-BS_7	38	25	24	46	29	7,8	26,9
RN-BS_15	29	33	27	45	30	3,1	10,3
RN-BS_25	33	25	23	42	27	5,3	19,6
RN-BS_33	22	25	27	36	25	2,5	10,2
RN-BS_36	31	16	26	40	24	7,6	31,4
RN-BS_39	16	28	18	33	21	6,4	31,1
RN-BS_41	26	27	16	38	23	6,1	26,4
RN-BS_47	26	22	31	45	26	4,5	17,1
RN-BS_52	27	18	35	45	27	8,5	31,9
RN-BS_64	24	17	23	39	21	3,8	17,7
RN-BS_65	21	24	26	38	24	2,5	10,6
RN-BS_67	23	nc	nc	23	23	nd	nd
RN-BS_72	19	30	23	38	24	5,6	23,2
RN-BS_76	21	18	26	32	22	4,0	18,7
RN-BS_84	21	26	21	34	23	2,9	12,7

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

Os resultados por réplica variaram entre 16 e 38 táxons. Entre as estações, o maior valor foi registrado na estação RN-BS\_7 (46 táxons) e o mais baixo na estação RN-BS\_67 (23 táxons), onde apenas uma réplica foi coletada. A maior variabilidade foi registrada na estação RN-BS\_52 (31,9%) e a mais baixa na estação RN-BS\_33 (10,2%). Estes resultados mostram que a área apresenta, em alguns casos, expressiva variabilidade entre réplicas (RN-BS\_52, RN-BS\_36, RN-BS\_39, RN-BS\_7 e RN-BS\_41) e sugerem que a macrofauna bentônica se distribui em mosaicos em microescala.

O dendrograma gerado a partir da matriz qualitativa mostra similaridades entre 60% e 85% entre estações, sendo exceções as estações RN-BS\_33 e RN-BS\_67, as que apresentaram valores mais baixos (figura VII.1.4.3-1). Nesta última, o resultado está, provavelmente, relacionado com o menor esforço amostral citado anteriormente.



**Figura VII.1.4.3 -1** - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen – agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.

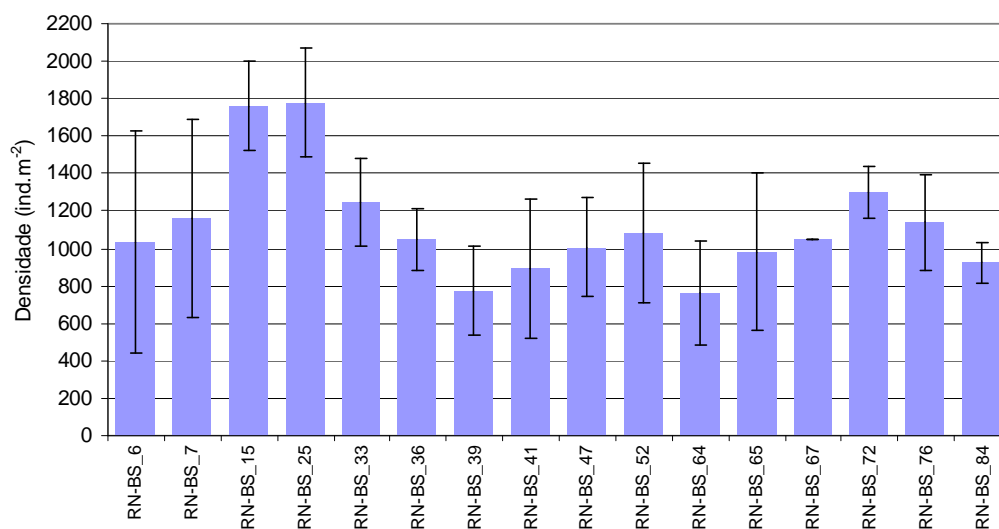
#### VII.1.4.4 - Densidade e Índices Ecológicos (0 - 2 cm)

Os resultados médios de densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) estão relacionados na tabela VII.1.4.4-1 e ilustrados nas figuras VII.1.4.4-1 a VII.1.4.4-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.1.4.4-1.

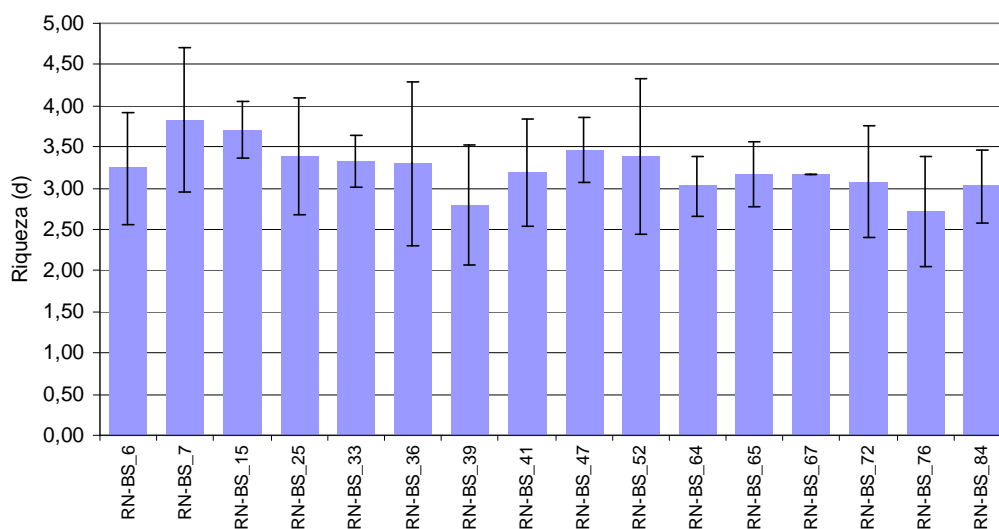
Os valores mais baixos de equitabilidade, diversidade e dominância foram registrados na estação RN-BS\_67, estação onde apenas uma réplica foi obtida, o que sugere a influência da baixa amostragem. Já para a riqueza o resultado mais baixo foi encontrado na estação RN-BS\_76. Considerando o conjunto de estações, o índice que apresentou a diferença mais expressiva foi a densidade, para o qual o CV foi de 26,05%. Os outros índices apresentaram menor variabilidade o que foi expresso por CVs inferiores a 10%.

**Tabela VII.1.4.4-1 - Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) em RN-BS - estrato de 0 - 2 cm.**

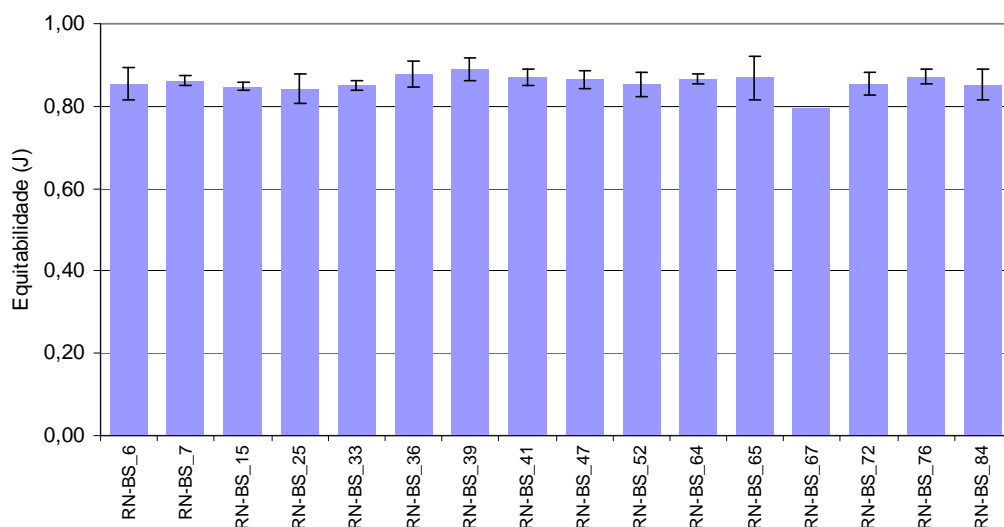
Índice Estações	Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ )		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade ( $\text{Log}_2$ )		Dominância ( $1-\lambda'$ )	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
RN-BS_6	1.033	593	3,24	0,68	0,85	0,04	3,86	0,35	0,90	0,02
RN-BS_7	1.159	527	3,83	0,87	0,86	0,01	4,12	0,39	0,92	0,02
RN-BS_15	1.759	238	3,71	0,34	0,85	0,01	4,10	0,05	0,92	0,01
RN-BS_25	1.778	290	3,38	0,71	0,84	0,04	3,97	0,40	0,91	0,03
RN-BS_33	1.248	232	3,32	0,32	0,85	0,01	3,93	0,15	0,91	0,01
RN-BS_36	1.048	162	3,30	0,99	0,88	0,03	3,99	0,52	0,91	0,03
RN-BS_39	774	238	2,80	0,72	0,89	0,03	3,78	0,24	0,91	0,01
RN-BS_41	893	372	3,19	0,65	0,87	0,02	3,89	0,28	0,91	0,02
RN-BS_47	1.007	264	3,47	0,39	0,87	0,02	4,01	0,09	0,92	0,00
RN-BS_52	1.081	372	3,38	0,94	0,85	0,03	3,91	0,52	0,90	0,05
RN-BS_64	763	276	3,02	0,36	0,87	0,01	3,79	0,18	0,90	0,01
RN-BS_65	981	422	3,18	0,39	0,87	0,05	3,90	0,26	0,91	0,02
RN-BS_67	1.044	nd	3,16	nd	0,80	nd	3,60	nd	0,87	nd
RN-BS_72	1.296	139	3,08	0,68	0,85	0,03	3,85	0,32	0,91	0,02
RN-BS_76	1.141	257	2,72	0,66	0,87	0,02	3,75	0,29	0,90	0,02
RN-BS_84	926	108	3,03	0,45	0,85	0,04	3,78	0,30	0,90	0,03
Média	1.121	-	3,24	-	0,86	-	3,89	-	0,91	-
DP	292	-	0,29	-	0,02	-	0,13	-	0,01	-
CV (%)	26,05	-	8,97	-	2,40	-	3,44	-	1,16	-



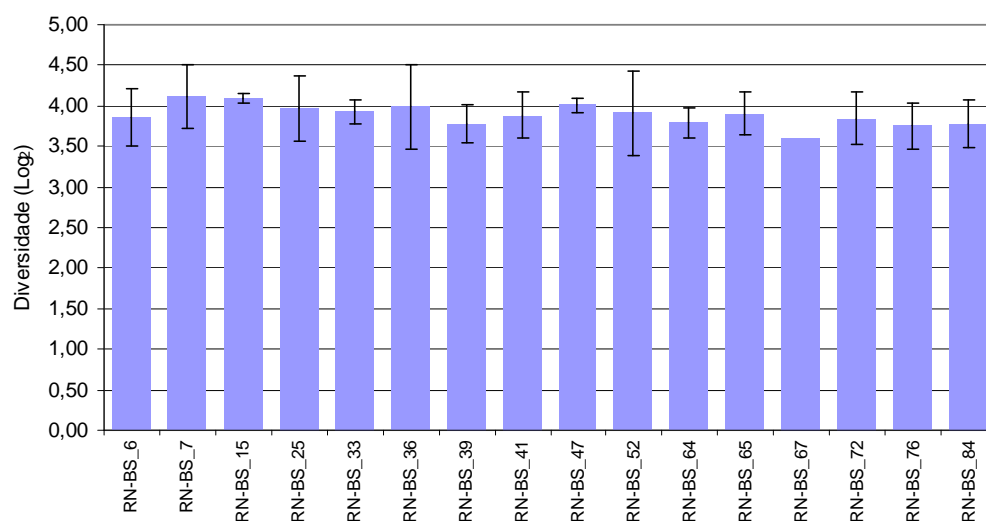
**Figura VII.1.4.4-1 - Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) e barra de desvio padrão (±). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.**



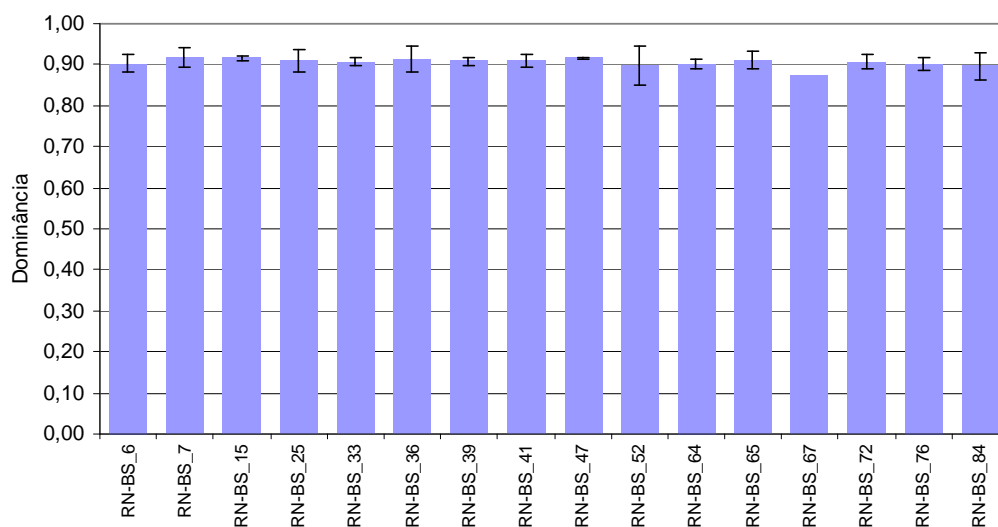
**Figura VII.1.4.4-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.**



**Figura VII.1.4.4-3 - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.**

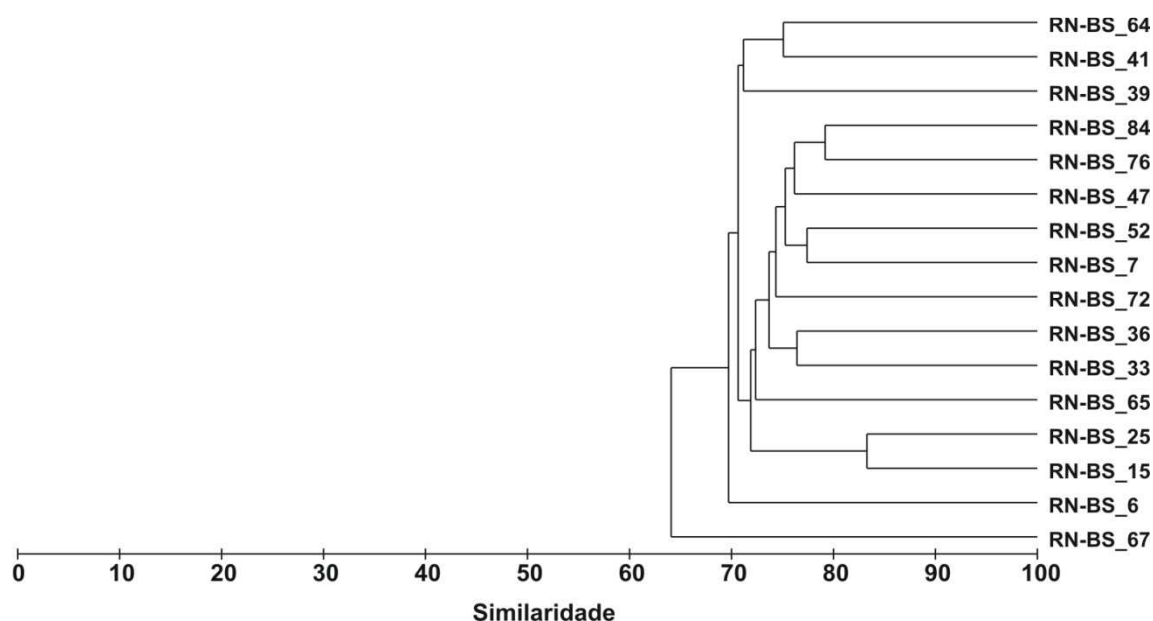


**Figura VII.1.4.4-4 - Diversidade média ( $H' = \log_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.**



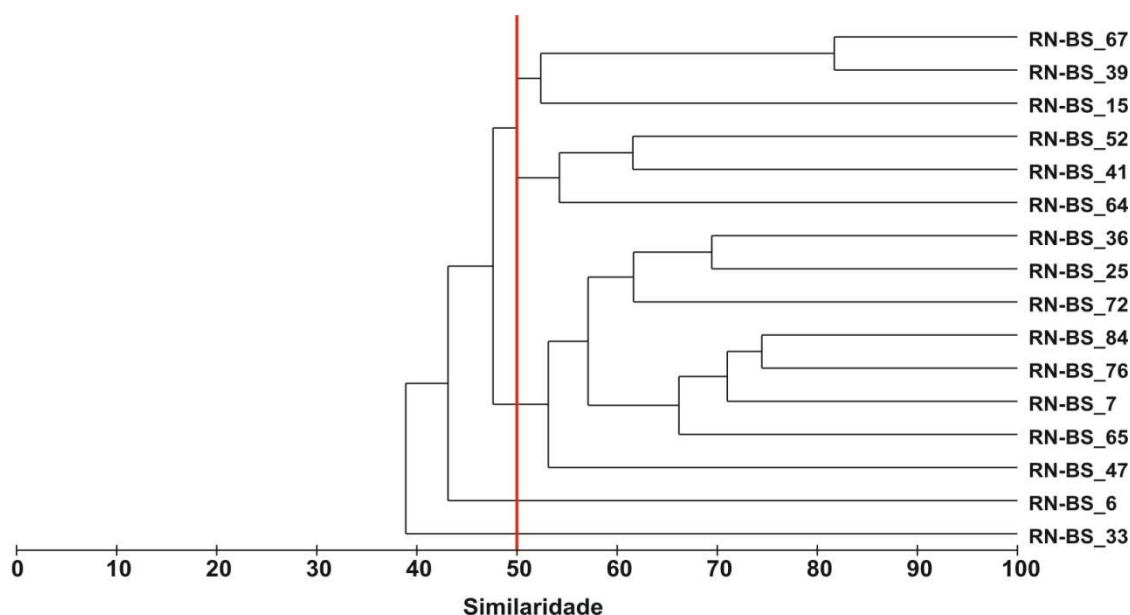
**Figura VII.1.4.4-5 - Dominância média ( $1-\lambda$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ).  
RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.**

A similaridade entre estações, calculada a partir da matriz de dados quantitativos (densidade), apresentou valores superiores a 70%, exceto para as estações RN-BS\_6 e RN-BS\_67 (figura VII.1.4.4-6). A maior similaridade foi encontrada entre as estações RN-BS\_15 e RN-BS\_25, as quais apresentaram as maiores densidades, 1759 e 1778 ind.m<sup>-2</sup>, respectivamente.



**Figura VII.1.4.4-6** - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.

A avaliação da comunidade de Mollusca mostra quatro grupos distintos de estações com similaridades  $\geq 50\%$  (figura VII.1.4.4-7), compostos, em alguns casos, por estações que não guardam proximidade espacial. Este resultado sugere variabilidade espacial.

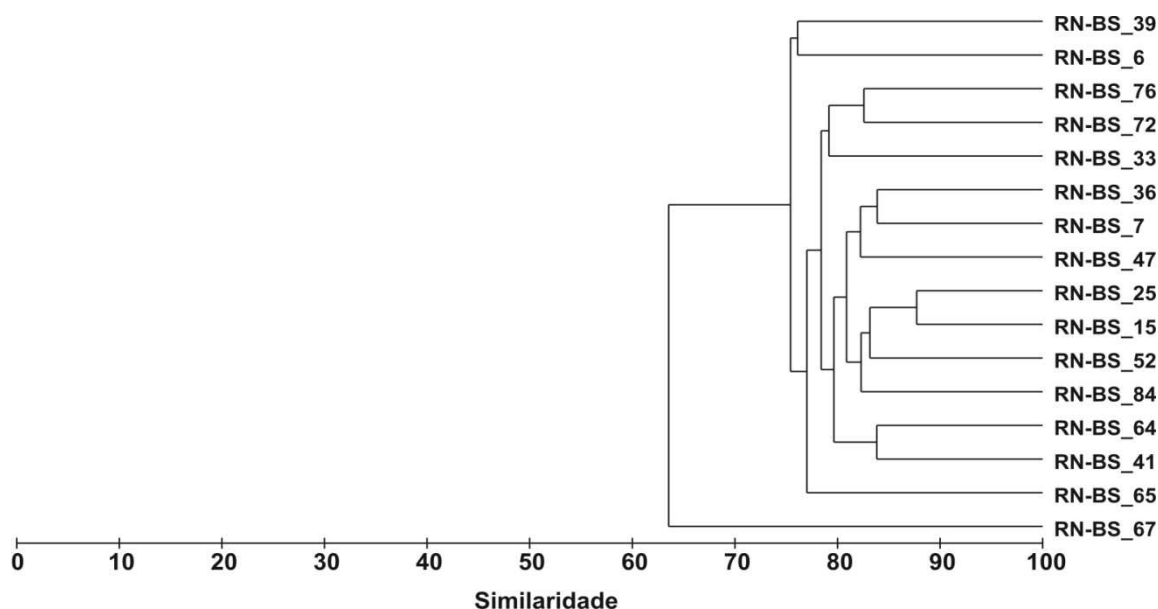


**Figura VII.1.4.4-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para Mollusca em RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.**

Esses resultados foram influenciados pelo gênero *Caudofoveata* que respondeu por 51% de todos os moluscos encontrados e por outros 12 táxons que ocorreram em apenas uma das 16 estações. Os gêneros *Abra*, *Antalis* e a família Cuspidariidae só ocorreram na estação RN-BS\_6, o que fez com que esta estação apresentasse similaridade mais baixa. Já na estação RN-BS\_33 foi verificada a menor densidade total de moluscos e apenas dois táxons *Caudofoveata* e *Poromya elongata*. Cabe ressaltar, que o pequeno número de táxons e o fato de em algumas estações só ocorrem dois ou três táxons, como é o caso da RN-BS\_6, RN-BS\_67 e RN-BS\_72 também são responsáveis pela fragmentação do dendrograma.



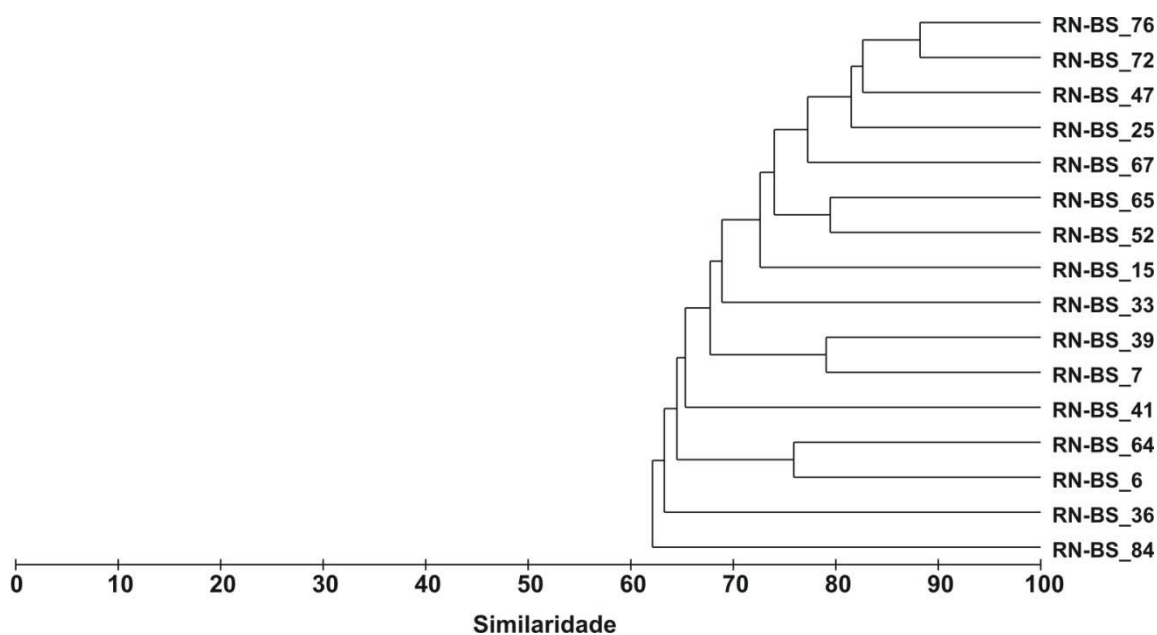
A similaridade geral para Polychaeta foi superior a 75%, sendo exceção a estação RN-BS\_67, com valor pouco inferior a 65%, resultado provavelmente decorrente de ter apenas uma réplica coletada nesta estação e que sugere, também, grande variabilidade espacial em microescala (figura VII.1.4.4-8).



**Figura VII.1.4.4-8** - Dendrograma de similaridade quantitativa entre réplicas para *Polychaeta*. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média.  
RN-BS – estrato de 0 - 2 cm.

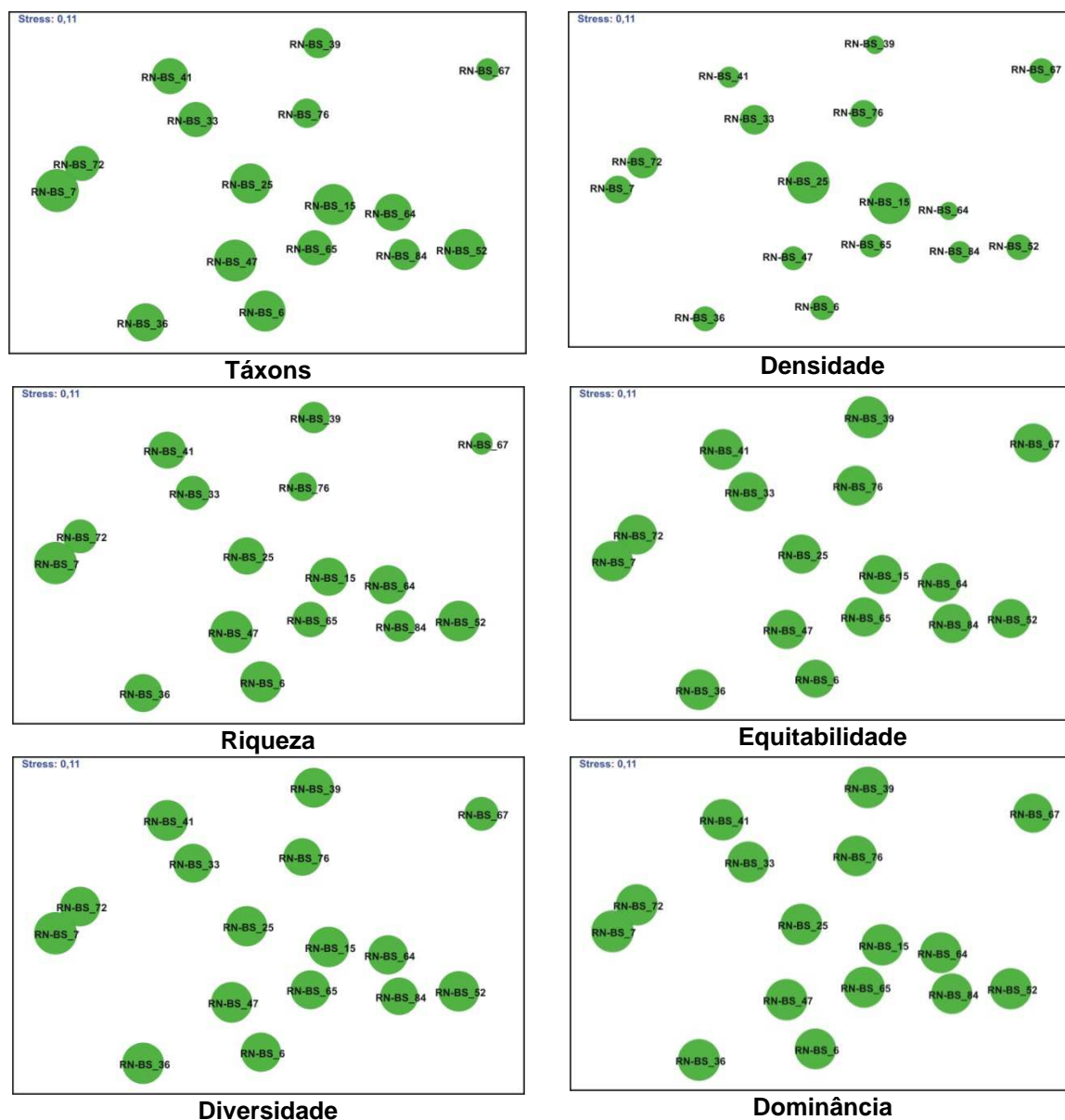
A comunidade de Polychaeta apresentou-se mais homogênea e isto parece estar relacionado com as altas densidades que esses organismos normalmente apresentam. Neste caso, uma ordem de grandeza acima de Mollusca.

O dendrograma obtido para Crustacea mostra similaridades variando de um mínimo de 62,12% a um máximo de 88,22% e o mesmo tipo de configuração observada nos dendrogramas apresentados anteriormente (figura VII.1.4.4-9).



**Figura VII.1.4.4 -9 -** Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis – agrupamento pela média. RN-BS – estrato 0 - 2 cm.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de dados granulométricos (pesos retidos nas peneiras) e sua respectiva sobreposição com os valores dos índices biológicos se encontram apresentados na figura VII.1.4.4-10. O resultado sugere que não existe uma relação entre a composição granulométrica do substrato nas estações e os valores dos índices biológicos medidos, visto que nem mesmo é encontrada uma ordenação muito clara em relação à espacialização dos dados granulométricos.



**Figura VII.1.4.4-10** - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 0 - 2 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

#### VII.1.4.5 - Composição Taxonômica (2 - 5 cm)

Neste estrato foram encontrados 74 táxons pertencentes a 12 grandes grupos taxonômicos (tabela VII.1.4.5-1).

**Tabela VII.1.4.5-1 - Número de táxons por grandes grupos em RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

Grupo	Táxons	%
Filo Porifera <sup>(1)</sup>	1	-
Classe Anthozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Classe Turbellaria <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Nemertinea <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Mollusca <sup>(2)</sup>	12	18,18
Classe Polychaeta <sup>(2)</sup>	34	51,52
Filo Sipuncula <sup>(1)</sup>	1	-
Subfilo Crustacea <sup>(2)</sup>	16	24,24
Classe Pycnogonida <sup>(1)</sup>	1	-
Subclasse Acarina <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Bryozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Echinodermata <sup>(2)</sup>	4	6,06
Total (1+2)	74	-
Total (2)	69	100,00

<sup>(1)</sup> – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

<sup>(2)</sup> – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Assim como no estrato mais superficial, a classe Polychaeta dominou amplamente com 33 táxons compreendendo 18 famílias e 15 gêneros. O subfilo Crustacea foi o segundo em importância com uma classe, duas ordens, cinco subordens e oito famílias. O subfilo Mollusca foi representado por dez espécies, uma família e um indivíduo jovem da classe Bivalvia que não pode ser identificado e o filo Echinodermata foi representado por quatro táxons.

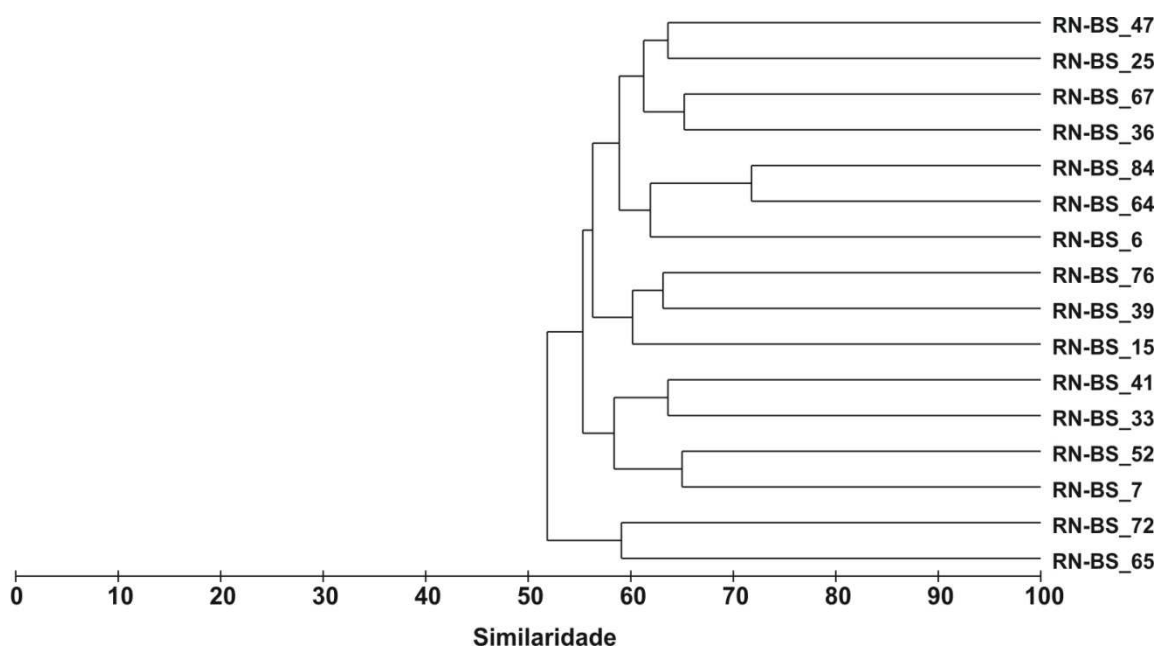
O número de táxons variou entre 18 nas estações RN-BS\_52 e RN-BS\_84 e 29 táxons na estação RN-BS\_76. Entre as réplicas, as diferenças mais expressivas foram encontradas na estação RN-BS\_36, onde foi obtido um coeficiente de variação de 56,3% (tabela VII.1.4.5-2).

**Tabela VII.1.4.5-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RN-BS - estrato de 2 - 5 cm.**

Estações / Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RN-BS_6	7	8	13	21	9	3,2	34,4
RN-BS_7	18	10	11	22	13	4,4	33,5
RN-BS_15	16	14	14	28	15	1,2	7,9
RN-BS_25	11	11	10	23	11	0,6	5,4
RN-BS_33	8	11	19	24	13	5,7	44,9
RN-BS_36	9	9	22	26	13	7,5	56,3
RN-BS_39	10	16	15	28	14	3,2	23,5
RN-BS_41	14	6	10	20	10	4,0	40,0
RN-BS_47	10	8	13	21	10	2,5	24,4
RN-BS_52	10	9	14	18	11	2,6	24,1
RN-BS_64	16	5	11	21	11	5,5	51,6
RN-BS_65	9	10	15	21	11	3,2	28,4
RN-BS_67	20	nc	nc	20	20	nd	nd
RN-BS_72	7	12	14	23	11	3,6	32,8
RN-BS_76	21	11	14	29	15	5,1	33,5
RN-BS_84	11	14	12	18	12	1,5	12,4

nc – amostra não coletada; nd – não determinado.

A similaridade qualitativa entre estações variou de 53% e 73%, não apresentando coerência com a distribuição das mesmas no campo (figura VII.1.4.5-1).



**Figura VII.1.4.5-1** - Dendrograma representativo da similaridade qualitativa entre estações. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.

#### VII.1.4.6 - Densidade e Índices Ecológicos (2 - 5 cm)

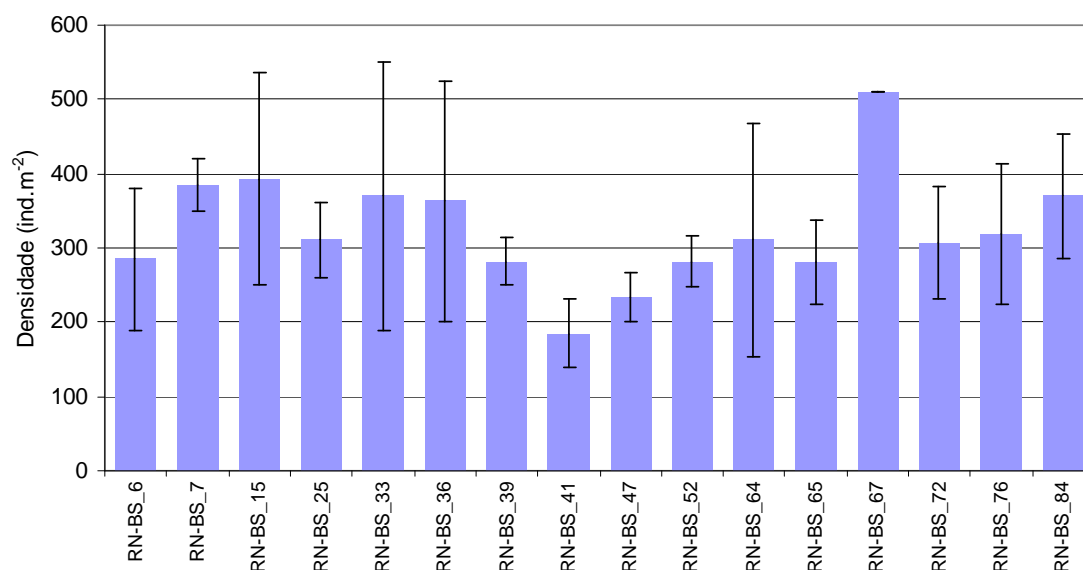
Os resultados de densidade (ind.m<sup>-2</sup>), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.1.4.6-1 e ilustrados nas figuras VII.1.4.6-1 a VII.1.4.6-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.1.4.4-1.

A densidade apresentou o menor valor na estação RN-BS\_41, onde foram registrados 185 ind.m<sup>-2</sup>, e o maior valor na estação RN-BS\_67, com 511 ind.m<sup>-2</sup>. A riqueza variou de 1,43 (RN-BS\_6) a 3,05 (RN-BS\_67), a equitabilidade de 0,86 (RN-BS\_84) a 0,94 (RN-BS\_6 e RN-BS\_39), a diversidade de 2,92 (RN-BS\_6) a 3,93 (RN-BS\_67) e a dominância de 0,83 (RN-BS\_33, RN-BS\_36 e RN-BS\_41) a 0,92 (RN-BS\_67).

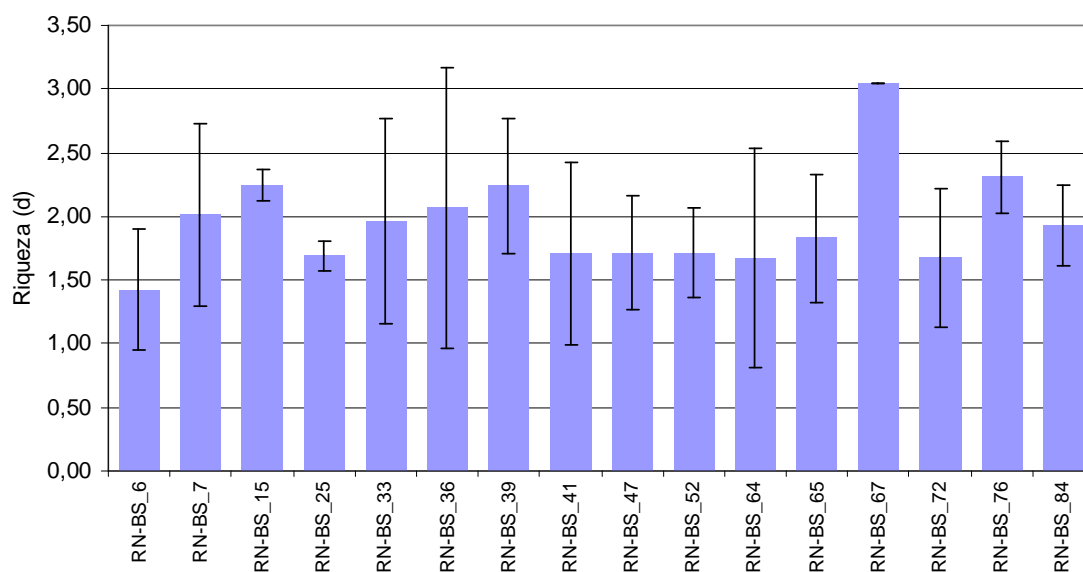
**Tabela VII.1.4.6-1 - Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RN-BS - estrato de 2 - 5 cm.**

Índice Estações	Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ )		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade ( $\text{Log}_2$ )		Dominância ( $1-\lambda'$ )	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
RN-BS_6	285	96	1,43	0,47	0,94	0,03	2,92	0,28	0,86	0,02
RN-BS_7	385	36	2,01	0,71	0,91	0,06	3,32	0,52	0,87	0,06
RN-BS_15	393	143	2,24	0,13	0,91	0,02	3,50	0,06	0,89	0,00
RN-BS_25	311	51	1,69	0,12	0,91	0,05	3,12	0,21	0,86	0,03
RN-BS_33	370	181	1,96	0,81	0,87	0,07	3,11	0,65	0,83	0,10
RN-BS_36	363	162	2,07	1,11	0,87	0,08	3,15	0,79	0,83	0,10
RN-BS_39	281	32	2,24	0,53	0,94	0,03	3,52	0,35	0,90	0,03
RN-BS_41	185	46	1,71	0,72	0,91	0,06	2,95	0,60	0,83	0,06
RN-BS_47	233	33	1,71	0,45	0,90	0,05	3,00	0,45	0,84	0,06
RN-BS_52	281	34	1,71	0,35	0,90	0,02	3,06	0,31	0,85	0,03
RN-BS_64	311	158	1,67	0,86	0,92	0,04	2,99	0,73	0,85	0,06
RN-BS_65	281	56	1,83	0,51	0,92	0,02	3,19	0,34	0,87	0,02
RN-BS_67	511	nd	3,05	nd	0,91	nd	3,93	nd	0,92	nd
RN-BS_72	307	76	1,68	0,55	0,91	0,03	3,05	0,39	0,86	0,03
RN-BS_76	319	94	2,31	0,28	0,92	0,06	3,48	0,44	0,89	0,04
RN-BS_84	370	83	1,93	0,32	0,86	0,08	3,13	0,44	0,85	0,06
Média	324	-	1,95	-	0,91	-	3,21	-	0,86	-
DP	75	-	0,38	-	0,02	-	0,27	-	0,03	-
CV (%)	23,12	-	19,62	-	2,50	-	8,45	-	3,00	-

nd – não determinado

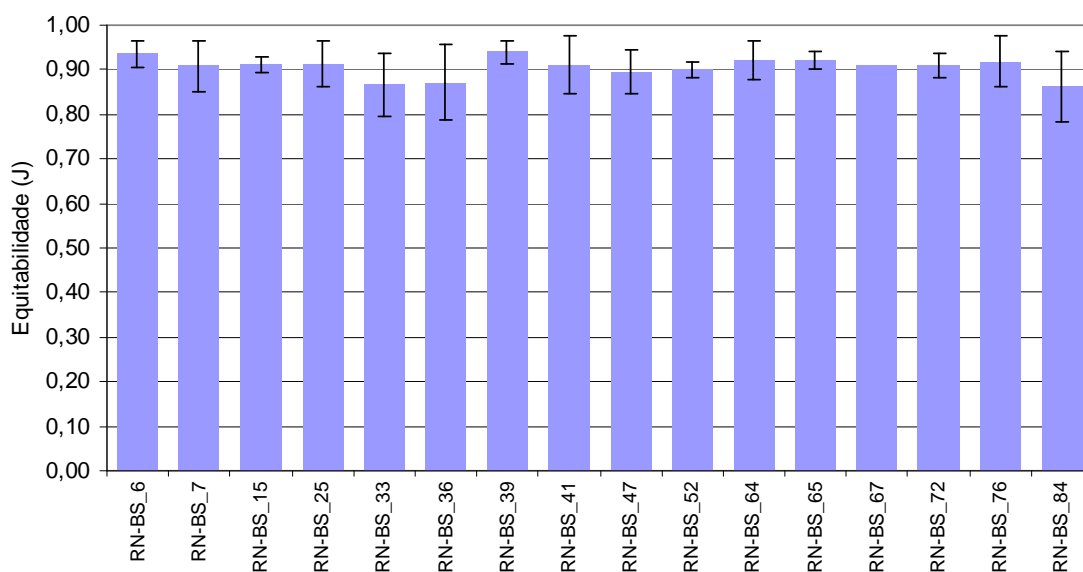


**Figura VII.1.4.6 -1 - Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

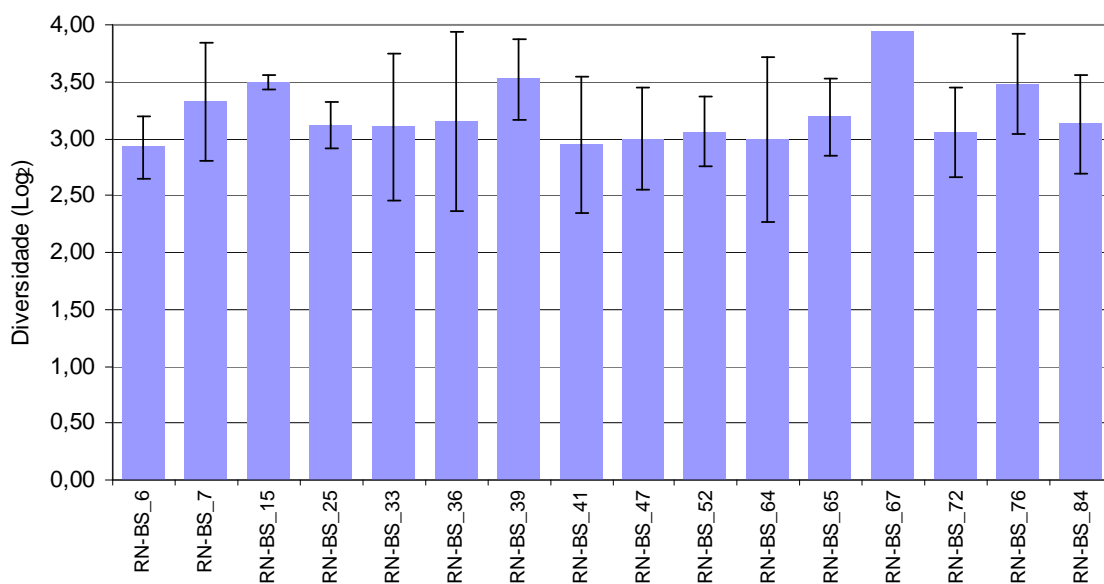


**Figura VII.1.4.6-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

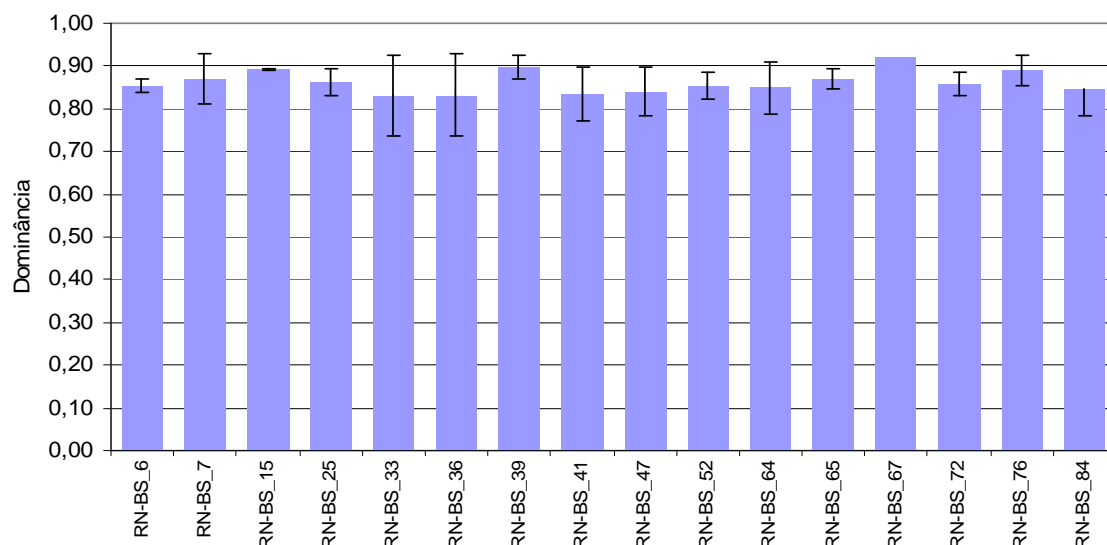




**Figura VII.1.4.6-3 - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ).**  
RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.

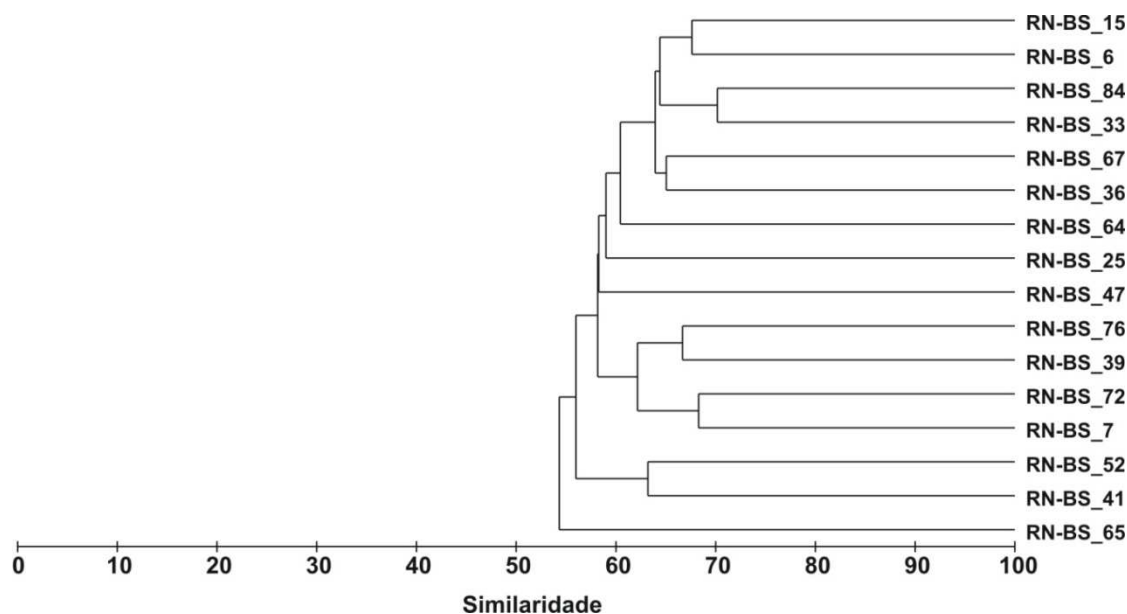


**Figura VII.1.4.6-4 - Diversidade média ( $H' = \text{Log}_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ).**  
RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.



**Figura VII.1.4.6-5 - Dominância média (1-λ) e barra de desvio padrão (±). RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

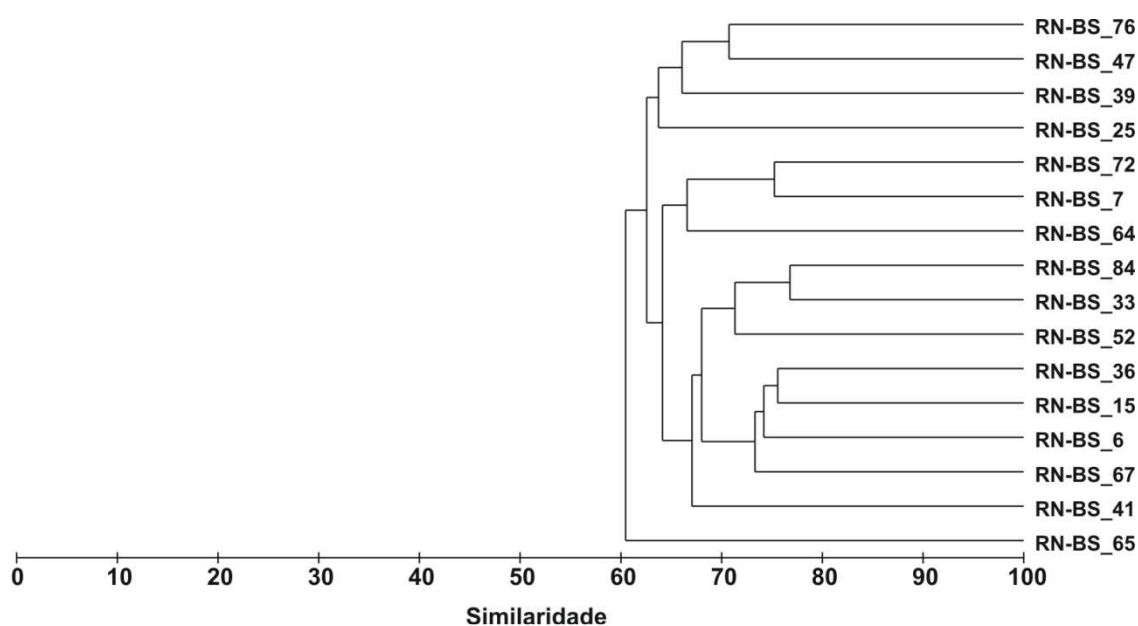
As similaridades observadas entre estações foram superiores a 55% (figura VII.1.4.6-6). Alguns grupos no dendrograma são compostos por estações que não apresentam nenhuma relação com a distribuição espacial das mesmas no campo.



**Figura VII.1.4.6 -6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

A similaridade entre estações não foi realizada para o filo Mollusca por terem ocorrido poucos táxons por estação: nas estações RN-BS\_47, RN-BS\_65 e RN-BS\_84 não foram encontrados moluscos; nas demais estações menos de três táxons foram encontrados.

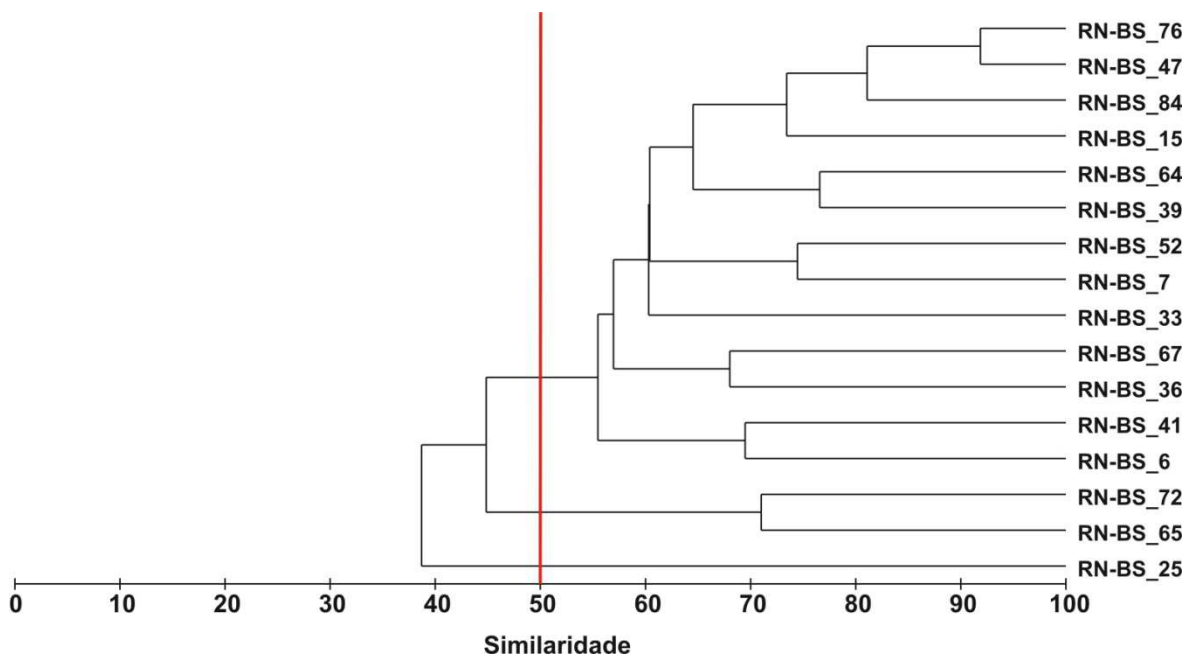
O dendrograma gerado com os dados quantitativos de Polychaeta, assim como os demais dendrogramas, apresenta grupos formados por estações que não apresentam relação com a posição das estações no campo. As similaridades são sempre maiores que 60% (figura VII.1.4.6-7).



**Figura VII.1.4.6-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa de Polychaeta entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.**

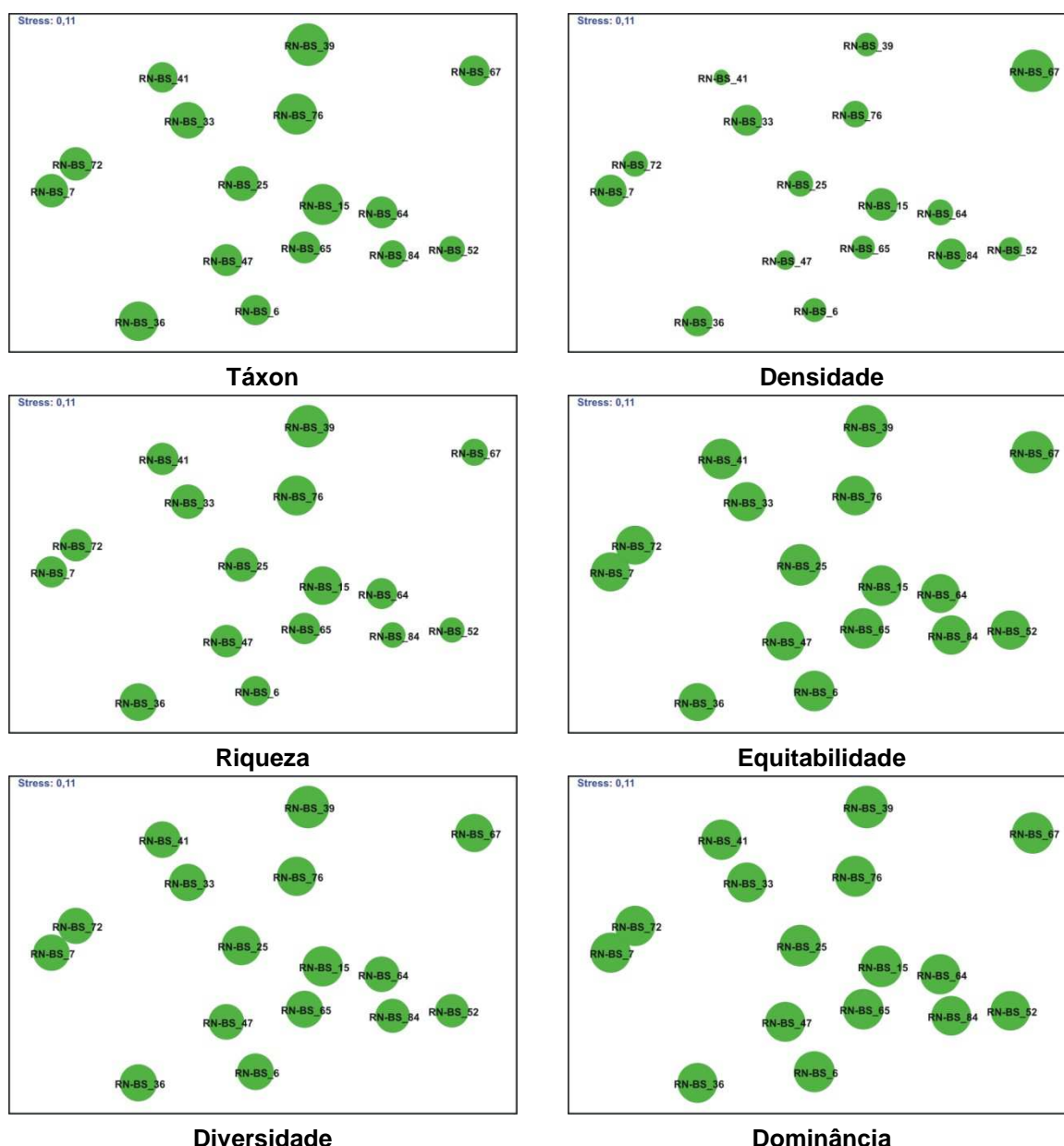
O dendrograma obtido a partir dos dados de Crustacea evidencia a separação de três estações (RN-BS\_25, RN-BS\_65 e RN-BS\_72) todas com similaridades abaixo de 45% em relação às demais (figura VII.1.4.6-8). A estação RN-BS\_25 destaca-se por ter sido a única a apresentar organismos da classe Copepoda e da subordem Anthuridea. Já as outras duas estações estão agrupadas por terem em comum a família Cirolanidae que só ocorreu nessas

duas estações e organismos da família Idoteidae que só ocorreu na estação RN-BS\_65.



**Figura VII.1.4.6 -8** - Dendrograma de similaridade quantitativa de Crustacea entre estações. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS – estrato de 2 - 5 cm.

A sobreposição dos valores dos índices biológicos sobre o diagrama resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade de dados granulométricos (pesos retidos nas peneiras) se encontra na figura VII.1.4.6-9. A observação desses resultados não sugere uma relação entre as variáveis biológicas e granulométricas neste estrato.



**Figura VII.1.4.6-9** - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 2 - 5 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.

#### VII.1.4.7 - Composição taxonômica (5 - 10 cm)

Os grupos taxonômicos identificados neste estrato estão listados na tabela VII.1.4.7-1. O inventário com a relação de todos os táxons se encontra no anexo VII.1.4.1-1.

**Tabela VII.1.4.7 -1 - Número de táxons por grandes grupos. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**

Grupos	Táxons	(%)
Filo Porifera <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Nemertinea <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Mollusca <sup>(2)</sup>	4	9,09
Classe Polychaeta <sup>(2)</sup>	26	59,09
Filo Sipuncula <sup>(1)</sup>	1	-
Subfilo Crustacea <sup>(2)</sup>	12	27,27
Subclasse Acarina <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Bryozoa <sup>(1)</sup>	1	-
Filo Echinodermata <sup>(2)</sup>	2	4,55
Total (1+2)	49	-
Total (2)	44	100,00

<sup>(1)</sup> – grupo não submetido ao detalhamento taxonômico.

<sup>(2)</sup> – grupo submetido ao detalhamento taxonômico.

Foram identificados 26 táxons pertencentes à classe Polychaeta compreendendo 14 famílias, 11 gêneros e uma subfamília. Para o subfilo Crustacea foram relacionadas uma classe, duas ordens, três subordens e seis famílias. Já para o filo Mollusca foram encontradas quatro espécies e para o Echinodermata uma classe e uma espécie.

A tabela VII.1.4.7-2 relaciona o número de táxons encontrados por réplica e por estação.

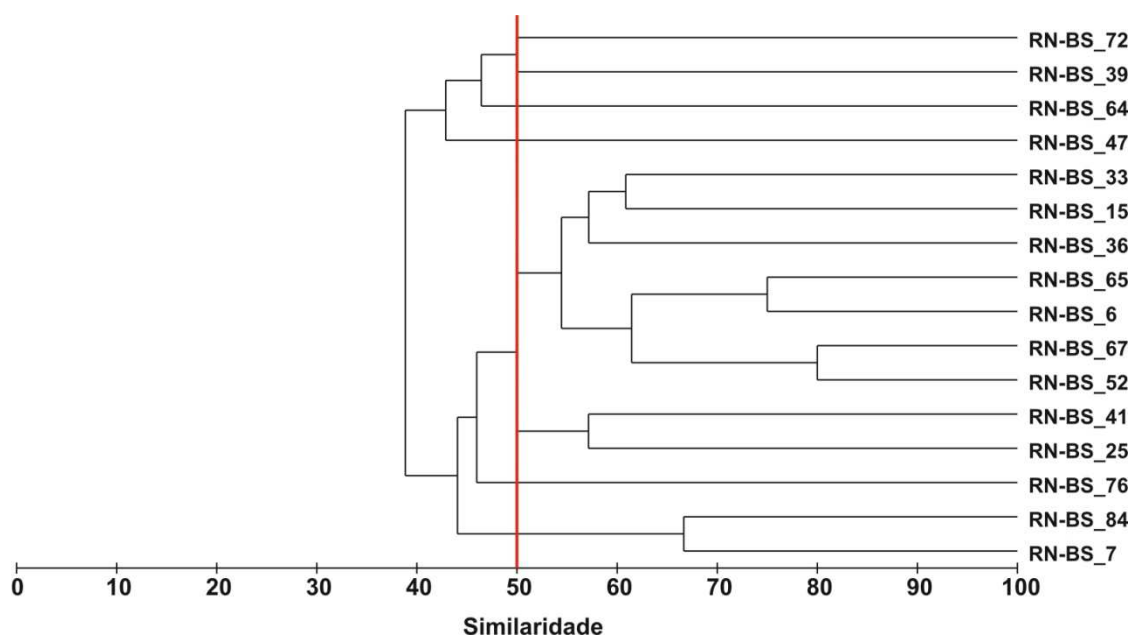
Os resultados variaram amplamente entre estações. O menor número de táxons foi observado na estação RN-BS\_72, onde apenas três foram coletados e o maior foi encontrado nas estações RN-BS\_7 e RN-BS\_76, onde foram encontrados 14 táxons.

**Tabela VII.1.4.7-2 - Número de táxons, média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) (%). RN-BS - estrato de 5 - 10 cm.**

Estações Réplicas	R1	R2	R3	Total	Média	DP	CV
RN-BS_6	5	5	7	12	6	1,2	20,4
RN-BS_7	6	4	6	14	5	1,2	21,7
RN-BS_15	3	5	7	11	5	2,0	40,0
RN-BS_25	6	6	2	12	5	2,3	49,5
RN-BS_33	4	5	9	12	6	2,6	44,1
RN-BS_36	5	4	8	13	6	2,1	36,7
RN-BS_39	3	3	2	7	3	0,6	21,7
RN-BS_41	4	7	1	9	4	3,0	75,0
RN-BS_47	2	4	3	6	3	1,0	33,3
RN-BS_52	3	5	3	8	4	1,2	31,5
RN-BS_64	5	3	3	7	4	1,2	31,5
RN-BS_65	9	5	5	12	6	2,3	36,5
RN-BS_67	7	nc	nc	7	7	nd	nd
RN-BS_72	3	2	3	5	3	0,6	21,7
RN-BS_76	6	8	7	14	7	1,0	14,3
RN-BS_84	7	7	6	13	7	0,6	8,7

nc – amostra não coletada; nd - não determinado

O dendrograma gerado a partir dos dados qualitativos apresenta grande fragmentação com três grupos de estações apresentando similaridades inferiores a 50%. (figura VII.1.4.7-1). A fragmentação observada no dendrograma parece ter relação com o fato de que dos 49 táxons encontrados, 37 ocorreram em, no máximo, três estações e apenas dois foram encontrados em todas. Destaca-se, também, que os grupamentos são formados por estações que não apresentam proximidade espacial.



**Figura VII.1.4.7-1 - Dendrograma de similaridade qualitativa entre estações. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**

#### **VII.1.4.8 - Densidade e Índices Ecológicos (5 - 10 cm)**

Os resultados médios de densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson) se encontram relacionados na tabela VII.1.4.8-1 e ilustrados nas figuras VII.1.4.8 -1 a VII.1.4.8-5. A tabela de densidade dos organismos por réplica encontra-se no anexo VII.1.4.4-1.

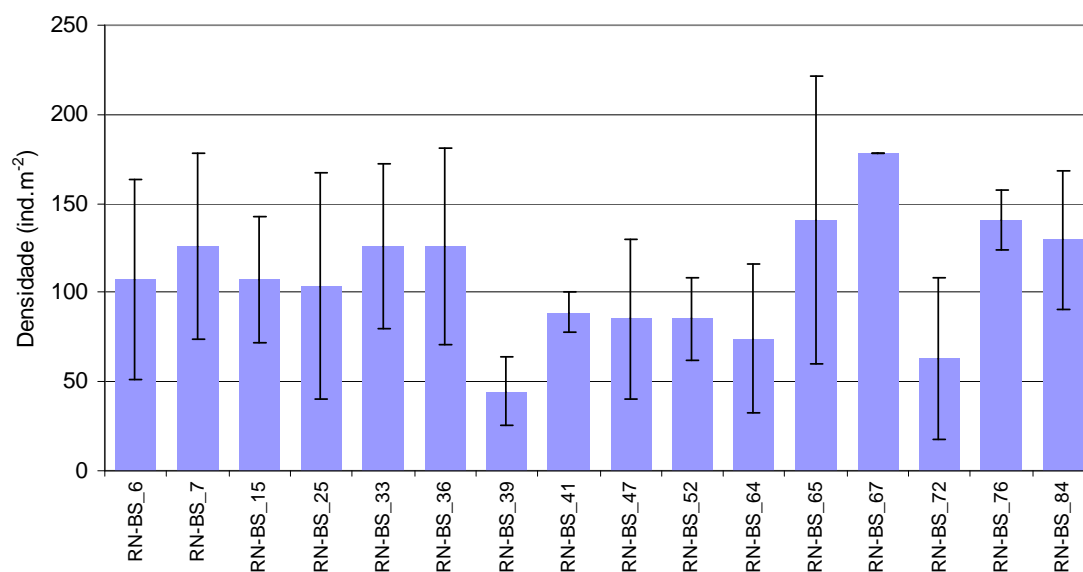
A densidade foi o parâmetro que apresentou a maior variabilidade com o menor valor registrado na estação RN-BS\_39 e o maior na estação RN-BS\_67. Por outro lado, a equitabilidade foi o índice com menor variabilidade, com um coeficiente de apenas 6,37%. Os demais índices (riqueza, diversidade e dominância) apresentaram valores de desvio padrão (entre réplicas) e coeficientes de variação (entre estações) que espelham a variabilidade em microescala existente em RN-BS.



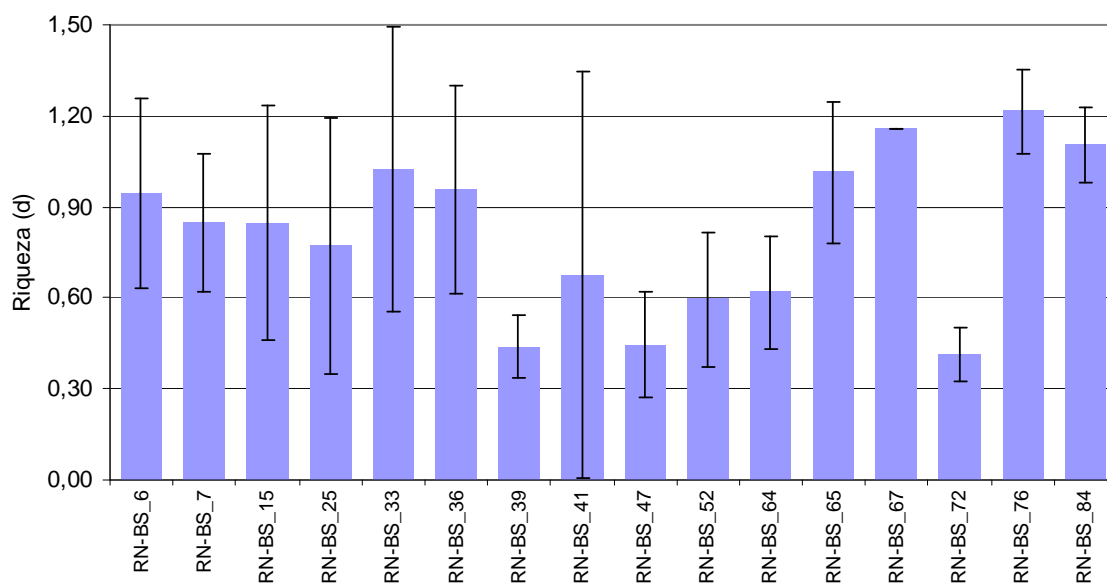
**Tabela VII.1.4.8-1 - Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ ), riqueza (Margalef), equitabilidade (Pielou), diversidade (Shannon-Wiener) e dominância (Simpson), média e desvio padrão (DP) em RN-BS - estrato 5 - 10 cm.**

Índice Estações	Densidade ( $\text{ind.m}^{-2}$ )		Riqueza (d)		Equitabilidade (J')		Diversidade ( $\text{Log}_2$ )		Dominância ( $1-\lambda'$ )	
	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)	Média	(DP)
RN-BS_6	107	56	0,94	0,31	0,96	0,01	2,29	0,41	0,79	0,06
RN-BS_7	126	53	0,85	0,23	0,82	0,14	1,90	0,44	0,66	0,13
RN-BS_15	107	36	0,85	0,39	0,93	0,02	2,08	0,59	0,73	0,10
RN-BS_25	104	63	0,77	0,42	0,95	0,04	1,96	0,91	0,70	0,21
RN-BS_33	126	46	1,02	0,47	0,94	0,01	2,34	0,56	0,78	0,07
RN-BS_36	126	55	0,96	0,34	0,85	0,07	2,09	0,56	0,70	0,12
RN-BS_39	44	19	0,44	0,10	0,94	0,07	1,30	0,27	0,58	0,06
RN-BS_41	89	11	0,68	0,67	0,97	0,04	1,56	1,43	0,53	0,46
RN-BS_47	85	45	0,45	0,18	0,80	0,08	1,20	0,34	0,49	0,10
RN-BS_52	85	23	0,59	0,22	0,82	0,11	1,53	0,58	0,58	0,17
RN-BS_64	74	42	0,62	0,19	0,96	0,03	1,75	0,36	0,69	0,06
RN-BS_65	141	80	1,01	0,23	0,94	0,04	2,40	0,36	0,79	0,05
RN-BS_67	178	nd	1,16	0,00	0,93	nd	2,62	nd	0,82	nd
RN-BS_72	63	45	0,41	0,09	0,96	0,04	1,33	0,28	0,59	0,06
RN-BS_76	141	17	1,21	0,14	0,88	0,09	2,48	0,39	0,77	0,09
RN-BS_84	130	39	1,11	0,12	0,88	0,08	2,34	0,24	0,76	0,06
Média	108	-	0,82	-	0,91	-	1,95	-	0,69	-
DP	34	-	0,26	-	0,06	-	0,46	-	0,10	-
CV (%)	31,29	-	32,06	-	6,37	-	23,43	-	15,02	-

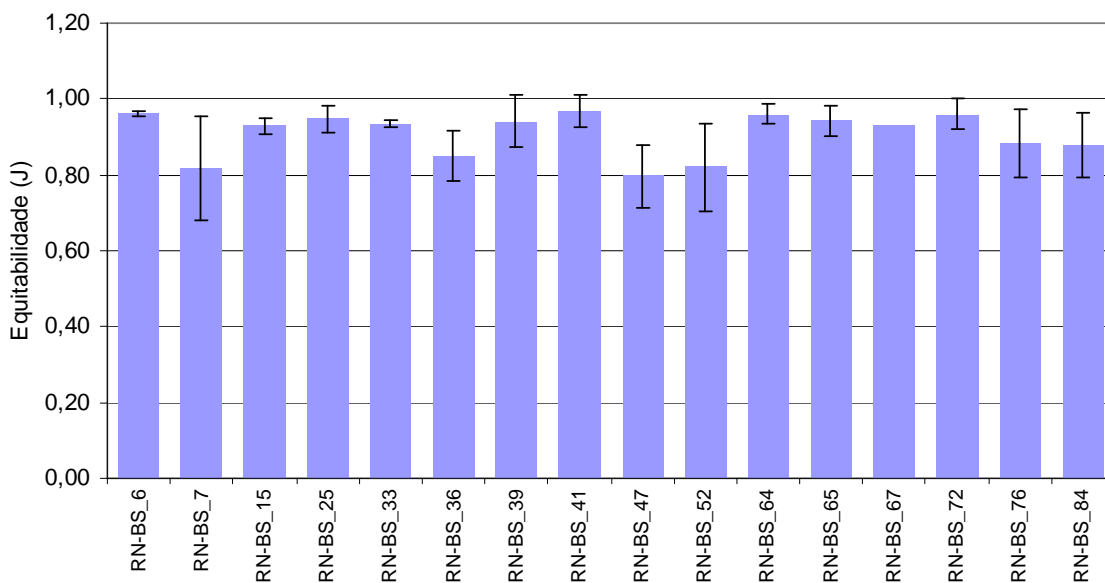
nd – não determinado



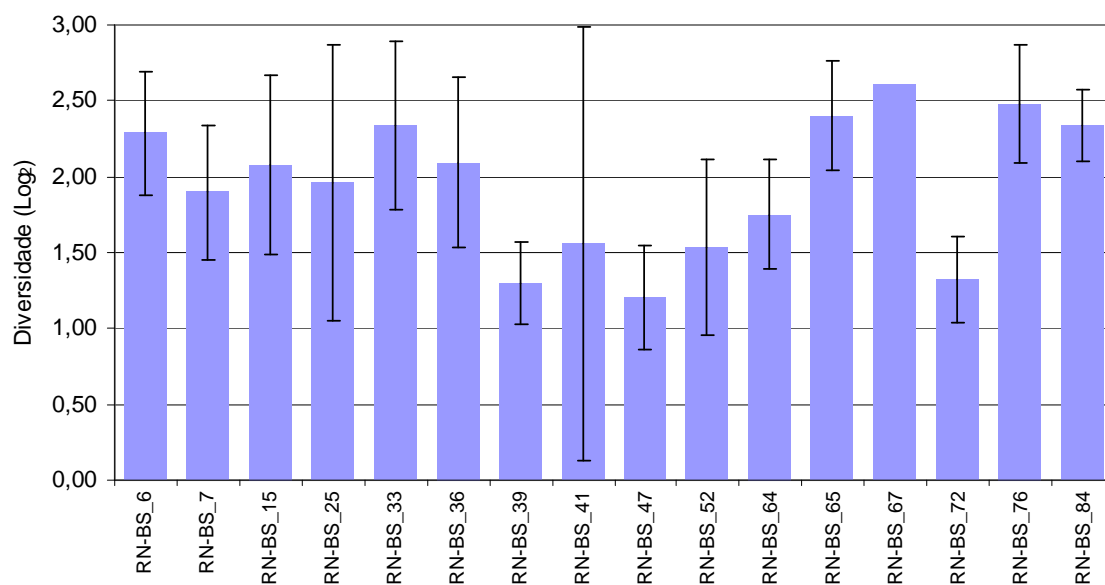
**Figura VII.1.4.8-1 - Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) e barra de desvio padrão (±). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**



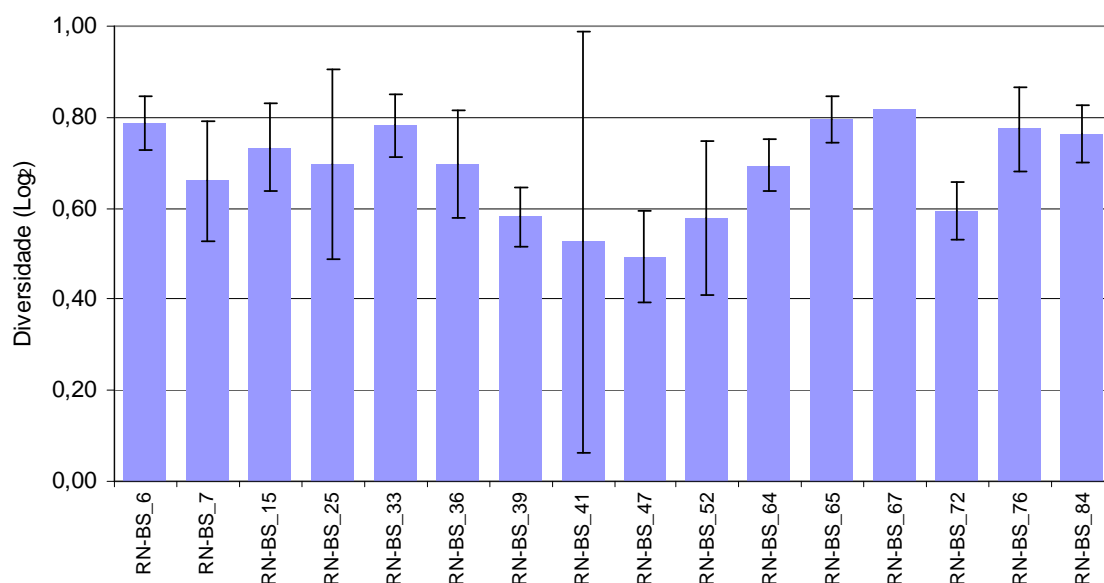
**Figura VII.1.4.8-2 - Riqueza média (d) e barra de desvio padrão (±). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**



**Figura VII.1.4.8-3 - Equitabilidade média ( $J'$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ).**  
RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.

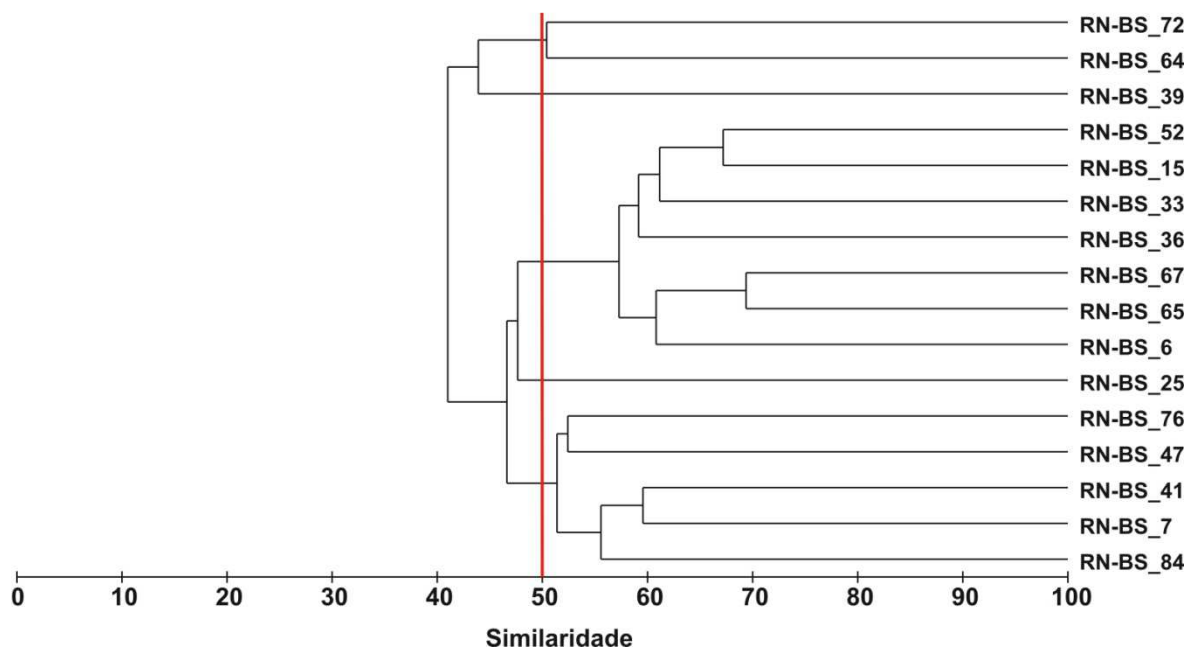


**Figura VII.1.4.8-4 - Diversidade média ( $\text{Log}_2$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ).**  
RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.



**Figura VII.1.4.8-5 - Dominância média ( $1-\lambda$ ) e barra de desvio padrão ( $\pm$ ). RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**

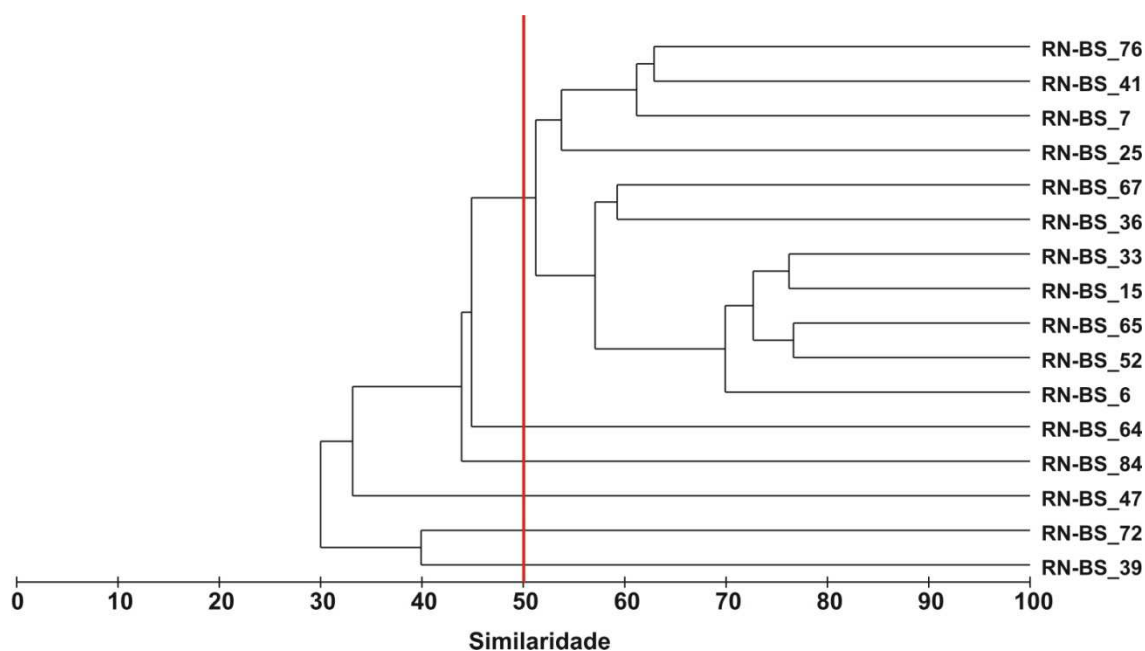
O dendrograma de similaridade quantitativa (figura VII.1.4.8-6) mostra o mesmo tipo de fragmentação observada no dendrograma qualitativo. As estações RN-BS\_39, RN-BS\_64 e RN-BS\_72 estão entre as mais pobres e foram as que apresentaram as densidades mais baixas, sendo o valor de similaridade entre estas e as demais estações de apenas 40%. A estação RN-BS\_25 apresentou três táxons exclusivos – Hesyonidae, *Phylo* sp. (Polychaeta) e *Amphiodia planispina* (Echinodermata) – e a mais baixa densidade para Tanaidacea (Crustacea), o táxon mais abundante e presente em todas as estações.



**Figura VII.1.4.8-6 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações. Índice de Bray-Curtis. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**

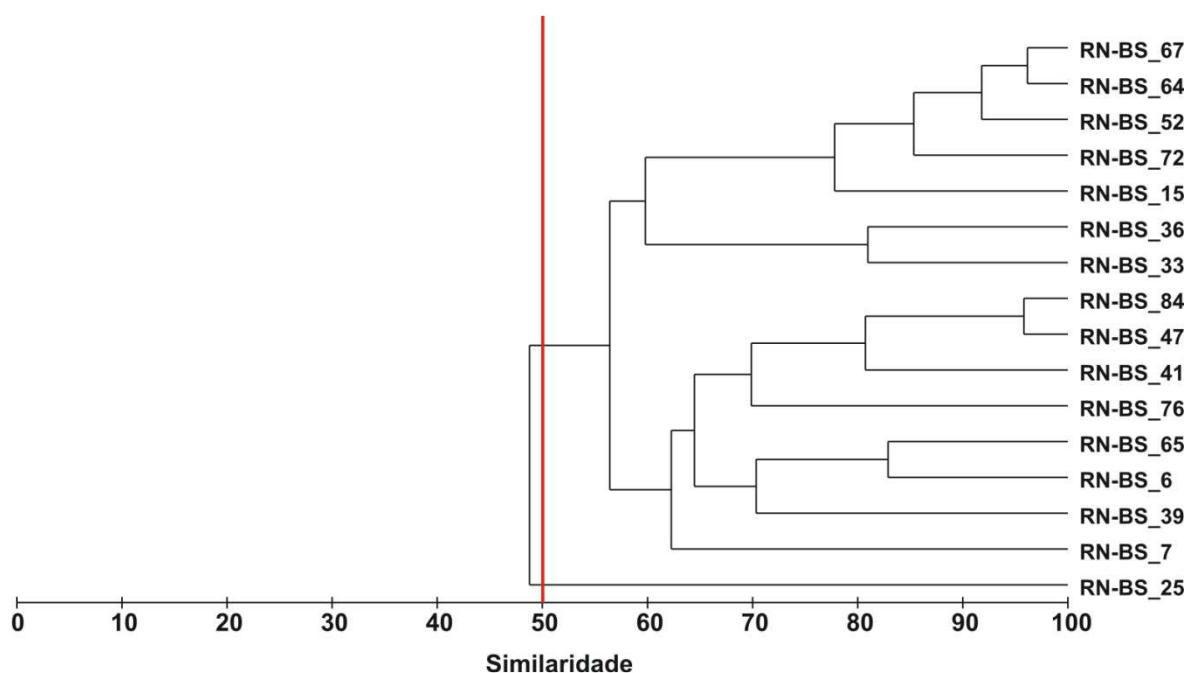
As similaridades entre estações não foram calculadas para o filo Mollusca por não terem sido encontrados organismos em oito das 16 estações.

Os resultados obtidos para Polychaeta mostram que cinco estações (RN-BS\_39, RN-BS\_47, RN-BS\_64, RN-BS\_72 e RN-BS\_84) apresentaram similaridades entre 30 e 45% entre elas e com as demais estações. Outros três grupos, todos com similaridades superiores a 50%, são compostos por estações que, em muitos casos, não apresentam proximidade espacial (figura VII.1.4.8-7).



**Figura VII.1.4.8-7 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Polychaeta. Índice de Bray-Curtis. RN-BR – estrato de 5 - 10 cm.**

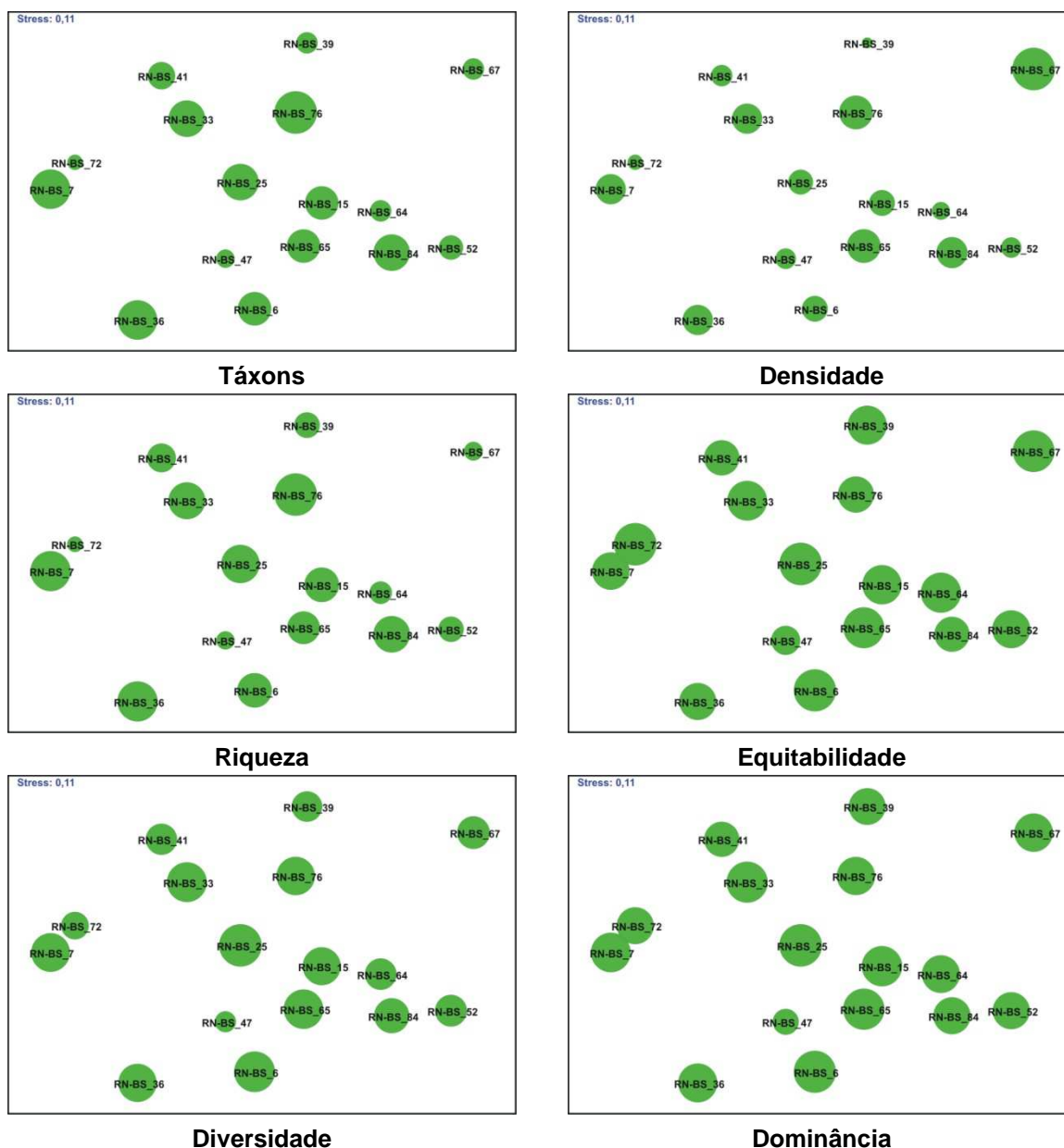
O mesmo procedimento realizado com os dados de Crustacea indica que apenas a estação RN-BR\_25 se destaca com similaridade pouco abaixo de 50% em relação às demais (figura VII.1.4.8-8). Assim como observado para Polychaeta, os grupamentos também mostram, em certos casos, similaridades altas entre estações que não se encontram próximas no campo.



**Figura VII.1.4.8-8 - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estações para Crustacea. Índice de Bray-Curtis. RN-BS – estrato de 5 - 10 cm.**

Apenas dois táxons de Echinodermata foram encontrados neste estrato, e, por este motivo, não foi gerado dendrograma para esse grupo.

A ordenação das estações no plano resultante da aplicação do MDS à matriz de dados granulométricos e sua respectiva sobreposição com os valores relativos aos índices biológicos se encontram apresentados na figura VII.1.4.8-9. Como nos demais estratos, os resultados não sugerem uma relação entre os parâmetros granulométricos e os índices biológicos.



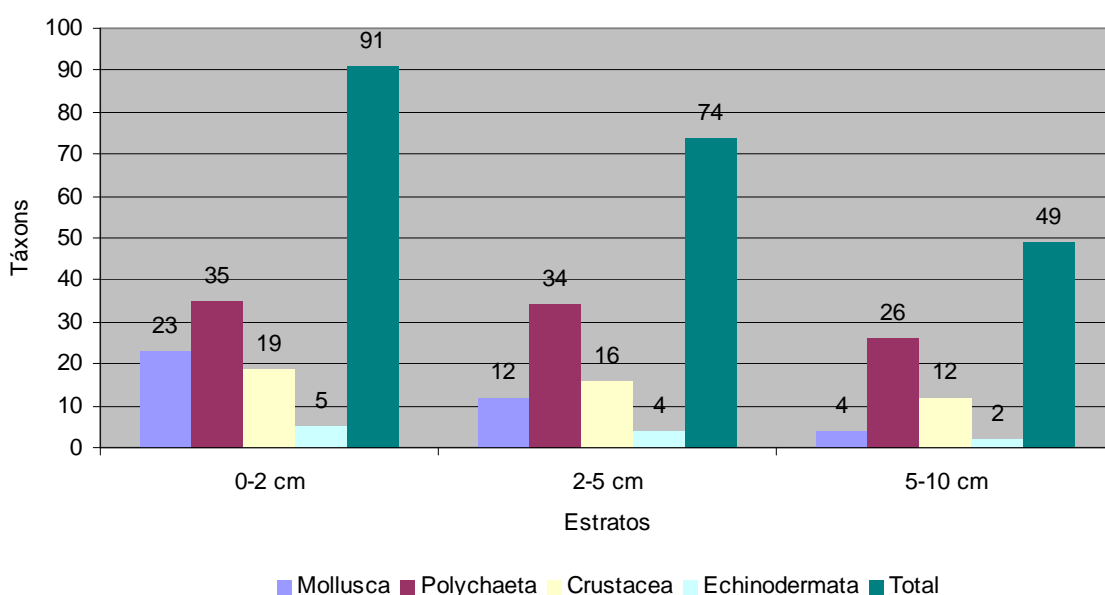
**Figura VII.1.4.8-9** - Ordenação resultante da aplicação do MDS à matriz de similaridade granulométrica entre estações em RN-BS – estrato de 5 - 10 cm. Índice de Bray-Curtis. O tamanho dos círculos representa o valor relativo de cada variável.



#### VII.1.4.9 - Comparação entre Estratos

##### VII.1.4.9.1 - Composição Taxonômica

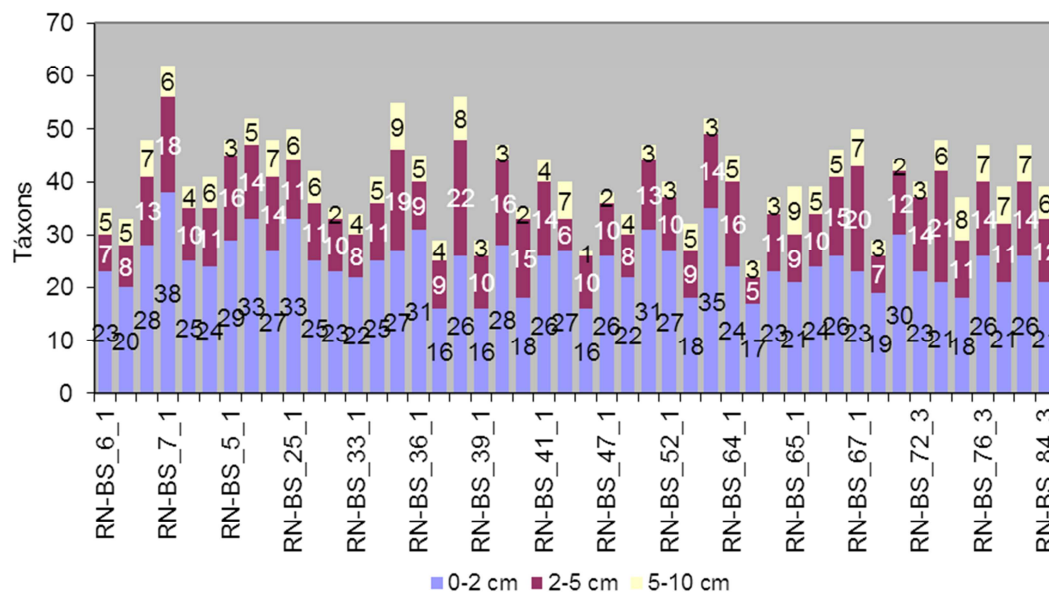
O número total de táxons mostrou uma progressiva redução do estrato superficial (0 - 2 cm) para os situados mais abaixo (2 - 5 cm e 5 - 10 cm), tanto para o total como para cada um dos grupos taxonômicos principais (figura VII.1.4.9.1-1).



**Figura VII.1.4.9.1-1 - Número de táxons nos estratos - RN-BS.**

Os animais da classe Polychaeta dominaram, em número de táxons, nos três estratos. Embora tenha sido observada uma pequena redução do número de táxons da superfície para o estrato mais profundo (de 35 para 26), sua participação relativa foi ampliada, especialmente devido ao declínio mais expressivo de Mollusca e ausência de outros grupos taxonômicos nos estratos inferiores.

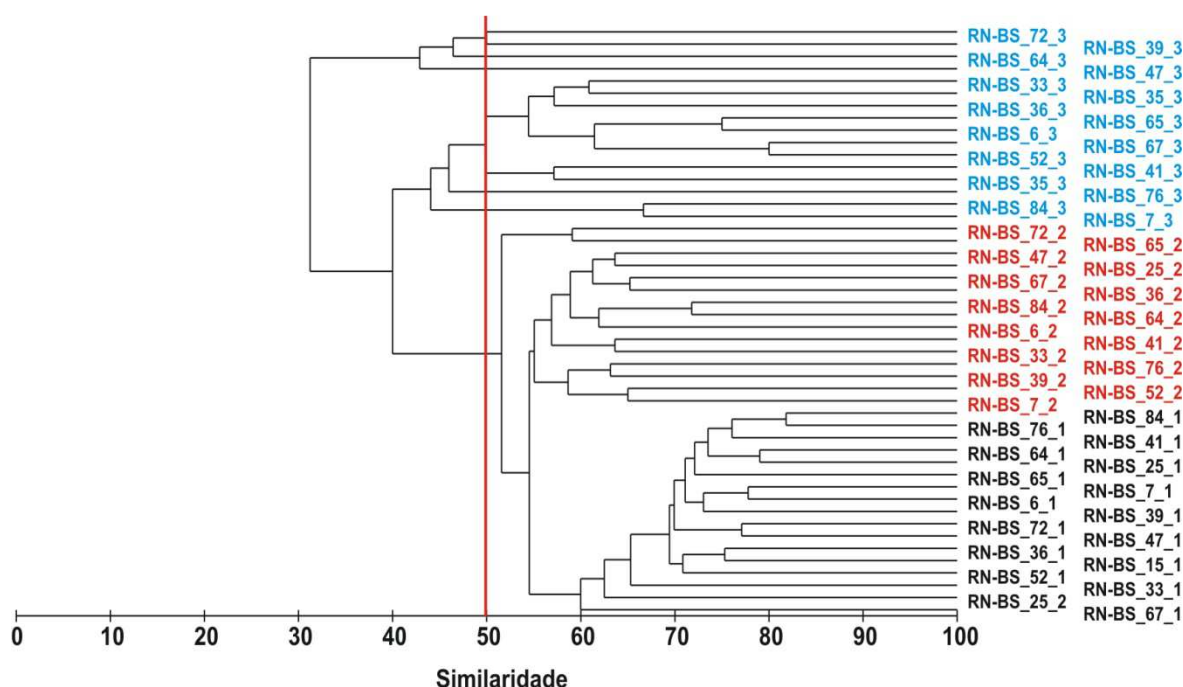
Considerando o número total de 106 táxons encontrados nos três estratos, nos dois centímetros superficiais do sedimento foram encontrados 91 táxons (42,52%) contra 74 (34,58%) do estrato situado entre 2 e 5 cm de profundidade e 49 (22,90%) no estrato inferior, entre 5 e 10 cm. O mesmo comportamento foi observado na maioria das réplicas (figura VII.1.4.9.1-2).



**Figura VII.1.4.9.1-2 - Número total de táxons por réplica nos estratos.**

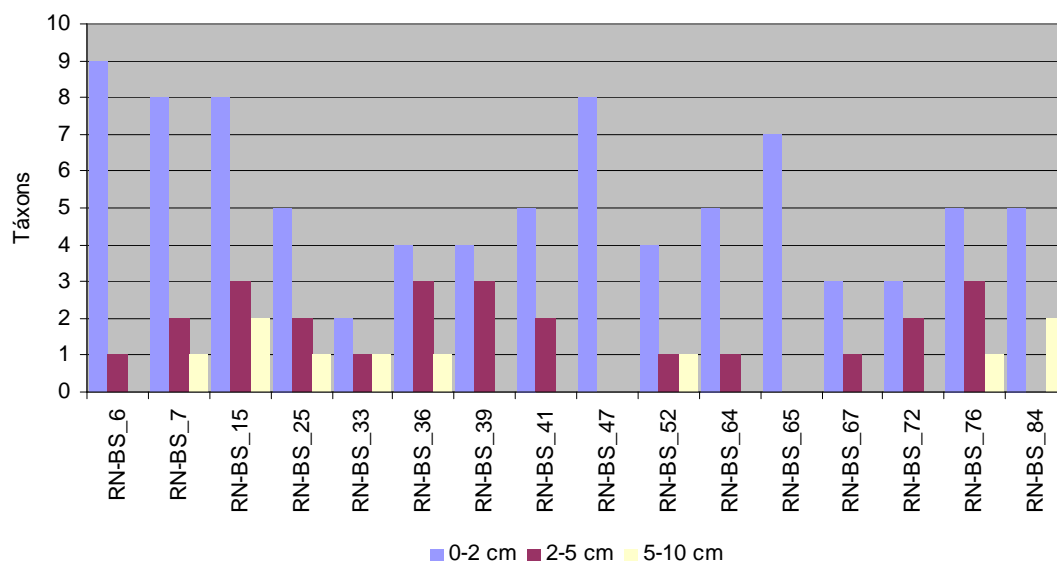
*RN-BS. As réplicas RN-BS\_67\_R2 e RN-BS\_67\_R3 não foram coletadas.*

O dendrograma representativo da similaridade qualitativa mostra que os estratos se separam em grupos distintos. As similaridades em cada um dos grupos são progressivamente menores, culminando no estrato inferior onde três subgrupos podem ser distinguidos com similaridades inferiores a 50% entre os mesmos. No estrato 2-5 apenas as estações RN-BS\_65 e RN-BS\_72 se destacam com similaridade pouco superior a 50% em relação aos mesmos (figura VII.1.4.9.1-3).



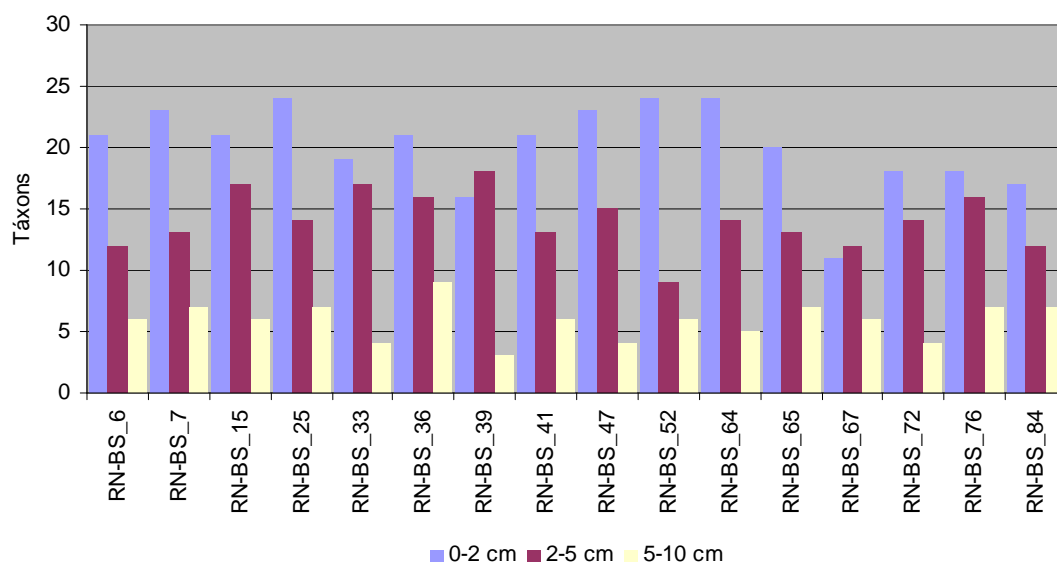
**Figura VII.1.4.9.1-3** - Dendrograma de similaridade qualitativa réplicas e estratos. Índice de Sorensen, agrupamento pela média. Estrato de 0 - 2 cm – em preto; estrato de 2 - 5 cm – em vermelho; estrato de 5 - 10 cm – em azul. RN-BS.

Os Mollusca se concentraram principalmente na superfície onde ocorreram em todas as estações. No estrato intermediário não foram encontrados em três estações e no estrato inferior foram encontrados em apenas metade das estações (figura VII.1.4.9.1-4).



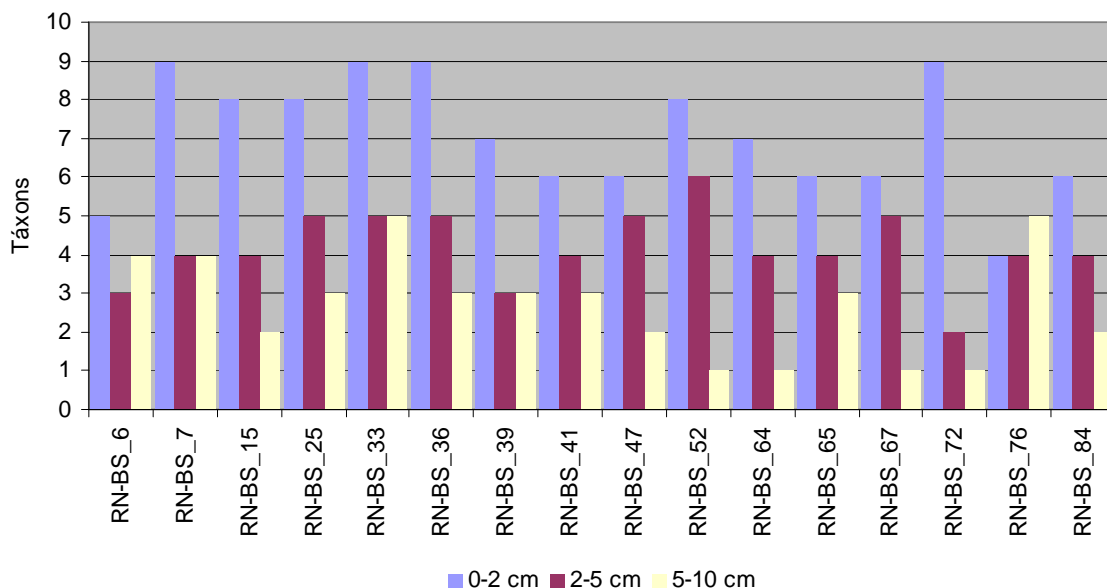
**Figura VII.1.4.9.1-4 - Número de táxons de Mollusca nos estratos. RN-BS.**

Os Polychaeta apresentaram uma distribuição consistente nos três estratos analisados (figura VII.1.4.9.1-5). Apenas em duas estações foram encontrados mais táxons no estrato intermediário (RN-BS\_39 e RN-BS\_67).



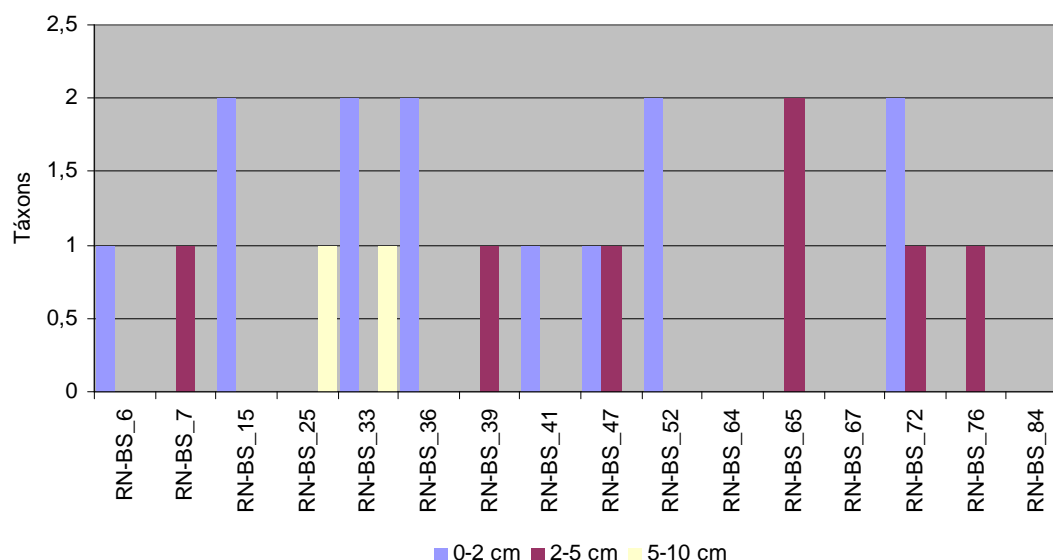
**Figura VII.1.4.9.1-5 - Número de táxons de Polychaeta nos estratos. RN-BS.**

Os Crustacea se concentraram na superfície, porém em duas estações (RN-BS\_6 e RN-BS\_76), foram encontrados mais táxons no estrato inferior do que no intermediário e em 3 estações (RN-BS\_7, RN-BS\_33 e RN-BS\_39) foi encontrado o mesmo número de táxons nestes dois estratos (figura VII.1.4.9.1-6).



**Figura VII.1.4.9.1-6 - Número de táxons de Crustacea nos estratos por estação. RN-BS.**

Os Echinodermata apresentaram distribuição muito esparsa, sendo que a maior ocorrência foi de dois táxons em um mesmo estrato e três táxons numa mesma estação (figura VII.1.4.9.1-7).



**Figura VII.1.4.9.1-7 - Número de táxons de Echinodermata nos estratos por estação. RN-BS.**

A avaliação desses resultados mostra que 24 táxons ocorreram com maior frequência, ou só ocorreram, nos estratos inferiores, sendo que dez são Polychaeta, cinco pertencem ao filo Mollusca, cinco ao subfilo Crustacea, três ao filo Echinodermata e um à classe Acarina (tabela VII.1.4.9.1-1).

**Tabela VII.1.4.9.1-1 - Frequência de ocorrência dos táxons por estratos. Frequência máxima = 46. RN-BS.**

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
<i>Thaleia nisonis</i>	0	1	0
<i>Bivalvia</i> sp.	1	3	0
<i>Nuculana</i> sp.	0	1	0
<i>Nuculana larranagai</i>	3	5	9
Família Tellinidae	0	1	0
Família Ampharetidae	1	1	1
Família Amphinomidae	4	5	1
<i>Eunice</i> sp.	0	1	0
Família Lysaretidae	5	6	1
<i>Magelona</i> sp.	3	5	0
<i>Nephtys</i> sp.	0	0	1
Família Nereididae	0	1	0

Continua

Continuação

Táxons	Estratos		
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
<i>Phylo</i> sp.	0	0	1
<i>Sternaspis</i> sp.	0	1	1
<i>Terebellides</i> sp.	0	5	0
Subordem Asellota	1	2	0
Família Ampithoidae	0	0	1
Família Dexaminidae	0	4	0
Família Phoxocephalidae	0	1	0
Amphiuridae juvenil	0	2	0
<i>Amphiura</i> sp	0	1	0
<i>Amphiodia planispina</i>	0	2	1
Acarina	4	10	1

Considerando os táxons relacionados na tabela VII.1.4.9.1-1, verificou-se que dez só ocorreram no estrato intermediário, três apenas no mais profundo e seis foram encontrados nos três estratos.

#### VII.1.4.9.2 - Densidade e Índices Biológicos

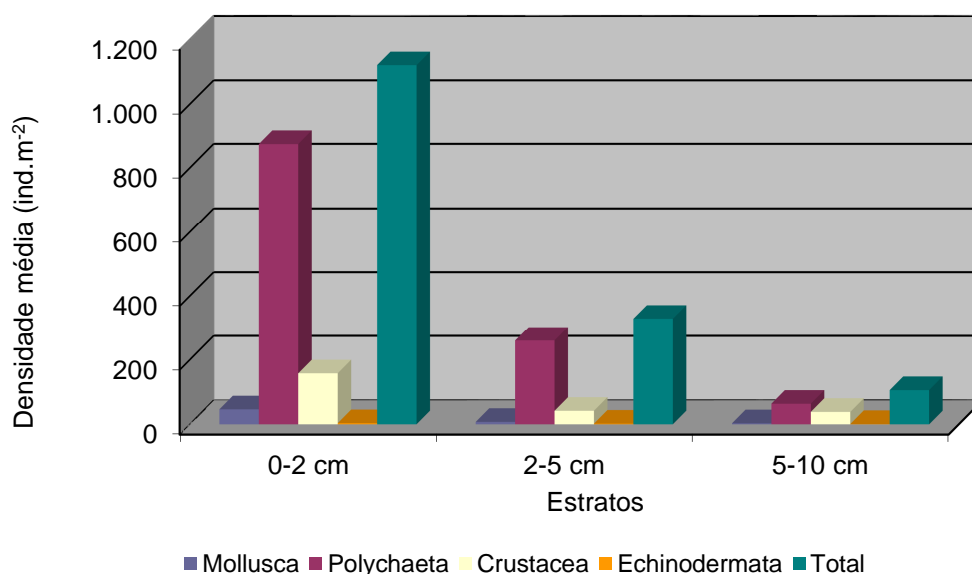
Considerando as 16 estações, suas três réplicas (exceto para a estação RN-BS\_67, onde apenas uma réplica foi obtida) e uma área total amostrada de 4,14 m<sup>2</sup>, foi quantificada a média de 1.554 ind.m<sup>-2</sup>. O estrato superficial contribuiu com 1.121 ind.m<sup>-2</sup>, o intermediário com 328 ind.m<sup>-2</sup> e o inferior com 105 ind.m<sup>-2</sup> (tabela VII.1.4.9.2-1).

**Tabela VII.1.4.9.2-1 - Densidades médias e respectivos desvios padrão nos estratos e no total.**

Grupo/Estrato	Densidade média (ind.m <sup>-2</sup> )				Desvio padrão			
	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm	Total	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm	Total
Mollusca	46	7	3	56	16	5	4	17
Polychaeta	873	259	63	1.195	254	60	34	288
Crustacea	157	42	38	237	47	18	18	54
Echinodermata	3	2	1	6	4	3	2	4
Outros	41	18	0,1	59	17	9	3	21
Total	1.121	328	105	1.554	318	96	110	331
%	72,11	21,10	6,78	100,00	-	-	-	-

No estrato superficial estavam concentrados 72,11% dos organismos encontrados, contra 21,10% no intermediário e 6,78% no inferior.

A figura VII.1.4.9.2-1 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).



**Figura VII.1.4.9.2-1 - Densidade média (ind.m<sup>-2</sup>) nos estratos e no total. RN-BS.**



Uma análise mais detalhada da distribuição vertical dos organismos mostra que 21 táxons dos 106 táxons encontrados apresentaram um número maior de indivíduos concentrados nos estratos intermediário e/ou inferior (tabela VII.1.4.9.2-2).

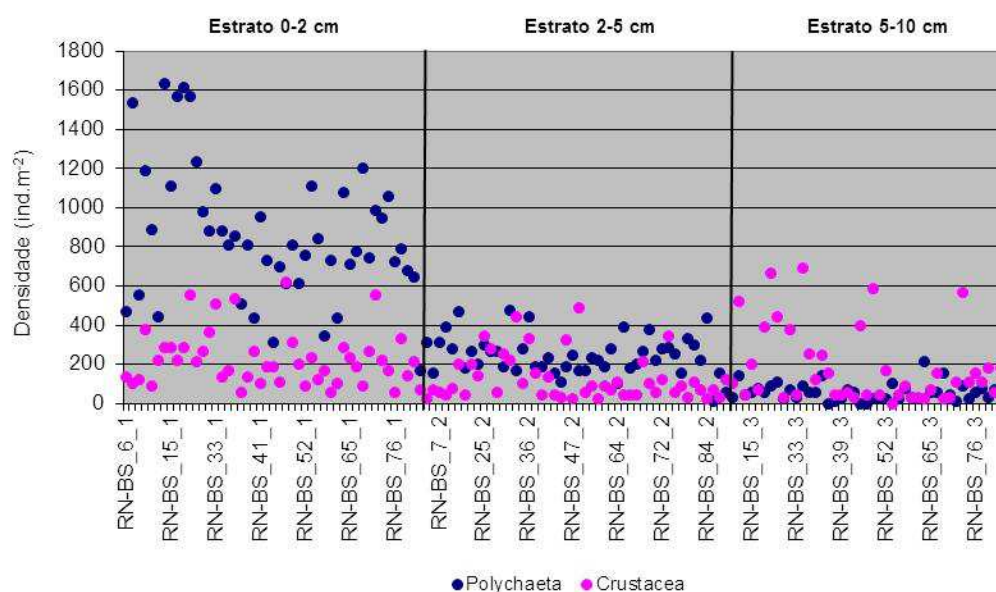
**Tabela VII.1.4.9.2-2 - Número total de organismos por estratos. RN-BS.**

Filo	Táxons	0 - 2 cm	2 - 5 cm	5 - 10 cm
Mollusca	<i>Thaleia nisonis</i>	0	11	0
	<i>Bivalvia</i> sp.	11	33	0
	<i>Nuculana</i> sp.	0	11	0
	<i>Nuculana larranagai</i>	33	56	100
	Família Tellinidae	0	11	0
	Família Amphinomidae	57	83	14
	<i>Eunice</i> sp.	0	16	0
Annelida - Polychaeta	<i>Magelona</i> sp.	46	69	0
	<i>Nephtys</i> sp.	0	0	11
	Família Nereididae	0	15	0
	<i>Phylo</i> sp.	0	0	37
	<i>Sternaspis</i> sp.	0	16	18
	<i>Terebellides</i> sp.	0	75	0
	Acarina	56	133	11
Arthropoda - Crustacea	Subordem Asellota	11	22	0
	Família Ampithoidae	0	0	11
	Família Dexaminidae	0	44	0
	Família Phoxocephalidae	0	11	0
	<i>Amphiuridae</i>	0	22	0
Echinodermata	<i>Amphiura</i> sp.	0	22	0
	<i>Amphiodia planispina</i>	0	22	11

A classe Polychaeta foi a que apresentou o maior número de táxons com densidades mais altas nos estratos inferiores, sendo que dos oito táxons encontrados apenas um (*Mageloma* sp.) ocorreu também no estrato de 0 - 2 cm. Destaca-se também os organismos dos três táxons do filo Echinodermata, pois estes organismos normalmente ocorrem na superfície do sedimento, o que permite supor que sua presença abaixo da superfície, especialmente no estrato

de 2 - 5 cm é decorrente de comportamento evasivo causado pela turbulência decorrente da coleta. Aditivamente, vale mencionar a mobilidade dos mesmos.

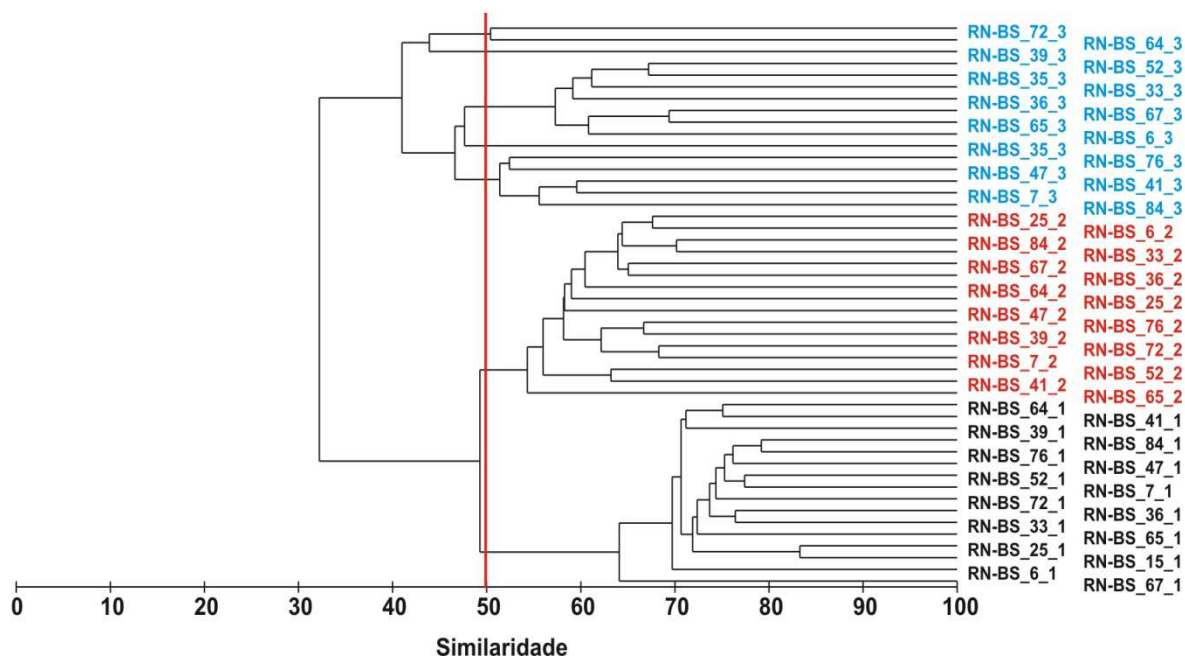
A avaliação da distribuição dos organismos dos dois grandes grupos predominantes (Annelida-Polychaeta e Crustacea) ao longo do perfil vertical mostra a predominância dos organismos da classe Polychaeta nos estratos de 0 - 2 cm e 2 - 5 cm. Já no inferior observa-se uma predominância dos Crustacea (figura VII.1.4.9.2-2).



**Figura VII.1.4.9.2-2 - Densidade total (ind.m<sup>-2</sup>) nos três estratos (\_1 = 0 - 2 cm; \_2 = 2 - 5 cm; \_3 = 5 - 10 cm). RN-BS.**

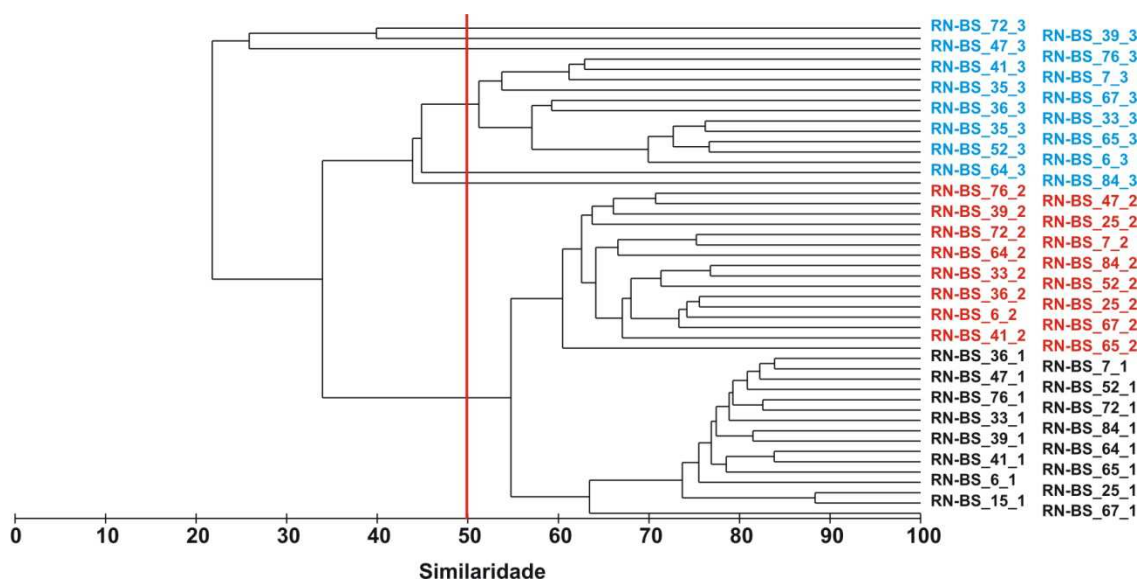
O dendrograma gerado pela análise de similaridade quantitativa entre estratos é composto por três grupos (figura VII.1.4.9.2-3): o primeiro formado pelas amostras dos estratos inferiores (5 - 10 cm); o segundo composto pelos estratos intermediários (2 - 5 cm); e o terceiro pelos estratos superficiais (0 - 2 cm).

Destaca-se que as similaridades entre estações são progressivamente menores do estrato 0 – 2 cm para o 5 – 10 cm, fato que está relacionado com as densidades, também, progressivamente mais baixas nos estratos inferiores.

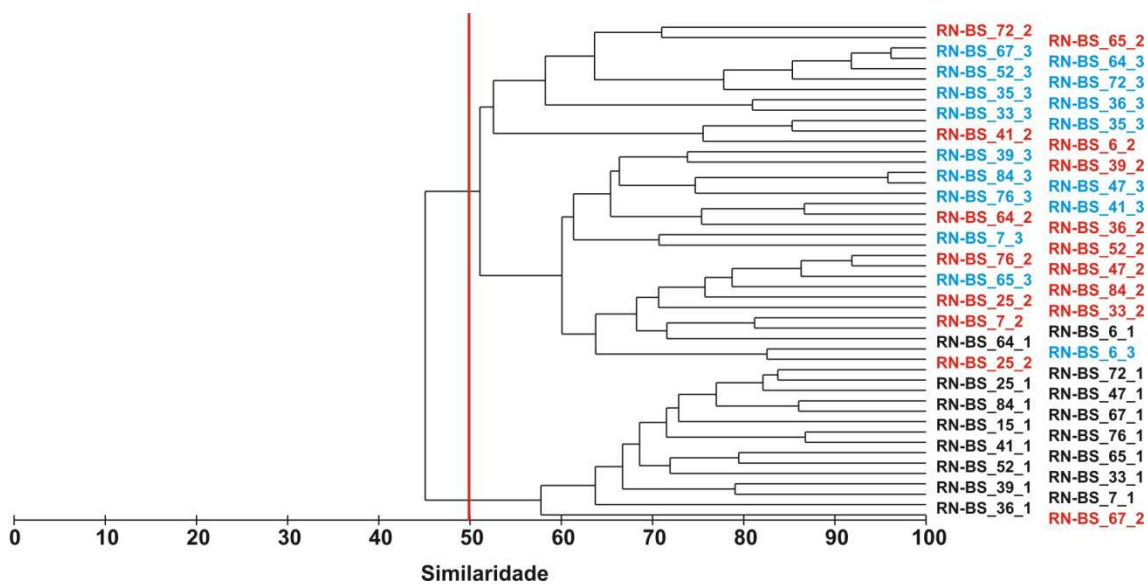


**Figura VII.1.4.9.2-3** - Dendrograma de similaridade quantitativa entre estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS.

Os resultados das análises de similaridade feitas entre réplicas para os dois grupos principais (Polychaeta e Crustacea) mostram que os Polychaeta possuem uma distribuição estruturada que responde às condições ambientais estabelecidas pela profundidade do sedimento. Já os Crustacea apresentam uma distribuição menos influenciada por esse fator, distribuindo-se de forma mais uniforme nos dois estratos inferiores (figura VII.1.4.9.2-4 e VII.1.4.9.2-5).

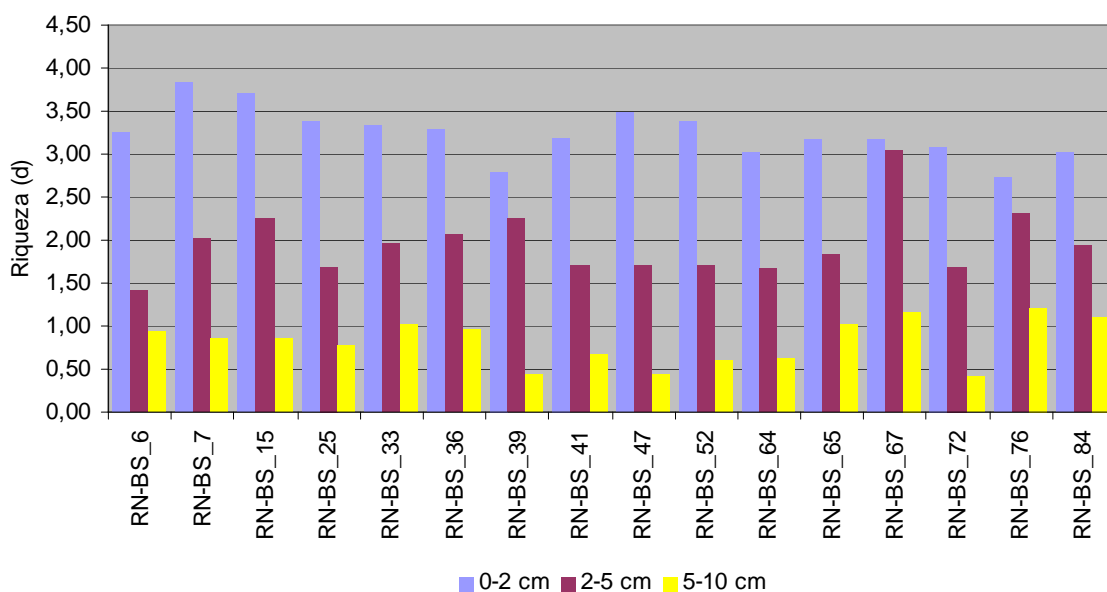


**Figura VII.1.4.9.2-4** - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de *Polychaeta* pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS.

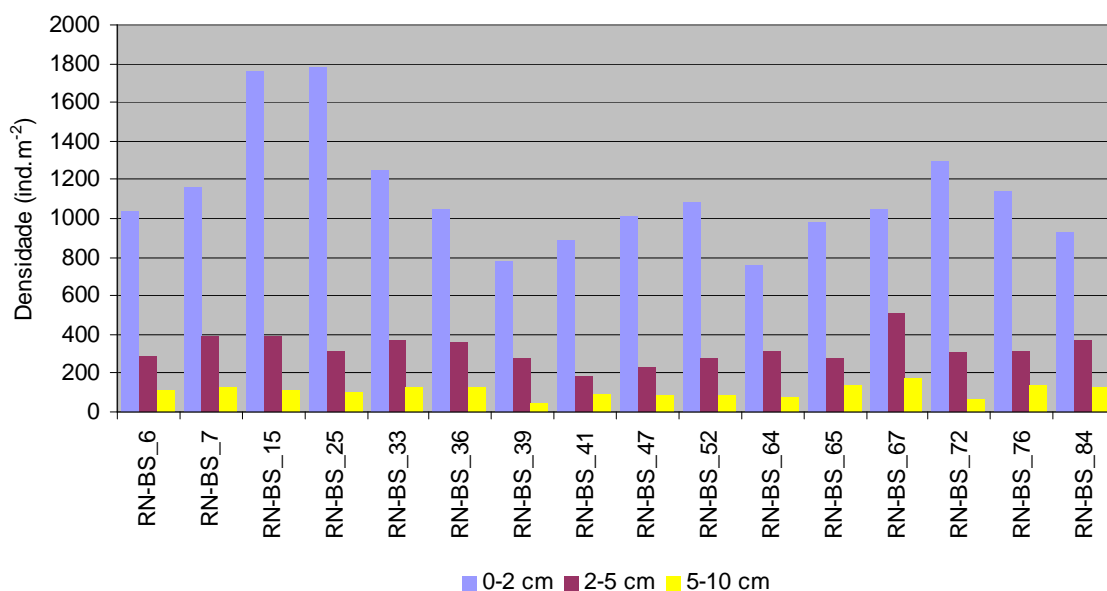


**Figura VII.1.4.9.2-5** - Dendrograma representativo da similaridade quantitativa de *Crustacea* pelos estratos. Índice de Bray-Curtis, agrupamento pela média. RN-BS.

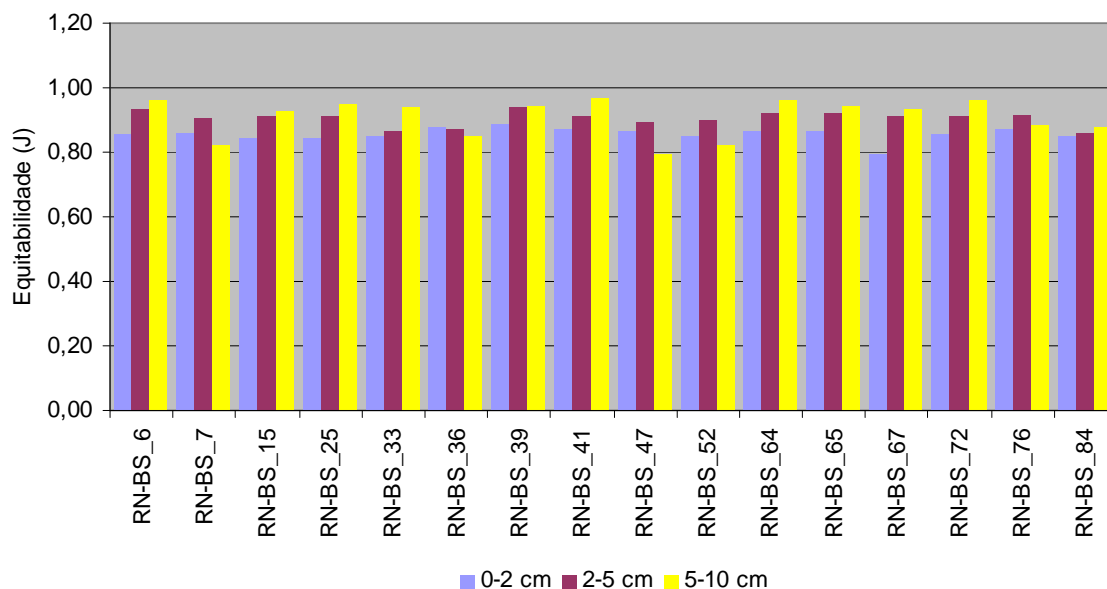
Os resultados dos índices biológicos se encontram ilustrados nas figuras VII.1.4.9.2-6 a VII.1.4.9.2-10. Todos os índices, com exceção da equitabilidade, apresentaram nítida redução com valores progressivamente mais baixos seguindo o perfil vertical do sedimento (figura VII.1.4.9.2-8).



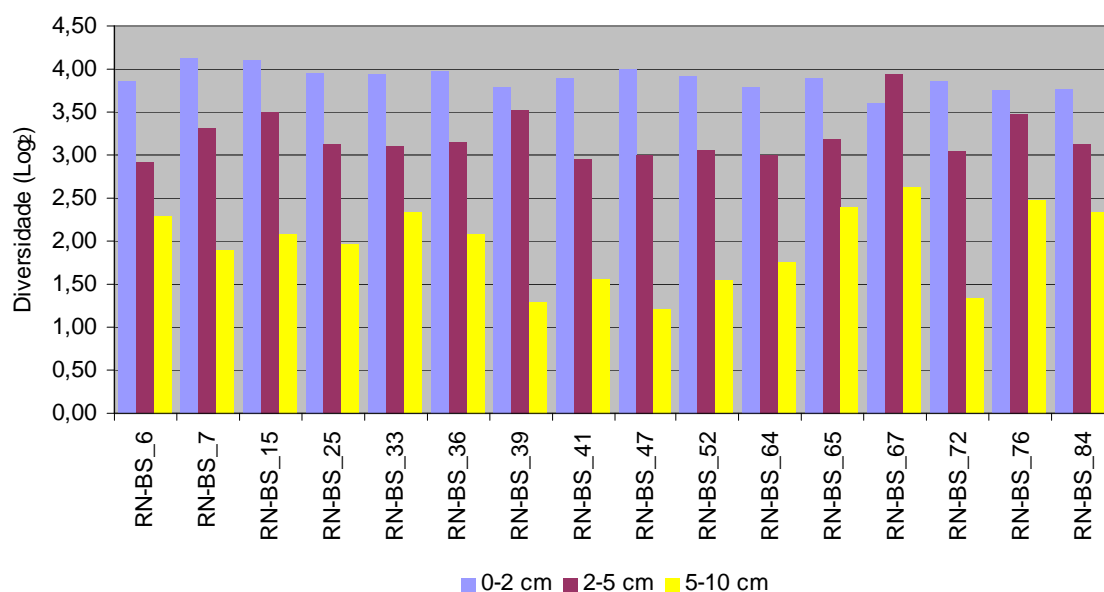
**Figura VII.1.4.9.2-6** - Valores de riqueza (d) nos estratos. RN-BS.



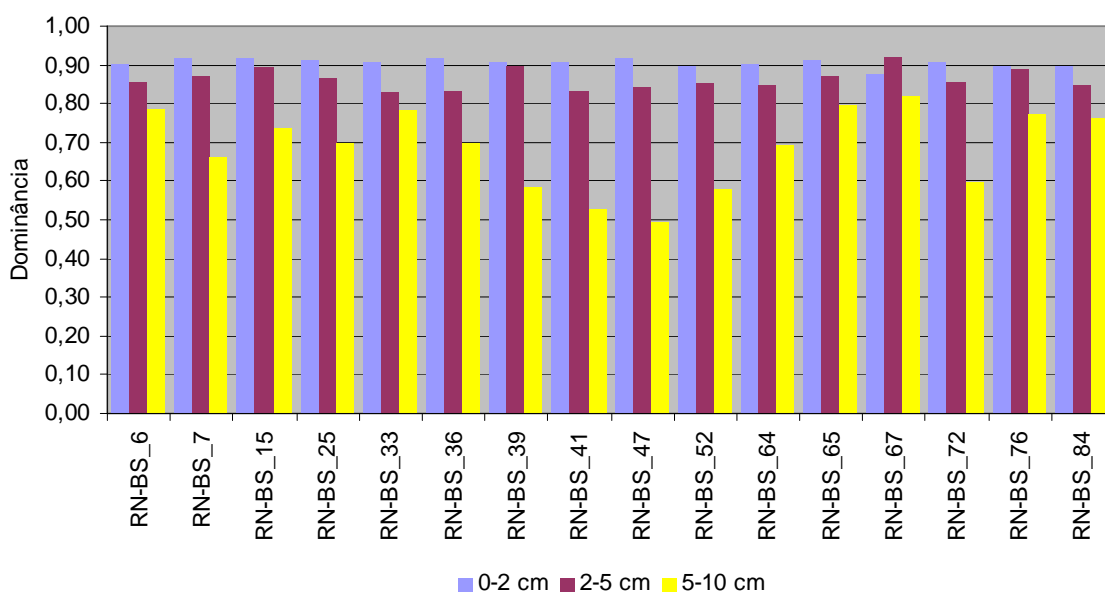
**Figura VII.1.4.9.2 -7** - Valores de densidade (d) nos estratos. RN-BS.



**Figura VII.1.4.9.2-8 - Valores de equitabilidade ( $J'$ ) nos estratos. RN-BS.**



**Figura VII.1.4.9.2-9 - Valores de Diversidade ( $H' = \text{Log}_2$ ) nos estratos. RN-BS.**



**Figura VII.1.4.9.2-10 - Valores de Dominância ( $1-\lambda'$ ) nos estratos. RN-BS.**

### VII.1.5 - Integração dos dados Bióticos e Abióticos

A integração dos dados foi feita com base na matriz de relações entre variáveis abióticas e variáveis bentônicas globais, analisadas nas 16 estações aleatórias da área e nos três estratos. Na tabela VII.1.5-1 as mesmas se encontram relacionadas com os seus respectivos códigos para identificação nas análises e figuras apresentadas.

**Tabela VII.1.5-1 - Variáveis abióticas e bióticas introduzidas nas análises multivariadas, com seus respectivos códigos nos gráficos.**

Variáveis	Códigos	Variáveis	Códigos
<b>Químicas</b>	-	<b>Granulométricas (*)</b>	-
Carbono orgânico total	COT	Areia	AREIA
Matéria orgânica total	MO	Silte	SILTE
Fósforo total	P	Argila	ARG
Nitrogênio total	N		-
Carbonato	CARB (*)	<b>Índices Biológicos</b>	-
-	-	Densidade total	DENS

Continua

**Continuação**

<b>Variáveis</b>	<b>Códigos</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Códigos</b>
<b>Metais (**)</b>	-	Riqueza	RIQ
Alumínio	Al	Equitabilidade	EQUI
Bário	Ba	Diversidade	DIV
Cadmio	Cd	Dominância	DOM
Chumbo	Pb	-	-
Cobre	Cu	<b>Táxons</b>	-
Cromo	Cr	Anthozoa	Anto
Ferro	Fe	Turbellaria	Turb
Manganês	Mn	Nemertinea	Neme
Mercurio	Hg	Crustacea	Crus
Níquel	Ni	Echinodermata	Echi
Vanádio	V	Acarina	Acar
Zinco	Zn	Polychaeta	Poly
-	-	Sipuncula	Sipu
<b>Contaminantes (**)</b>	-	Pycnogonida	Pycn
n-alcanos C5a C20	nalc1	Mollusca	Moll
n-alcanos C21 a C40	nalc2	-	-
HPAs	HPA	-	-
HTP	HTP	-	-
MCNR	MCNR	-	-

(\*) analisado no estrato 0 - 10 cm – dados repetidos nos demais estratos;

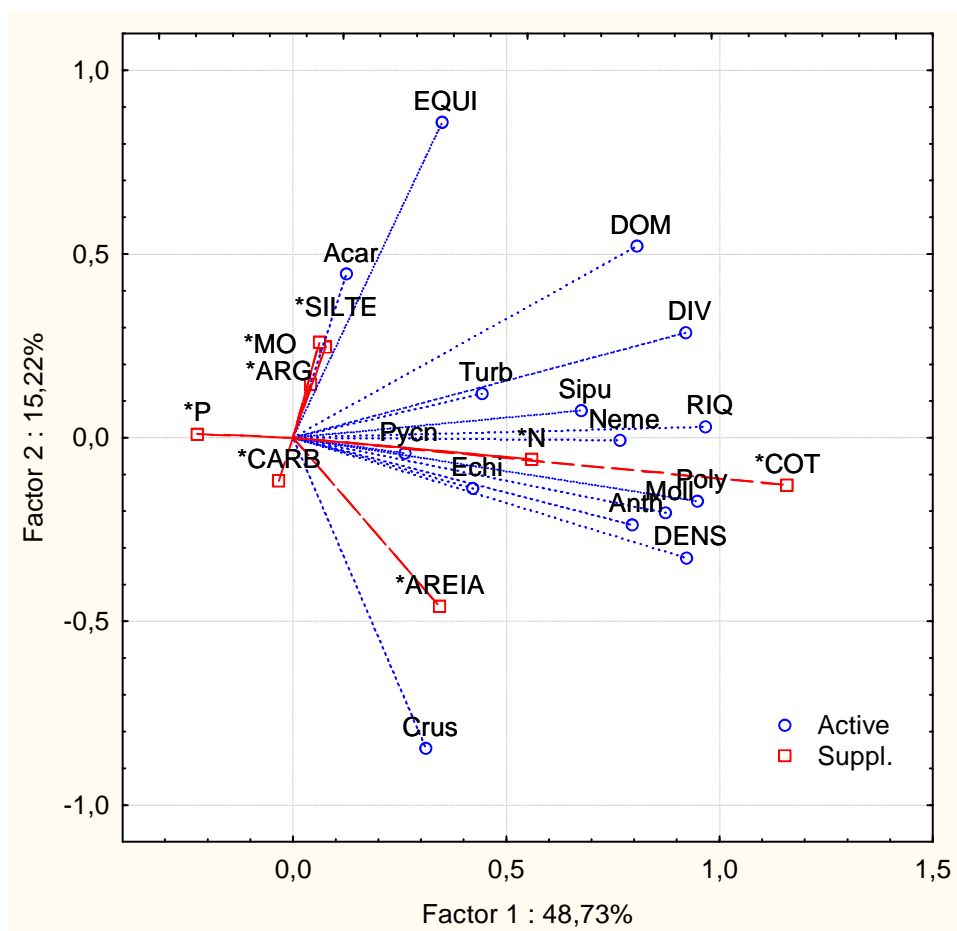
(\*\*) analisado somente no estrato 0-2 cm

### **VII.1.5.1 - Dados Físico-Químicos e Índices bentônicos**

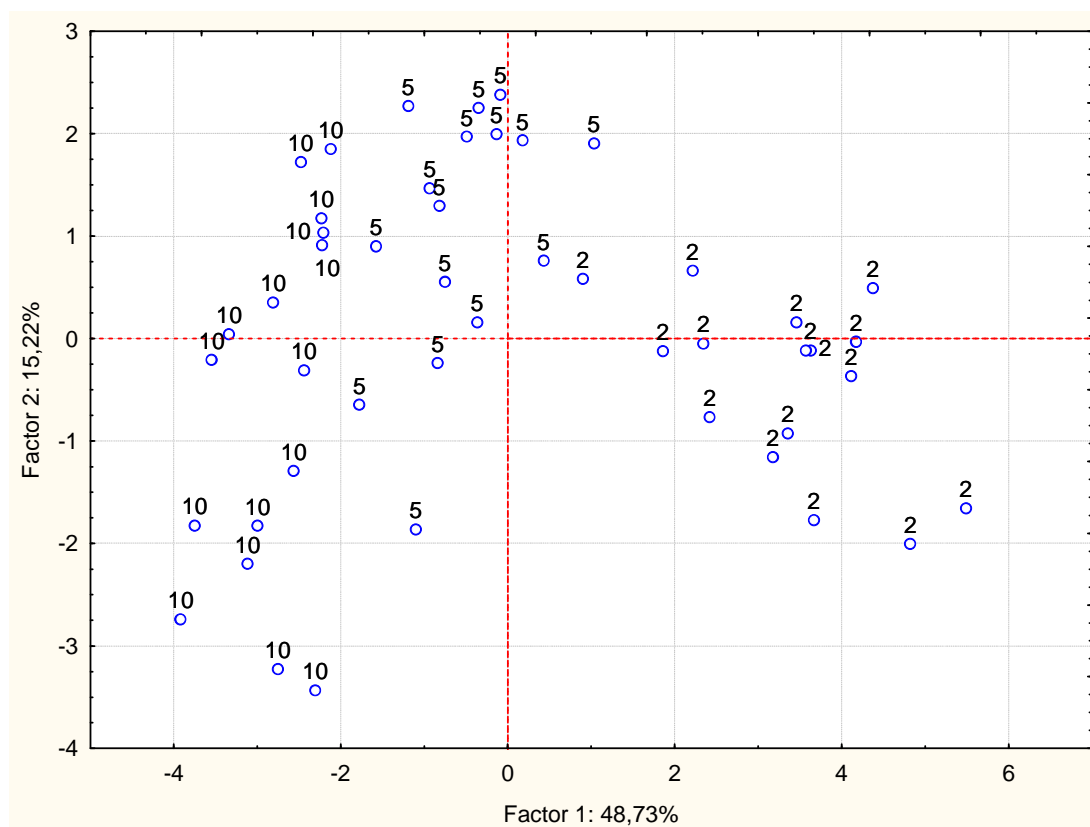
A partir da matriz de correlação de Pearson entre as 15 variáveis bentônicas (cinco índices e 10 grupos taxonômicos, cf tabela VII.1.5.1-1), foi aplicada uma ACP introduzindo as sete variáveis abióticas (três granulométricas e quatro químicas, cf tabela. VII.1.5.1-1) como variáveis suplementares explicativas sem interferência sobre o cálculo dos autovetores.

Essas variáveis foram analisadas em três estratos de 16 estações (total de 48 amostras). Pelo seu caráter aleatório, essas 16 estações não justificam uma análise de ordenação das estações tal como a MDS, sendo a ACP a análise mais adequada para descrever as relações entre variáveis.





**Figura VII.1.5.1-1** - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais (índices e grupos). Posição das variáveis no plano fatorial I-II. As variáveis abióticas foram incluídas como variáveis explicativas suplementares.



**Figura VII.1.5.1-2 - ACP sobre a matriz de correlação entre variáveis bentônicas globais. Posição das amostras no plano fatorial I-II. Os estratos são indicados pelos números 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm).**

A ACP indica que todas as variáveis bentônicas estão positivamente correlacionadas em relação ao fator I, que explica 48,73% da distribuição, sendo estas dominantes no estrato 0-2 cm, diminuindo em função da profundidade, (figura VII.1.5.1-1 e VII.1.5.1-2).

O COT e N são as variáveis mais fortemente ligadas à maioria dos grupos bentônicos e aos índices (DOM, DIV e RIQ). A posição mais central dos carbonatos (CARB) indica ausência de influência sobre a variação do sistema bentônico.

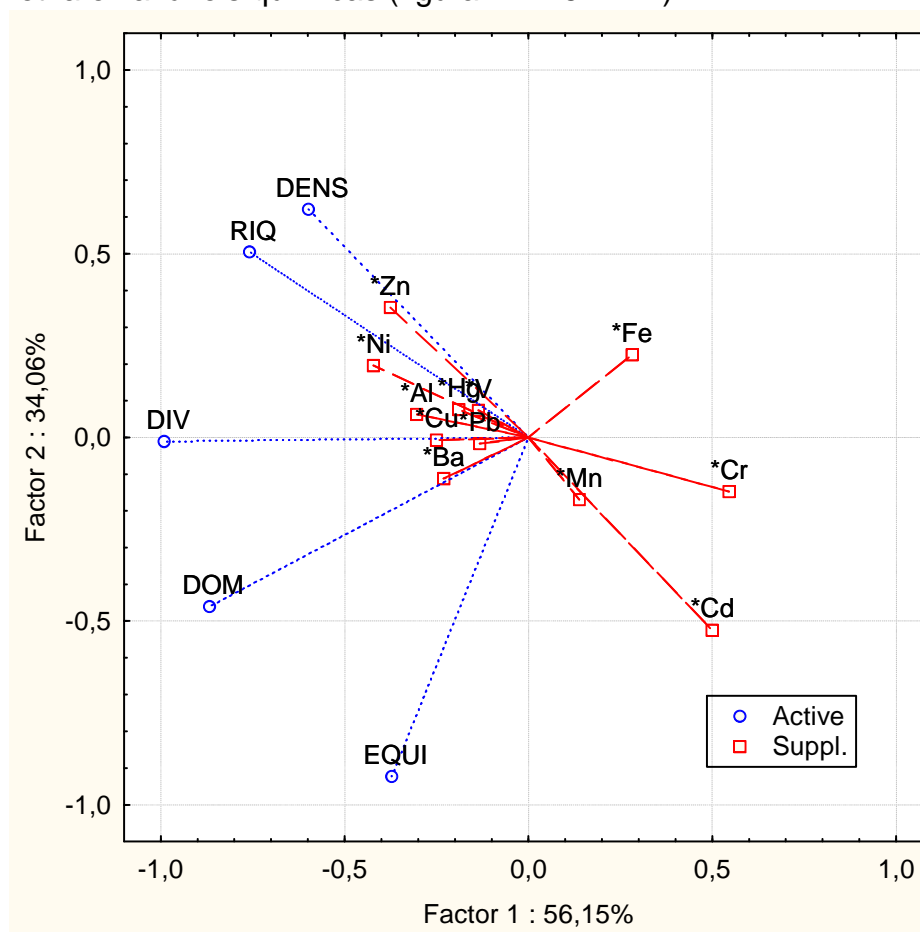
Em relação à biota, os Crustáceos apresentam maior abundância quando há maiores percentuais de areia nos sedimentos, e há maior dominância e equitabilidade em sedimentos mais finos (silte e argila), variações estas

relacionadas ao fator 2, que tem menos participação na explicação da distribuição dos parâmetros (15,22%).

### VII.1.5.2 - Teores em Contaminantes e Índices Biológicos

#### VII.1.5.2.1 - Relações Táxons x Metais - estrato de 0 - 2 cm

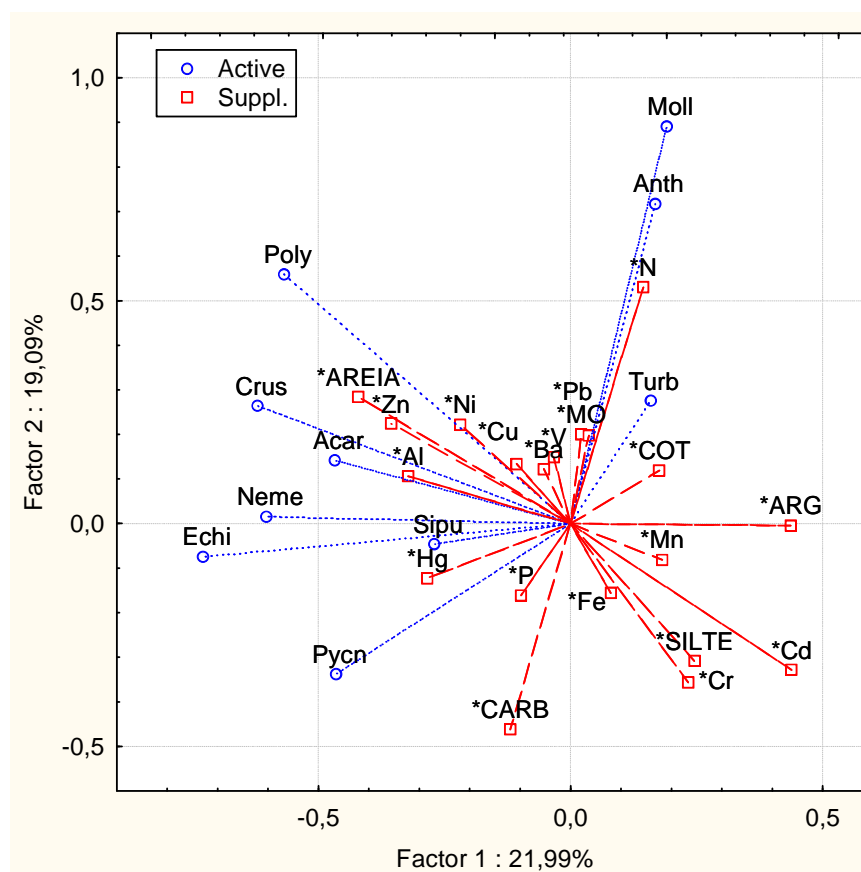
Em razão do menor número de amostras (n=16) as relações entre os táxons e metais foram analisadas separadamente: uma ACP entre índices bentônicos e metais (figura VII.1.5.2.1-1) e uma ACP entre grupos bentônicos, metais, granulometria e variáveis químicas (figura VII.1.5.2.1-2).



**Figura VII.1.5.2.1-1** - ACP entre índices bentônicos e metais. Projeção das variáveis ativas (Índices) e suplementares explicativas (metais) no plano fatorial I-II.

Os índices bentônicos encontram-se negativamente relacionados em consideração ao eixo 1, que explica 56,15% da distribuição encontrada. Os maiores valores dos índices, principalmente diversidade e dominância (DIV e DOM), ocorrem em sedimentos com baixos teores em Cd, Cr, Fe, e Mn. Aparece uma tendência de maiores densidades e riquezas (DENS e RIQ) em ambiente com maior teor em Zn e Ni, conforme eixo 2, que explica 34,06% da variação dos dados.

Esta tendência, contudo, parece estar relacionada com a granulometria do sedimento, com teores mais elevados de areia nas estações com maior concentração de zinco, e não propriamente com os teores de Zn e Ni.



**Figura VII.1.5.2.1 -2** - ACP entre grupos bentônicos, metais, granulometria e variáveis químicas. Projeção das variáveis ativas (grupos) e suplementares explicativas (granulometria e metais) no plano fatorial I-II.

Polychaeta (Poly), Crustacea (Crus), Nemertinea (Neme), Echinodermata (Echi) e Pycnogonida (Pycn) tem correlação significativa com o eixo I ( $> 0,447$ )

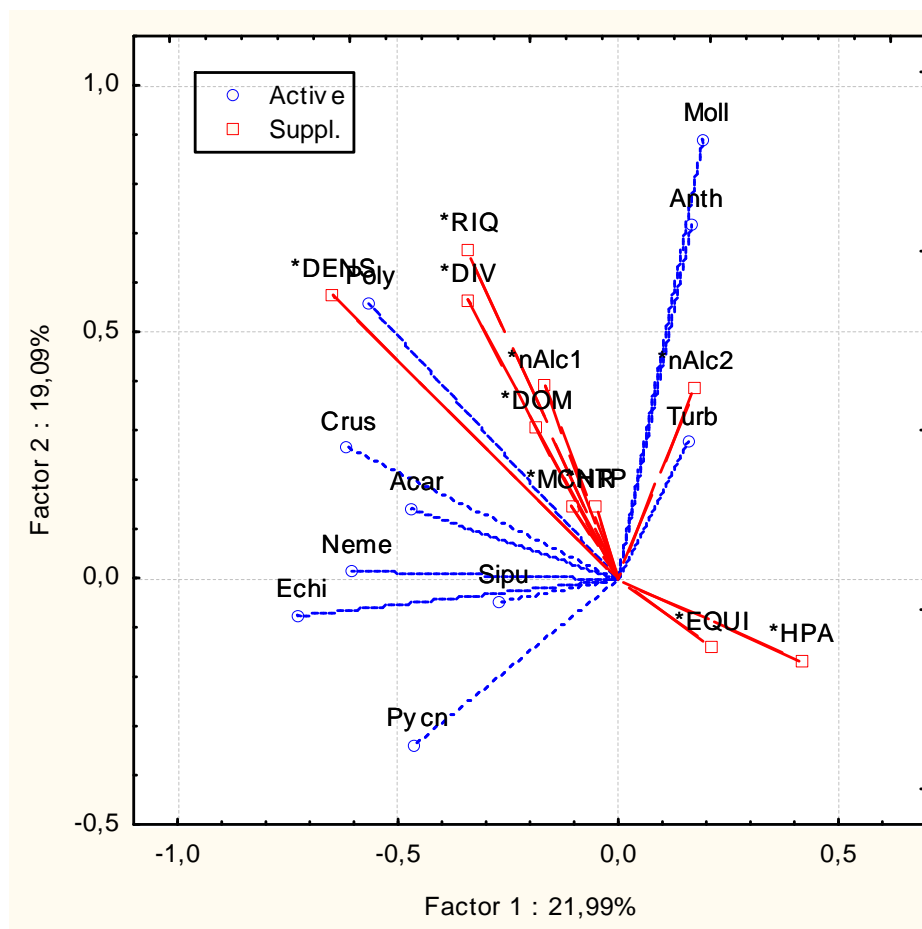
Esses grupos se distribuem preferencialmente em sedimento com menor teor em Cd e Cr, (geralmente aqueles com maiores concentrações de argila e silte) e, maior teor em Zn, Al, Hg, Ni (aqueles com maiores concentrações de areia).

No eixo II somente Mollusca e Anthozoa apresentam correlação significativa. Esses grupos ocorrem em sedimento com maior teor em nitrogênio total e menor em carbonato (figura VII.1.5.2.1 -2).

Ressalta-se ainda a baixa representatividade de ambos os eixos gerados para explicar a distribuição dos dados: 21,99% para o eixo 1 e 19,09% para o eixo 2, o que sugere alta complexidade envolvida na distribuição e inter-relação das variáveis ambientais, no caso, dos grupos bentônicos.

#### ***VII.1.5.2.2 - Relações Táxons x Hidrocarbonetos no estrato de 0 - 2 cm***

As relações entre os táxons, (variáveis ativas) e os compostos considerados como contaminantes (n-alcanos, HPA, HTP e MCNR) mais os índices bentônicos, ambos utilizados como variáveis suplementares explicativas na ACP, se encontram ilustradas na figura VII.1.5.2.2-1.



**Figura VII.1.5.2.2-1** - ACP entre grupos bentônicos, índices bentônicos e contaminantes. Projeção das variáveis ativas (grupos) e suplementares explicativas (índices e contaminantes) no plano fatorial I-II.

A projeção das variáveis no plano fatorial I-II revela uma baixa contribuição dos contaminantes para a variabilidade dos grupos e índices bentônicos. Observa-se, entretanto, uma correlação positiva entre as variáveis DENS, RIQ, DIV, o grupo Polychaeta e os n-alcenos leves – n-Alc1, em relação ao eixo 2. As maiores concentrações destes compostos são provavelmente efeito dos índices ecológicos mais elevados (principalmente densidade).

É possível, além disso, perceber uma tendência de diminuição da densidade da maioria dos grupos bentônicos em amostras com maiores teores em HPA.

Deve-se ressaltar que as concentrações desses compostos (n-alcanos, HPA, HTP e MCNR) em RN-BS encontram-se em níveis muito baixos, corroborando o local de escolha como área de referência. Esse dado permite supor que as correlações mencionadas acima são ocasionais e não resultados de relação de causa e efeito.

#### VII.1.5.3 - Comunidades bentônicas

O estudo das comunidades bentônicas e suas relações com as variáveis ambientais abióticas foi realizado utilizando a técnica de análise de correspondência canônica – ACC. O princípio dessa técnica é de ordenar os táxons e as amostras no plano fatorial de acordo com uma regressão múltipla das variáveis abióticas. As comunidades bentônicas foram analisadas a partir da planilha dos táxons (24 táxons e 48 amostras, tabela VII.1.5.3-1) e da planilha das variáveis abióticas (8 variáveis nas 48 amostras, tabela VII.1.5.3-2) que foram processadas simultaneamente. A fim de amenizar o ruído provocado pela ocorrência de táxons extremamente raros e de fraca densidade dificultando a correlação múltipla com o ambiente, foram selecionados os táxons cujos organismos apresentam frequência de ocorrência superior a 10% e densidade superior a 20 indivíduos por m<sup>2</sup>.

**Tabela VII.1.5.3-1** - Lista dos táxons introduzidos na análise de correspondência canônica - ACC, com seus respectivos códigos utilizados nos gráficos.

Códigos	Táxons	Códigos	Táxons
Nemer	Filo Nemertinea	Ophel	Ophelina sp.
Caudo	Caudofoveata sp.	Parao	Família Paraonidae
Linop	Linopherus sp.	Arici	Aricidea sp.
Capit	Família Capitellidae	Polyn	Família Polynoidae
Cirra	Família Cirratulidae	Sabel	Família Sabellidae
Thary	Tharyx sp.	Spion	Família Spionidae
Cossu	Cossura sp.	Exogo	Exogone sp.
Glyce	Glycera sp.	Sipun	Filo Sipuncula

Continua

Continuação

Códigos	Táxons	Códigos	Táxons
Gonia	Goniada sp.	Podoc	Subordem Podocopida
Hesio	Família Hesionidae	Tanai	Ordem Tanaidacea
Lumbr	Lumbrineris sp.	Gnath	Família Gnathiidae
Malda	Família Maldanidae	Lysia	Família Lysianassidae

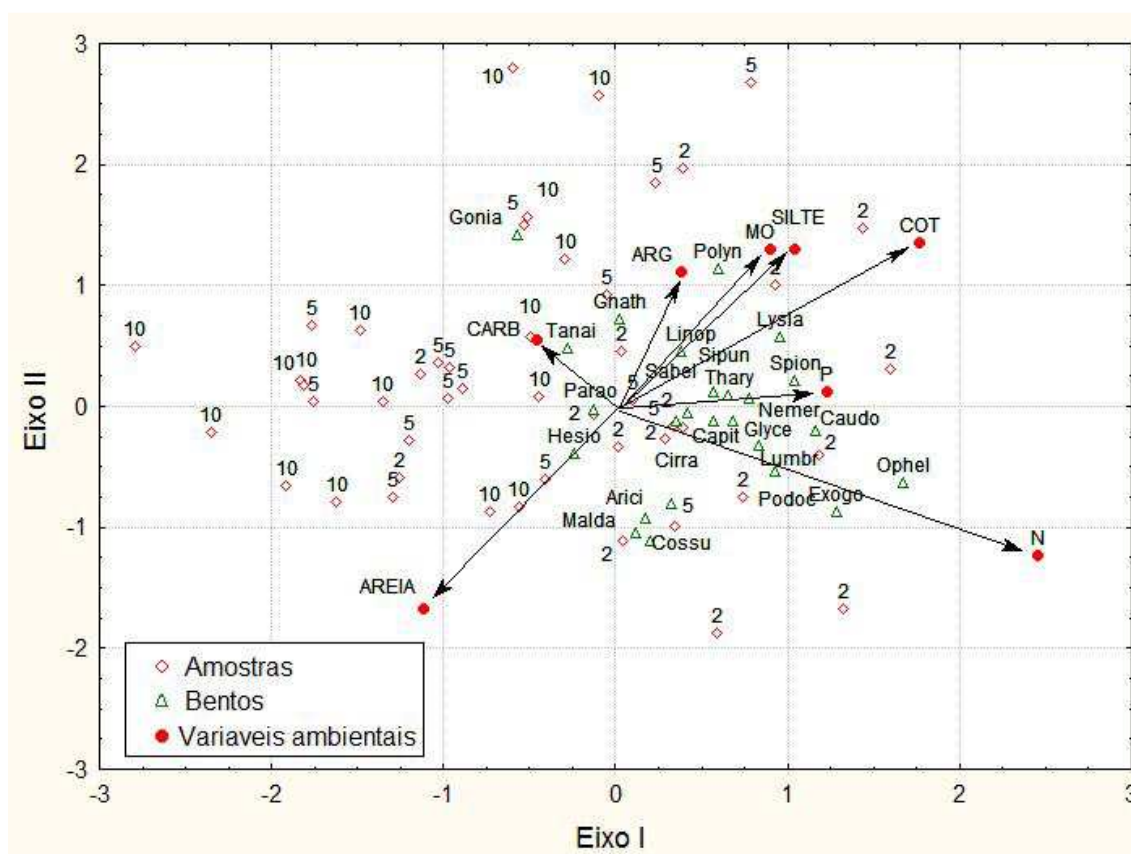
**Tabela VII.1.5.3-2 - Lista das variáveis ambientais introduzidas na análise de correspondência canônica - CCA, com os códigos utilizados nos gráficos.**

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

Os resultados da análise (figura VII.1.5.3-1) mostram o primeiro eixo canônico significativo ( $p=0,0067$ ), positivamente relacionado à N, COT, P, MOT, SILTE e ARG, principalmente às amostras superficiais (0 - 2 cm) e negativamente relacionados à AREIA e CARB, pela influência das amostras dos estratos mais profundos (2 - 5 cm e 5 - 10 cm).

Com relação aos resultados acima, cabe ressaltar que as análises granulométricas foram feitas em apenas uma amostra que integrou os três estratos, com isso os resultados dos três estratos são exatamente os mesmos. Neste contexto, as relações mencionadas acima parecem resultantes de acasos matemáticos entre os dados.





**Figura VII.1.5.3-1 - ACC: Projeção das amostras, táxons e variáveis ambientais no plano fatorial I-II.**(os numero correspondem aos estratos: 2 (0 - 2 cm), 5 (2 - 5 cm) e 10 (5 - 10 cm)).

O maior comprimento dos vetores COT, N e AREIA indica uma maior influência dessas variáveis na distribuição dos táxons bentônicos. Os teores de carbonato, representado por um pequeno vetor CARB, não parecem contribuir significativamente na variabilidade dos táxons. A projeção ortogonal dos táxons sobre os vetores ambientais permite inferir sobre a ecologia dos táxons. Existe uma relação entre o aumento da proporção de areia no sedimento e a densidade da família Maldanidae e da espécie *Cossura* sp. As famílias Polynoidae (Polyn) e Lysianassidae (Lysia) tem ocorrência máxima em sedimentos finos com teores elevados de COT. As espécies dos gêneros *Ophelina* (Ophel) e *Exogone* (Exogo) se projetam na extremidade positiva do vetor N, sugerindo uma preferência por sedimento com elevado teor em nitrogênio total.

Pela sua posição, mais afastado do centro do plano, *Goniada* sp (Gonia) se relaciona com sedimento finos de baixa teor em nitrogênio total.

Nota-se uma distribuição aleatória dos estratos no plano, indicando a ausência de um padrão de estratificação que poderia explicar a distribuição vertical dos organismos bentônicos na área de referência. Resultado este, provavelmente, relacionado com o fato da granulometria ter sido determinada de forma conjunta nos três estratos.

### **VII.1.6 – Resultados relevantes**

A área é caracterizada por apresentar em média 75% de sedimento lamoso com predominância de silte.

Teores de carbonato acima de 20% associados aos conteúdos de matéria orgânica.

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

- Os índices e principais grupos bentônicos são positivamente correlacionados, com valores máximos no estrato 0-2 cm, diminuindo em função da profundidade do sedimento;
- Os táxons bentônicos apresentaram maior dominância, riqueza e diversidade em sedimento arenoso e com maiores teores em carbono orgânico total e nitrogênio;
- No estrato superficial, o sedimento arenoso se caracteriza também por valores elevados dos índices bentônicos, maiores densidades dos grupos Polychaeta, Crustacea, Nemertinea, Echinodermata e Pycnogonida, concentrações maiores em Zn, Al, Hg, Ni, e mais baixas em Cd, Cr, Fe e Mn;
- Não há evidência da contribuição dos contaminantes na variabilidade dos grupos e índices bentônicos. O aumento ocasional de n-alcanos

leves não indica o efeito de uma maior densidade bentônica, principalmente do grupo Polychaeta;

- A presença de areia no sedimento favorece determinados táxons, tais como a família Maldanidae e a espécie *Cossura* sp;
- As famílias Polynoidae e Lysianassidae e as espécies dos gêneros *Ophelina* e *Exogone* tem ocorrência máxima em sedimentos mais finos com teores elevados em carbono orgânico total e nitrogênio total. *Goniada* sp se relaciona também com sedimentos finos porém com menor concentração em nitrogênio;
- Tem a profundidade do sedimento, expressa pelos estratos, influência a distribuição vertical da densidade da macrofauna bentônica, com máximos observados na camada superficial, porém não apresenta efeito sobre a composição taxonômica, que parece depender muito mais de um fator estocástico.
- As famílias Polynoidae e Lysianassidae e as espécies dos gêneros *Ophelina* e *Exogone* tem ocorrência máxima em sedimentos mais finos com teores elevados em carbono orgânico total e nitrogênio total. *Goniada* sp se relaciona também com sedimentos finos porém com menor concentração em nitrogênio;
- A profundidade do sedimento, expressa pelos estratos, influência a distribuição vertical da densidade da macrofauna bentônica, com máximos observados na camada superficial, porém não apresenta efeito sobre a composição taxonômica, que parece depender muito mais de um fator estocástico.



---

## **VII.1.7 – Anexos**



---

**Anexo VII.1.1.1-1 – Laudo de Granulometria - RN-BS.**





---

**Anexo VII.1.2-1 – Laudo de Metais, Carbonato, Matéria Orgânica, Carbono Orgânico, Nitrogênio e Fósforo – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.1-1 – Laudo de HPA's – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.1.1-1 - Cromatogramas – PAH – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.2-1 – Laudo de HTP's – RN-BS.**





---

**Anexo VII.1.2.2-2 – Laudo de *n*-alcanos C5 a C7 – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.2-3 – Laudo de *n*-alcanos C8 a C40 – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.2.1-1 - Cromatogramas - *n*-alcanos – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.2.2-4 – Laudo de MCNR – RN-BS.**





---

**Anexo VII.1.4.1-1 – Inventário taxonômico – macrofauna bentônica – RN-BS.**



---

**Anexo VII.1.4.4-1 – Densidades das espécies – RN-BS.**