

6 Resultados e discussões

6.1. Dados de biometria

As tabelas 4 e 5, mostram os dados de biometria das espécies de peixes coletadas no presente estudo e contém a indicação dos indivíduos escolhidos para serem analisados. As figuras 21, 22, 23 e 24 ilustram as distribuições dos valores de comprimentos totais e das massas das espécies analisadas de cada campanha de amostragem.

Tabela 4. Dados de biometria dos indivíduos da espécie *Micropogonias furnieri* (corvina) coletados nesta pesquisa.

Campanha de amostragem	Identificação dos indivíduos	Massa (g)	Comprimento total (cm)	Comprimento da cabeça (cm)	Altura do corpo (cm)
1 ^a (estação seca)	C01		47	11	11
	C02 ^b		40	9	9
	C03		37	10	9
	C04 ^b		40	11	9
	C05 ^b		40	11	9
	C06		38	9	9
	C07		38	9	9
	C08		37	9	9
	C09 ^b		40	10	9
	C10		38	9	9
	C11		42	11	9
	C12		36	9	8
	C13		36	9	8
	C14		37	10	9
	C15 ^b		40	11	10
		8000 ^a			

Campanha de amostragem	Identificação dos indivíduos	Massa (g)	Comprimento total (cm)	Comprimento da cabeça (cm)	Altura do corpo (cm)
2 ^a (estação chuvosa)	C16 ^b	1042	48	11	11
	C17 ^b	684	42	10	9
	C18	691	40	11	10
	C19	1016	47	12	11
	C20	520	37	10	9
	C21	605	40	11	9
	C22	647	40	10	9
	C23	553	37	9	9
	C24	455	37	10	9
	C25 ^b	513	38	9	9
	C26	406	36	9	8
	C27	347	33	9	8
	C28 ^b	436	33	9	8
	C29	342	33	9	8
	C30 ^b	301	29	8	7
3 ^a (estação seca)	C31 ^b	693	43	12	10
	C32 ^b	550	38	9	10
	C33 ^b	663	40	10	10
	C34 ^b	885	48	12	11
	C35 ^b	596	40	9	9

^aOs indivíduos não foram pesados individualmente nesta campanha de amostragem, então utilizou-se, para os cálculos estatísticos, a massa média. Os 15 indivíduos desta campanha pesaram 8000g. ^bIndivíduos analisados.

Tabela 5. Dados de biometria dos indivíduos da espécie *Mugil liza* (tainha) coletados nesta pesquisa.

Campanha de amostragem	Identificação dos indivíduos	Massa (g)	Comprimento total (cm)	Comprimento da cabeça (cm)	Altura do corpo (cm)
1 ^a (estação seca)	T01		47	10	9
	T02		45	9	9
	T03		46	9	10
	T04 ^b		47	9	10
	T05 ^b		50	10	10
	T06 ^b		47	9	8
	T07 ^b		50	10	9
	T08 ^b		47	9	8
	T09		45	9	8
	T10		43	9	8
	T11		45	9	9
	T12		40	8	8
	T13		40	8	9
	T14		40	8	8
		11000 ^a			

Campanha de amostragem	Identificação dos indivíduos	Massa (g)	Comprimento total (cm)	Comprimento da cabeça (cm)	Altura do corpo (cm)
2 ^a (estação chuvosa)	T16 ^b	1479	57	10	9
	T17 ^b	1078	50	10	9
	T18 ^b	936	48	9	9
	T19 ^b	724	43	8	8
	T20	681	43	9	8
	T21 ^b	524	39	8	8
3 ^a (estação seca)	T31 ^b	1400	45	10	10
	T32 ^b	873	48	8	9
	T33 ^b	1131	52	9	9
	T34 ^b	>2000	64	11	11
	T35 ^b	1218	51	9	9

^aOs indivíduos não foram pesados individualmente nesta campanha de amostragem, então utilizou-se, para os cálculos estatísticos, a massa média. Os 14 indivíduos desta campanha pesaram 11000g. ^bIndivíduos analisados.

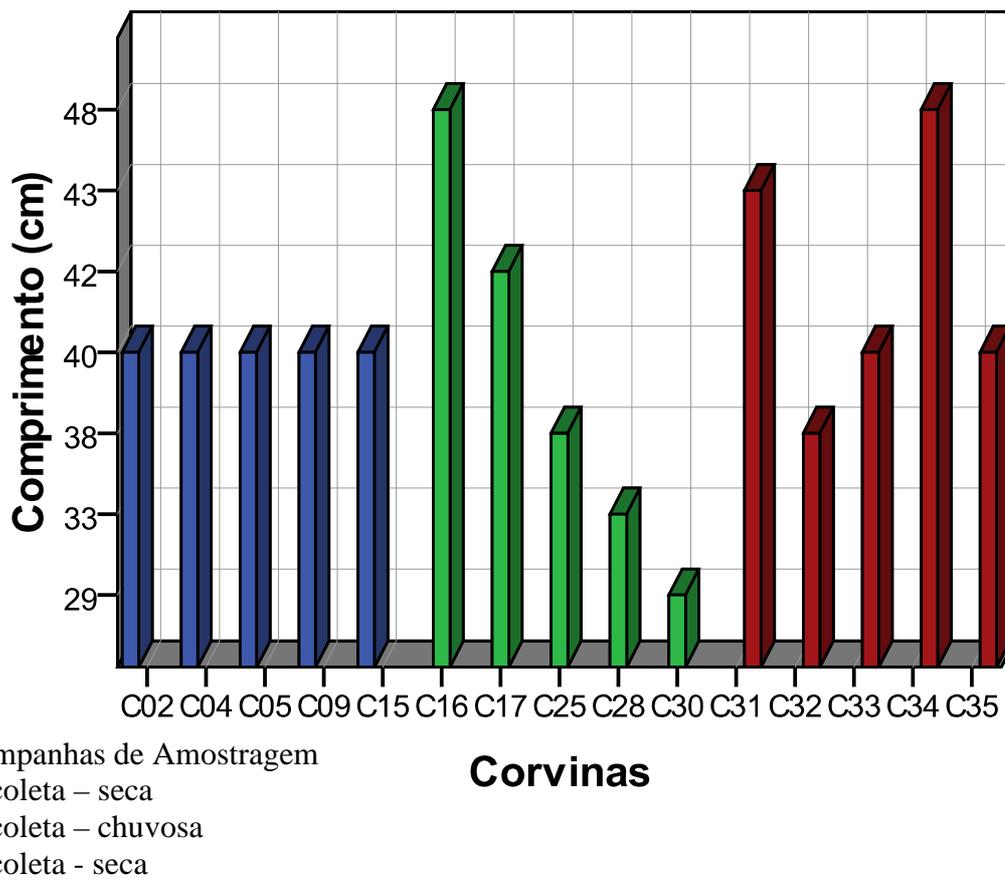
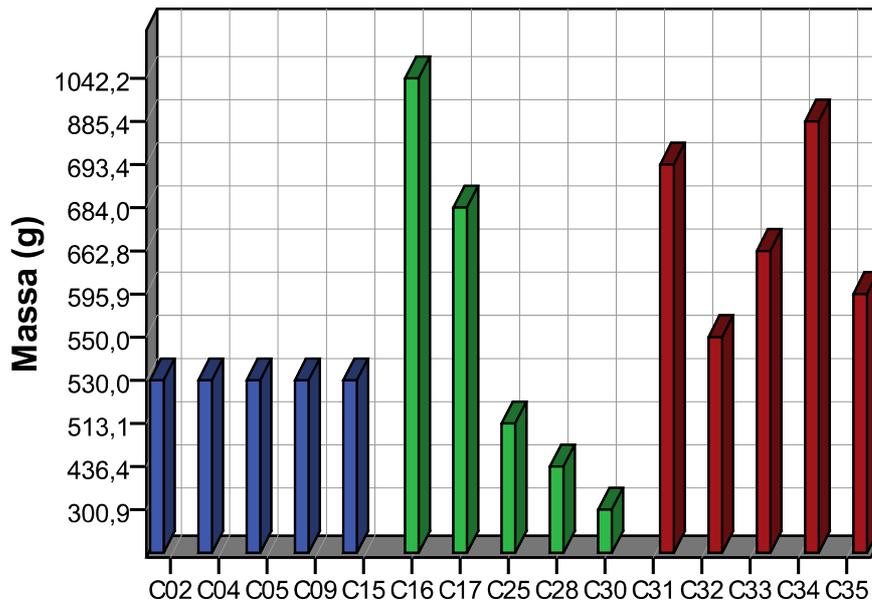
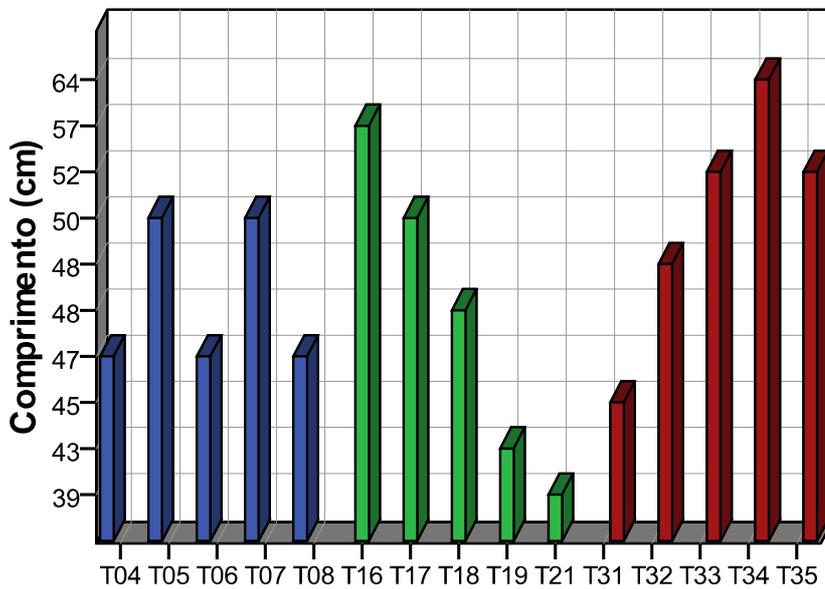


Figura 21 – Distribuição dos valores de comprimentos totais das corvinas analisadas de cada campanha de amostragem.



Corvinas
 Campanhas de Amostragem
 1ª coleta – seca
 2ª coleta – chuvosa
 3ª coleta - seca

Figura 22– Distribuição dos valores de massas das corvinas analisadas de cada campanha de amostragem.



tainhas
 Campanhas de Amostragem
 1ª coleta – seca
 2ª coleta – chuvosa
 3ª coleta – seca

Figura 23 - Distribuição dos valores de comprimentos totais das tainhas analisadas de cada amostragem.

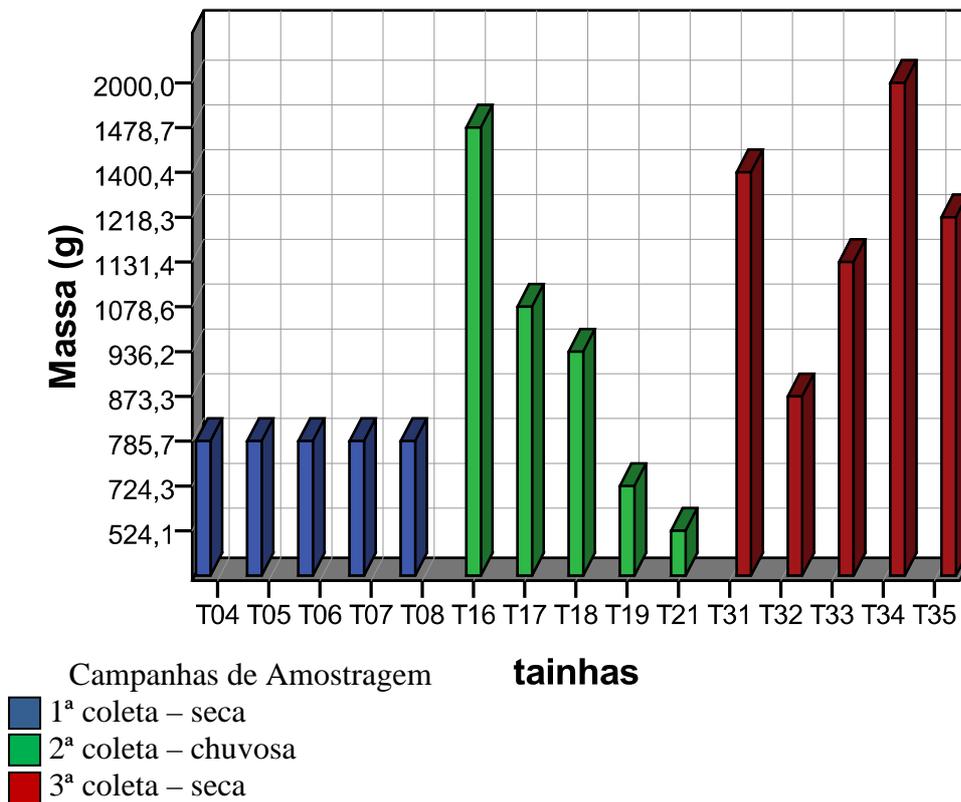


Figura 24- Distribuição dos valores de massas das tainhas analisadas de cada campanha de amostragem.

Foi usado o teste de hipótese (Kruskal-Wallis) para examinar a existência de diferenças entre as medianas dos valores de cada grupo de medidas de comprimento e massa por campanha de amostragem, sendo estabelecida como hipótese nula H_0 : $Mediana_{1^{\text{a}}\text{amostragem}} = Mediana_{2^{\text{a}}\text{amostragem}} = Mediana_{3^{\text{a}}\text{coleta}}$ e como hipótese alternativa H_1 : $Mediana_{1^{\text{a}}\text{amostragem}} \neq Mediana_{2^{\text{a}}\text{coleta}} \neq Mediana_{3^{\text{a}}\text{amostragem}}$. O teste Kruskal-Wallis foi aplicado, com 95% de significância (ANOVA, $p > 0,05$) e $n-1$ graus de liberdade e demonstrou não haver diferenças, estatisticamente significativas, entre comprimentos totais e entre massas dos indivíduos da espécie *Micropogonias furnieri* – corvina, das três campanhas de amostragem.

O mesmo teste, também demonstrou que os indivíduos da espécie *Mugil liza* (tainha), analisados, das três campanhas de amostragens, apresentaram-se estatisticamente idênticos, no que diz respeito às suas massas e aos seus tamanhos (Asymptotical significance = p-value = 0,103; 0,579; 0,054 e 0,397, todos maiores que o nível de significância, 0,05), aceitando-se em todos os casos as hipóteses nulas, de que não existem evidências estatísticas das diferenças entre as referidas medidas.

As figuras 60 e 61, importadas do pacote estatístico PASW statistics, expõem os desenvolvimentos e os resultados desses cálculos estatísticos e as figuras 27, 28, 29 e 30 ilustram a dispersão dos valores em cada grupo de dados.

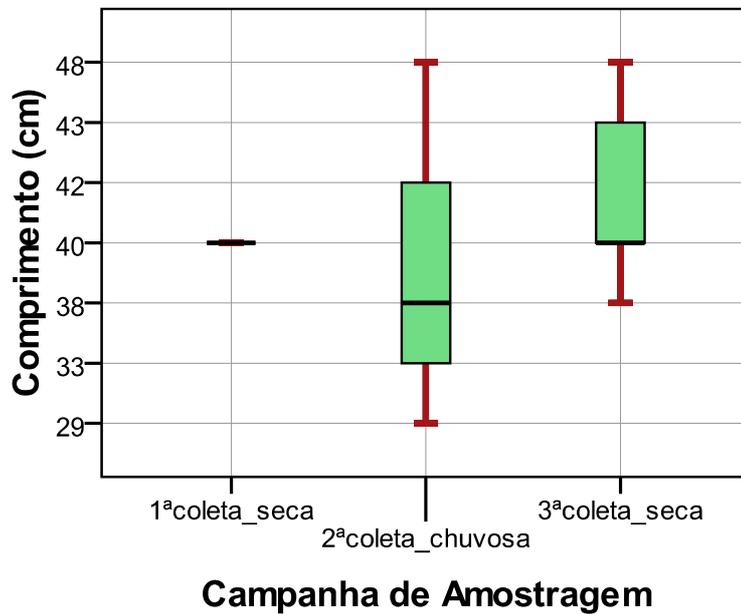


Figura 25 – Dispersão das medidas de comprimentos totais, das corvinas analisadas, de cada campanha de amostragem.

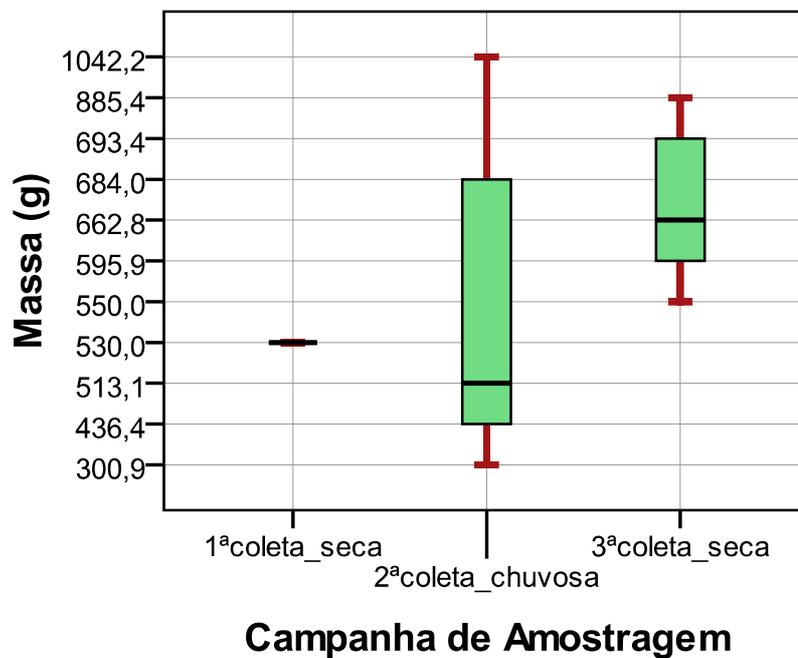


Figura 26 – Dispersão das medidas de massa, das corvinas analisadas, em cada campanha de amostragem.

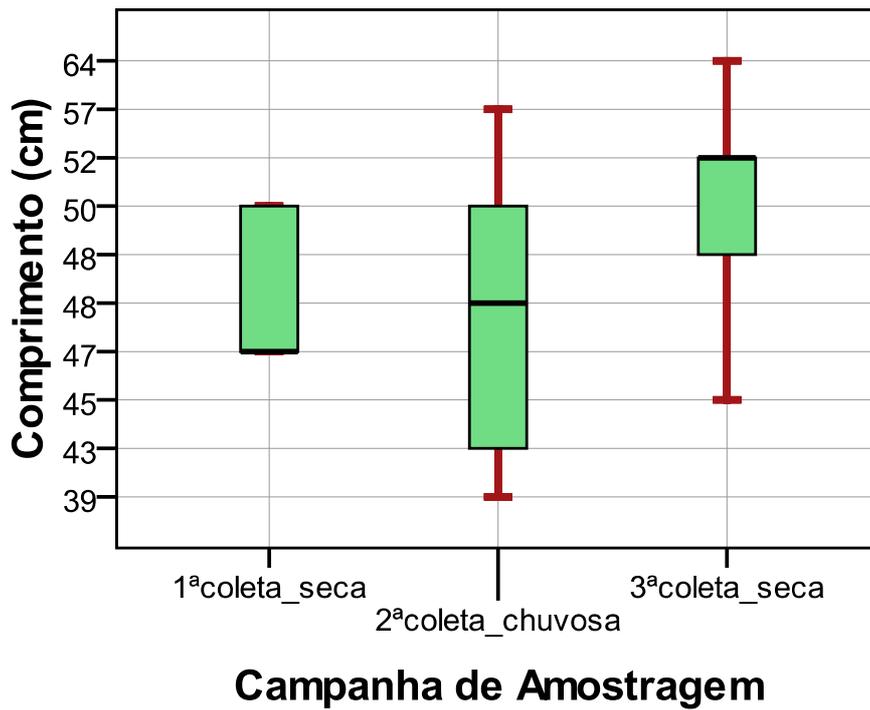


Figura 27 – Dispersão das medidas de comprimentos totais, das tainhas analisadas, de cada campanha de amostragem.

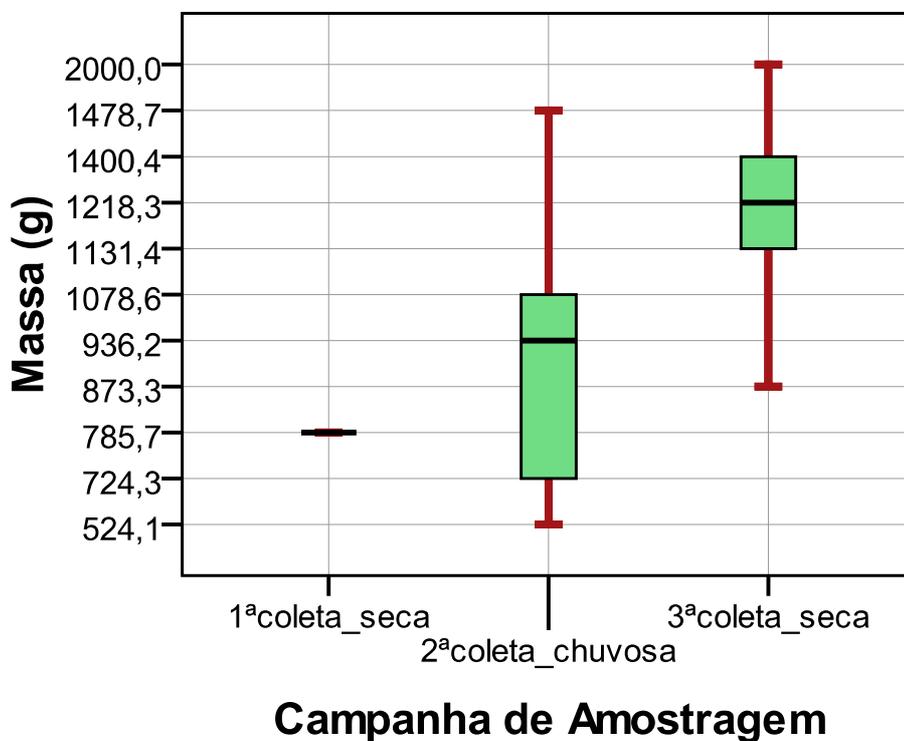


Figura 28 - Dispersão das medidas de massa, das tainhas analisadas, em cada campanha de amostragem.

6.2. Curvas analíticas

Considera-se satisfatória a linearidade do gráfico da curva analítica, quando o coeficiente de correlação da reta obtida não é estatisticamente diferente da unidade (CURRIE et al., 1994):

$R = 1 \Rightarrow$ correlação perfeita,

$0,91 < R < 0,99 \Rightarrow$ correlação fortíssima,

$0,61 < R < 0,91 \Rightarrow$ correlação forte,

$0,31 < R < 0,60 \Rightarrow$ correlação média,

$0,01 < R < 0,30 \Rightarrow$ correlação fraca e

$R = 0 \Rightarrow$ correlação nula.

Todas as curvas apresentaram, pelo menos, correlação forte ($R \geq 0,95$) e foram, então, consideradas aceitáveis (exemplos nos anexos 1 e 2).

6.3. Controle de qualidade e validação da metodologia

6.3.1. Análise de brancos

Na determinação de PBDEs nenhum pico foi detectado em seis repetições, quatro injetadas no GC-ECD e duas injetadas no GC-MS. As figuras 28, 29 e 30 mostram cromatogramas típicos, respectivamente, do ensaio em branco, da curva analítica e da determinação de PBDEs numa amostra de músculo de corvina.

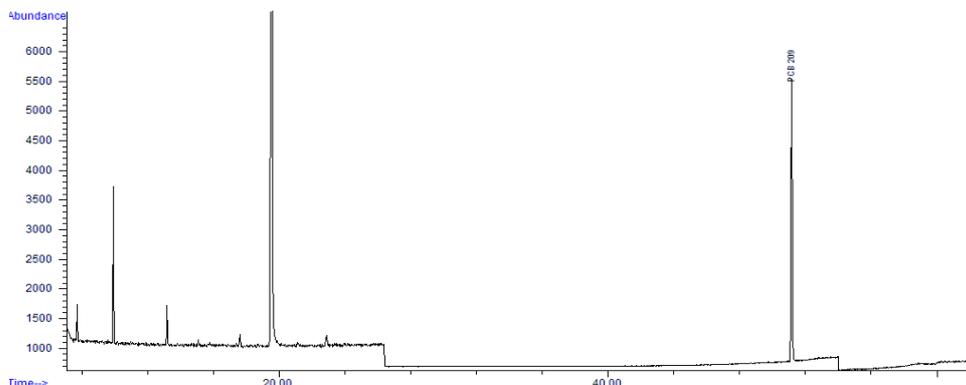


Figura 29 – Cromatograma típico do ensaio em branco das determinações de PBDEs.

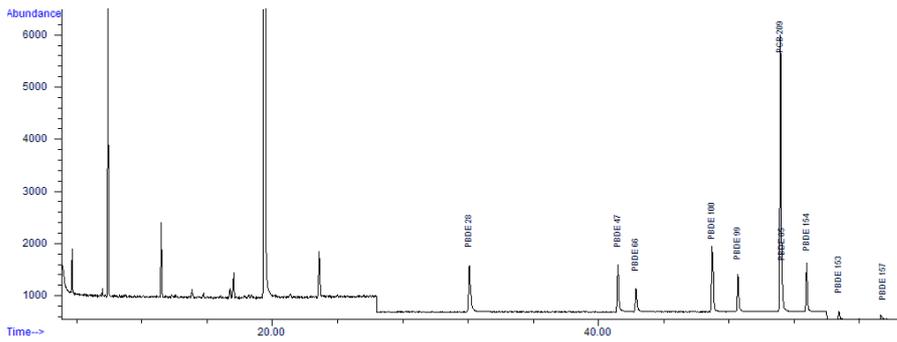


Figura 30 - Cromatograma típico da curva analítica das determinações de PBDEs.

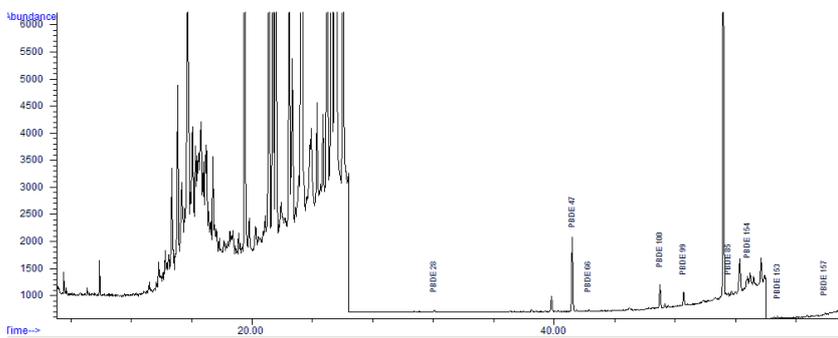


Figura 31 - Cromatograma típico da determinação de PBDEs numa amostra de corvina.

Para os PCBs o teste em branco apresentou sinal (média de duas repetições) somente para o PCB-33 (0,01 ng/g), para o PCB-52 (0,11 ng/g) e para o PCB-114 (0,01 ng/g), cujos valores foram considerados quando se fixaram os limites de detecção. As figuras 31, 32 e 33 mostram cromatogramas típicos, respectivamente, do ensaio em branco, da curva analítica e da determinação de PCBs numa amostra de músculo de corvina.

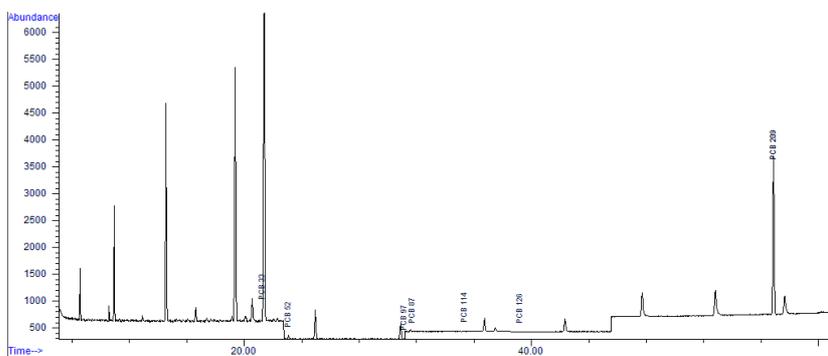


Figura 32 - Cromatograma típico do ensaio em branco das determinações de PCBs.

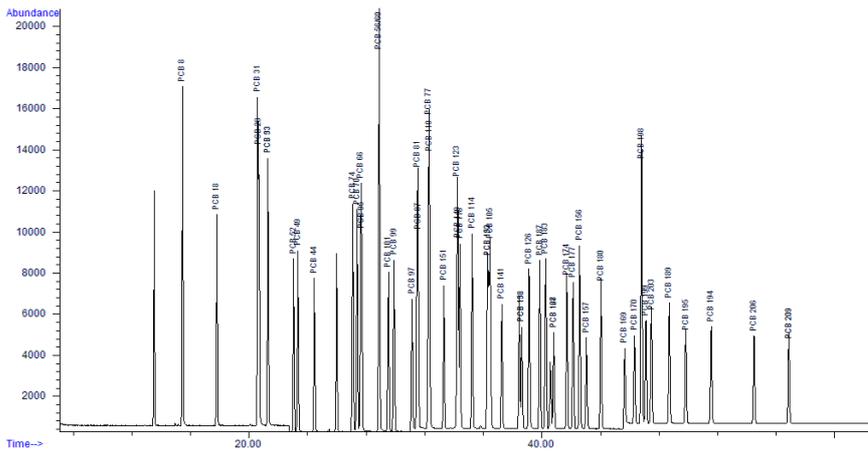


Figura 33 - Cromatograma típico da curva analítica das determinações de PCBs

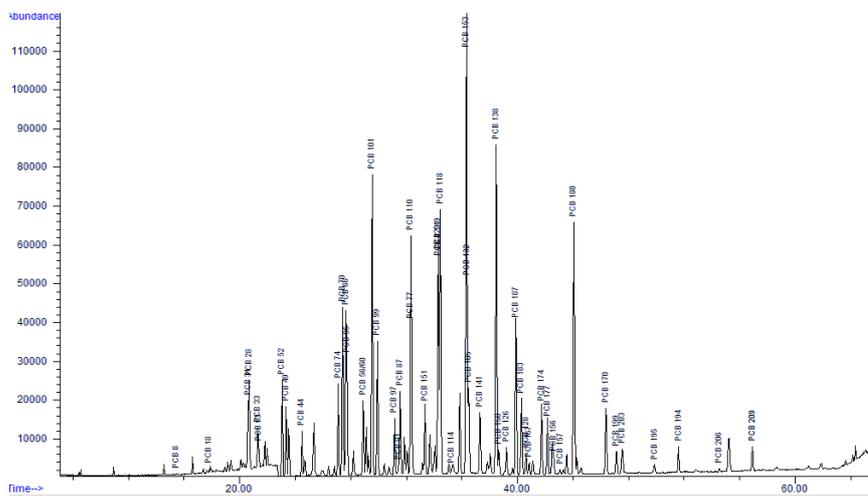


Figura 34 - Cromatograma típico da determinação de PCBs numa amostra de músculo de corvina.

6.3.2.

Limites de detecção (LDM) e quantificação (LQM)

Tabela 6 – Limites de detecção para os PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco)

Congêneres	LDM
BDE 28	1,43
BDE 47	1,76
BDE 66	1,76
BDE 85	1,76
BDE 99	1,04
BDE 100	1,85
BDE 153	1,27
BDE 154	1,35
BDE 157	1,35

Tabela 7 – Limites de detecção para os PCBs (em ng.g⁻¹ peso seco)

Congêneres	LDM	Congêneres	LDM
PCB 8	1,08	PCB 153	8,36
PCB 18	2,44	PCB 132	7,32
PCB 31	1,24	PCB 105	2,04
PCB 28	4,40	PCB 141	1,76
PCB 33	2,84	PCB 138	4,20
PCB 52	7,04	PCB 158	1,88
PCB 49	2,08	PCB 126	1,72
PCB 44	3,84	PCB 187	4,76
PCB 74	1,64	PCB 183	2,44
PCB 70	4,80	PCB 128	1,68
PCB 66	2,80	PCB 167	1,92
PCB 95	7,36	PCB 174	1,20
PCB 56/60	1,76	PCB 177	1,48
PCB 101	6,64	PCB 156	1,12
PCB 99	3,04	PCB 157	1,24
PCB 97	2,92	PCB 180	5,60
PCB 81	1,76	PCB 169	1,24
PCB 87	3,60	PCB 170	3,48
PCB 77	1,64	PCB 199	2,68
PCB 110	5,48	PCB 230	2,68
PCB 151	1,16	PCB 189	1,56
PCB 123	7,00	PCB 195	1,92
PCB 149	2,88	PCB 194	3,68
PCB 118	3,84	PCB 206	1,68
PCB 114	1,16		

6.3.3.

Análise do Material de Referência Certificado – SRM 2977

A tabela 8 mostra os resultados das determinações de PBDEs realizadas no padrão de referência certificado para o controle de qualidade analítico, bem como os resultados descritos no certificado de análise (NIST, 2008) e no interlaboratorial realizado em 2001 (DE BOER et al., 2001).

Tabela 8 – teores de PBDEs no SRM – 2977 (em ng.g⁻¹ peso seco)

Analito	Resultado do exercício interlaboratorial (DE BOER et al., 2001)		Teores relacionados pelo NIST		Resultados encontrados nesta pesquisa (n=3)			
	SD		SD		SD	Erro%	RSD%	
BDE-17	0,97	± 0,11						
BDE-28	2,05	± 0,15	2,54	± 0,40	2,04	± 0,06	20	3
BDE-33								
BDE-47	41,1	± 1,3	36,5	± 4,0	40,58	± 1,65	11	4
BDE-49	1,24	± 0,12	1,20	± 0,19				
BDE-66	0,48	± 0,02	0,453	± 0,046	0,47	± 0,05	4	10
BDE-71	<0,018							
BDE-85	<0,020				ND			
BDE-99	5,57	± 0,76			5,39	± 0,38	3 ^(a)	7
BDE-100	2,17	± 0,21			2,20	± 0,12	2 ^(a)	6
BDE-138	<0,020							
BDE-153	0,17	± 0,10			0,23	± 0,06	35 ^(a)	26
BDE-154	0,27	± 0,15			0,27	± 0,06	0 ^(a)	23
BDE-183	<0,020							
BDE-190	<0,030							

(a) Erro% relativo ao resultado do exercício interlaboratorial

Tabela 9 – teores de PCBs no SRM – 2977(em ng.g⁻¹ peso seco)

Analito	Teores relacionados pelo NIST		Resultados encontrados nesta pesquisa			
				Erro %	RSD%	
PCB 8	1,99	± 0,14	1,72	± 0,51	14	30
PCB 18	2,24	± 0,74	2,50	± 0,60	12	24
PCB 31	3,86	± 0,29	3,53	± 0,85	9	24
PCB 28	5,17	± 0,36	7,73	± 1,72	50	22
PCB 33			3,65	± 0,98		
PCB 52	8,02	± 0,56	9,28	± 2,03	16	22
PCB 49	2,44	± 0,27	2,77	± 0,65	14	24
PCB 44	3,22	± 0,21	4,63	± 0,96	44	21
PCB 74			5,44	± 1,02		
PCB 70			11,87	± 2,43		
PCB 66	3,55	± 0,18	4,91	± 0,93	38	19
PCB 95	5,17	± 0,53	4,09	± 1,01	20	25
PCB 56/60			4,10	± 0,83		
PCB 101	10,60	± 0,90	11,90	± 2,50	12	21
PCB 99	3,00	± 1,20	5,61	± 1,20	87	21
PCB 97			3,45	± 0,80		
PCB 81			0,01	± 0,03		
PCB 87			3,93	± 1,09		
PCB 77			0,17	± 0,09		

Analito	Teores relatados pelo NIST	Resultados encontrados nesta pesquisa		
			Erro %	RSD%
PCB 110		8,40 ± 1,91		
PCB 151		1,46 ± 0,22		
PCB 123		0,33 ± 0,10		
PCB 149	8,95 ± 0,67	7,74 ± 1,41	14	18
PCB 118	10,00 ± 0,41	10,51 ± 1,92	5	18
PCB 114		0,32 ± 0,07		
PCB 153	14,10 ± 1,30	15,59 ± 1,85	11	12
PCB 132		1,90 ± 0,11		
PCB 105	2,93 ± 0,46	3,47 ± 0,60	18	17
PCB 141		1,37 ± 0,23		
PCB 138	7,94 ± 0,63	10,07 ± 1,32	27	13
PCB 158		0,42 ± 0,09		
PCB 126		0,00 ± 0,00		
PCB 187	4,47 ± 0,32	4,11 ± 0,42	8	10
PCB 183		0,66 ± 0,13		
PCB 128	2,38 ± 0,28	2,34 ± 0,27	2	12
PCB 167		0,86 ± 0,07		
PCB 174		1,57 ± 0,20		
PCB 177		0,84 ± 0,09		
PCB 156	0,96 ± 0,04	0,94 ± 0,12	2	13
PCB 157		0,33 ± 0,05		
PCB 180	6,32 ± 0,72	6,27 ± 0,53	1	8
PCB 169		0,72 ± 0,02		
PCB 170	2,74 ± 0,25	3,32 ± 0,17	20	5
PCB 199		0,70 ± 0,04		
PCB 230		0,34 ± 0,04		
PCB 189		0,00 ± 0,00		
PCB 195		0,23 ± 0,05		
PCB 194	0,88 ± 0,03	0,83 ± 0,05	6	6
PCB 206		0,05 ± 0,04		87

Para os 6 PBDEs determinados no SRM 2977, com exceção do BDE-153 (erro = 35%), todos os resultados apresentaram erro percentual em relação ao valor certificado menor que 20%. Dentre os 22 PCBs, analisados no SRM 2977, 17 apresentaram erro percentual em relação ao valor certificado menor que 20%.

Para quatro dos analitos das determinações de PBDEs os coeficientes de variação (RSD%) não passaram de 10% (apenas o BDE-153 e o BDE-154 que apresentaram 26 e 23% respectivamente). Para os PCBs, (tabela 9) somente o PCB-206 apresentou coeficiente de variação (RSD%) maior que 30% (87%).

Portanto, a metodologia desenvolvida e adaptada foi considerada adequada, tanto para determinações dos PBDEs, quanto dos PCBs.

6.3.4.

Ensaio de recuperação

Os resultados do ensaio de recuperação realizados em 63 amostras foram bons. As recuperações estão compreendidas entre 71,6 e 120,1%. A literatura para análise de resíduos de pesticidas considera excelente, recuperações na faixa entre 70 e 120%. Este resultado indica que o método é suficientemente exato.

O coeficiente de variação percentual ou desvio padrão relativo (CV% ou RSD) dos resultados do ensaio de recuperação foi 12,6%. O valor aceitável para análise de resíduos de pesticidas não deve ultrapassar 20%, mostrando desta forma que o método é preciso. A tabela 10 mostra os resultados, em porcentagem de analito recuperado no ensaio de recuperação.

Tabela 10 - Resultados, em porcentagem da recuperada, do ensaio de recuperação

Porcentagem de PCB 209 recuperada (%)		
102,70	115,40	107,40
117,00	100,40	71,60
90,00	120,00	97,70
97,80	99,20	103,50
90,00	110,30	110,90
90,00	112,70	110,10
90,00	117,80	115,60
111,20	112,40	85,30
97,70	78,10	113,10
87,20	109,70	119,40
81,40	71,70	115,50
81,70	100,80	100,90
105,90	101,80	120,10
102,70	108,60	115,10
80,30	112,00	113,30
104,20	114,90	114,50
79,50	90,00	115,80
106,40	111,40	109,70
95,80	114,00	103,00
115,50	95,80	97,40
107,20	91,50	82,90

A figura 34 apresenta o gráfico da distribuição dos valores percentuais encontrados nos ensaios de recuperação.

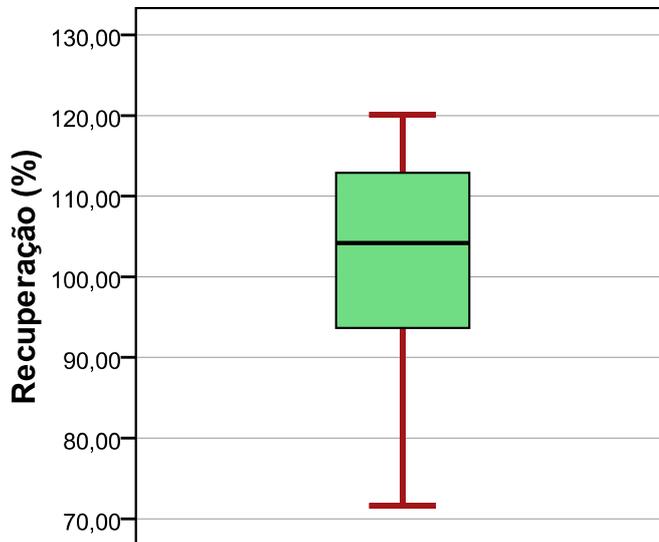


Figura 35 – dispersão dos valores percentuais encontrados nos ensaios de recuperação

6.3.4.1.

Tratamento estatístico do ensaio de recuperação

Foi usado o teste de hipótese para confirmar a exatidão do método, sendo estabelecida como hipótese nula (H_0): Recuperação = 100% e como hipótese alternativa (H_1): Recuperação \neq 100% (teste bilateral). O teste t de Student foi aplicado, com 95% de confiança e n-1 graus de liberdade apresentando valor encontrado entre os intervalos estabelecidos para o valor esperado. O Teste t de Student demonstrou, então, que não existe diferença estatisticamente significativa, com 95% de confiança, entre a média das recuperações percentuais (102,3%) e o valor esperado (100%). Neste caso o método foi considerado suficientemente exato, reforçando os resultados obtidos nas análises do Material de Referência. A figura 62 mostra o desenvolvimento e o resultado do teste t de Student para determinação das significâncias das diferenças (importada do pacote estatístico PASW statistics).

O método proposto e considerado exato devido às boas recuperações, estando muito próximo da faixa aceita para análise de resíduos de pesticidas (70-

120%), e por não mostrar diferenças significativas entre a média das recuperações com o valor desejado, como determinado no cálculo estatístico empregando-se o teste *t* de *Student*. Este também é considerado preciso devido aos valores CV (%), estando todos abaixo do limite estipulado para análise de resíduos de pesticidas (20%). O método utilizado, extração por solventes, com três etapas de purificação, uma saponificação/partição entre solvente orgânico e água, outra por eluição em alumina além do tratamento com ácido sulfúrico concentrado, e análise por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas, pode ser utilizado com sucesso na análise de matrizes reais com bom grau de confiabilidade e, desta forma, contribuir para o monitoramento de POPs, neste caso o PBDEs e os PCBs.

6.4.

Determinação do teor de lipídios em músculos de corvinas, músculos de tainhas e em tecidos moles de mexilhões

As tabelas 11, 12 e 13 exibem os resultados das determinações de lipídios realizadas nos peixes e mexilhões, as figuras 36, 37 e 38 mostram a distribuição dos teores de lipídios em cada espécie analisada e as figuras 39, 40 e 41 ilustram a dispersão de cada grupo de dados por campanha de amostragem.

Tabela 11 - Resultados das determinações de lipídios realizadas nos músculos de corvinas

Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco
	C02	0,8		C16	1,0		C31	1,0
	C04	1,3		C17	1,3		C32	1,1
1 ^a	C05	1,2	2 ^a	C25	1,3	3 ^a	C33	1,2
	C09	1,0		C28	1,1		C34	1,1
	C15	1,0		C30	1,2		C35	1,0

Tabela 12 - Resultados das determinações de lipídios realizadas nos músculos de tainhas.

Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amostragem	Indivíduos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco
1 ^a	T04	3,1	2 ^a	T16	3,5	3 ^a	T31	2,9
	T05	3,4		T17	3,5		T32	3,4

Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco
	T06	3,2		T18	3,6		T33	3,0
	T07	3,2		T19	3,8		T34	3,2
	T08	3,4		T21	3,5		T35	3,4

Tabela 13 - resultados das determinações de lipídios realizadas nos mexilhões.

Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco	Amos- tragem	Indiví- duos	Teor de lipídios (mg/g) peso seco
	MBV1	44,6		MBV4	62,7		MBV7	45,4
	MJJ1	49,6		MJJ4	58,6		MJJ7	51,3
1 ^a	MMG1	46,3	2 ^a	MMG4	60,1	3 ^a	MMG7	48,2
				MP34	63,7		MP37	43,8
				MP44	64,2		MP47	43,2

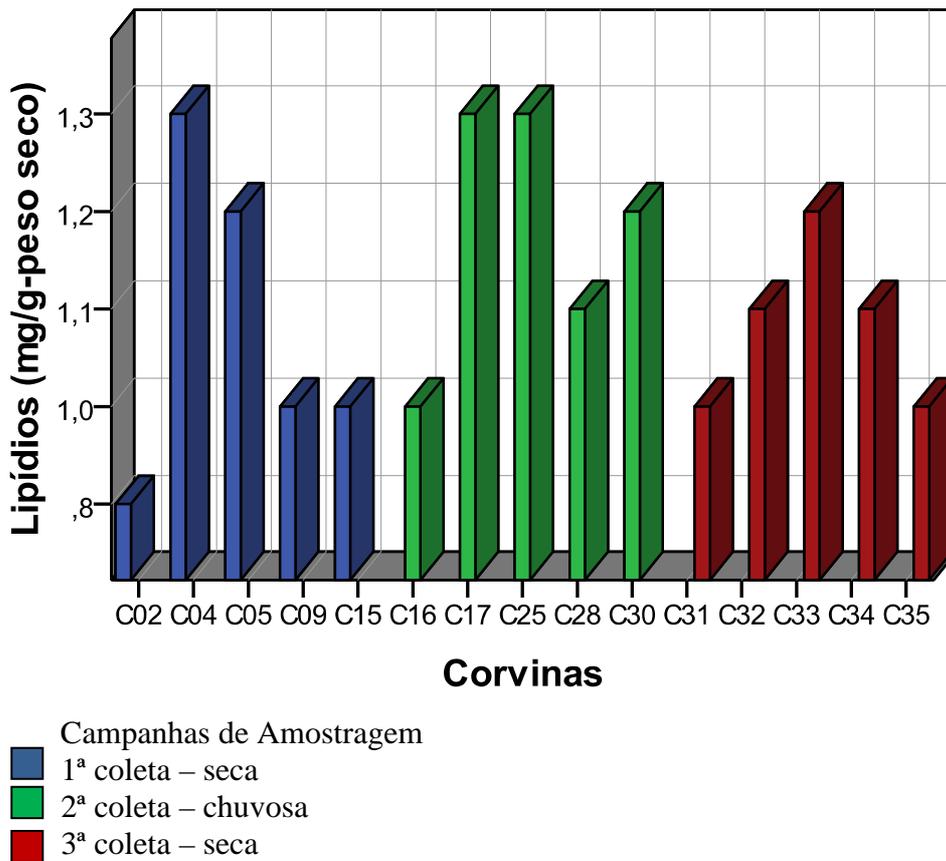


Figura 36 - Distribuição dos valores das concentrações de lipídios encontrados nos músculos de corvinas de cada campanha de amostragem

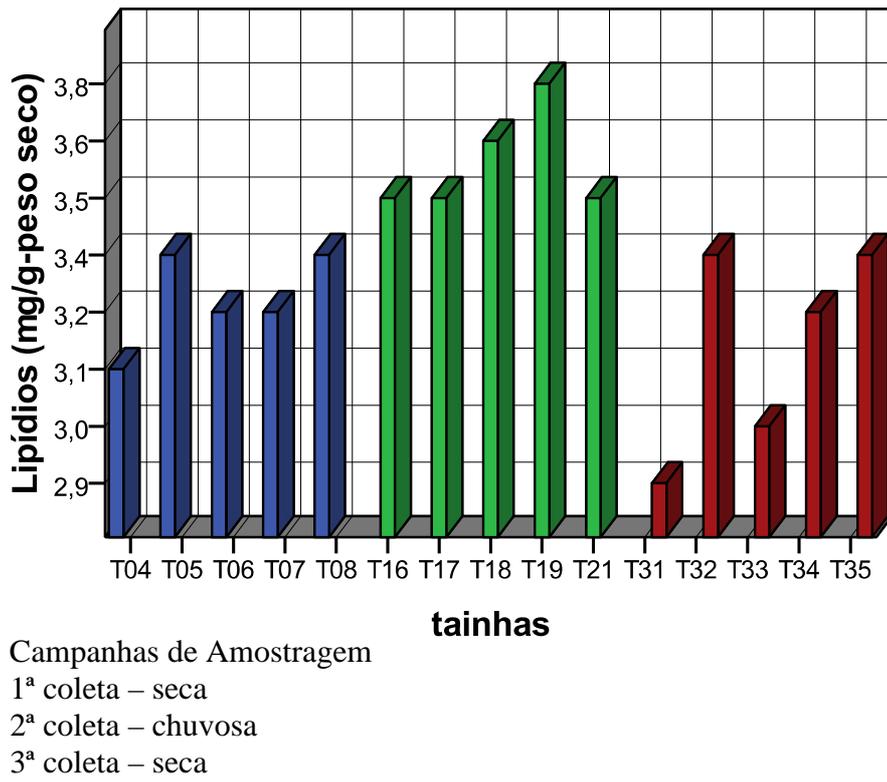


Figura 37 - Distribuição dos valores de concentrações de lipídios encontrados nos músculos de tainhas de cada campanha de amostragem.

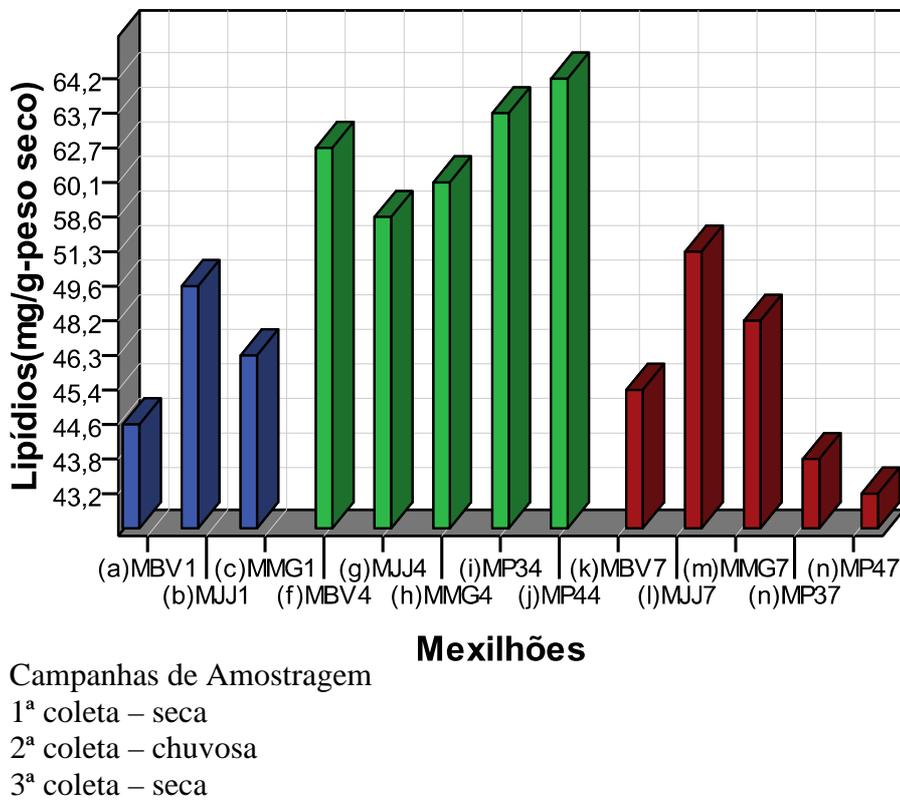


Figura 38 - Distribuição dos valores de concentrações de lipídios encontrados nos mexilhões de cada campanha de amostragem.

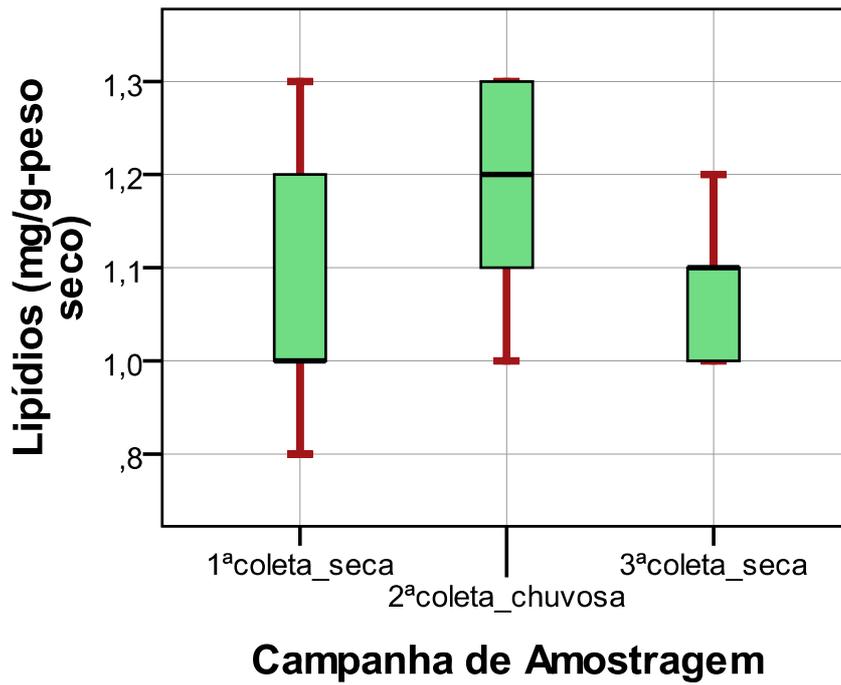


Figura 39 – Dispersão das concentrações de lipídios, nos músculos de corvinas, de cada campanha de amostragem.

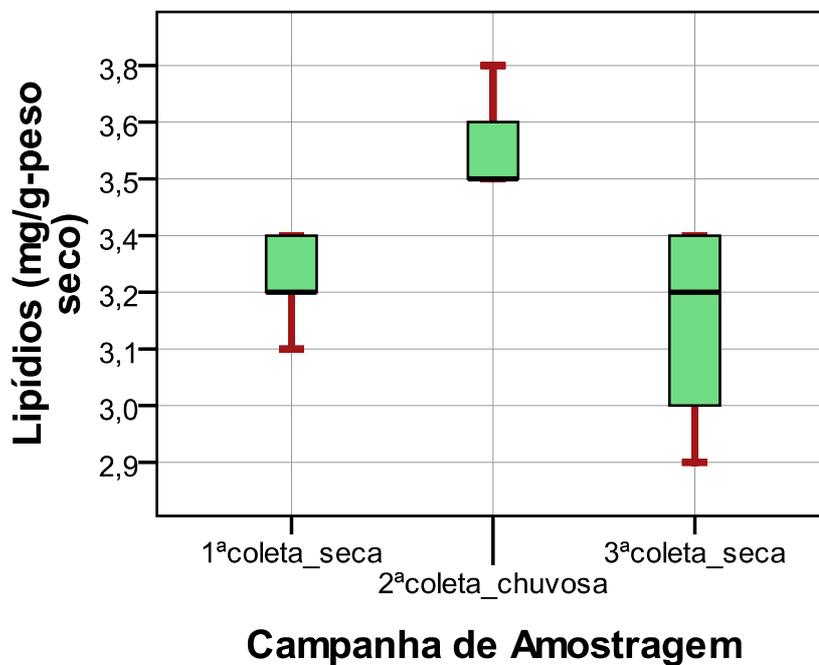


Figura 40 – Dispersão das concentrações de lipídios, nos músculos de tainhas, de cada campanha de amostragem.

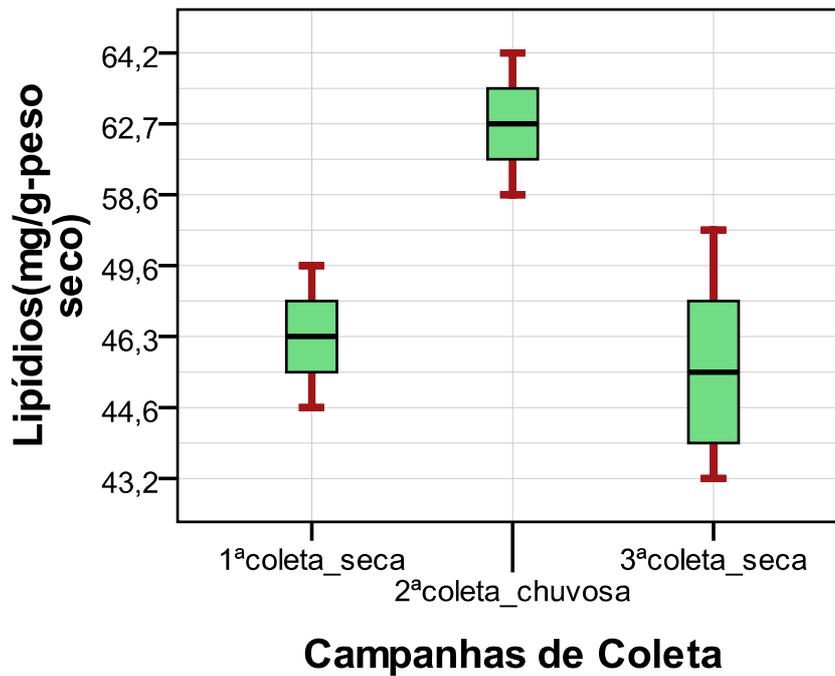


Figura 41 – Dispersão das concentrações de lipídios, dos mexilhões, de cada campanha de amostragem.

O teste Kruskal-Wallis, para testar a hipótese nula de que as populações têm distribuições, do total de lipídios nos músculos das corvinas, idênticas (H_0 : Teor de lipídios na 1ª amostragem = Teor de lipídios na 2ª amostragem = Teor de lipídios na 3ª amostragem) contra a hipótese alternativa de que pelo menos uma das distribuições difere das demais quanto à mediana (H_1 : Teor de lipídios na 1ª amostragem \neq Teor de lipídios na 2ª amostragem \neq Teor de lipídios na 3ª amostragem), demonstrou que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ não há evidências de diferenças entre os teores de lipídios nos grupos de músculos de corvinas das três campanhas de amostragens (Asymp. Sig. = 0,381 > 0,05). Portanto, não foi possível correlacionar, neste trabalho, para os músculos de corvinas, os teores de PBDEs e de PCBs com teores de lipídios entre indivíduos dessa espécie.

O mesmo teste, realizado da mesma forma, demonstrou que, ao nível de significância $\alpha = 0,05$, há evidências de diferenças significativas entre os teores de lipídios dos grupos de músculos de tainhas das três campanhas de amostragens (Asymp. Sig. = 0,007 < 0,05).

Foi realizado, então, o teste não paramétrico Mann-Whitney, para testar significância das diferenças entre os teores de lipídios nos músculos de tainhas entre cada par de distribuições (Teor de lipídios na 1ª amostragem X Teor de lipídios na 2ª amostragem, Teor de lipídios na 1ª amostragem X Teor de lipídios na 3ª amostragem e Teor de lipídios na 2ª amostragem X Teor de lipídios na 3ª amostragem). Os resultados do teste Mann-Whitney demonstraram que, os teores de lipídios nos músculos de tainhas foram maiores na 2ª amostragem, estação chuvosa, e que nas amostragens feitas em estações secas, os teores são estatisticamente idênticos.

Os testes analogamente realizados para mexilhões forneceram resultados qualitativamente semelhantes aos encontrados para os músculos de tainhas: Mexilhões coletados na estação chuvosa apresentaram teores de lipídios idênticos entre si e maiores que os coletados na estação seca.

Esses resultados são compatíveis com o previsto, pois a abundância de alimentos das estações chuvosas provê os animais de reserva lipídica. Este fato é menos evidente para corvinas porque possuem menores teores de lipídios, e a determinação gravimétrica não foi precisa o suficiente para detectar as possíveis diferenças.

A correlação entre teores de lipídios, teores de PBDEs e teores de PCBs será discutida nos itens que tratam, respectivamente, dos resultados obtidos para concentrações destes analitos em cada espécie estudada.

As figuras 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 e 71, importadas do pacote estatístico PASW statistics expõem os desenvolvimentos e os resultados dos cálculos, e, ilustram as diferenças existentes, ou não, entre grupos e pares de medianas dos teores de lipídios submetidos às comparações.

6.4.1.

Correlação entre teores de lipídios nas espécies estudadas

Os teores de lipídios aumentaram, nas espécies estudadas, na seguinte ordem: músculos de corvinas < músculos de tainhas < mexilhões, conforme mostram, o gráfico da figura 51 e os resultados dos testes Kruskal-Walis e Mann-Whitney U, nas figuras 72, 73, 74 e 75.

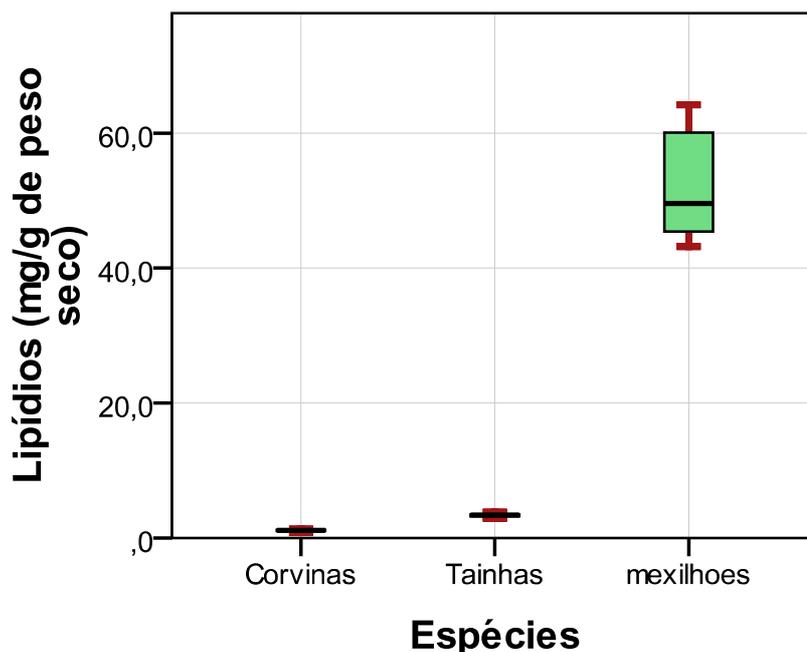


Figura 42 – Medianas e dispersões dos teores de lipídios (mg.g^{-1} de peso seco) nos músculos de corvinas, músculos de tainhas e mexilhões.

6.5.

PBDEs nos músculos de corvinas

Dentre as 15 amostras de músculos de corvinas analisadas as C30, C33, C34 e C35 (27%) não apresentaram PBDEs. Em todas as outras foram encontrados pelo menos um dos 9 PBDEs pesquisados. O menor valor foi $1,09 \text{ ng.g}^{-1}$ na C02 do BDE-99 e o maior, $22,19 \text{ ng.g}^{-1}$ do BDE-47 na C17. O BDE-47 predominou qualitativa e quantitativamente. A amostra C17 apresentou o maior total de PBDEs, $46,15 \text{ ng.g}^{-1}$ de peso seco.

As tabelas 14, 15 e 16 mostram as concentrações de PBDEs encontradas nos músculos das corvinas em cada campanha de amostragem e a tabela 17 mostra o

total das concentrações de PBDEs nas três campanhas de amostragem para cada amostra. As figuras 56 e 57 mostram a distribuição dos teores do BDE-47 e respectiva dispersão desses teores por campanha de amostragem. As figuras 58 e 59 mostram a distribuição e a dispersão para o teor total de PBDEs nos músculos das corvinas.

Tabela 14 – Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em músculos de corvinas da primeira campanha de amostragem.

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	C02	C04	C05	C09	C15
BDE-28	< LD				
BDE-47	2,85	4,90	5,13	1,92	5,86
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	1,09	< LD	1,34	< LD	1,40
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD	1,40	< LD	< LD	< LD
BDE-153	2,13	1,41	< LD	< LD	< LD
BDE-157	< LD				

Tabela 15 - Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em músculos de corvinas da segunda campanha de amostragem

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO CHUVOSA / 06.03.2007					
	C16	C17	C25	C28	C30
BDE-28	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-47	15,06	22,19	10,33	1,87	< LD
BDE-66	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-100	4,37	8,04	2,90	< LD	< LD
BDE-99	4,67	6,41	2,92	< LD	< LD
BDE-85	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-154	3,56	5,81	1,35	< LD	< LD
BDE-153	2,50	3,70	1,31	< LD	< LD
BDE-157	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

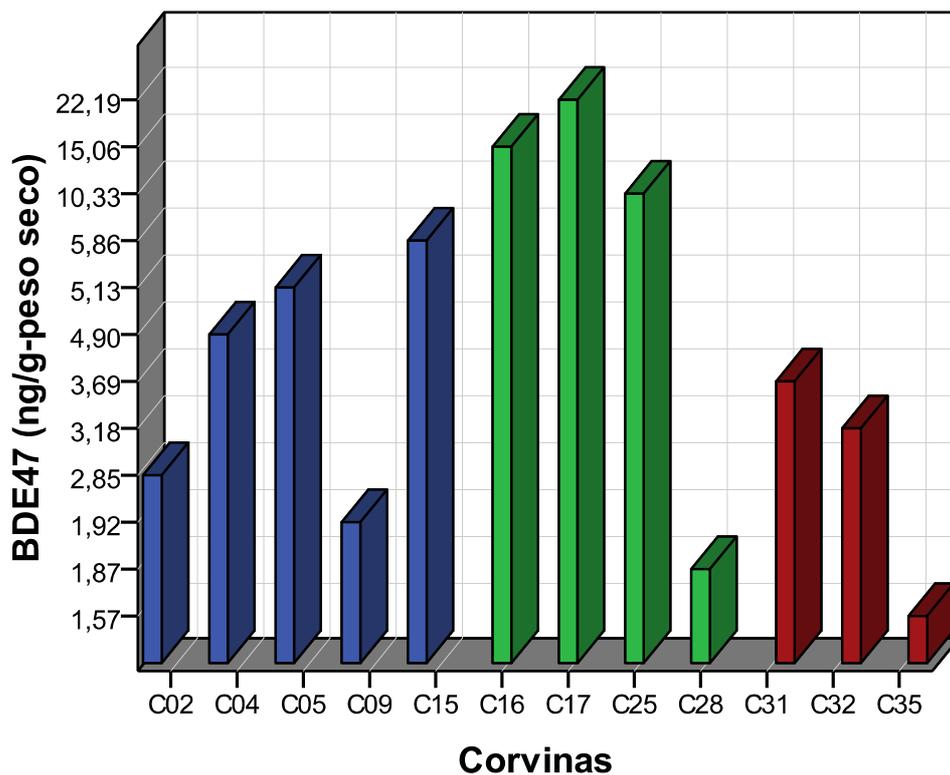
Tabela 16 – Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em músculos de corvinas da terceira campanha de amostragem

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 28.09.2007					
	C31	C32	C33	C34	C35
BDE-28	< LD				
BDE-47	3,69	3,18	< LD	< LD	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD				

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 28.09.2007					
	C31	C32	C33	C34	C35
BDE-85	< LD				
BDE-154	1,73	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 17 - Concentração total de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em músculos de corvinas das três campanhas de amostragem

Amostra	Σ_{PBDEs}	Amostra	Σ_{PBDEs}	Amostra	Σ_{PBDEs}
C02	6,07	C16	30,16	C31	5,42
C04	7,71	C17	46,15	C32	3,18
C05	6,47	C25	18,81	C33	<LD
C09	1,92	C28	1,87	C34	<LD
C15	7,26	C30	<LD	C35	<LD



- Campanhas de Amostragem
- 1ª coleta - seca
 - 2ª coleta - chuvosa
 - 3ª coleta - seca

Figura 43 - Distribuição dos teores do BDE-47 nos músculos das corvinas.

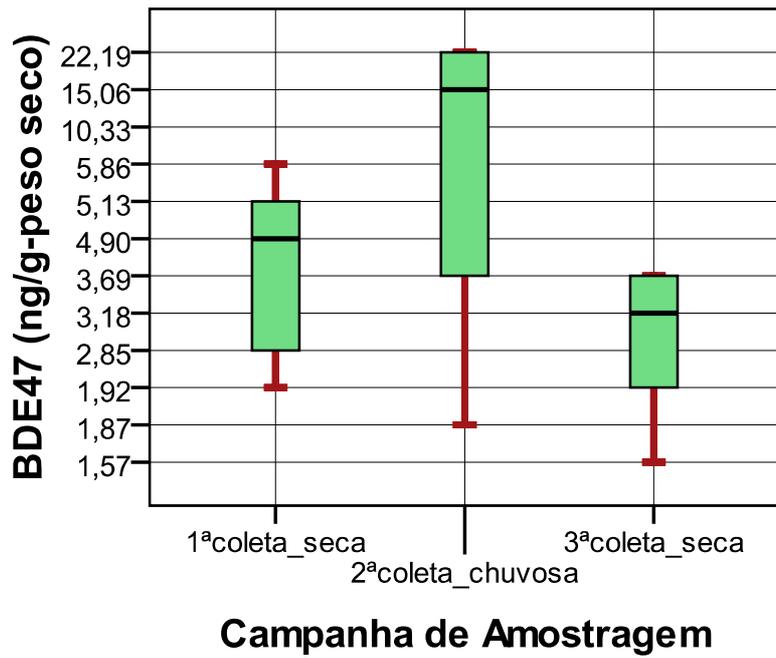


Figura 44 – Dispersão dos teores do BDE-47, por campanha de amostragem nos músculos das corvinas.

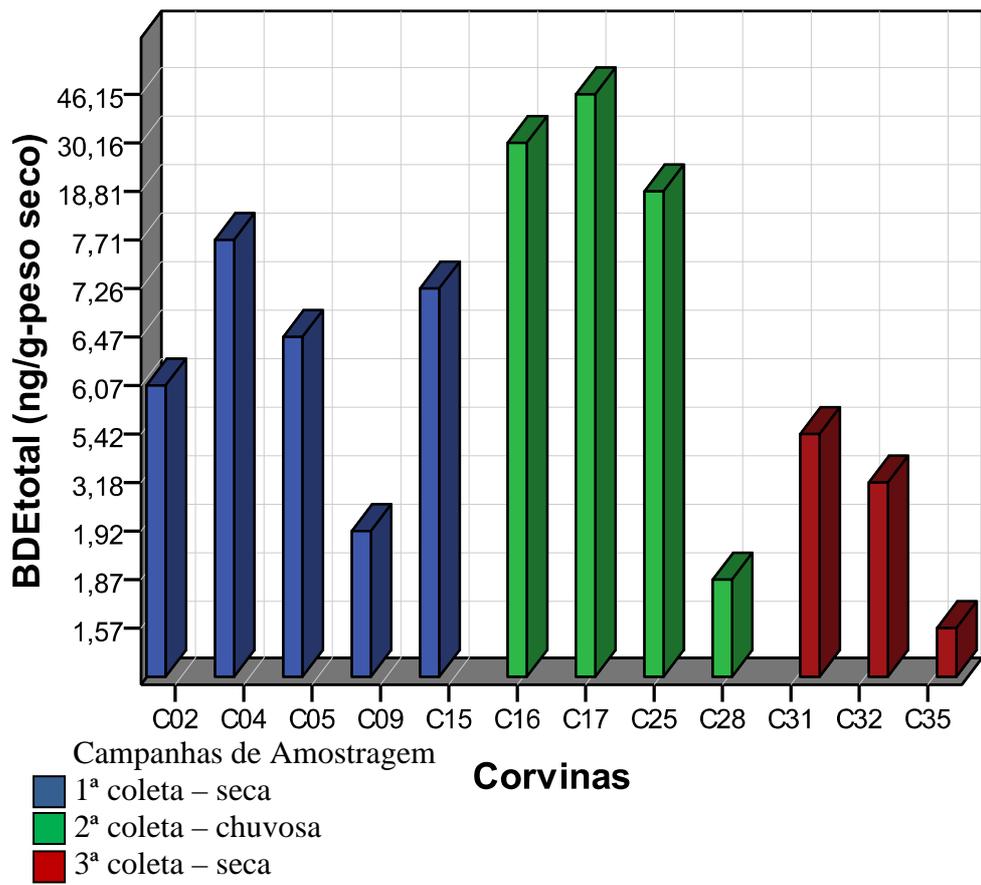


Figura 45 - Distribuição dos teores totais de PBDEs nos músculos das corvinas.

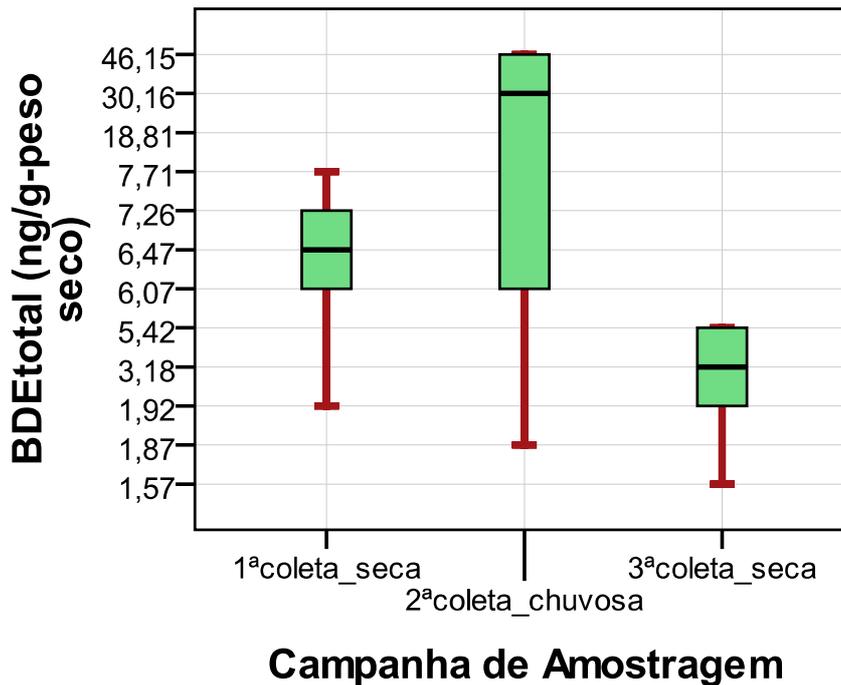


Figura 46 - Dispersão dos teores totais de PBDEs, por campanha de amostragem, nos músculos das corvinas.

Os testes não paramétricos, Kruskal-Wallis, com nível de significância de 95% ($\alpha = 0,05$), para testar as hipóteses nulas de que as populações têm distribuições do BDE-47 e do total de PBDEs nos músculos das corvinas idênticas (H_0 : Teor de BDE-47 na 1ª amostragem = Teor de BDE-47 na 2ª amostragem = Teor de BDE-47 na 3ª amostragem e H_0 : Teor total de PBDEs na 1ª amostragem = Teor total de PBDEs na 2ª amostragem = Teor total de PBDEs na 3ª amostragem) contra a hipótese alternativa de que pelo menos uma difere das demais quanto à mediana (H_1 : Teor de BDE-47 na 1ª amostragem \neq Teor de BDE-47 na 2ª amostragem \neq Teor de BDE-47 na 3ª amostragem e H_1 : Teor total de PBDEs na 1ª amostragem \neq Teor total de PBDEs na 2ª amostragem \neq Teor total de PBDEs na 3ª amostragem) demonstraram, que ao nível de significância $\alpha = 0,05$, não existem evidências das diferenças entre os teores de PBDEs de cada amostragem (Asymptotical significance = p-value = $0,219 > 0,05$ e $0,144 > 0,05$ \Rightarrow aceitando-se ambas as hipóteses nulas). Não havendo diferenças entre as concentrações de PBDEs nos indivíduos analisados das três amostragens, não foi, então, possível estabelecer uma correlação temporal entre os teores. A figura 76,

importada do pacote estatístico PASW statistics, mostra o desenvolvimento e o resultado desses cálculos estatísticos.

Conforme visto anteriormente, o teste Kruskal-Wallis, com nível de significância de 95%, demonstrou, também, que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as concentrações de lipídios nos músculos das corvinas, para indivíduos analisados das três amostragens. Portanto, também não foi possível estabelecer alguma correlação entre teores de PBDEs e os teores de lipídios nos músculos das corvinas.

6.6. PBDEs nos músculos de tainhas

Das 15 amostras de músculos de tainhas analisadas somente quatro (27%) apresentaram PBDEs. Da primeira amostragem T05 e T06 apresentaram 1,83 e 2,00 ng.g^{-1} de peso seco, respectivamente, do BDE-47. Da segunda campanha de amostragem T19 apresentou 2,78 ng.g^{-1} de peso seco do BDE-47 e da terceira campanha de amostragem T34 apresentou 1,95 ng.g^{-1} de peso seco, também do BDE-47. A amostra T19 apresentou o maior total de PBDEs, 2,78 ng.g^{-1} de peso seco.

O total de músculos de tainhas com concentrações de PBDEs maiores que os limites de detecção não fornece dados numéricos suficientes para o estabelecimento de alguma hipótese estatística sobre a ocorrência desses analitos nessa espécie de organismos.

As tabelas 18, 19 e 20 mostram as concentrações de PBDEs encontradas nos músculos das tainhas em cada campanha de amostragem e a tabela 21 mostra a soma das concentrações de PBDEs nas três campanhas de amostragem.

Tabela 18 – Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em músculos de tainhas

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T04	T05	T06	T07	T08
BDE-28	< LD				
BDE-47	< LD	1,83	2,00	< LD	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD				

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T04	T05	T06	T07	T08
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD				
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 19 - Concentração de PBDEs (em ng.g⁻¹ peso seco) em músculos de tainhas

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO CHUVOSA / 06.03.2007					
	T16	T17	T18	T19	T21
BDE-28	< LD				
BDE-47	< LD	< LD	< LD	2,78	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD				
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD				
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 20 – Concentração de PBDEs (em ng.g⁻¹ peso seco) em músculos de tainhas

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 28.09.2007					
	T31	T32	T33	T34	T35
BDE-28	< LD				
BDE-47	< LD	< LD	< LD	1,95	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD				
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD				
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 21 - Concentração total de PBDEs (em ng.g⁻¹ peso seco) em músculos de tainhas das três campanhas de amostragem

amostra	Σ _{PBDEs}	amostra	Σ _{PBDEs}	amostra	Σ _{PBDEs}
T04	< LD	T16	< LD	T31	< LD
T05	1,83	T17	< LD	T32	< LD
T06	2,00	T18	< LD	T33	< LD
T07	< LD	T19	2,78	T34	1,95
T08	< LD	T21	< LD	T35	< LD

6.7. PBDEs nos fígados das tainhas

Dos 15 fígados, das respectivas tainhas, foram encontrados PBDEs em 6 deles (40%). A menor concentração encontrada foi 1,51 ng.g⁻¹ de peso seco do BDE-47, apresentada pelo FT18, da 2ª campanha de amostragem, e a maior, 11,28 ng.g⁻¹ de peso seco, também, do BDE-47, no FT06 da 1ª campanha de amostragem. A amostra FT06 apresentou o maior total de PBDEs, 14,26 ng.g⁻¹ de peso seco.

As tabelas 22, 23 e 24 mostram as concentrações de PBDEs encontradas nos fígados das tainhas, em cada campanha de amostragem e a tabela 25 mostra a soma das concentrações de PBDEs nas três campanhas de amostragem para cada amostra. As figuras 61 e 62 mostram a distribuição dos teores do BDE-47 e respectiva dispersão desses teores por campanha de amostragem, e, finalmente as figuras 63 e 64 mostram a distribuição e a dispersão para o teor total de PBDEs nos fígados das corvinas.

Tabela 22 – Concentração de PBDEs (em ng.g⁻¹ de peso seco) em fígados de tainhas

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT04	FT05	FT06	FT07	FT08
BDE-28	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-47	< LD	< LD	11,28	5,28	2,82
BDE-66	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-100	< LD	< LD	2,98	< LD	< LD
BDE-99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-85	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-154	< LD	< LD	1,68	1,71	< LD
BDE-153	< LD	< LD	< LD	1,77	< LD
BDE-157	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

Tabela 23 – Concentração de PBDEs (em ng.g⁻¹ de peso seco) em fígados de tainhas

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO CHUVOSA / 06.03.2007					
	FT16	FT17	FT18	FT19	FT21
BDE-28	< LD				

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO CHUVOSA / 06.03.2007					
	FT16	FT17	FT18	FT19	FT21
BDE-47	< LD	< LD	< LD	2,60	1,82
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD				
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD	< LD	< LD	< LD	2,19
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 24 – Concentração de PBDEs (em ng.g⁻¹ de peso seco) em fígados de tainhas

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 28.09.2007					
	FT31	FT32	FT33	FT34	FT35
BDE-28	< LD				
BDE-47	3,38	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	2,57	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-99	< LD				
BDE-85	< LD				
BDE-154	5,11	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 25 - Concentração total de PBDEs (em ng.g⁻¹ de peso seco) em fígados de tainhas das três campanhas de amostragem

Amostra	Σ _{PBDEs}	Amostra	Σ _{PBDEs}	Amostra	Σ _{PBDEs}
FT04	< LD	FT16	< LD	FT31	8,33
FT05	< LD	FT17	< LD	FT32	< LD
FT06	14,26	FT18	< LD	FT33	< LD
FT07	5,28	FT19	2,60	FT34	< LD
FT08	2,82	FT21	4,01	FT35	< LD

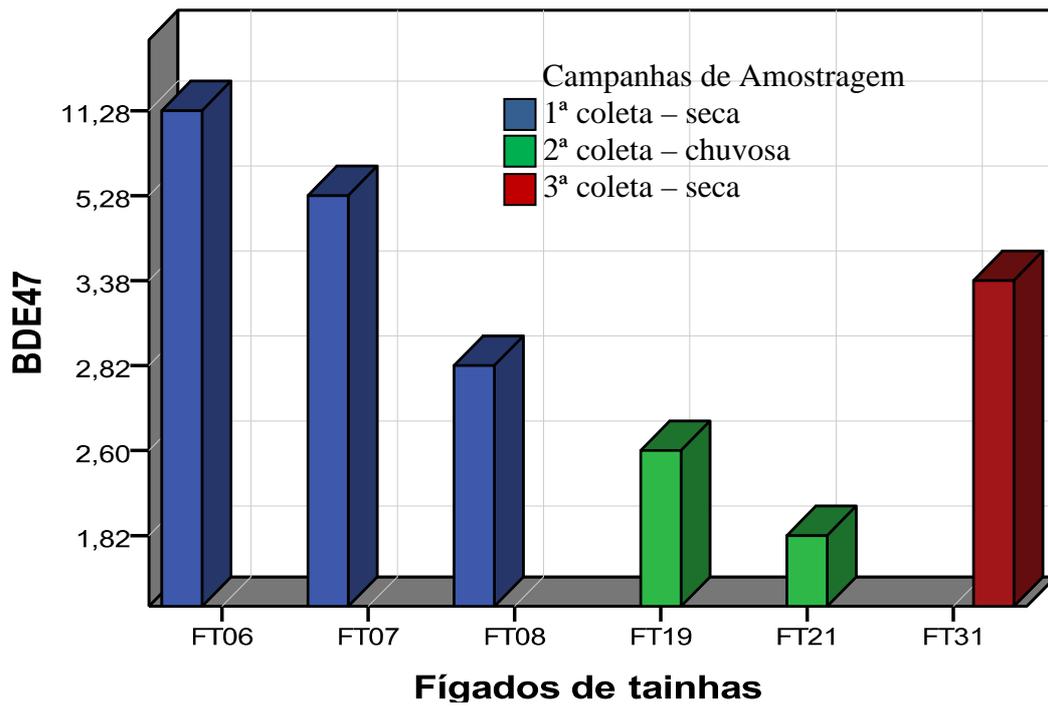


Figura 47 – Distribuição dos teores, em ng.g^{-1} de peso seco, de BDE-47 nos fígados das tainhas.

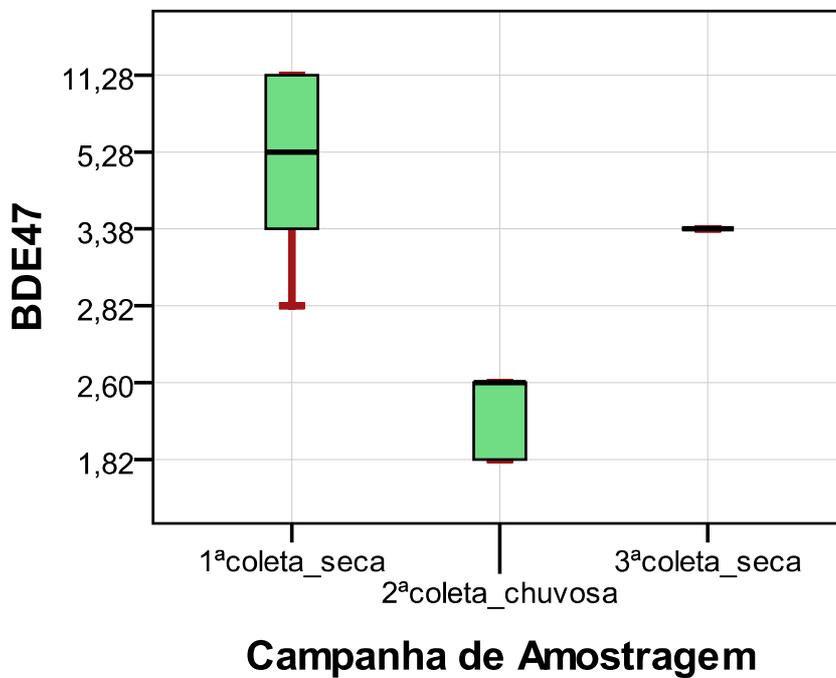


Figura 48 – Dispersão dos teores do BDE-47, em ng.g^{-1} de peso seco, por campanha de amostragem nos fígados das tainhas.

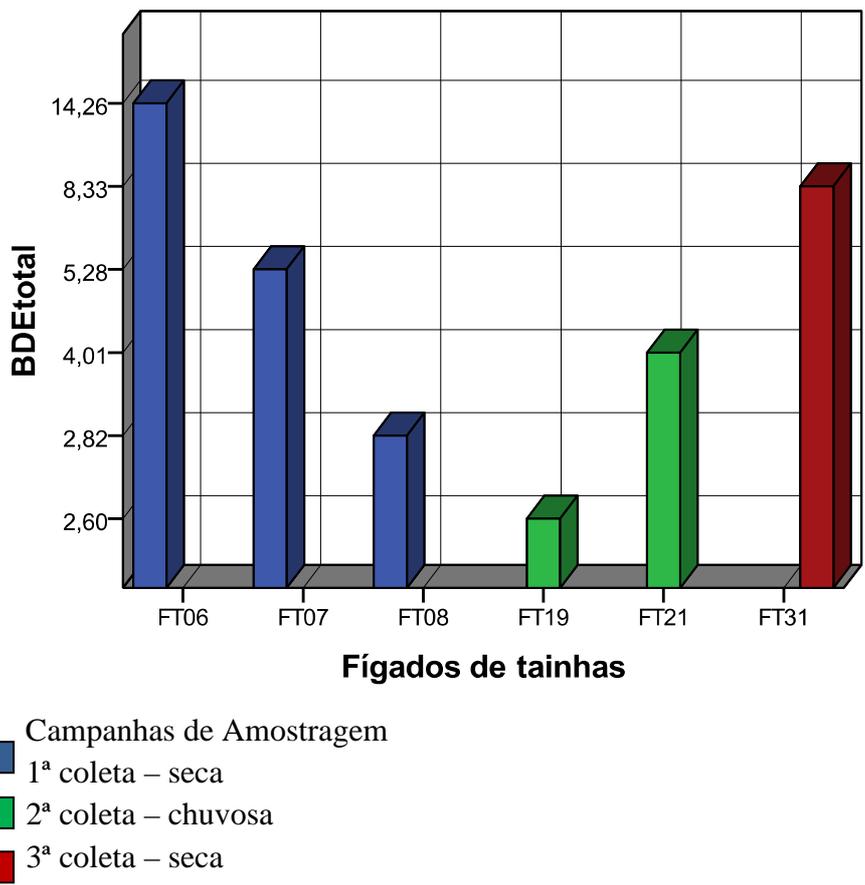


Figura 49 - Distribuição dos teores totais de PBDEs , em ng.g⁻¹ de peso seco, nos fígados das tainhas

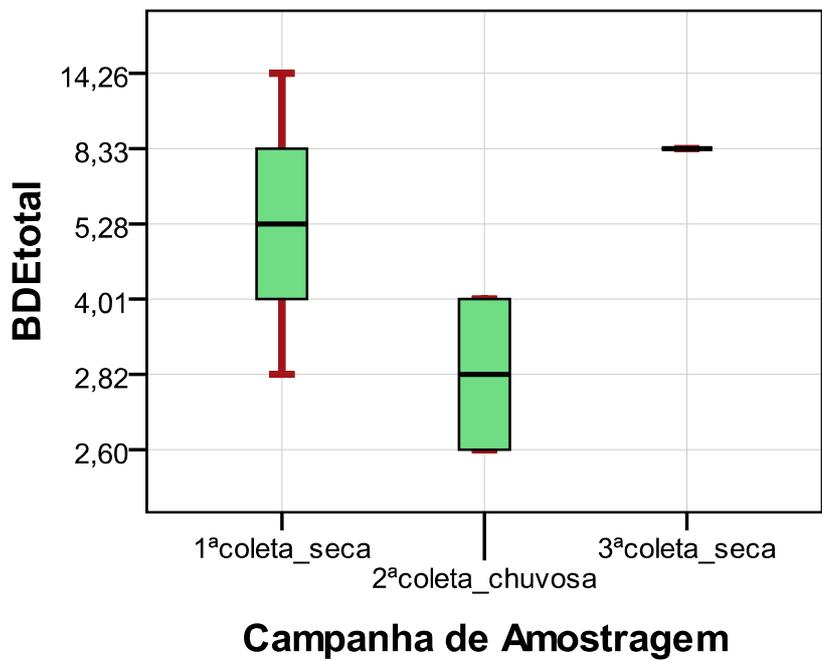


Figura 50 – Dispersão dos teores totais de PBDEs, em ng.g⁻¹ de peso seco, por campanha de amostragem, nos fígados das tainhas.

Os testes não paramétricos (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$), realizados, conforme as hipóteses, para os resultados das análises dos músculos de corvinas demonstraram, que ao nível de significância $\alpha = 0,05$, que não há evidências de diferenças estatisticamente significativas entre os teores de BDE-47 ou entre os teores totais de PBDEs encontrados nos fígados das tainhas analisadas, coletadas em diferentes estações (Asymptotical significance = p-value = $0,172 > 0,05$ e $0,343 > 0,05 \Rightarrow$ aceitando-se ambas as hipóteses nulas)..

Esses resultados não permitem o estabelecimento de uma correlação temporal para os teores de PBDEs, além disso, não foram determinados os teores de lipídios nos fígados de tainhas, portanto, não foi possível, também, estabelecer correlação entre teores de PBDEs e teores de lipídios.

A figura 77, importada do pacote estatístico PASW statistics, mostra os resultados do teste Kruskal-Wallis, para verificar a hipótese nula de que as populações de fígados de tainhas das três campanhas de amostragens têm distribuições de teores de BDE-47 e do total de PBDEs idênticas.

6.8. PBDEs nos mexilhões

Das 13 amostras de mexilhões analisadas apenas três (23%) apresentaram PBDEs. Da primeira amostragem MBV 1, apresentou $1,26 \text{ ng.g}^{-1}$ peso seco, do BDE-99. Da segunda campanha, MMG 4 apresentou $1,99 \text{ ng.g}^{-1}$ de peso seco do BDE-47 e $1,08 \text{ ng.g}^{-1}$ de peso seco do BDE-99 e da terceira campanha o MBV 7 apresentou $1,13 \text{ ng.g}^{-1}$ de peso seco do BDE-99. A amostra MMG 4 apresentou o maior total de PBDEs, $3,07 \text{ ng.g}^{-1}$ de peso seco.

Assim como no caso dos músculos de tainhas, o total de mexilhões com concentrações de PBDEs maiores que os limites de detecção não forneceu dados numéricos suficientes para o estabelecimento de alguma hipótese estatística sobre a ocorrência desses analitos nessa espécie de organismos.

As tabelas 27, 28 e 29 mostram as concentrações de PBDEs encontradas nos músculos dos mexilhões em cada campanha de amostragem e a tabela 30 mostra a soma das concentrações de PBDEs nas três campanhas de amostragem.

Tabela 26 - Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em mexilhões

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 30.08.2006			
	MBV 1	MJJ 1	MMG 1
BDE-28	< LD	< LD	< LD
BDE-47	< LD	< LD	< LD
BDE-66	< LD	< LD	< LD
BDE-100	< LD	< LD	< LD
BDE-99	1,26	< LD	< LD
BDE-85	< LD	< LD	< LD
BDE-154	< LD	< LD	< LD
BDE-153	< LD	< LD	< LD
BDE-157	< LD	< LD	< LD

Tabela 27 - Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em mexilhões

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO CHUVOSA / 27.02.2007					
	MBV 4	MJJ 4	MMG 4	MP3 4	MP4 4
BDE-28	< LD				
BDE-47	< LD	< LD	1,99	< LD	< LD
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	< LD	< LD	1,08	< LD	< LD
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD				
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 28 - Concentração de PBDEs (em ng.g^{-1} peso seco) em mexilhões

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 15.08.2007					
	MBV 7	MJJ 7	MMG 7	MP3 7	MP4 7
BDE-28	< LD				
BDE-47	< LD				

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 15.08.2007					
	MBV 7	MJJ 7	MMG 7	MP3 7	MP4 7
BDE-66	< LD				
BDE-100	< LD				
BDE-99	1,13	< LD	< LD	< LD	< LD
BDE-85	< LD				
BDE-154	< LD				
BDE-153	< LD				
BDE-157	< LD				

Tabela 29 - Concentração total de PBDEs (em ng.g⁻¹ de peso seco) em mexilhões das três campanhas de amostragem

Amostra	Σ_{PBDEs}	Amostra	Σ_{PBDEs}	Amostra	Σ_{PBDEs}
MBV1	1,26	MBV4	< LD	MBV7	< LD
MJJ1	< LD	MJJ4	< LD	MJJ7	< LD
MMG1	< LD	MMG4	3,07	MMG7	< LD
MP31		MP34	< LD	MP37	< LD
MP41		MP44	< LD	MP47	< LD

6.9. PBDEs nas diversas espécies

A predominância do BDE-47 em todos os grupos estudados corrobora com pesquisas em outras regiões. (AKUTSU et al., 2001; CHRISTENSEN et al., 2002; DE WIT, 2002b). É possível que este predomínio se deva ao fato de o BDE-47 ser o componente majoritário (cerca de 40%) de duas das penta-formulações muito comercializadas no mundo em décadas passadas: o Bromkal 70-%DE e o DE-71(SJODIN et al., 1998; LA GUARDIA et al., 2006)

Dentre as três espécies em questão somente os músculos de corvinas apresentaram valores de concentrações de PBDEs estatisticamente importantes. Os fígados das tainhas apresentarem níveis significativos, portanto, mais altos que os músculos da respectiva espécie. Estes resultados podem estar relacionados tanto ao fato de fígados, em geral, possuírem mais lipídios que os músculos, quanto às questões fisiológicas do animal, que utiliza o fígado para metabolizar os poluentes que porventura tenham sido assimilados pelos organismos.

Os músculos de tainhas e os mexilhões não apresentaram PBDEs em quantidades significativas, estas espécies ocupam os mais baixos níveis tróficos, dentre as espécies estudadas. Estes resultados indicam que no ambiente marinho os PBDEs biomagnificam de forma semelhante a outros POPs.

Correlacionando os teores de PBDEs com os teores de lipídios, apresentados anteriormente, observa-se que os efeitos de biomagnificação dos PBDEs através dos níveis tróficos foram mais importantes, para as espécies estudadas, no ambiente em que viveram, que o efeito de acumulação nos tecidos lipofílicos.

As concentrações de PBDEs encontradas neste trabalho são menores que em muitos outros estudos: 83,7 ng.g⁻¹ de peso seco em mexilhões de Hong Kong (DE BOER et al., 2003; LIU et al., 2005), 4,3 ng.g⁻¹ de BDE-47 em mexilhões dos Países Baixos (DE BOER et al., 2003), 440 ng.g⁻¹ em mexilhões do continente asiático (RAMU et al., 2007), 30 ng.g⁻¹ de BDE-47 em peixes de Portugal (GAMA et al., 2006).

Não há relatos de estudos da ocorrência de PBDEs, especificamente em músculos de corvinas e em músculos de tainhas, para uma comparação direta com os teores encontrados nesta pesquisa, porém, considerando que o Brasil jamais fabricou ou importou PBDEs e que, portanto, a introdução desses poluentes na biota da Baía de Guanabara se dá, principalmente, pela lixiviação de equipamentos eletro-eletrônicos descartados, os baixos teores encontrados se justificam.

6.10. PCBs nos músculos de corvinas

Das 14 amostras de músculos de corvinas analisadas todas (100%) apresentaram PCBs. Os PCBs 81, 77, 123, 114, 126, 169 e 189 tiveram teores abaixo dos limites de detecção em todas as análises. A maior concentração foi obtida para o PCB-153, 164,07 ng.g⁻¹ de peso seco na amostra C17. Esta amostra (C17) também apresentou o maior teor total de PCBs, 1.027,25 ng.g⁻¹ de peso

seco. As tabelas 30, 31 e 32 mostram os teores de PCBs e a tabela 33 mostra o total de PCBs encontrados em cada amostra de músculos de corvina analisada.

Tabela 30 – Teores de PCBs nos músculos de corvinas da 1ª amostragem em ng.g^{-1} de peso seco.

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	C02	C04	C05	C09	C15
PCB 8	4,11	4,43	3,26	1,09	< LD
PCB 18	6,09	7,04	6,70	2,80	< LD
PCB 31	6,91	8,01	9,29	5,26	1,58
PCB 28	13,33	15,80	18,04	11,36	< LD
PCB 33	6,73	8,00	8,37	5,37	< LD
PCB 52	14,14	21,03	24,23	15,14	< LD
PCB 49	5,39	8,33	9,67	5,75	< LD
PCB 44	8,83	11,62	13,68	9,71	< LD
PCB 74	7,95	11,27	12,55	10,94	5,07
PCB 70	17,90	23,04	26,79	25,82	11,98
PCB 66	7,48	10,45	11,63	10,49	4,92
PCB 95	< LD	11,14	12,53	8,44	< LD
PCB 56/60	6,32	7,93	9,09	9,34	4,43
PCB 101	16,55	32,37	34,29	23,86	13,71
PCB 99	7,59	13,10	13,83	10,50	5,88
PCB 97	4,42	7,30	7,90	6,93	3,75
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	6,16	10,45	11,52	10,23	5,36
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	13,57	22,15	23,61	20,46	11,67
PCB 151	1,58	6,35	5,86	2,56	1,96
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	12,34	39,88	37,45	18,41	13,89
PCB 118	13,39	21,24	21,54	18,64	11,96
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	22,17	67,30	61,58	28,21	21,88
PCB 132	< LD	15,08	13,84	< LD	< LD
PCB 105	4,84	7,40	7,19	7,25	4,28
PCB 141	1,92	6,79	5,76	2,72	2,31
PCB 138	14,40	40,22	35,08	17,88	14,36
PCB 158	< LD	3,00	2,69	< LD	< LD
PCB 126	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
PCB 187	5,23	21,71	16,99	6,33	5,81
PCB 183	< LD	10,96	8,29	3,14	2,84
PCB 128	3,10	7,33	6,55	4,11	3,07
PCB 167	< LD	2,62	2,19	< LD	< LD
PCB 174	2,00	10,83	8,84	3,37	3,50
PCB 177	< LD	3,93	3,45	< LD	< LD
PCB 156	1,90	5,19	4,07	2,26	1,83
PCB 157	< LD	1,27	< LD 5	< LD	< LD
PCB 180	8,93	40,26	29,88	11,00	11,23

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	C02	C04	C05	C09	C15
PCB 169	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 170	4,47	23,41	17,33	6,75	6,32
PCB 199	<LD	5,34	3,78	<LD	<LD
PCB 230	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 189	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 195	<LD	2,42	<LD	<LD	<LD
PCB 194	<LD	7,24	4,77	<LD	<LD
PCB 206	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCBs totais	249,74	583,13	554,11	326,12	173,59

Tabela 31 - Teores de PCBs nos músculos de corvinas da 2ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	C16	C17	C25	C28	C30
PCB 8	<LD	<LD	<LD	1,78	<LD
PCB 18	<LD	<LD	<LD	2,76	<LD
PCB 31	2,21	2,97	2,45	4,98	2,53
PCB 28	<LD	5,57	<LD	9,21	4,57
PCB 33	<LD	<LD	<LD	4,32	<LD
PCB 52	9,32	15,84	7,21	10,94	<LD
PCB 49	4,01	7,05	2,90	3,96	2,39
PCB 44	5,61	8,26	4,49	6,95	<LD
PCB 74	7,52	11,51	6,50	7,67	5,96
PCB 70	16,25	21,53	14,29	18,31	13,01
PCB 66	7,24	11,26	5,98	6,99	4,95
PCB 95	7,50	14,02	<LD	<LD	<LD
PCB 56/60	5,87	7,65	4,96	6,20	3,17
PCB 101	27,01	53,73	19,47	15,14	13,40
PCB 99	11,26	21,95	8,45	7,00	6,23
PCB 97	6,31	10,79	4,75	4,39	3,33
PCB 81	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 87	8,88	15,23	6,77	6,47	4,68
PCB 77	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 110	19,72	33,21	14,09	12,55	7,95
PCB 151	5,53	13,49	3,28	1,19	1,30
PCB 123	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 149	36,48	84,25	21,94	9,12	8,75
PCB 118	21,53	40,29	16,08	11,79	10,89
PCB 114	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 153	64,77	164,07	43,55	13,82	15,70
PCB 132	11,66	32,09	<LD	<LD	<LD
PCB 105	7,68	13,61	5,53	4,26	2,57
PCB 141	6,17	13,72	3,66	<LD	<LD
PCB 138	40,30	91,96	25,01	9,15	10,15
PCB 158	3,11	7,01	2,03	<LD	<LD

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	C16	C17	C25	C28	C30
PCB 126	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 187	20,77	50,24	12,01	<LD	<LD
PCB 183	10,03	24,17	5,84	<LD	<LD
PCB 128	7,76	17,18	4,60	2,06	<LD
PCB 167	2,80	6,26	<LD	<LD	<LD
PCB 174	11,00	24,31	5,77	1,45	1,29
PCB 177	4,37	10,59	2,46	<LD	<LD
PCB 156	5,05	10,17	2,72	<LD	1,13
PCB 157	1,30	2,85	<LD	<LD	<LD
PCB 180	37,68	86,73	21,67	5,81	6,06
PCB 169	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 170	21,95	49,36	11,31	<LD	<LD
PCB 199	5,12	11,49	2,72	<LD	<LD
PCB 230	5,78	12,84	2,99	<LD	<LD
PCB 189	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 195	2,06	4,41	<LD	<LD	<LD
PCB 194	6,47	13,91	<LD	<LD	<LD
PCB 206	<LD	1,68	<LD	<LD	<LD
PCBs totais	442,08	1027,25	295,48	188,27	130,01

Tabela 32 - Teores de PCBs nos músculos de corvinas da 3ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006				
	C31	C33	C34	C35
PCB 8	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 18	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 31	1,47	2,20	<LD	<LD
PCB 28	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 33	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 52	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 49	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 44	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 74	3,48	3,16	<LD	2,51
PCB 70	6,77	6,83	<LD	5,23
PCB 66	3,15	2,85	<LD	<LD
PCB 95	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 56/60	2,32	2,34	<LD	1,79
PCB 101	11,23	7,98	<LD	8,07
PCB 99	4,74	3,38	<LD	3,28
PCB 97	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 81	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 87	3,68	<LD	<LD	<LD
PCB 77	<LD	<LD	<LD	<LD

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006				
	C31	C33	C34	C35
PCB 110	7,67	5,91	< LD	5,75
PCB 151	1,88	< LD	< LD	1,40
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	12,56	6,38	3,28	9,08
PCB 118	8,75	5,24	< LD	5,80
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	25,01	9,08	< LD	14,67
PCB 132	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 105	3,05	< LD	< LD	< LD
PCB 141	2,06	< LD	< LD	< LD
PCB 138	14,54	6,23	< LD	9,30
PCB 158	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	6,63	< LD	< LD	< LD
PCB 183	3,17	< LD	< LD	< LD
PCB 128	3,14	< LD	< LD	1,77
PCB 167	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 174	2,40	< LD	< LD	2,30
PCB 177	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 156	1,90	< LD	< LD	1,14
PCB 157	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 180	10,33	< LD	< LD	8,25
PCB 169	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 170	6,19	< LD	< LD	4,63
PCB 199	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 230	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	146,11	61,58	3,28	84,97

Tabela 33 – Total de PCBs nos músculos de corvinas.

Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)
C02	249,74	C16	442,08	C31	146,11
C04	583,13	C17	1027,25	C33	61,58
C05	554,11	C25	295,48	C34	3,28
C09	326,12	C28	188,27	C35	84,97
C15	173,59	C30	130,01		

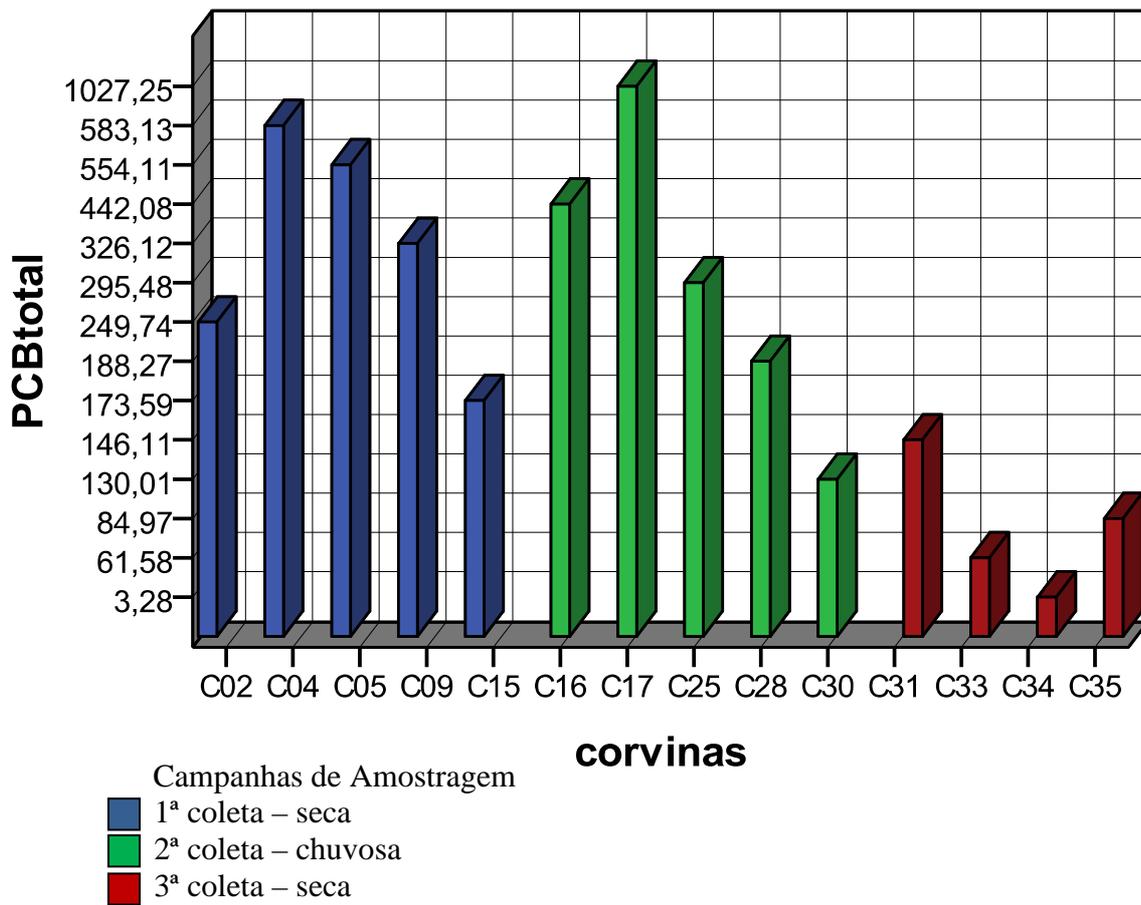


Figura 51 – Distribuição dos teores totais de PCBs em músculos das corvinas, em ng.g⁻¹ de peso seco.

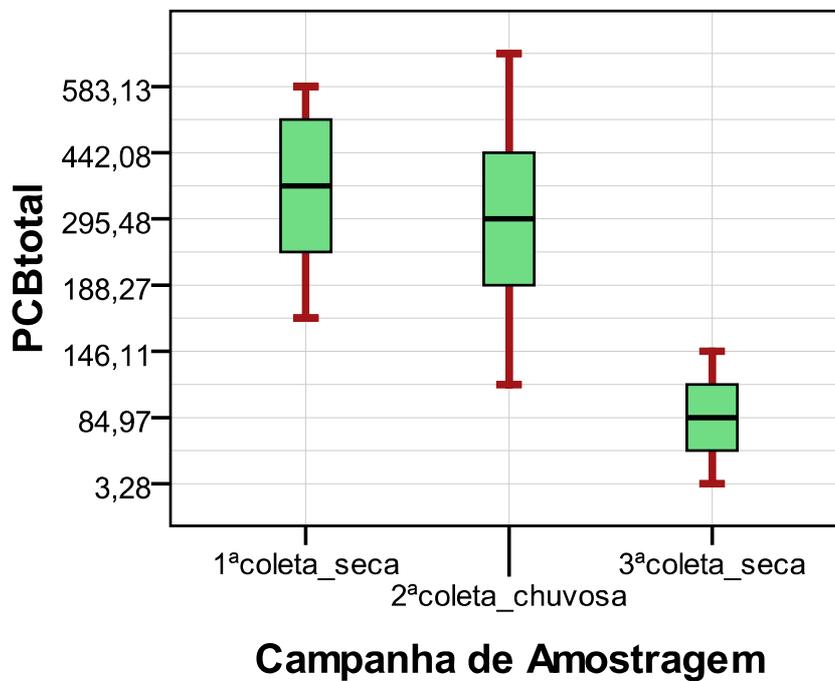


Figura 52 – Dispersão dos teores totais de PCBs, por campanha de amostragem, em músculos das corvinas em ng.g⁻¹ de peso seco.

O teste não paramétrico, Kruskal-Wallis, com nível de significância de 95%, para testar a hipótese nula de que as populações têm distribuições do total de PCBs nos músculos das corvinas idênticas (H_0 : Teor total de PCBs na 1ª amostragem = Teor total de PCBs na 2ª amostragem = Teor total de PCBs na 3ª amostragem) contra a hipótese alternativa de que pelo menos uma difere das demais quanto à mediana (H_1 : Teor total de PCBs na 1ª amostragem \neq Teor total de PCBs na 2ª amostragem \neq Teor total de PCBs na 3ª amostragem) demonstrou que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ existem evidências das diferenças entre os teores de PCBs em cada amostragem (Asymptotical significance = p-value = 0,026 < 0,05 \Rightarrow rejeita-se a hipótese nula).

Por outro lado, O teste não paramétrico Mann-Whitney, para testar significância das diferenças entre cada par de distribuições (Teor total de PCBs na 1ª amostragem X Teor total de PCBs na 2ª amostragem, Teor total de PCBs na 1ª amostragem X Teor total de PCBs na 3ª amostragem e Teor total de PCBs na 2ª amostragem X Teor total de PCBs na 3ª amostragem), levou a concluir que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ os teores totais de PCBs nos músculos de corvinas não mudaram da primeira para a segunda amostragem e diminuíram da segunda para a terceira.

Esta redução dos teores dos PCBs ao longo do tempo era prevista, visto que desde 1981, com a portaria interministerial (MIC/MI/MME) nº 19 (de 29/01/81), a legislação brasileira proibiu a fabricação e a comercialização dos PCBs. Apesar de a lei permitir a continuidade da utilização de equipamentos a PCBs já existentes até o final de suas vidas úteis, não se tem notícias de derramamentos recentes dessas substâncias nas regiões próximas a área deste estudo.

Outro aspecto a ser considerado, é que os teores de lipídios, para músculos de corvinas, não apresentaram variações temporais, reforçando a hipótese, de que o teor de lipídios é menos importante que, que o nível trófico, portanto, o hábito alimentar, na biomagnificação dos PCBs.

As figuras 78, 79, 80 e 81, importadas do pacote estatístico PASW statistics expõe os resultados dos cálculos estatísticos e ilustram as diferenças existentes, ou não, entre os grupos.

6.11. PCBs nos músculos de tainhas

Das 15 amostras de músculos de tainhas analisadas todas (100%) também apresentaram PCBs. Os PCBs 81, 77, 123, 114, 126, 169 e 189 apresentaram teores abaixo dos limites de detecção em todas as determinações, assim como nos músculos de corvinas. A maior concentração foi obtida, também, para o PCB-153, 94,79 ng.g⁻¹ de peso seco na amostra T06. Esta amostra (T06) também apresentou o maior teor total de PCBs, 652,82 ng.g⁻¹ de peso seco. As tabelas 34, 35 e 36 mostram os teores de PCBs e a tabela 37 mostra o total de PCBs encontrados em cada amostra de músculo de tainha analisada.

Tabela 34 - Teores de PCBs nos músculos de tainhas da 1ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

1ª COLETA / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T04	T05	T06	T07	T08
PCB 8	< LD	< LD	1,43	< LD	2,18
PCB 18	< LD	< LD	3,36	< LD	4,00
PCB 31	3,40	2,03	4,26	2,43	3,65
PCB 28	5,55	< LD	7,82	4,79	6,75
PCB 33	< LD	< LD	2,84	< LD	3,31
PCB 52	7,82	< LD	12,28	< LD	8,41
PCB 49	2,88	2,13	4,32	2,35	3,01
PCB 44	5,26	4,07	6,14	4,35	5,00
PCB 74	4,34	4,01	6,17	4,01	4,37
PCB 70	10,24	9,46	13,72	9,41	9,81
PCB 66	3,89	3,65	5,33	3,57	3,75
PCB 95	< LD	< LD	9,54	< LD	< LD
PCB 56/60	3,56	3,33	3,73	3,25	3,08
PCB 101	10,04	10,29	30,96	9,79	12,86
PCB 99	4,57	4,94	9,57	4,46	5,07
PCB 97	< LD	< LD	4,21	< LD	< LD
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	4,14	4,20	8,31	3,94	4,33
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	8,18	7,97	17,23	7,59	8,37
PCB 151	< LD	1,93	9,05	1,17	2,31
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

1ª COLETA / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T04	T05	T06	T07	T08
PCB 149	6,51	9,08	49,65	6,64	13,06
PCB 118	6,79	7,63	19,85	6,86	8,18
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	10,71	29,52	94,79	13,31	25,95
PCB 132	< LD	< LD	19,21	< LD	< LD
PCB 105	2,47	2,89	5,70	2,53	2,66
PCB 141	< LD	2,01	10,91	< LD	2,52
PCB 138	6,91	18,88	54,55	7,98	13,77
PCB 158	< LD	< LD	4,62	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	< LD	14,00	29,44	< LD	6,97
PCB 183	< LD	5,13	17,64	< LD	3,82
PCB 128	< LD	3,56	7,56	< LD	2,07
PCB 167	< LD	< LD	3,92	< LD	< LD
PCB 174	< LD	2,59	17,64	< LD	3,64
PCB 177	< LD	3,13	6,71	< LD	1,52
PCB 156	< LD	1,91	7,76	< LD	1,87
PCB 157	< LD	< LD	1,40	< LD	< LD
PCB 180	< LD	22,25	71,43	< LD	14,64
PCB 169	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 170	< LD	13,34	38,83	< LD	8,06
PCB 199	< LD	3,84	7,99	< LD	< LD
PCB 230	< LD	3,79	10,19	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	3,49	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	9,27	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	107,26	201,56	652,82	98,43	198,99

Tabela 35 - Teores de PCBs nos músculos de tainhas da 2ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T16	T17	T18	T19	T21
PCB 8	< LD				
PCB 18	< LD				
PCB 31	1,30	1,27	< LD	< LD	< LD
PCB 28	< LD				
PCB 33	< LD				
PCB 52	< LD				
PCB 49	< LD				
PCB 44	< LD				
PCB 74	1,83	1,90	1,87	1,81	< LD
PCB 70	< LD				
PCB 66	< LD				
PCB 95	< LD				

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T16	T17	T18	T19	T21
PCB 56/60	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 101	< LD	< LD	< LD	8,39	< LD
PCB 99	< LD	< LD	< LD	3,23	< LD
PCB 97	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 151	< LD	< LD	< LD	2,51	< LD
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	< LD	3,87	< LD	6,08	3,57
PCB 118	< LD	< LD	< LD	6,46	< LD
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	< LD	< LD	< LD	29,23	< LD
PCB 132	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 105	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 141	< LD	< LD	< LD	2,97	< LD
PCB 138	< LD	4,64	< LD	16,98	< LD
PCB 158	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	< LD	< LD	< LD	7,67	< LD
PCB 183	< LD	< LD	< LD	4,77	< LD
PCB 128	< LD	< LD	< LD	2,32	< LD
PCB 167	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 174	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 177	< LD	< LD	< LD	1,64	< LD
PCB 156	< LD	< LD	< LD	2,59	< LD
PCB 157	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 180	< LD	< LD	< LD	19,03	< LD
PCB 169	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 170	< LD	< LD	< LD	11,38	< LD
PCB 199	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 230	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	3,13	11,68	1,87	127,06	3,57

Tabela 36 - Teores de PCBs nos músculos de tainhas da 3ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

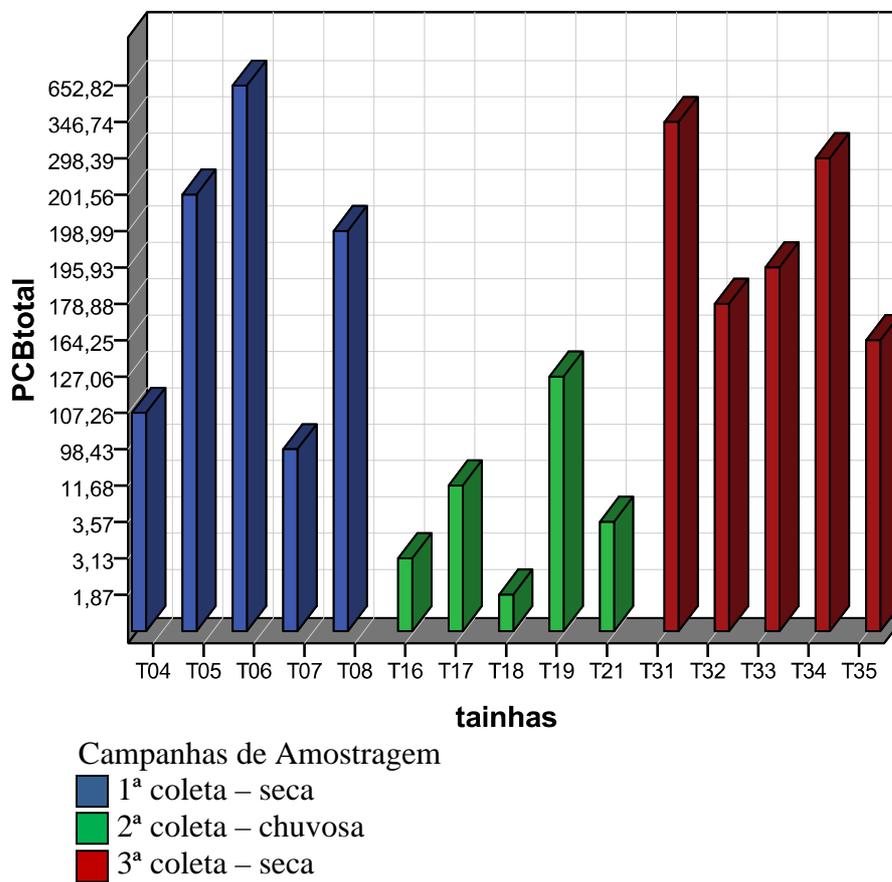
3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	T31	T32	T33	T34	T35
PCB 8	< LD	< LD	1,32	1,44	1,15
PCB 18	< LD	< LD	2,57	2,96	2,63

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006

	T31	T32	T33	T34	T35
PCB 31	3,43	2,89	4,12	5,19	4,88
PCB 28	5,71	5,38	8,09	9,44	8,48
PCB 33	<LD	<LD	3,94	4,14	4,20
PCB 52	8,96	8,68	11,24	13,85	12,19
PCB 49	3,05	3,14	4,00	5,09	4,33
PCB 44	5,48	5,40	6,95	7,76	7,65
PCB 74	5,70	6,08	6,97	7,82	7,19
PCB 70	13,13	14,03	16,39	17,85	16,99
PCB 66	5,02	5,30	6,18	6,98	6,31
PCB 95	<LD	<LD	<LD	7,43	<LD
PCB 56/60	4,25	4,57	5,45	5,61	5,61
PCB 101	15,12	15,39	15,84	20,66	15,68
PCB 99	7,29	7,10	7,45	9,36	7,25
PCB 97	3,52	3,93	4,37	4,53	4,41
PCB 81	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 87	5,63	6,03	6,60	7,26	6,34
PCB 77	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 110	10,49	11,80	12,73	14,16	12,55
PCB 151	3,72	1,59	1,49	2,91	<LD
PCB 123	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 149	11,23	9,21	8,48	14,24	7,28
PCB 118	11,32	11,33	11,50	14,34	10,32
PCB 114	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 153	43,56	19,20	16,72	32,47	9,00
PCB 132	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 105	3,58	3,72	3,85	4,75	3,55
PCB 141	2,62	<LD	<LD	2,74	<LD
PCB 138	18,27	10,28	9,12	17,61	6,26
PCB 158	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 126	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 187	25,73	5,36	5,20	9,36	<LD
PCB 183	10,17	<LD	<LD	4,51	<LD
PCB 128	2,14	1,98	1,92	2,99	<LD
PCB 167	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 174	3,79	1,45	<LD	2,66	<LD
PCB 177	3,76	<LD	<LD	1,91	<LD
PCB 156	2,63	1,24	<LD	2,18	<LD
PCB 157	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 180	46,22	9,24	9,00	18,39	<LD
PCB 169	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 170	20,94	4,56	4,44	9,50	<LD
PCB 199	10,95	<LD	<LD	3,07	<LD
PCB 230	11,98	<LD	<LD	3,23	<LD
PCB 189	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 195	4,12	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 194	10,97	<LD	<LD	<LD	<LD
PCB 206	2,26	<LD	<LD	<LD	<LD
PCBs totais	346,74	178,88	195,53	298,39	164,25

Tabela 37 - Total de PCBs nos músculos de tainhas.

Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)
T04	107,26	T16	3,13	T31	346,74
T05	201,56	T17	11,68	T32	178,88
T06	652,82	T18	1,87	T33	195,93
T07	98,43	T19	127,06	T34	298,39
T08	198,99	T21	3,57	T35	164,25

Figura 53 - Distribuição dos teores totais de PCBs em músculos das tainhas, em ng.g⁻¹ de peso seco.

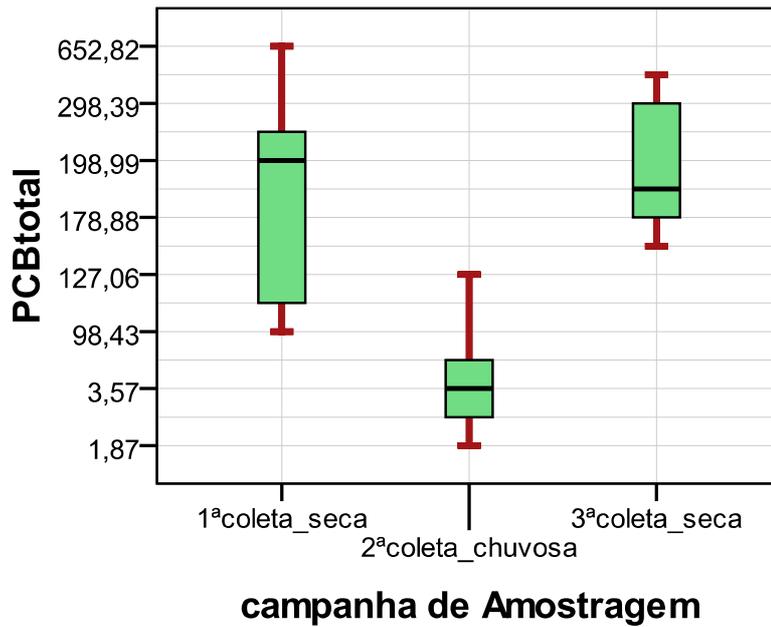


Figura 54 - Dispersão dos teores totais de PCBs, por campanha de amostragem, em músculos das tainhas em ng.g^{-1} de peso seco.

O mesmo tratamento estatístico foi aplicado aos resultados das análises dos músculos das tainhas. O teste não paramétrico, Kruskal-Wallis, demonstrou que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ existem evidências das diferenças entre os teores de PCBs nos músculos das tainhas de cada amostragem (Asymptotical significance = p-value = $0,018 < 0,05 \Rightarrow$ rejeita-se a hipótese nula).

Por outro lado, O teste não paramétrico Mann-Whitney, para testar significância das diferenças entre cada par de distribuições levou a concluir que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ os teores totais de PCBs nos músculos de tainhas são maiores nas estações secas. Menores teores de PCBs nos músculos das tainhas coletadas no final da estação chuvosa podem estar associados à diluição desse poluente no habitat desta espécie. Conforme visto anteriormente, o hábito alimentar influi mais intensamente na assimilação dos PCBs que a presença de lipídios no organismo do animal. Para os músculos de tainhas, os grupos de animais mais gordos apresentaram menores teores de PCBs.

As figuras 82, 83, 84 e 85, importadas do pacote estatístico PASW statistics expõe os resultados dos cálculos estatísticos e ilustram as diferenças existentes, ou não, entre os grupos.

6.12. PCBs nos fígados das tainhas

Semelhantemente aos resultados das análise dos músculos das corvinas e dos músculos de tainhas, dentre as 15 amostras de fígados de tainhas analisadas todas (100%) apresentaram PCBs. Neste caso os PCBs 81, 77, 123, 114, 126 tiveram teores abaixo dos limites de detecção em todas as análises, porém, o PCB 169 foi detectado em sete amostras e o PCB 189 em uma delas. Nos fígados das tainhas, assim com nos musculos, a maior concentração foi obtida para o PCB 153, 261,47 ng.g⁻¹ de peso seco na amostra FT31. Esta amostra (FT31) também apresentou o maior teor total de PCBs, 1.647,29 ng.g⁻¹ de peso seco. As tabelas 38, 39 e 40 mostram os teores de PCBs e a tabela 41 mostra o total de PCBs encontrados em cada amostra de músculo de corvina analisada.

Tabela 38 - Teores de PCBs nos fígados das tainhas da 1ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT04	FT05	FT06	FT07	FT08
PCB 8	1,42	< LD	2,79	4,85	< LD
PCB 18	4,03	2,85	7,41	11,07	2,71
PCB 31	4,49	3,40	7,14	8,18	2,91
PCB 28	7,38	6,78	18,61	16,03	6,21
PCB 33	< LD	< LD	3,91	3,83	< LD
PCB 52	9,37	7,54	24,06	25,88	9,44
PCB 49	3,92	3,22	10,89	10,45	4,01
PCB 44	4,98	4,14	10,98	10,32	4,93
PCB 74	2,97	2,96	11,00	7,36	3,63
PCB 70	6,34	6,19	20,65	14,60	7,57
PCB 66	2,86	2,84	10,99	7,20	3,54
PCB 95	< LD	< LD	12,78	11,44	< LD
PCB 56/60	1,82	1,86	6,31	3,67	2,29
PCB 101	12,47	10,00	46,70	35,10	15,43
PCB 99	6,72	4,42	19,29	13,48	6,06
PCB 97	< LD	< LD	4,54	< LD	< LD
PCB 81	< LD				
PCB 87	< LD	< LD	11,47	7,29	3,82
PCB 77	< LD				

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT04	FT05	FT06	FT07	FT08
PCB 110	5,66	< LD	25,47	14,46	8,04
PCB 151	3,70	2,06	11,56	12,34	4,55
PCB 123	< LD				
PCB 149	15,86	11,81	66,77	55,52	24,55
PCB 118	8,15	6,31	34,43	22,03	9,82
PCB 114	< LD				
PCB 153	58,84	27,82	141,31	158,59	54,52
PCB 132	12,22	< LD	17,20	7,90	8,84
PCB 105	2,71	< LD	10,52	5,81	3,18
PCB 141	2,96	1,87	10,79	10,87	4,31
PCB 138	35,16	15,85	72,38	69,21	28,24
PCB 158	2,14	< LD	6,48	5,41	2,31
PCB 126	< LD				
PCB 187	23,58	7,83	41,21	44,51	17,32
PCB 183	14,76	4,68	21,63	39,38	11,48
PCB 128	4,70	2,57	14,43	10,07	5,18
PCB 167	2,25	< LD	6,09	4,80	< LD
PCB 174	2,01	2,34	14,63	13,27	6,63
PCB 177	4,85	1,60	9,02	9,94	3,82
PCB 156	3,23	1,41	9,43	7,43	2,79
PCB 157	< LD	< LD	2,10	1,63	< LD
PCB 180	41,04	13,63	71,53	100,41	34,01
PCB 169	< LD	< LD	2,20	< LD	1,35
PCB 170	24,00	7,87	43,34	58,60	19,13
PCB 199	6,81	< LD	8,39	12,14	4,45
PCB 230	7,55	< LD	11,98	18,11	4,91
PCB 189	< LD				
PCB 195	2,72	< LD	3,80	5,54	< LD
PCB 194	7,01	< LD	10,77	17,58	5,28
PCB 206	< LD	< LD	< LD	1,87	< LD
PCBs totais	360,68	163,85	887,98	898,17	337,26

Tabela 39 - Teores de PCBs nos fígados das tainhas da 2ª amostragem em ng.g^{-1} de peso seco.

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT16	FT17	FT18	FT19	FT21
PCB 8	2,72	15,54	16,37	7,73	12,99
PCB 18	6,23	28,68	24,90	12,72	21,06
PCB 31	5,51	16,96	11,72	7,42	12,60
PCB 28	8,48	24,60	19,38	12,51	21,57
PCB 33	3,89	13,69	9,12	5,53	11,51
PCB 52	8,86	18,22	15,06	13,76	18,84
PCB 49	3,35	6,77	5,54	5,06	7,26
PCB 44	4,30	9,56	7,47	6,46	9,87
PCB 74	3,39	5,82	4,79	4,54	6,49

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006

	FT16	FT17	FT18	FT19	FT21
PCB 70	7,46	11,95	9,79	9,72	13,92
PCB 66	3,07	4,94	4,16	4,01	5,84
PCB 95	< LD				
PCB 56/60	2,22	3,65	2,74	2,48	4,51
PCB 101	9,53	11,74	12,11	18,78	19,17
PCB 99	4,05	5,45	5,46	7,11	8,81
PCB 97	< LD	< LD	< LD	< LD	3,18
PCB 81	< LD				
PCB 87	< LD	< LD	< LD	4,76	5,11
PCB 77	< LD				
PCB 110	5,54	6,66	5,95	7,98	10,53
PCB 151	1,49	1,83	2,08	5,26	5,64
PCB 123	< LD				
PCB 149	8,59	10,48	13,18	15,01	25,21
PCB 118	5,58	6,71	7,72	12,64	11,75
PCB 114	< LD				
PCB 153	17,14	23,51	28,88	62,46	76,82
PCB 132	< LD				
PCB 105	< LD	< LD	2,48	3,63	3,47
PCB 141	< LD	< LD	< LD	5,44	3,61
PCB 138	8,77	11,27	13,53	30,79	30,58
PCB 158	< LD	< LD	< LD	3,86	3,24
PCB 126	< LD				
PCB 187	< LD	7,19	5,93	14,18	34,19
PCB 183	3,27	7,71	8,38	14,79	25,70
PCB 128	1,99	1,84	2,43	5,31	4,30
PCB 167	< LD	< LD	< LD	2,61	3,07
PCB 174	1,38	1,76	1,42	1,26	7,44
PCB 177	< LD	< LD	< LD	3,10	5,32
PCB 156	< LD	< LD	< LD	4,32	3,36
PCB 157	< LD				
PCB 180	6,58	11,85	9,44	32,06	55,96
PCB 169	2,24	< LD	< LD	1,25	3,81
PCB 170	3,89	6,14	5,68	21,38	26,75
PCB 199	< LD	< LD	< LD	< LD	12,08
PCB 230	< LD	3,07	< LD	3,62	17,05
PCB 189	< LD				
PCB 195	< LD	< LD	< LD	< LD	5,53
PCB 194	< LD	< LD	< LD	< LD	14,00
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD	1,86
PCBs totais	139,52	280,59	255,71	373,54	574,00

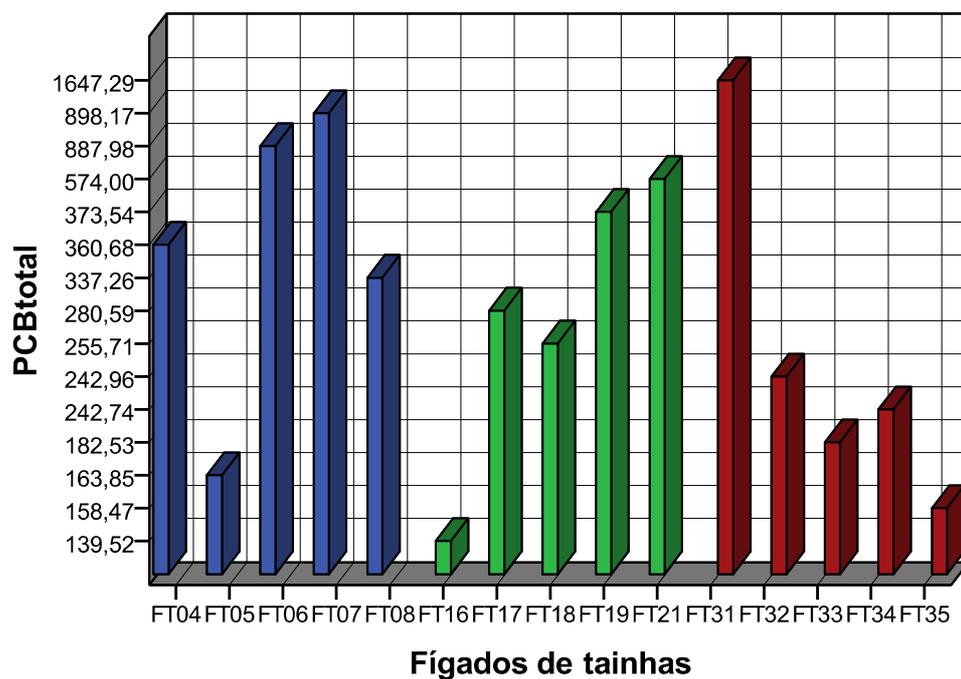
Tabela 40 - Teores de PCBs nos fígados das tainhas da 3ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT31	FT32	FT33	FT34	FT35
PCB 8	5,43	2,79	2,31	4,13	4,13
PCB 18	10,69	6,13	5,69	7,77	8,53
PCB 31	10,22	8,35	6,81	8,76	9,05
PCB 28	19,05	14,14	12,75	14,79	15,20
PCB 33	9,06	6,75	6,36	6,54	7,39
PCB 52	17,67	12,42	11,02	12,61	12,36
PCB 49	6,83	4,74	4,23	4,92	4,70
PCB 44	9,51	6,91	6,69	7,12	7,64
PCB 74	8,32	6,10	5,64	5,96	6,05
PCB 70	17,13	13,56	12,68	13,25	13,70
PCB 66	8,00	5,67	5,07	5,40	5,37
PCB 95	8,16	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 56/60	5,76	4,63	4,32	4,29	4,60
PCB 101	31,20	14,20	11,75	13,54	10,93
PCB 99	17,98	6,63	5,55	6,08	5,04
PCB 97	3,35	2,94	< LD	< LD	< LD
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	7,09	5,03	4,28	4,59	4,21
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	13,33	9,92	8,72	8,84	8,29
PCB 151	18,61	1,81	1,30	2,12	< LD
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	59,80	12,39	8,90	11,48	6,22
PCB 118	24,17	9,87	8,15	8,84	7,24
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	261,47	27,03	18,06	26,49	9,83
PCB 132	24,39	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 105	6,28	3,45	3,08	3,13	2,56
PCB 141	10,46	< LD	< LD	2,00	< LD
PCB 138	80,23	13,31	10,37	12,19	5,43
PCB 158	6,64	8,42	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	146,49	6,62	< LD	7,18	< LD
PCB 183	128,39	5,95	4,24	5,91	< LD
PCB 128	6,93	2,87	2,35	2,80	< LD
PCB 167	4,35	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 174	22,43	1,95	< LD	2,06	< LD
PCB 177	20,87	< LD	< LD	1,49	< LD
PCB 156	11,23	1,61	1,18	1,76	< LD
PCB 157	4,99	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 180	258,17	11,08	6,79	13,70	< LD
PCB 169	1,72	< LD	< LD	2,12	< LD
PCB 170	115,29	5,76	4,24	7,35	< LD
PCB 199	58,14	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 230	72,49	< LD	< LD	2,81	< LD

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	FT31	FT32	FT33	FT34	FT35
PCB 189	2,87	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	22,98	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 194	58,45	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 206	10,67	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	1647,29	242,96	182,53	242,74	158,47

Tabela 41 - Total de PCBs nos fígados das tainhas.

Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)
FT04	360,68	FT16	139,52	FT31	1647,29
FT05	163,85	FT17	280,59	FT32	242,96
FT06	887,98	FT18	255,71	FT33	182,53
FT07	898,17	FT19	373,54	FT34	242,74
FT08	337,26	FT21	574,00	FT35	158,47



Campanhas de Amostragem

- 1ª coleta – seca
- 2ª coleta – chuvosa
- 3ª coleta – seca

Figura 55 - Distribuição dos teores totais de PCBs em fígados das tainhas, em ng.g⁻¹ de peso seco.

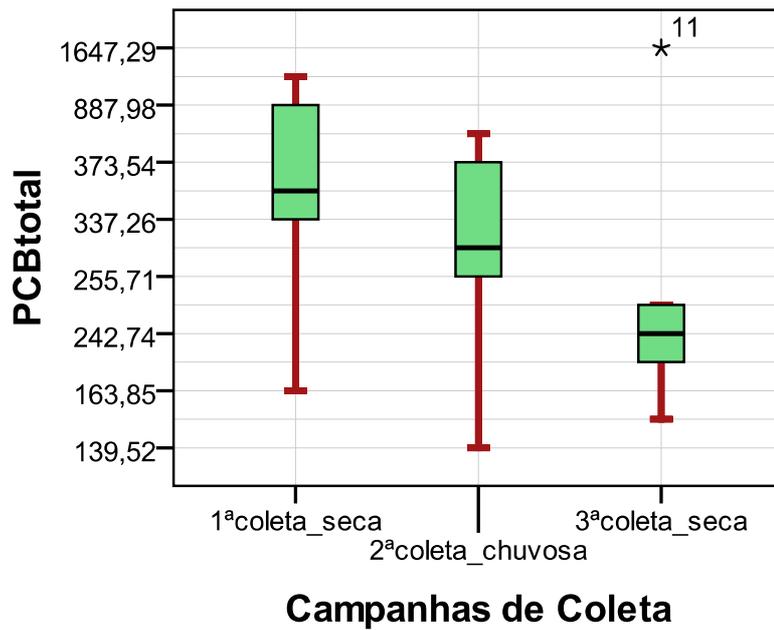


Figura 56 - Dispersão dos teores totais de PCBs, por campanha de amostragem, em fígados das tainhas em ng.g^{-1} de peso seco.

O tratamento estatístico, quando aplicado aos resultados das análises dos fígados das tainhas (Kruskal-Wallis), demonstrou que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ não há evidências de diferenças entre os teores de PCBs nos fígados das tainhas de cada amostragem (Asymptotical significance = p-value = $0,482 > 0,05$ \Rightarrow aceita-se a hipótese nula).

O fato de os teores de PCBs nos fígados das tainhas não apresentarem a mesma tendência de variação temporal que esses teores nos respectivos músculos são indícios de que esses teores estão relacionados ao metabolismo dos animais, que, em geral transferem essas substâncias dos músculos para serem processadas nos fígados, e que na prática, envolvem mecanismos complexos que não são esclarecidos por esta simples correlação. Era previsível, entretanto, que os teores nos fígados fossem maiores que nos respectivos músculos. Este aspecto está discutido no item 6.14 deste trabalho.

A figura 86, importada do pacote estatístico PASW statistics expõe os resultados dos cálculos estatísticos.

6.13. PCBs nos tecidos moles dos mexilhões

Dentre as 13 amostras de mexilhões analisadas todas (100%) apresentaram PCBs. Para os PCBs 81, 77, 123, 114, 132, 141, 158, 126, 187, 183, 167, 174, 177, 156, 157, 169, 170, 199, 230, 189, 195, 194 e 206 foram encontrados teores abaixo dos limites de detecção em todas as análises. A maior concentração foi obtida, para o PCB 79, 19,68 ng.g⁻¹ na amostra MBV 1 (o PCB 153 apresentou 18,38 ng.g⁻¹ de peso seco na amostra MP4 4). Esta amostra (MBV 1) também apresentou o maior teor total de PCBs, 221,40 ng.g⁻¹ de peso seco. As tabelas 42, 43 e 44 mostram os teores de PCBs e a tabela 45 mostra o total de PCBs encontrados em cada amostra de músculo de corvina analisada.

Tabela 42 - Teores de PCBs nos mexilhões da 1ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006			
	MBV1	MJJ1	MMG1
PCB 8	2,72	< LD	< LD
PCB 18	7,19	< LD	< LD
PCB 31	10,00	1,63	2,77
PCB 28	18,25	< LD	5,34
PCB 33	9,15	< LD	< LD
PCB 52	15,82	< LD	< LD
PCB 49	5,84	< LD	< LD
PCB 44	9,68	< LD	< LD
PCB 74	8,98	3,42	3,85
PCB 70	19,68	5,68	6,51
PCB 66	7,67	< LD	< LD
PCB 95	6,14	< LD	< LD
PCB 56/60	6,65	1,90	1,83
PCB 101	15,94	< LD	7,71
PCB 99	7,56	3,64	4,07
PCB 97	4,58	< LD	< LD
PCB 81	< LD	< LD	< LD
PCB 87	6,13	< LD	< LD
PCB 77	< LD	< LD	< LD
PCB 110	12,01	< LD	< LD
PCB 151	1,33	< LD	< LD
PCB 123	< LD	< LD	< LD
PCB 149	8,59	< LD	3,08
PCB 118	11,39	5,80	5,97
PCB 114	< LD	< LD	< LD
PCB 153	12,64	< LD	8,60
PCB 132	< LD	< LD	< LD

1ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006			
	MBV1	MJJ1	MMG1
PCB 105	3,73	< LD	< LD
PCB 141	< LD	< LD	< LD
PCB 138	7,82	4,79	4,22
PCB 158	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD
PCB 187	< LD	< LD	< LD
PCB 183	< LD	< LD	< LD
PCB 128	1,91	< LD	< LD
PCB 167	< LD	< LD	< LD
PCB 174	< LD	< LD	< LD
PCB 177	< LD	< LD	< LD
PCB 156	< LD	< LD	< LD
PCB 157	< LD	< LD	< LD
PCB 180	< LD	< LD	< LD
PCB 169	< LD	< LD	< LD
PCB 170	< LD	< LD	< LD
PCB 199	< LD	< LD	< LD
PCB 230	< LD	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	221,40	26,86	53,95

Tabela 43 - Teores de PCBs nos mexilhões da 2ª amostragem em ng.g⁻¹ de peso seco.

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	MBV4	MJJ4	MMG4	MP34	MP44
PCB 8	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 18	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 31	2,96	2,50	2,22	2,28	3,74
PCB 28	6,70	4,96	4,95	4,82	7,78
PCB 33	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 52	7,71	< LD	< LD	< LD	9,16
PCB 49	2,30	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 44	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 74	4,77	4,09	4,32	3,62	5,87
PCB 70	8,87	6,67	7,10	5,65	9,02
PCB 66	3,92	3,10	3,41	< LD	4,59
PCB 95	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 56/60	2,98	2,11	2,39	< LD	3,46
PCB 101	10,67	8,83	8,99	8,06	11,82
PCB 99	5,09	4,58	4,75	4,08	5,89
PCB 97	< LD	< LD	< LD	< LD	3,18
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

2ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	MBV4	MJJ4	MMG4	MP34	MP44
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	5,94	< LD	4,59	< LD	6,02
PCB 151	1,38	1,17	1,20	< LD	2,02
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	6,47	4,69	4,83	3,69	7,00
PCB 118	8,59	7,29	7,32	5,95	9,64
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	13,75	13,96	13,91	12,75	18,38
PCB 132	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 105	2,33	< LD	< LD	< LD	2,87
PCB 141	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 138	8,34	7,39	8,00	5,50	10,94
PCB 158	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 183	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 128	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 167	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 174	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 177	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 156	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 157	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 180	< LD	< LD	< LD	< LD	5,93
PCB 169	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 170	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 199	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 230	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	102,77	71,34	56,40	77,98	127,31

Tabela 44 - Teores de PCBs nos mexilhões da 3ª amostragem em ng.g^{-1} de peso seco.

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006					
	MBV7	MJJ7	MMG7	MP37	MP47
PCB 8	2,33	< LD	< LD	3,82	< LD
PCB 18	5,96	3,33	< LD	7,28	< LD
PCB 31	10,59	5,87	< LD	9,75	5,34
PCB 28	17,38	12,91	< LD	16,05	9,69
PCB 33	8,02	5,72	< LD	6,59	4,71
PCB 52	14,49	12,30	< LD	13,04	10,09
PCB 49	5,30	4,42	< LD	4,57	3,68
PCB 44	8,04	6,69	< LD	6,27	5,26
PCB 74	8,62	8,09	2,26	7,16	7,03

3ª AMOSTRAGEM / ESTAÇÃO SECA / 01.09.2006

	MBV7	MJJ7	MMG7	MP37	MP47
PCB 70	18,50	16,72	< LD	14,55	14,64
PCB 66	7,27	6,79	< LD	5,77	5,79
PCB 95	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 56/60	6,12	5,44	< LD	4,29	4,57
PCB 101	15,09	15,27	5,22	12,84	13,27
PCB 99	7,26	7,56	< LD	6,18	6,42
PCB 97	4,40	4,34	< LD	3,35	3,59
PCB 81	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 87	5,81	5,58	< LD	4,28	4,47
PCB 77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 110	11,32	10,57	< LD	7,87	8,94
PCB 151	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 123	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 149	6,89	7,38	< LD	5,74	6,26
PCB 118	11,59	12,63	4,50	9,40	10,03
PCB 114	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 153	12,64	14,36	< LD	10,79	11,43
PCB 132	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 105	3,92	3,81	< LD	2,58	2,90
PCB 141	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 138	7,46	8,83	< LD	6,41	6,40
PCB 158	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 126	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 187	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 183	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 128	1,88	2,04	< LD	< LD	< LD
PCB 167	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 174	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 177	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 156	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 157	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 180	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 169	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 170	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 199	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 230	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 189	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 195	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 194	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCB 206	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
PCBs totais	201,24	180,65	11,98	168,58	144,51

Tabela 45 – Total de PCBs nos mexilhões.

Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)	Amostra	Total de PCBs (ng.g ⁻¹ de peso seco)
MBV1	221,40	MBV4	102,77	MBV7	201,24
MJJ1	26,86	MJJ4	71,34	MJJ7	180,65
MMG1	53,95	MMG4	77,98	MMG7	11,98
		MP34	56,40	MP37	168,58
		MP44	127,31	MP47	144,51

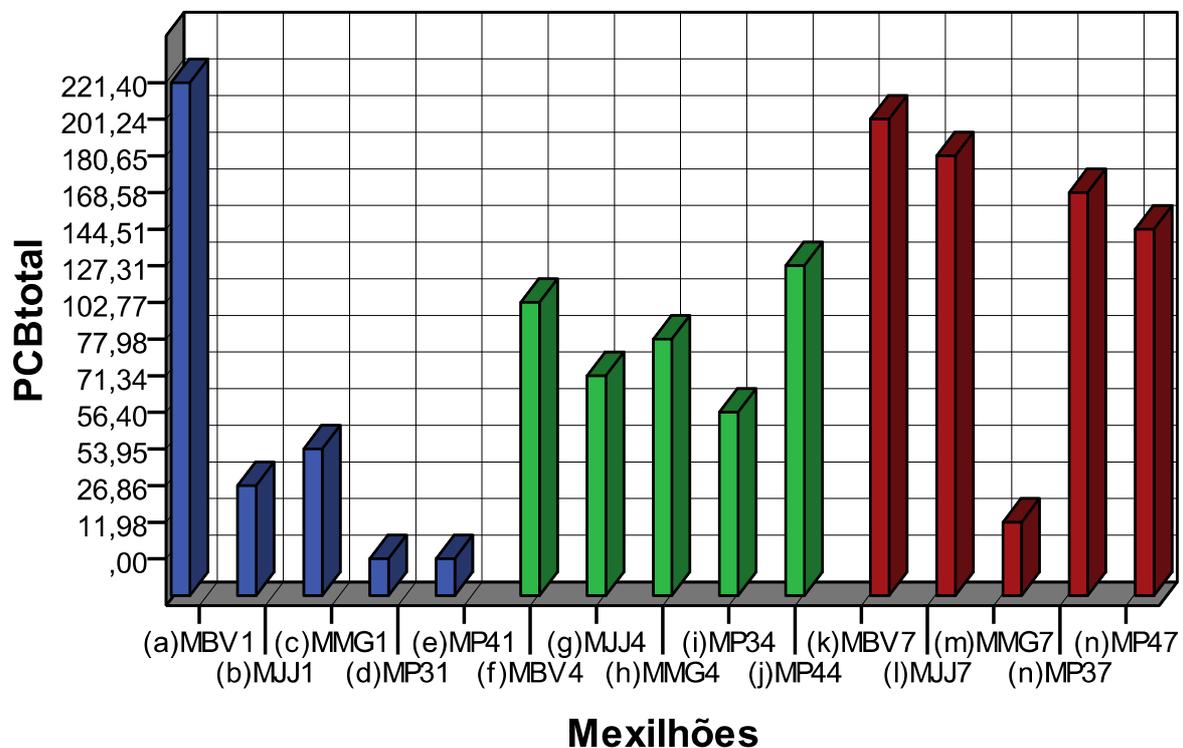


Figura 57 - Distribuição dos teores totais de PCBs em mexilhões, em ng.g⁻¹ de peso seco.

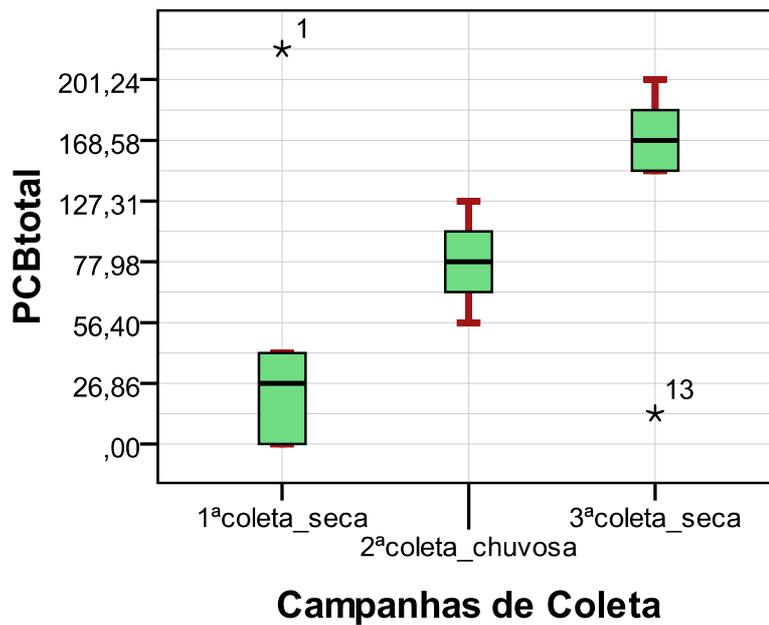


Figura 58 - Dispersão dos teores totais de PCBs, por campanha de amostragem, em mexilhões, em ng.g^{-1} de peso seco.

O mesmo tratamento estatístico, foi aplicado aos resultados das análises dos mexilhões (Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$). Foi demonstrado que ao nível de significância $\alpha = 0,05$ não há evidências de diferenças entre os teores de PCBs nos mexilhões de cada amostragem (Asymptotical significance = p-value = 0,504 > 0,05 \Rightarrow aceita-se a hipótese nula).

A figura 87, importada do pacote estatístico PASW statistics expõe os resultados dos cálculos estatísticos.

Assim como para os músculos de tainhas, para os mexilhões, os teores de lipídios não seguiram o mesmo padrão de variação temporal que os teores de PCBs. Para mexilhões maiores teores de lipídios na estação chuvosa e teores de PCBs idênticos em todas as estações reforçam a hipótese de que também, para esta espécie, o nível trófico, e, conseqüentemente, os hábitos alimentares regulam a assimilação dos PCBs nos organismos dos animais.

6.14. PCBs nas diversas espécies

Os músculos das corvinas e os fígados das tainhas apresentaram os maiores teores de PCBs e idênticos entre si. Os músculos das tainhas e os mexilhões apresentaram menores teores e idênticos entre si. A figura 84 ilustra este fato e as figuras 88, 89, 90, 91, 92, 93 e 94 exibem os resultados dos cálculos estatísticos que conduziram a estas deduções.

Assim como os PBDEs, os PCBs apresentaram os maiores teores nas espécies ocupantes dos níveis tróficos mais altos, independentemente dos teores de lipídios, confirmando, que, muitas das propriedades químicas, físicas e principalmente físico-químicas são semelhantes para estes dois grupos de substâncias. Estes resultados justificam padrões de disseminação no planeta, bioconcentração e biomagnificação na biota semelhantes para PBDEs e PCBs.

Estes resultados, também fortalecem a hipótese de que as espécies predadoras apresentaram mais altos graus de bioacumulação de PBDEs e PCBs em relação a suas presas. Portanto, o homem, por ocupar o topo da cadeia trófica, está sujeito ao risco de exposição a estes contaminantes.

Diferentemente dos resultados encontrados para as determinações de PBDEs, os teores do total de PCBs encontrado nesta pesquisa (1.027,25 ng.g⁻¹ nos músculos de corvinas, 1.647,29 ng.g⁻¹ nos fígados das tainhas, 652,82 ng.g⁻¹ nos músculos de tainhas, 221,40 ng.g⁻¹ nos mexilhões) são maiores que os descritos nas pesquisas mais recentes de outros pontos do planeta. Em um estudo realizado em Washington foram encontrados no máximo 220 ng.g⁻¹ de peso seco de PCBs em salmões, apesar, de terem sido verificados padrões de comportamento semelhantes aos descritos nesta pesquisa, no que diz respeito à bioacumulação (O'NEILL et al., 2009). Outra pesquisa, com peixes da Noruega, encontrou teores máximos de PCBs da ordem de 194 ng.g⁻¹ de peso seco, embora também apresentassem padrões de bioacumulação idênticos aos dos resultados deste trabalho (SHARMA et al., 2009). Peixes de Michigan (Ministique Lake-USA) apresentaram teores máximos de 116 ng.g⁻¹ de peso seco (MADENJIAN et al.,

2009), mexilhões turcos apresentaram teores totais de PCBs máximos de 1,01 pg.g^{-1} (OKAY et al., 2009). Em Tóquio foram encontrados, total de PCBs, respectivamente, 113,1 e 73 ng.g^{-1} de peso seco em peixes e moluscos (TAKEUCHI et al., 2009). Enfim, dentre as pesquisas realizadas, a maioria delas relata menores teores de PCBs e padrão de biomagnificação semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Os teores mais altos no Brasil podem ser explicados, porque a legislação brasileira (Portaria Interministerial nº 019, de 29/01/1981) além de tardiamente criada, não obriga a substituição de equipamentos contendo PCBs, apenas proíbe a fabricação e a importação. Estes equipamentos se tornam fontes em potencial de contaminações. Por exemplo, um acidente ocorreu em 1996 no bairro de Irajá no subúrbio da cidade do Rio de Janeiro (O Estado de São Paulo, 1996), nesta ocorrência observou-se o vazamento de 400 litros de Ascarel provenientes de transformadores para o Rio Meriti, que corta o bairro de Irajá e desemboca na Baía de Guanabara.

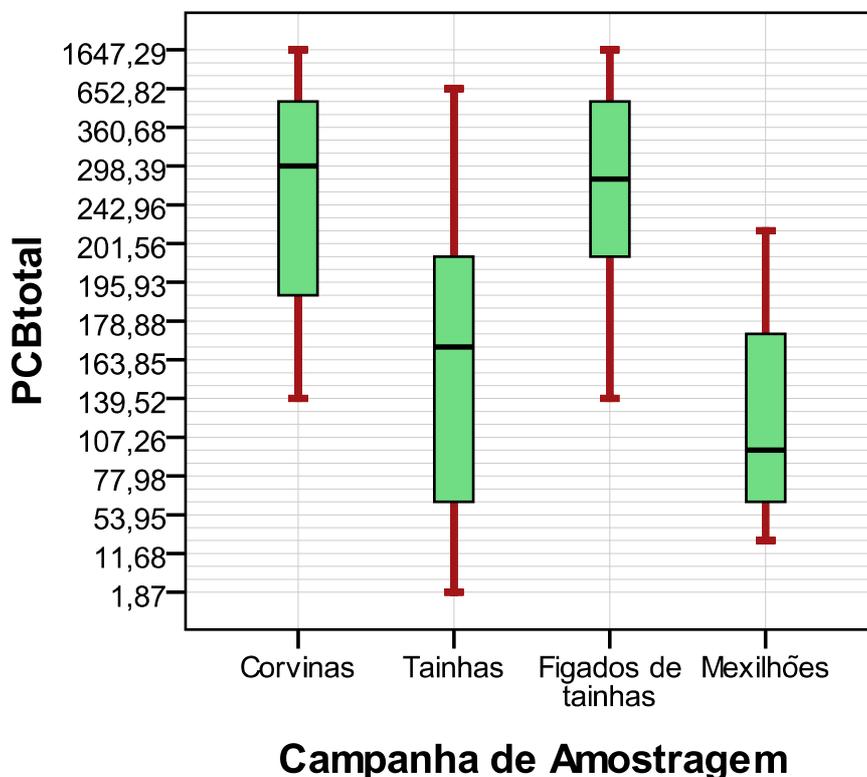


Figura 59 - Dispersão dos teores totais de PCBs, para cada espécie estudada, em ng.g^{-1} de peso seco.

Tabela 46 – Tabela dos máximos, médias e mínimos dos teores de lipídios, PBDEs e PCBs encontrados para as espécies estudadas.

	LIPÍDIOS (mg.g ⁻¹ peso seco)			PBDEs (total) (ng.g ⁻¹ peso seco)			PCBs(total) (ng.g ⁻¹ peso seco)		
	Max.	Média	Mín.	Max.	Média	Mín.	Max.	Média	Mín.
Músculos de corvinas	1,3	1,1	0,8	46,15	12,3	<LD	1.027,25	304,69	3,28
Músculos de tainhas	3,8	3,3	2,9	2,78	2,14	<LD	652,82	172,70	3,13
Fígados de tainhas	---	---	---	14,26	6,22	<LD	1.647,29	449,69	139,52
Tecidos moles de mexilhões	64,2	52,4	43,2	3,07	1,82	<LD	221,40	111,15	11,98