

ÍNDICE

5.2.3 -	Invertebrados bentônicos	1/19
5.2.3.1 -	Riqueza taxonômica da comunidade bentônica	1/19
5.2.3.2 -	Riqueza taxonômica	2/19
5.2.3.3 -	Densidade de organismos	4/19
5.2.3.4 -	Diversidade específica, equitabilidade e dominância	8/19
5.2.3.5 -	Diversidade alfa, beta e gama	9/19
5.2.3.6 -	Curva de rarefação	10/19
5.2.3.7 -	Classificação dos táxons da comunidade bentônica de acordo com os grupos tróficos funcionais (GTF), habitat, hábito, grau de tolerância e potenciais bioindicadores	10/19
5.2.3.8 -	Análises estatísticas	12/19
5.2.3.8.1 -	Análise de agrupamento	14/19
5.2.3.8.2 -	Análise de correspondência canônica (CCA)	15/19
5.2.3.9 -	Discussão	16/19

5.2.3 - Invertebrados bentônicos

5.2.3.1 - Riqueza taxonômica da comunidade bentônica

No Quadro 5.2.3-1 é apresentada a composição taxonômica da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Santo Antônio do rio Madeira, considerando-se o conjunto total de dados obtidos no rio Madeira e tributários no mês de julho de 2014 (período de vazante). Nesse período foi observado um aumento na diversidade taxonômica nas estações de amostragem comparada com o período anterior (abril), sendo registrados 30 táxons distribuídos em 4 filós (Annelida, Arthropoda, Nematoda e Porifera).

A maioria dos táxons pertencem ao filo Arthropoda, o qual contribuiu com 77% (23 táxons) do total de táxons registrados. Todos os representantes do filo Arthropoda encontrados são integrantes da classe Insecta, sendo representada principalmente pela ordem Diptera (17 táxons). Entre os dípteros a família Chironomidae foi o táxon dominante, contribuindo com 14 táxons.

Quadro 5.2.3-1 - Riqueza taxonômica da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, considerando todos os táxons identificados em diferentes categorias (Filo, classe, ordem, família, subfamília, gênero e espécie) para o conjunto de dados obtidos referentes ao rio Madeira e tributários, no mês de julho de 2014.

Filo/ Classe/ Ordem	Família/ Subfamília	Gênero/ Espécie
Annelida/Hirudinea		
Oligochaeta/Haplotaxida	Haplotaxidae	<i>Haplotaxis</i> sp
	Naididae/Tubificinae	
		<i>Allonais inaequalis</i>
		<i>Dero</i> sp
Arthropoda/ Insecta/Diptera	Ceratopogonidae/ Ceratopogoninae	
	Chaoboridae	
	Chironomidae/ Chironominae	<i>Aedokritus</i> sp
		<i>Caladomyia</i> sp
		<i>Chironumus</i> sp
		<i>Cryptochironomus reshchikov</i>
		<i>Fissimentum</i> sp2
		<i>Polypedilum</i> sp
		<i>Tanytarsus</i> sp
		<i>Xenochironomus</i> sp

Filo/ Classe/ Ordem	Família/ Subfamília	Gênero/ Espécie
	Tanypodinae	<i>Ablabesmyia karelia</i> 1
		<i>Coelotanypus</i> sp
		<i>Labrundinia</i> sp
		<i>Monopelopia</i> sp
		<i>Pentaneura</i> sp
		<i>Procladius</i> sp
	Pediciidae	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Aturbina</i> sp
	Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i> sp
Odonata	Coenagrionidae	<i>Enallagma</i> sp
		<i>Ischnura</i> sp
	Libellulidae	<i>Planiplax</i> sp
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i> sp
Nematoda		
Porifera/Demospongiae/Haplosclerida	Metaniidae	

5.2.3.2 - Riqueza taxonômica

A Figura 5.2.3-1 apresenta a riqueza de espécies dos macroinvertebrados bentônicos amostrados no rio Madeira nas estações MON.03, MON.01, JUS.01 e JUS.02 e nos tributários nas estações CAR, JAC.01, CRC, TEO.01, JATI.01, e CEA.01 em julho de 2014. Entre as estações de amostragem do rio Madeira, na estação JUS.02 foi registrado o maior valor de riqueza taxonômica com 5 táxons e o menor na estação JUS.01 com 2 táxons. Nas estações dos tributários o maior valor de riqueza taxonômica foi registrado na estação CRC com 9 táxons e o menor valor nas estações CEA.01 e TEO.01, ambas com 1 táxon.

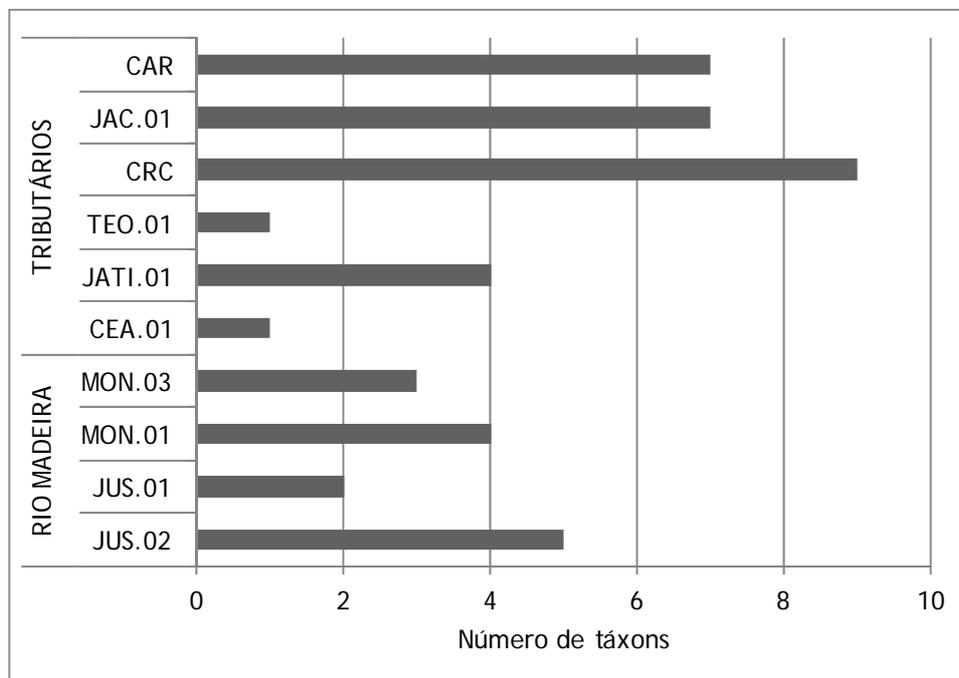


Figura 5.2.3-1 - Riqueza de espécies dos macroinvertebrados bentônicos no rio Madeira e tributários, no mês de julho de 2014.

O Quadro 5.2.3-2 e o Quadro 5.2.3-3 apresentam a composição taxonômica, o local de ocorrência e o número de táxons de macroinvertebrados bentônicos no mês de julho de 2014, considerando-se todas as estações amostrais no rio Madeira e tributários, respectivamente.

Quadro 5.2.3-2 - Composição taxonômica e número de táxons de invertebrados bentônicos no rio Madeira no mês de julho de 2014.

Táxon	MON.03	MON.01	JUS.01	JUS.02
Hirudinea	-	X	-	-
Tubificinae	-	-	-	X
<i>Haplotaxis</i> sp	-	-	-	X
<i>Dero</i> sp	X	-	-	X
<i>Aedokritus</i> sp	X	X	X	-
<i>Cryptochironomus reshchikov</i>	-	-	X	-
<i>Coelotanypus</i> sp	-	X	-	X
<i>Aturbina</i> sp	X	-	-	-
<i>Cernotina</i> sp	-	-	-	X
Nematoda	X	-	-	-
Riqueza total	4	3	2	5

Quadro 5.2.3-3 - Composição taxonômica e número de táxons de macroinvertebrados bentônicos nos tributários no mês de julho de 2014.

Táxon	CAR	JAC.01	CRC	TEO.01	JATI. 01	CEA.01
Hirudinea	X	-	-	-	-	-
<i>Allonais inaequalis</i>	X	-	-	-	-	-
Ceratopogoninae	-	-	-	-	X	-
Chaoboridae	-	-	-	-	-	X
<i>Aedokritus sp</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Caladomyia sp</i>	-	-	-	-	X	-
<i>Chironomus sp</i>	-	X	X	-	X	-
<i>Cryptochironomus reshchikov</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Fissimentum sp2</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Polypedilum sp</i>	-	-	-	-	X	-
<i>Tanytarsus sp</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Xenochironomus sp</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Ablabesmyia karelia 1</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Coelotanypus sp</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Labrundinia sp</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Monopelopia sp</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Pentaneura sp</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Procladius sp</i>	-	-	X	-	-	-
Pediciidae	X	-	-	X	-	-
<i>Campsurus sp</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Enallagma sp</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Ischnura sp</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Planiplax sp</i>	-	-	X	-	-	-
Nematoda	-	X	-	-	-	-
Metaniidae	-	X	X	-	-	-
Riqueza total	7	7	9	1	4	1

5.2.3.3 - Densidade de organismos

Na Figura 5.2.3-2 são apresentados os valores de densidade numérica média dos macroinvertebrados bentônicos no mês de julho de 2014, considerando todos os pontos de amostragem de cada sistema (rio Madeira e tributários). A densidade numérica média dos macroinvertebrados bentônicos registrada no rio Madeira foi de 43 ind.m⁻², enquanto que nos tributários foi de 194 ind.m⁻².

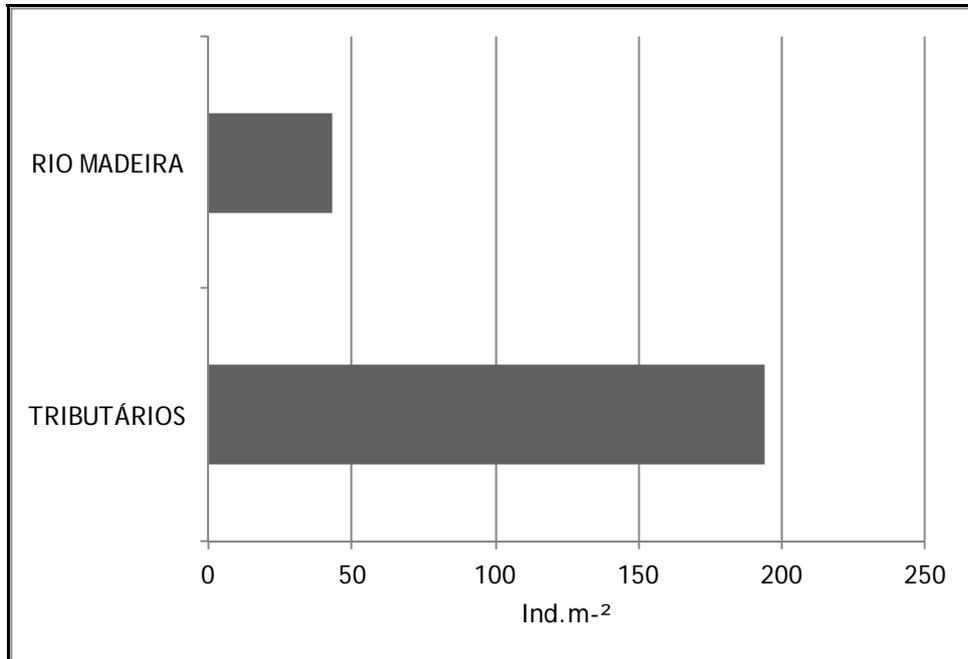


Figura 5.2.3-2 - Densidade numérica média (ind.m⁻²) da composição dos invertebrados bentônicos nas estações de amostragem do rio Madeira e nos tributários, no mês de julho de 2014.

Na Figura 5.2.3-3 são apresentados os dados relativos à densidade numérica absoluta (ind.m⁻²) da composição dos macroinvertebrados bentônicos nas estações amostrais do rio Madeira e dos tributários no mês de julho de 2014.

A maior densidade registrada entre as estações de coleta do rio Madeira foi na estação JUS.02 com 72 ind.m⁻², e o menor valor na estação JUS.01 com 18 ind.m⁻². Nas estações dos tributários, a maior densidade numérica foi registrada na estação CEA.01, com 637 ind.m⁻², e o menor valor na estação TEO.01 com 18 ind.m⁻².

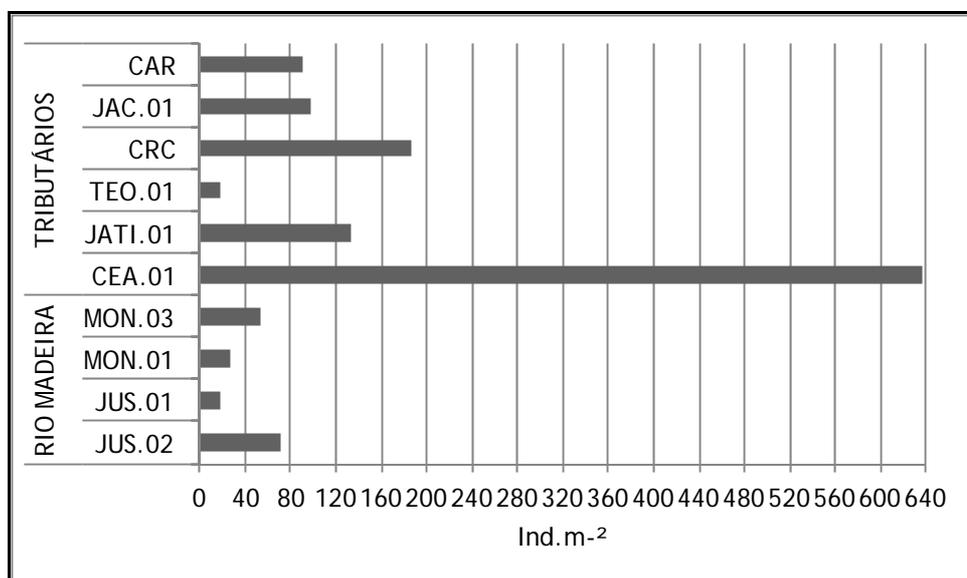


Figura 5.2.3-3 - Densidade numérica absoluta (ind.m⁻²) das populações de macroinvertebrados bentônicos nas estações de amostragem do rio Madeira e nos tributários, no mês de julho de 2014.

No Quadro 5.2.3-4 e no Quadro 5.2.3-5 são apresentados os valores de densidade numérica absoluta (ind.m⁻²) de cada táxon nas estações de amostragem do rio Madeira e tributários, respectivamente, no mês de julho de 2014.

O táxon com maior densidade numérica no rio Madeira foi Tubificinae (Oligochaeta) na estação JUS.02, com 27 ind.m⁻² (Quadro 5.2.3-4). Nos tributários (Quadro 5.2.3-5), Chaoboridae (Diptera) na estação CEA.01 foi o táxon com maior densidade numérica, com 637 ind.m⁻².

Quadro 5.2.3-4 - Densidade numérica (ind.m⁻²) dos macroinvertebrados bentônicos no rio Madeira, no mês de julho de 2014.

Táxon	MON.03	MON.01	JUS.01	JUS.02
Hirudinea	-	9	-	-
Tubificinae	-	-	-	27
<i>Haplotaxis</i> sp	-	-	-	18
<i>Dero</i> sp	9	-	-	9
<i>Aedokritus</i> sp	18	9	9	-
<i>Cryptochironomus reshchikov</i>	-	-	9	-
<i>Coelotanypus</i> sp	-	9	-	9
<i>Aturbina</i> sp	18	-	-	-
<i>Cernotina</i> sp	-	-	-	9
Nematoda	9	-	-	-
Densidade total	54	27	18	72

Quadro 5.2.3-5 - Densidade numérica (ind.m⁻²) dos macroinvertebrados bentônicos nos tributários, no mês de julho de 2014.

Táxon	CAR	JAC.01	CRC	TEO.01	JAT I. 01	CEA.01
Hirudinea	9	-	-	-	-	-
<i>Allonais inaequalis</i>	9	-	-	-	-	-
Ceratopogoninae	-	-	-	-	53	-
Chaoboridae	-	-	-	-	-	637
<i>Aedokritus sp</i>	18	-	-	-	-	-
<i>Caladomyia sp</i>	-	-	-	-	27	-
<i>Chironomus sp</i>	-	9	18	-	9	-
<i>Cryptochironomus reshchikov</i>	-	9	-	-	-	-
<i>Fissimentum sp2</i>	-	18	-	-	-	-
<i>Polypedilum sp</i>	-	-	-	-	44	-
<i>Tanytarsus sp</i>	-	-	9	-	-	-
<i>Xenochironomus sp</i>	-	9	-	-	-	-
<i>Ablabesmyia karelia 1</i>	18	-	-	-	-	-
<i>Coelotanypus sp</i>	-	-	35	-	-	-
<i>Labrundinia sp</i>	-	9	-	-	-	-
<i>Monopelopia sp</i>	-	-	9	-	-	-
<i>Pentaneura sp</i>	18	-	-	-	-	-
<i>Procladius sp</i>	-	-	80	-	-	-
Pediciidae	9	-	-	18	-	-
<i>Campsurus sp</i>	9	-	-	-	-	-
<i>Enallagma sp</i>	-	-	9	-	-	-
<i>Ischnura sp</i>	-	-	9	-	-	-
<i>Planiplax sp</i>	-	-	9	-	-	-
Nematoda	-	35	-	-	-	-
Metaniidae	-	9	9	-	-	-
Densidade total	90	98	187	18	133	637

5.2.3.4 - Diversidade específica, equitabilidade e dominância

No Quadro 5.2.3-6 e na Figura 5.2.3-4 estão representados os valores do índice de diversidade de espécies (Shannon-Wiener), equidade e dominância para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos nas estações do rio Madeira e tributários em julho de 2014.

No rio Madeira, o maior valor registrado do índice de diversidade de espécies (Shannon-Wiener) foi de 1,49 bits.ind⁻¹ na estação JUS.02 e o menor na estação JUS.01 (0,69 bits.ind⁻¹). Já nos tributários, o maior valor do índice de diversidade de espécies foi registrado na estação CRC, com 1,89 bits.ind⁻¹ e o menor nas estações JAT I.01 e CEA.01, ambas com 0 bits.ind⁻¹, devido o registro de somente 1 táxon (Figura 5.2.3-4).

Quase todos os táxons registraram elevados valores de equitabilidade, como nas estações do rio madeira, nas quais os valores variaram entre 0,93 (JUS.02) e 1 (MON.03 e JUS.01). Enquanto que nas estações dos tributários, com exceção das estações JAT.01 e CEA.01, nas quais o valor foi igual a 0, devido a ocorrência de somente 1 táxon, a equitabilidade variou de 0,81 (JAC.01) a 0,97 (CRC; Figura 5.2.3-4).

Contrariamente, os valores do índice de dominância foram baixos. Variando entre 0,25 (JUS.02) e 0,50 (JUS.01) nas estações do rio Madeira. E entre 0,16 (CRC) e 0,32 (TEO.01) nas estações dos tributários. Conforme explicado anteriormente, nas estações JAT.01 e CEA.01, devido ao fato de ter sido registrado somente 1 táxon, o valor do índice de dominância foi igual a 1 (Figura 5.2.3-4).

Quadro 5.2.3-6 - Índices de Diversidade de espécies de Shannon-Wiener, Equitabilidade e Dominância nas estações do rio Madeira e tributários, no mês julho de 2014.

Local	Local	Diversidade	Equidade	Dominância
RIO MADEIRA	MON.03	1.10	1.00	0.33
	MON.01	1.33	0.96	0.28
	JUS.01	0.69	1.00	0.50
	JUS.02	1.49	0.93	0.25
TRIBUTÁRIOS	CAR	1.77	0.91	0.21
	JAC.01	1.77	0.81	0.24
	CRC	1.89	0.97	0.16
	TEO.01	1.24	0.89	0.32
	JAT I. 01	0.00	0.00	1.00
	CEA.01	0.00	0.00	1.00

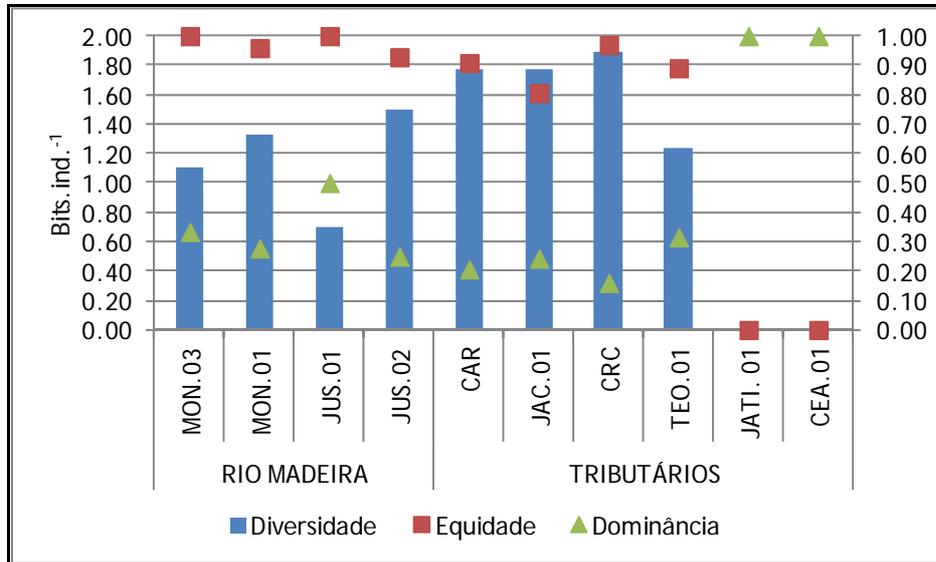


Figura 5.2.3-4 - Diversidade de espécies de Shannon-Wiener (eixo Y à esquerda), Equitabilidade e Dominância (Eixo Y à direita) nas estações do rio Madeira e tributários, no mês de julho de 2014.

5.2.3.5 - Diversidade alfa, beta e gama

No Quadro 5.2.3-7 são apresentados os valores de diversidade Alfa, Beta e Gama no mês de abril de 2014, considerando todas as estações do rio Madeira e tributários. A diversidade alfa, ou riqueza total de espécies, entre os sistemas rio Madeira e tributários, durante o período considerado, foi de 10 e 25 táxons, respectivamente. Enquanto que a diversidade Gama, que representa a riqueza regional, foi de 30 táxons.

A beta diversidade, que expressa a semelhança na composição da comunidade e denota uma estimativa do grau de intercâmbio das espécies entre habitats ou entre pontos de amostragem, é uma medida que varia de 1% (alto intercâmbio e homogeneidade na composição de espécies) a 100% (baixo intercâmbio e total heterogeneidade na composição de espécies). A diversidade Beta entre o rio Madeira e os Tributários foi de 71,43%, visto que somente quatro táxons foram comuns, indicando relativamente baixa heterogeneidade entre os sistemas.

Quadro 5.2.3-7 - Valores de diversidade Alfa, Beta e Gama no período de águas altas, no mês de julho de 2014.

Diversidade	
Alfa (Madeira)	10
Alfa (Tributários)	25
Beta	71,43%
Gama	30

5.2.3.6 - Curva de rarefação

A curva de rarefação por amostras foi construída a partir de todos os dados registrados até o momento, ou seja, de julho de 2009 até julho de 2014. Neste estudo observou-se que em 89 amostragens no rio Madeira, a riqueza foi de 75 táxons. Enquanto que nos tributários, em 122 amostras, foram registrados 118 táxons. A curva de rarefação indica que, com base em um mesmo esforço amostral, a comunidade bentônica dos tributários é mais diversa do que do rio Madeira (Figura 5.2.3-5). Também, nota-se maior tendência de estabilização da curva nos tributários, o que indica que a comunidade amostrada neste sistema está mais próxima da saturação.

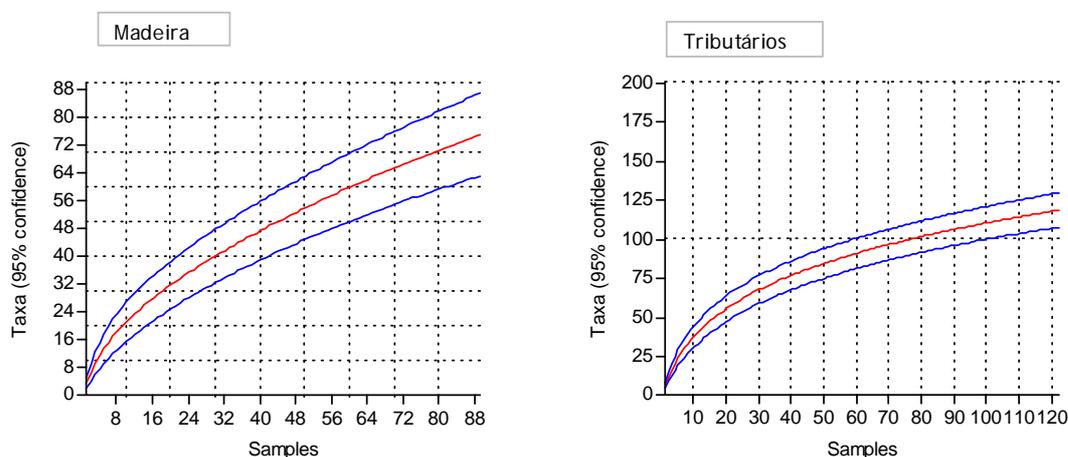


Figura 5.2.3-5 - Curva de rarefação das amostras no rio Madeira e tributários para todas as campanhas de junho de 2009 a abril de 2014.

5.2.3.7 - Classificação dos táxons da comunidade bentônica de acordo com os grupos tróficos funcionais (GTF), habitat, hábito, grau de tolerância e potenciais bioindicadores

Com base nos mecanismos de alimentação, os táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram classificados nos seguintes grupos tróficos funcionais (GTF): coletores, filtradores e predadores (Merrit & Cummins, 1996). Quanto ao habitat foram classificados em lântico e lótico. Quanto ao hábito são classificados em cavadores, caminhadores, nadadores, coladores, trepadores e sésseis. Quanto ao grau de tolerância foram classificados como sensíveis, tolerantes e resistentes. No Quadro 5.2.3-8 é apresentada a classificação dos táxons considerando todas as estações de amostragem no rio Madeira e nos tributários em julho de 2014.

Nas estações do rio Madeira foram registrados somente dois grupos tróficos: coletores (60%) e predadores (40%). Nos tributários, o grupo trófico mais representativo foi os predadores, representando 56% da fauna total (Figura 5.2.3-6).

Quadro 5.2.3-8 - Grupos funcionais tróficos, de habitat, de hábito e grau de tolerância dos táxons da Comunidade Bentônica, no mês de julho de 2014.

TÁXONS	GTF	HABITAT	HÁBITO	GRAU DE TOLERÂNCIA
Hirudinea	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Haplotaxis</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
Tubificinae	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Allonais inaequalis</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Dero</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
Ceratopogoninae	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
Chaoboridae	Predador	Lêntico	Nadador/cavador	Resistentes
<i>Aedokritus</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Caladomyia</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Chironomus sp</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Cryptochironomus reshchikov</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Fissimentum sp2</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Polypedilum</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Coladores/trepador	Resistentes
<i>Tanytarsus</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Xenochironomus</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Cavador	Resistentes
<i>Ablabesmyia karelia 1</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Coelotanypus</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Labrundinia</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Monopelopia</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Pentaneura</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Procladius</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
Pediciidae	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Resistentes
<i>Aturbina</i>	Coletor	Lêntico/lótico	Caminhador	Sensível
<i>Campsurus</i>	Filtrador	Lêntico/lótico	Caminhador	Sensível
<i>Enallagma</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Tolerante
<i>Ischnura</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Tolerante
<i>Planiplax</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Tolerante
<i>Cernotina</i>	Predador	Lêntico/lótico	Caminhador	Sensível
Nematoda	Predador	Lêntico/lótico	Nadador/cavador	Resistentes
Metaniidae	Filtrador	Lêntico/lótico	Séssil	Tolerante

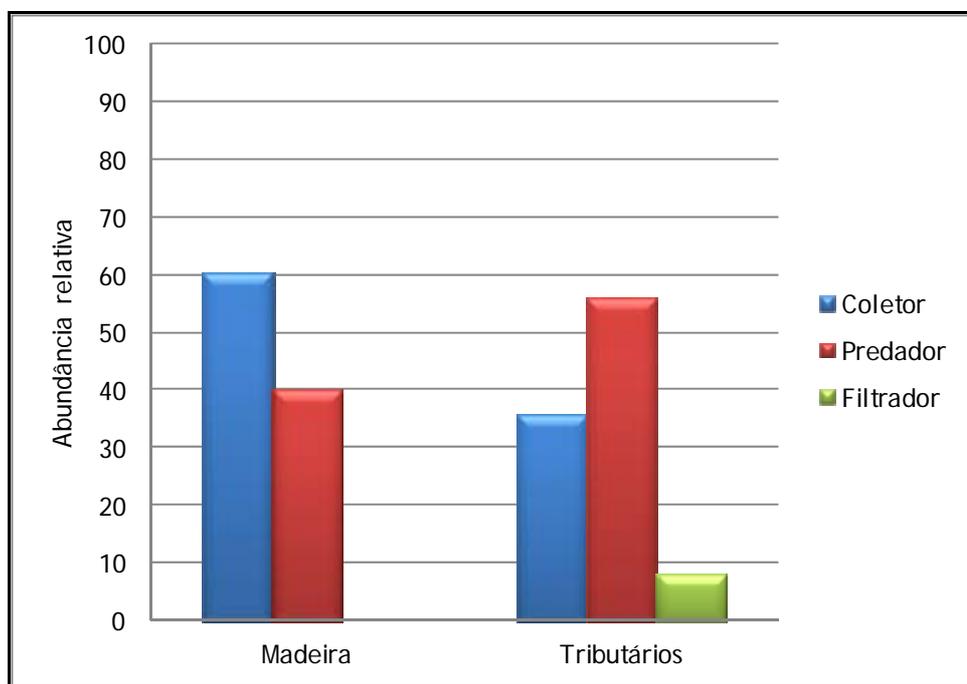


Figura 5.2.3-6 - Abundância relativa dos componentes da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Madeira e Tributários, classificados quanto aos grupos tróficos funcionais (GTF), no mês de julho de 2014.

Neste período, foram registrados somente 3 táxons pertencentes ao grupo EPTs: *Campsurus* (Polymitarcyidae, Ephemeroptera), *Aturbina* (Baetidae, Ephemeroptera) e *Cernotina* (Polycentropodidae, Trichoptera). Estes organismos, conhecidos por sua sensibilidade frente às alterações ambientais, foram registrados tanto nas estações do rio Madeira (MON.03 e JUS.02), quanto dos tributários (CAR).

5.2.3.8 - Análises estatísticas

5.2.3.8.1 - Tendências nos parâmetros descritores da comunidade bentônica

Ao comparar os resultados de riqueza dos períodos de vazante, entre as três fases do empreendimento - Pré-enchimento (2009, 2010 e 2011), Enchimento/estabilização (2012) e Operação (2013 e 2014), nota-se que os valores da riqueza taxonômica encontrada tanto no rio Madeira ($F=0,869$ $p= 0,4588$), quanto nos tributários ($F=5,208$ $p=0,0152$) não foram significativamente diferente entre as fases (Figura 5.2.3-7).

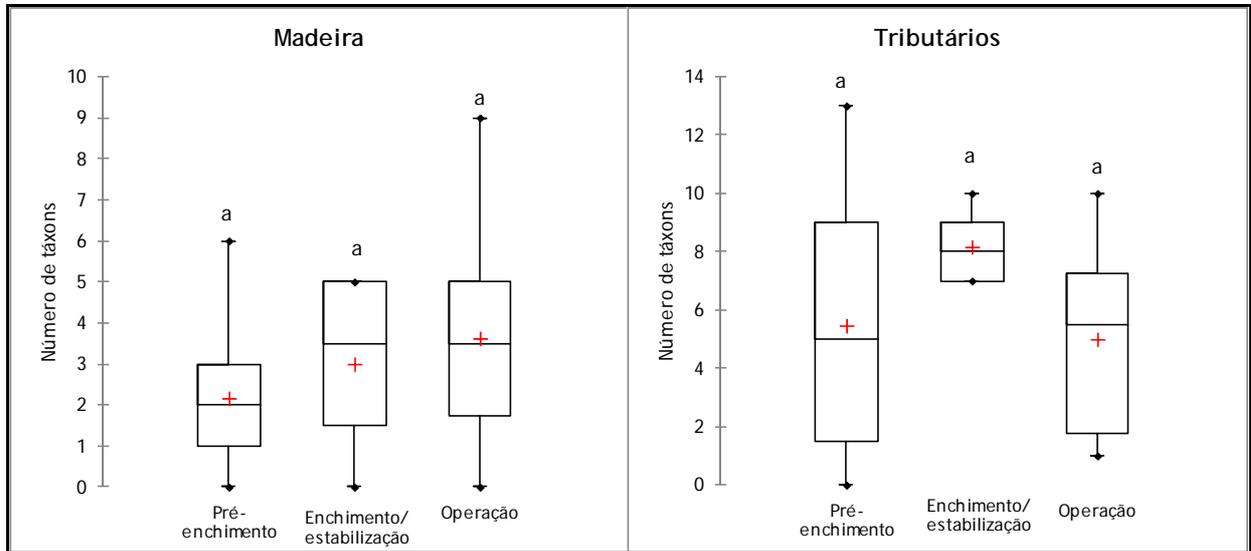


Figura 5.2.3-7 - "Box-plot" da riqueza taxonômica da comunidade de macroinvertebrados bentônicos para o conjunto de dados obtidos referentes ao rio Madeira e tributários, nas vazantes de 2009, 2010 e 2011 (Pré-enchimento); 2012 (Enchimento-estabilização) e 2013 e 2014 (Operação). Letras iguais indicam que os conjuntos de dados não apresentam diferenças significativas, estatisticamente testadas.

Em relação aos valores de densidade (média), também é possível observar que não houveram diferenças significativas entre as fases nem rio Madeira ($F=0,2264$, $p=0,8003$) e nem nos tributários ($F=0,7543$, $p=0,4849$; Figura 5.2.3-8).

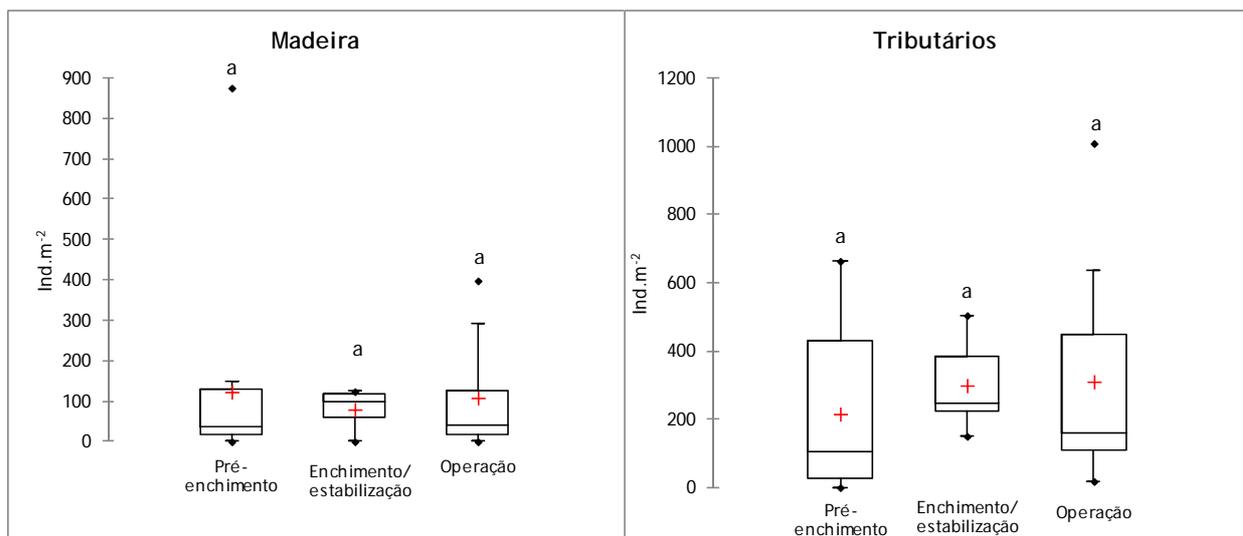


Figura 5.2.3-8 - "Box-plot" da densidade numérica da comunidade de macroinvertebrados bentônicos para o conjunto de dados obtidos referentes ao rio Madeira e tributários, nas vazantes de 2009, 2010 e 2011 (Pré-enchimento); 2012 (Enchimento-estabilização) e 2013 e 2014 (Operação). Letras iguais indicam que os conjuntos de dados não apresentam diferenças significativas, estatisticamente testadas.

As variações que ocorreram nos valores do índice de diversidade não foram significativamente diferentes entre as três fases durante os períodos de vazante, nem nas estações do rio Madeira ($H=3,370$, $p=0,185$) e tampouco nas dos tributários ($H=2,219$, $p=0,330$; **Figura 5.2.3-9**).

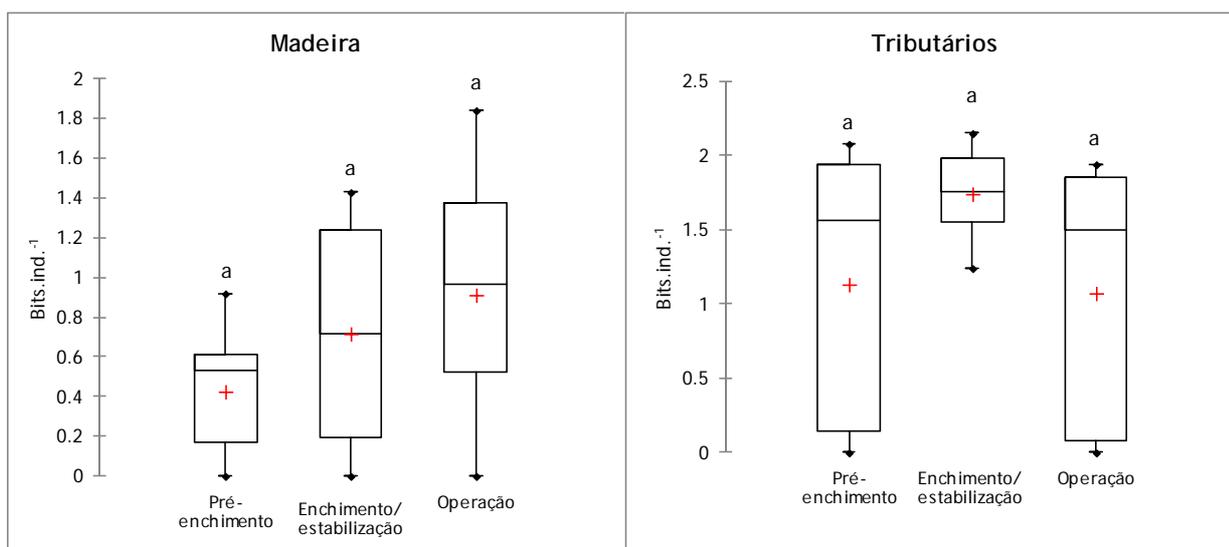


Figura 5.2.3-9 - "Box-plot" do Índice de diversidade de Shannon-Wiener da comunidade de macroinvertebrados bentônicos para o conjunto de dados obtidos referentes ao rio Madeira e tributários, nas vazantes de 2009, 2010 e 2011 (Pré-enchimento); 2012 (Enchimento-estabilização) e 2013 e 2014 (Operação). Letras iguais indicam que os conjuntos de dados não apresentam diferenças significativas, estatisticamente testadas.

5.2.3.8.1 - Análise de agrupamento

O índice de Similaridade de Sorensen (SORENSEN, 1948), equivalente ao índice DICE, foi utilizado visando estabelecer o grau de semelhança entre as estações de coleta em relação as composições dos macroinvertebrados bentônicos em julho de 2014.

No presente estudo a maior similaridade foi observada entre as estações CRC, MON.01, MON.03, JUS.01 e CAR. E a estação CEA.01 separou-se das demais, pois nela foi registrado somente Chaoboridae, com elevada abundância, e também este táxon não foi registrado em nenhuma outra estação **Figura 5.2.3-10**. Nota-se um maior agrupamento (menor distanciamento no plano) entre as estações do rio Madeira se comparada as dos tributários.

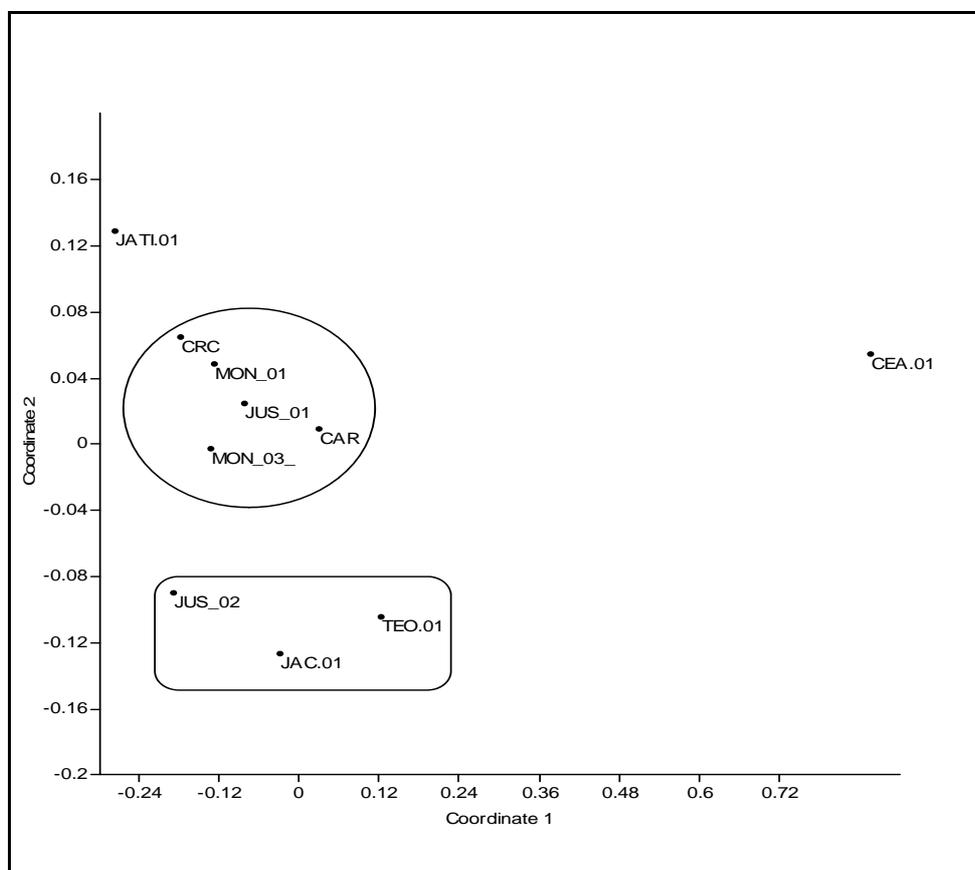


Figura 5.2.3-10 - Dendrograma de Similaridade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos do rio Madeira e Tributários, no mês de julho de 2014.

5.2.3.8.2 - Análise de correspondência canônica (CCA)

Para realização da Análise de Correspondência Canônica (CCA) em julho de 2014 (Figura 5.2.3-11), com a densidade dos macroinvertebrados bentônicos, utilizaram-se as seguintes variáveis ambientais registradas no sedimento: Fração areia, silte, argila e matéria orgânica (%), Nitrogênio e Fósforo, Carbono orgânico total, Manganês, Zinco, Ferro, Silício, Arsênio, Bário e Alumínio (mg/kg). Os resultados obtidos pela CCA, relacionando as variáveis ambientais do sedimento com a densidade dos táxons da comunidade de macroinvertebrados bentônicos evidenciaram que os 2 primeiros eixos explicaram 61,3% da relação entre as variáveis consideradas, sendo somente as concentrações de zinco (Zn) e bário (Ba) significativas. Entre os macroinvertebrados bentônicos, Trichoptera, Ephemeroptera e Naididae associaram-se positivamente com as estações do rio Madeira (em azul), e com as concentrações de ferro (Fe) e arsênio (As). Enquanto que Chaoboridae e Ceratopogonidae associaram-se as concentrações de bário (Ba) e com argila, nas estações dos Tributários (em verde).

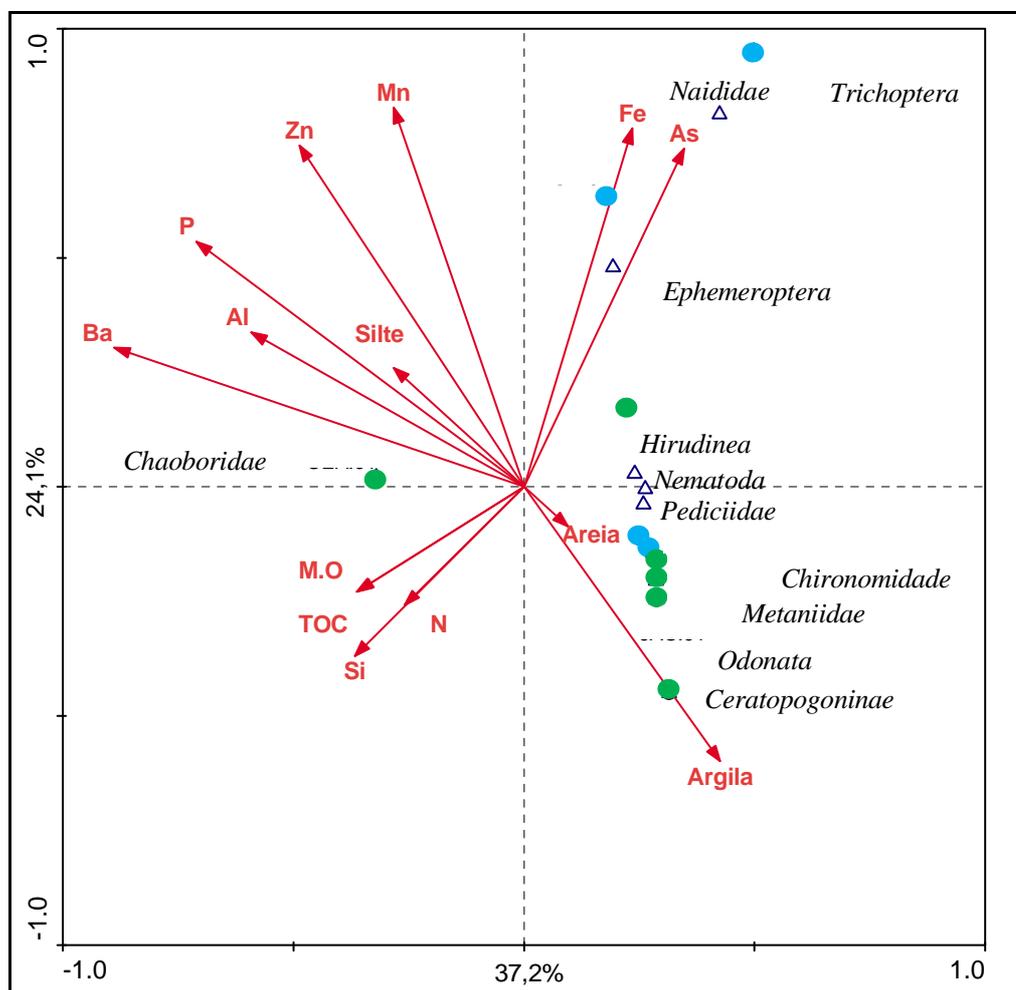


Figura 5.2.3-11 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre a comunidade bentônica e variáveis ambientais no sedimento, amostrados no mês de julho de 2014. (MO = concentração de matéria orgânica, N = Nitrogênio, Mn = Manganês, Zn= Zinco, P= Fósforo, Si= Silício, As= Arsênio, Al= Alumínio, Fe= Ferro, Ba= Bário, TOC= Carbono orgânico total).

5.2.3.9 - Discussão

Na campanha de abril de 2014 foram registrados baixos valores dos índices biológicos descritivos como densidade, riqueza, diversidade, etc. Isto ocorreu, possivelmente, devido ao fato da referida campanha ter acontecido em um período atípico (cheia histórica do rio Madeira). O que consequentemente causou alterações na comunidade bentônica.

Na atual campanha, vazante de 2014, nota-se um aumento dos valores destes índices, em todas as estações amostrais. Resh *et al.* (1988) sugerem que os organismos que compõe a comunidade de macroinvertebrados bentônicos são adaptados a eventos previsivelmente periódicos e

fortemente influenciados por aqueles imprevisíveis, como foi o caso da cheia histórica. Bispo *et al.* (2001) mencionam que em sistemas tropicais normalmente há uma diminuição da abundância de insetos aquáticos na estação chuvosa. Mas as comunidades de macroinvertebrados bentônicos são, em geral, altamente resilientes (TOWNSEND *et al.*, 1997) e normalmente recuperam suas densidades a níveis anteriores a perturbação dentro de poucas semanas ou meses (MACKAY, 1992; MATTHAEI *et al.*, 1997), o que, provavelmente, está ocorrendo com as comunidades de macroinvertebrados bentônicos das estações de amostragem do rio Madeira e tributários.

Na campanha de abril de 2014, como ocorreu nas anteriores, a classe Insecta foi a classe dominante, e única representante do filo Arthropoda. Esta predominância é porque os insetos aquáticos, de forma global, compõem a maior parte da fauna de invertebrados de águas continentais, sobressaindo-se em termos de diversidade e abundância (HYNES, 2001; LAKE 1990; WALLACE & ANDERSON 1996), e normalmente representando mais de 70% da comunidade (ALLAN, 1995). Nesta campanha, vazante de 2014, os insetos aquáticos representaram 77% da fauna encontrada. Segundo Wallace & Anderson (1996) o sucesso que os insetos em colonizar os mais diversos tipos de ecossistemas aquáticos continentais, se devem à sua diversidade, abundância, ampla distribuição e habilidade em explorar diversos tipos de habitats.

Como ocorre com os insetos aquáticos, também é esperado que, dentre eles, os dípteros sejam o grupo mais diversificado e abundante. Os dípteros são, geralmente, os componentes dominantes da entomofauna aquática, tanto em ambientes aquáticos lóticos como lênticos (WETZEL, 1993).

E entre os dípteros sobressaem, em termos de abundância e diversidade, a família Chironomidae. Muitos autores tem demonstrado a dominância dos Chironomidae nos rios tropicais (UIEDA & GAJARDO, 1996; RIBEIRO & UIEDA, 2005; TRIVINHO-STRIXINO, 2014). Os Chironomidae, por apresentarem elevada capacidade adaptativa e nutricional, colonizam tanto o sedimento quanto a vegetação aquática de uma grande variedade de biótopos e vivem sob as mais diversas condições ambientais (PINDER, 1986, HENRIQUES-OLIVEIRA, 2003; TRIVINHO-STRIXINO, 2014). O sucesso deste grupo como colonizador se deve a sua elevada abundância, dispersão e curto ciclo de vida (FREITAS, 1998; MATTHAEI *et al.*, 2000).

Outro táxon registrado nesta campanha e que apresentou a maior densidade numérica neste período foi Chaoboridae. Segundo Courtney *et al.* (1996) Chaoboridae tem preferência por ambientes lênticos. As larvas de Chaoboridae fazem migração vertical diária, permanecendo próximas ou dentro do sedimento durante o dia e subindo para superfície durante a noite para se

alimentar (HANEY *et al.*, 1990). As larvas de Chaoboridae conseguem resistir em condições de anaerobiose por longos períodos (RAHEL & NUTZMAN, 1994), por isso elas se refugiam nas regiões anaeróbicas do sedimento, durante o dia, para fugir de seus predadores, principalmente os peixes.

Entre as populações que compõem a comunidade de macroinvertebrados bentônicos existem espécies consideradas sensíveis e outras resistentes frente às alterações ou perturbações ambientais. Os indivíduos pertencentes às ordens Trichoptera, Plecoptera e Ephemeroptera são considerados indicadores de ambientes não poluídos (FERNÁNDEZ & RODRÍGUEZ, 2001; SOININEN & KÖNÖNEN, 2004; KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005). Nesta campanha foram registrados dois táxons representantes de Ephemeroptera (*Campsurus* - Polymitarcyidae e *Aturbina* - Baetidae) e um táxon de Trichoptera (*Cerrotina* - Polycentropodidae).

A família Baetidae é o grupo mais diverso entre os efemerópteros e apresenta ampla distribuição mundial (SALLES *et al.*, 2014). As ninfas de Baetidae possuem grande plasticidade adaptativa e trófica, sendo encontrada em ambientes lênticos, mas com maior diversidade em ambientes lóticos, onde ocupam todos os meso-habitats disponíveis (SALLES *et al.*, 2014).

Outra família de Ephemeroptera registrada foi Polymitarcyidae. Esta família também possui ampla distribuição geográfica, com exceção da Região Australasiana (SALLES *et al.*, 2014). Mais da metade das espécies, na Região Neotropical, pertencem ao gênero *Campsurus*, o qual, ao longo das campanhas, vem sendo registrado na estação CAR (tributários), mais distante do barramento e cuja bacia encontra-se relativamente bem preservada. As espécies integrantes deste gênero são relativamente grandes, e são encontrados tanto em ambientes lênticos quanto lóticos (SALLES *et al.*, 2014).

Outro grupo também considerado sensível às alterações ambientais são as espécies da ordem Trichoptera. Nesta campanha foi registrado a presença do gênero *Cerrotina* na estação JUS.02 (rio Madeira). Este gênero, representante da família Polycentropodidae, apresenta grande diversidade na região Amazônica (SANTOS *et al.* 2013).

A ocorrência destes novos táxons e de outros, como das Odonatas, mostra que novos táxons ainda podem ser registrados para a área de estudo, como indicam as tendências na curva de rarefação, visto que ainda não é possível notar a sua estabilização. Além disso, a curva também indicou que a comunidade bentônica dos tributários é mais diversa do que a do rio Madeira, como vem sendo registrada ao longo do monitoramento limnológico da UHE Santo Antônio do rio Madeira, tendo por base um esforço amostral semelhante.

A maioria dos organismos bentônicos possui um mecanismo de alimentação não seletivo, com flexibilidade da dieta (NESSIMIAN & SANSEVERINO, 1998; HYNES, 2001). Uma forma importante de analisar a fauna de macroinvertebrados bentônico é através das guildas, como na organização dos organismos em grupos funcionais de alimentação, ou seja, na distinção entre os grupos funcionais com base na forma de obtenção do alimento (fragmentadores, coletores, filtradores e raspadores; ALLAN, 1995).

A categorização funcional dos táxons proporciona o entendimento do papel das comunidades de macroinvertebrados na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia nos ecossistemas aquáticos (CALLISTO & ESTEVES, 1998). Os dados obtidos no presente estudo indicam que os coletores, juntamente com os predadores, continuam sendo as guildas tróficas mais representativas. De acordo com Vannote *et al.* (1980) este é o padrão esperado para rios de grande porte como é o caso do rio Madeira.

A expressiva abundância de coletores geralmente está relacionada com uma grande quantidade de material orgânico particulado presente nos substratos e na coluna d'água. Os organismos pertencentes a esta categoria alimentam-se de matéria orgânica fina, geralmente menor que 1 mm, tanto por filtração da água corrente quanto por coleta nos depósitos dos sedimentos (VANNOTE *et al.*, 1980; MERRITT; CUMMINS, 1996). Os representantes da classe Oligochaeta e os da subfamília Chironominae mostram grande afinidade com a quantidade de detritos presentes no substrato (MINSHALL & MINSHALL, 1977; SIMPSON & BODE, 1980; BRINKHURST & MARCHESE, 1989; MARQUES *et al.*, 1999). E estes dois grupos, principalmente Chironominae, foram os dominantes na comunidade de macroinvertebrados amostrada nesta campanha.

A dominância dos predadores deve-se ao fato deste grupo não depender dos gradientes de produtividade ou da disponibilidade de partículas orgânicas na água e no sedimento, mas da presença de outros macroinvertebrados e tipos de presas de menores dimensões (VANNOTE *et al.*, 1980). E também, aos táxons da ordem Diptera, em especial aos da família Chironomidae pertencentes à subfamília Tanypodinae. Os organismos da subfamília Tanypodinae são predadores de outras larvas de Chironomidae (BERG, 1995), pertencentes principalmente à guilda dos coletores (catadores e/ou filtradores) e de Oligochaeta (COFFMAN & FERRINGTON Jr., 1996).

