

## ÍNDICE

5.2.2 -	Zooplâncton .....	1/41
5.2.2.1 -	Riqueza de espécies e Composição taxonômica.....	1/41
5.2.2.2 -	Densidade Numérica.....	6/41
5.2.2.3 -	Frequência de ocorrência.....	13/41
5.2.2.4 -	Abundância relativa .....	14/41
5.2.2.5 -	Dominância .....	18/41
5.2.2.6 -	Equidade .....	22/41
5.2.2.7 -	Diversidade .....	25/41
5.2.2.8 -	Biomassa.....	29/41
5.2.2.9 -	Diversidade alfa, beta e gama .....	35/41
5.2.2.10 -	Análises estatísticas .....	35/41
5.2.2.11 -	Discussão .....	39/41

## ANEXOS

Anexo 5.2.2-1 - Comunidade Zooplanctônica

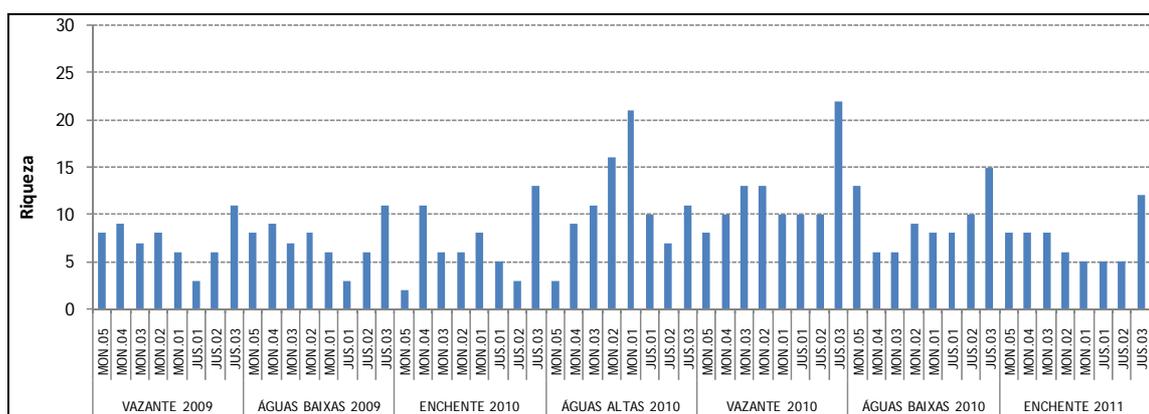


## 5.2.2 - Zooplâncton

### 5.2.2.1 - Riqueza de espécies e Composição taxonômica

No inventário taxonômico da comunidade zooplanctônica do rio Madeira realizado por meio das sete campanhas ocorridas respectivamente nos períodos de vazante e águas baixas em 2009; de enchente, águas altas, vazante e águas baixas em 2010; e de enchente em 2011, o zooplâncton foi constituído principalmente pelos representantes dos filos Rotifera e Protozoa e pelos microcrustáceos das Ordens Cladocera e Copepoda. Também ocorreram com representatividade muito menor os microcrustáceos da Ordem Ostracoda, as larvas e ninfas de Insecta, como as larvas dos Diptera da Família Chironomidae e as ninfas de insetos das Ordens Ephemeroptera e Trichoptera. Foram registrados ainda uns poucos táxons de diversos outros grupos com baixa riqueza e representatividade que são geralmente excluídos dos inventários desta comunidade por não serem verdadeiramente planctônicos. Estes grupos são aqui coletivamente denominados meroplâncton em alusão à sua permanência efêmera na coluna d'água, portanto no plâncton.

Considerando-se todos os organismos amostrados na coluna d'água do rio Madeira, em todos os pontos e períodos amostrados foram registrados 111 táxons até o presente. Dentre os grupos holoplanctônicos, a maior riqueza de espécies no rio Madeira ocorreu entre os Rotifera e os Cladocera (44 e 24, respectivamente), seguidos de Protozoa (17), Copepoda (15) e por 11 táxons representantes do meroplâncton (Figura 5.2.2-1 e Anexo 5.2.2-1 - Quadros 1 a 6).



**Figura 5.2.2-1 - Riqueza de espécies para a comunidade zooplanctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).**

Estes resultados indicam que na riqueza de espécies da comunidade zooplânctonica do rio Madeira as contribuições dos diferentes grupos em ordem decrescente foram: 39,64% por Rotifera; 26,62% por Cladocera; 15,32% por Protozoa, 13,51% por Copepoda e 9,91% pelo meroplâncton (**Figura 5.2.2-4**).

Nos tributários do rio Madeira a composição de espécies da comunidade zooplânctônica foi semelhante à registrada para o rio Madeira, sendo composta principalmente por representantes dos filos Rotifera e Protozoa e também pelos microcrustáceos das ordens Cladocera e Copepoda, além dos representantes do meroplâncton, como Chironomidae, Ostracoda, Turbellaria, Nematoda, Hidracaria, Bryozoa, larvas e ninfas de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Culicidae, Plecoptera e Odonata).

Considerando-se todos os períodos amostrados, foram registrados nos tributários do rio Madeira um total de 172 táxons. Entre os grupos zooplânctônicos, os Rotifera e Cladocera foram os mais representativos, contendo 61 e 54 táxons, respectivamente, seguidos de Protozoa com 23 táxons, Copepoda com 20 táxons, e os grupos componentes do meroplâncton, com 14 táxons ao todo. Dentre os Rotifera que ocorreram no plâncton dos tributários, as famílias com maior riqueza de espécies foram também Brachionidae, Lecanidae e Trichocercidae (**Anexo 5.2.2-1 Quadro 1 e Figura 5.2.2-2**).

No grupo dos Cladocera (Crustacea) do total de 54 táxons registrados, 39 foram pertencentes à família Chydoridae, cujas espécies vivem principalmente associadas a substratos, ocorrendo com maior frequência nas áreas rasas, marginais. As demais espécies desse grupo foram tipicamente planctônicas e representantes, em sua maioria, das famílias Bosminidae, Daphnidae e Sididae.

Nos tributários os Copepoda da ordem Cyclopoida estiveram representados por 11 táxons e os Calanoida por 9. Assim como observado para o rio Madeira as espécies de copépodos calanóides registradas nos tributários são na maior parte espécies endêmicas da região amazônica.

A contribuição dos diferentes grupos taxonômicos para a riqueza de espécies da comunidade zooplânctonica dos Tributários do rio Madeira foi proporcionalmente similar à obtida para o rio Madeira, tendo sido em ordem decrescente de riqueza de táxons: 35,26% por Rotifera; 31,21% por Cladocera; 13,29% por Protozoa, 12,14% por Copepoda e 8,09% pelo meroplâncton (**Figura 5.2.2-4**).

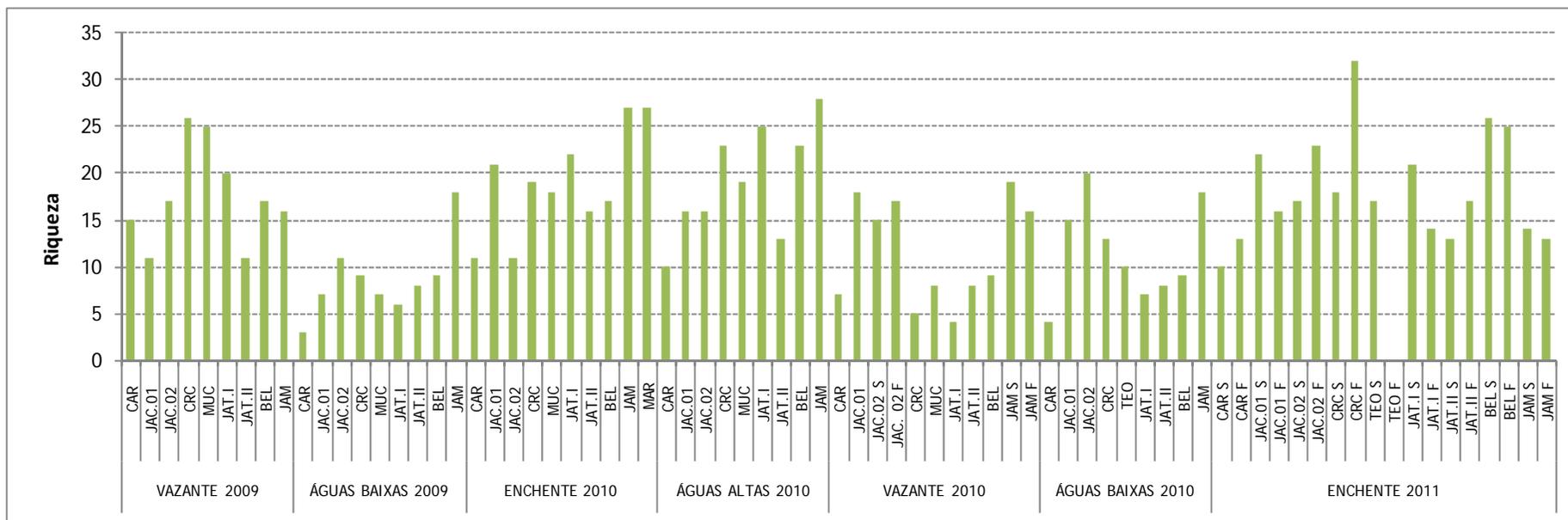


Figura 5.2.2-2 - Riqueza de espécies para a comunidade zooplânctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

A comunidade zooplânctônica dos lagos e canais, similarmente ao observado para o rio Madeira e tributários, foi composta por representantes dos filos Rotifera e Cladocera os quais contribuíram com maior número de espécies, seguidos dos Copepoda e Protozoa, e com menor representatividade pelos representantes do meroplâncton: Chironomidae, Ostracoda, Turbellaria, Nematoda, Hidracarina, Bryozoa, larvas e ninfas de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera, Culicidae, Plecoptera e Odonata).

A riqueza total de espécies registradas nos lagos e canais foi ligeiramente superior à obtida para os tributários, com um total de 177 espécies. Entre os grupos zooplânctônicos, Rotifera e Cladocera contribuíram com a maior riqueza de espécies (66 e 46 táxons, respectivamente), seguidos de Copepoda (26 táxons), Protozoa (25 táxons) e os outros grupos coletivamente denominados Meroplâncton (14 táxons) (**Anexo 5.2.2-1 Quadro 3 e Figura 5.2.2-3**).

Diferentemente do observado para o rio Madeira e tributários, nos lagos e canais o grupo Copepoda teve maior contribuição para a riqueza taxonômica que os Protozoa, como se observa pela contribuição relativa dos grupos relacionada a seguir: 37,29% por Rotifera; 25,99% por Cladocera; 14,69% por Copepoda; 14,12% por protozoa e 7,91% pelo meroplâncton (**Figura 5.2.2-4**).

Nos lagos e canais, das 46 espécies de Cladocera registradas, 19 são representantes da família Chydoridae cujas espécies vivem geralmente associadas aos substratos, ocorrendo com maior frequência em áreas litorâneas. O restante das espécies registradas dentro desse grupo são tipicamente planctônicas representantes em sua maioria das famílias Daphnidae, Bosminidae e Sididae.

Para o grupo Copepoda a ordem Calanoida foi representada por 13 táxons e os Cyclopoida por 11. Assim como observado para o rio Madeira e tributários as espécies de copépodos registradas nos lagos e canais são, em geral, endêmicas da região amazônica (**Anexo 5.2.1-1 Quadro 1**).

O número total de táxons em um único ponto amostrado variou entre 2 táxons no período de enchente de 2009 a 28 táxons no período de vazante de 2009. O padrão de riqueza de táxons variou entre os grupos. Os Rotifera tiveram grande redução na riqueza no período de águas baixas ao contrário dos Cladocera que tiveram maior riqueza exatamente neste período (**Anexo 5.2.2-1 Quadro 1**).

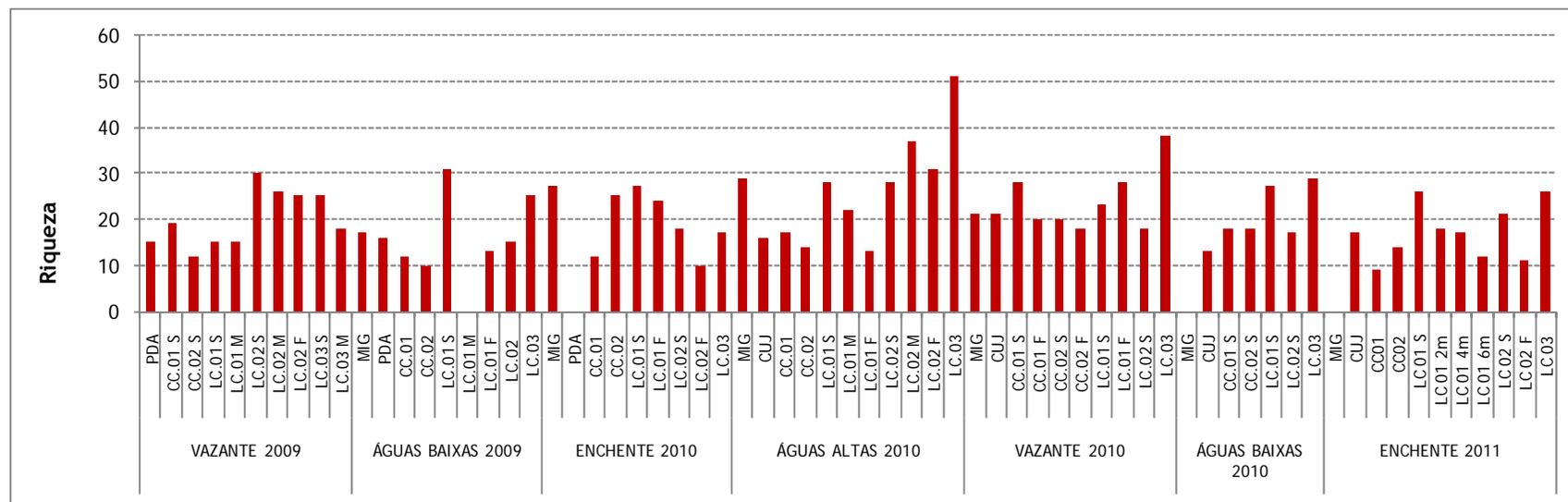


Figura 5.2.2-3 - Riqueza de espécies para a comunidade zooplânctônica nos Lagos e Canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

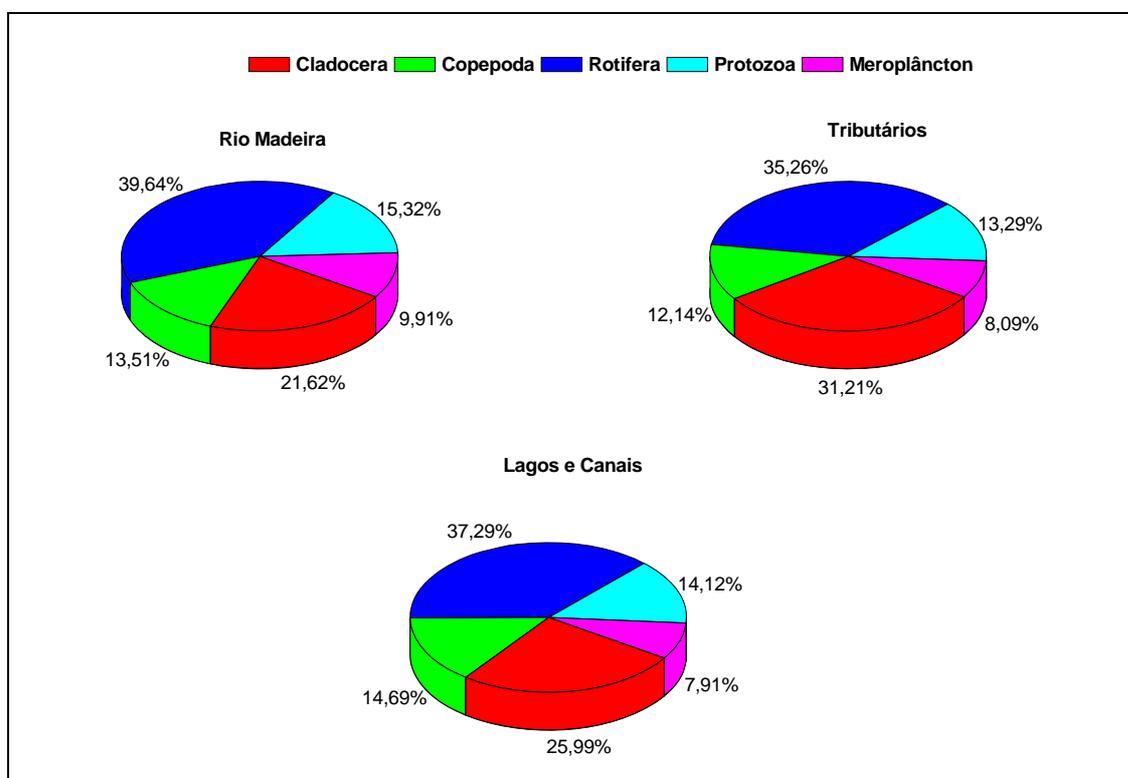


Figura 5.2.2-4 - Contribuição relativa (em porcentagem) do número de táxons por grupo na comunidade zooplânctônica no rio Madeira, tributários e lagos e canais amostrados nos períodos de vazante (junho 2009), águas baixas (outubro 2009), enchente (janeiro 2010); águas altas (abril 2010), vazante 2010 (junho 2010), águas baixas (setembro 2010) e enchente (janeiro 2011).

Comparando-se a riqueza de táxons nos diferentes sistemas e períodos amostrados observa-se menor riqueza de táxons nos períodos de águas baixas e enchente no rio Madeira, e de águas baixas nos tributários do rio Madeira e nos Lagos e Canais (Figura 5.2.2-2, Figura 5.2.2-3 e Figura 5.2.2-4).

### 5.2.2.2 - Densidade Numérica

As populações zooplânctônicas fluviais ocorrem usualmente em baixas densidades, exceto em áreas de remanso ou sob influência de lagos de várzea. Este padrão foi observado no rio Madeira em todo o período amostrado (Anexo 5.2.2-1 Quadro 2). As densidades totais do zooplâncton foram muito baixas no rio Madeira e nos tributários quando comparadas à dos lagos e canais, tendo, portanto sido necessária a utilização de diferentes escalas para expressá-las graficamente.

A densidade do zooplâncton no rio Madeira variou entre 40,0 ind.m<sup>-3</sup>, registrada no ponto MON.05 no período de vazante em 2009 a 98.926,0 ind.m<sup>-3</sup> também no ponto MON.05 no período de águas baixas em 2010 (**Figura 5.2.2-5**) representados principalmente pelo microzooplâncton (rotíferos e protozoários) (**Anexo 5.2.2-1 Quadro 1**).

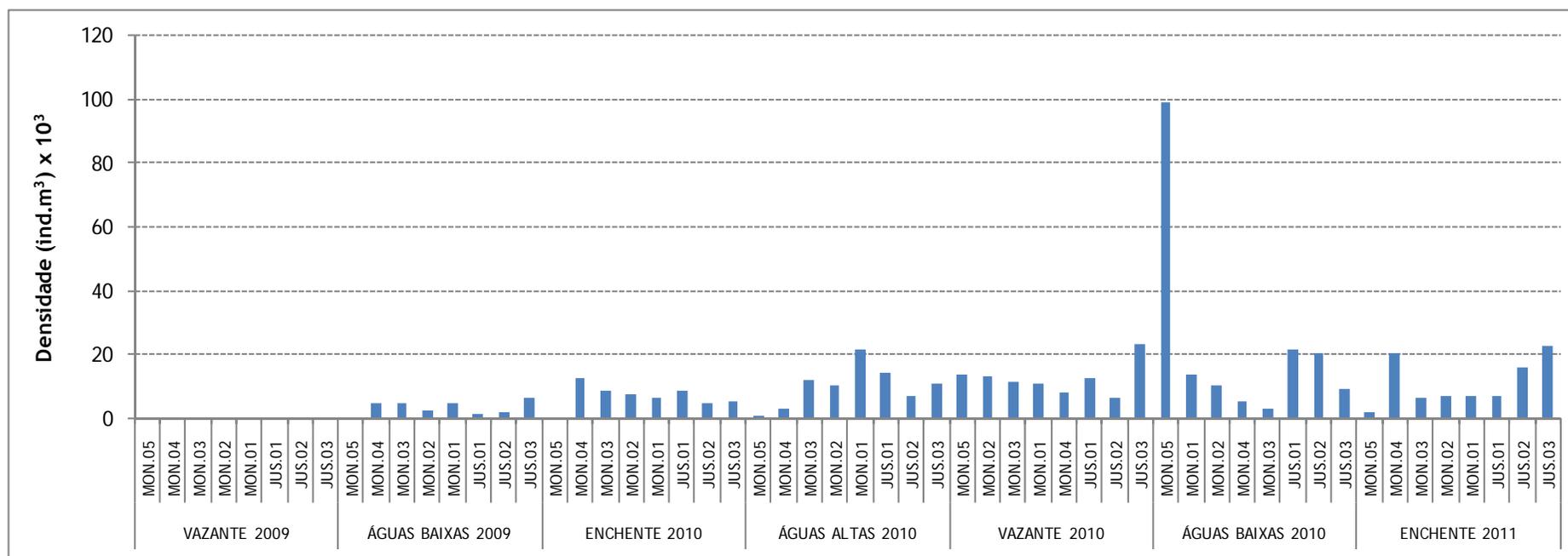


Figura 5.2.2-5 - Valores da densidade total (ind.m<sup>-3</sup>) da comunidade zooplanctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos tributários do rio Madeira os valores para a densidade numérica dos organismos zooplanctônicos variaram de 12,0 ind.m<sup>-3</sup> a 174.138,0 ind.m<sup>-3</sup> sendo o menor valor registrado no ponto CAR no período de águas baixas de 2009 e o maior registrado no ponto JAT I no período de águas altas. De maneira geral os valores foram menores nos períodos de vazante e águas baixas e maiores nos períodos de águas altas e enchente (**Figura 5.2.2-6 e Anexo 5.2.2-1 Quadro 2**).

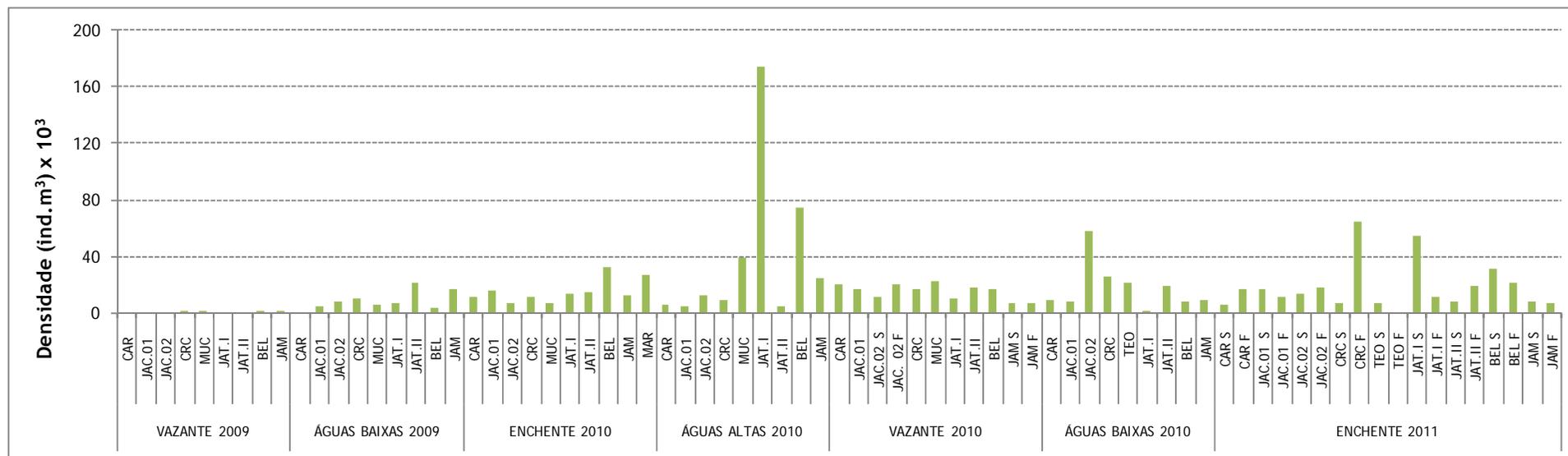


Figura 5.2.2-6 - Valores da densidade total (ind.m<sup>-3</sup>) da comunidade zooplanctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos lagos e canais do rio Madeira os valores de densidade numérica dos organismos zooplancônicos variaram de 403,0 ind.m<sup>-3</sup> a 1.549.803,0 ind.m<sup>-3</sup> sendo o menor valor registrado no ponto LC.03 no período de vazante de 2009, o maior registrado no período de vazante de 2010. Não houve repetição do padrão sazonal de densidade entre os anos amostrados, sendo que enquanto no ano de 2009 os valores de densidade do zooplâncton foram mais baixos nos períodos de vazante e águas baixas, no ano de 2010 foram menores no período de enchente, evidenciando variabilidade inter-anual (**Figura 5.2.2-7 e Anexo 5.2.2-1 Quadro 3**).

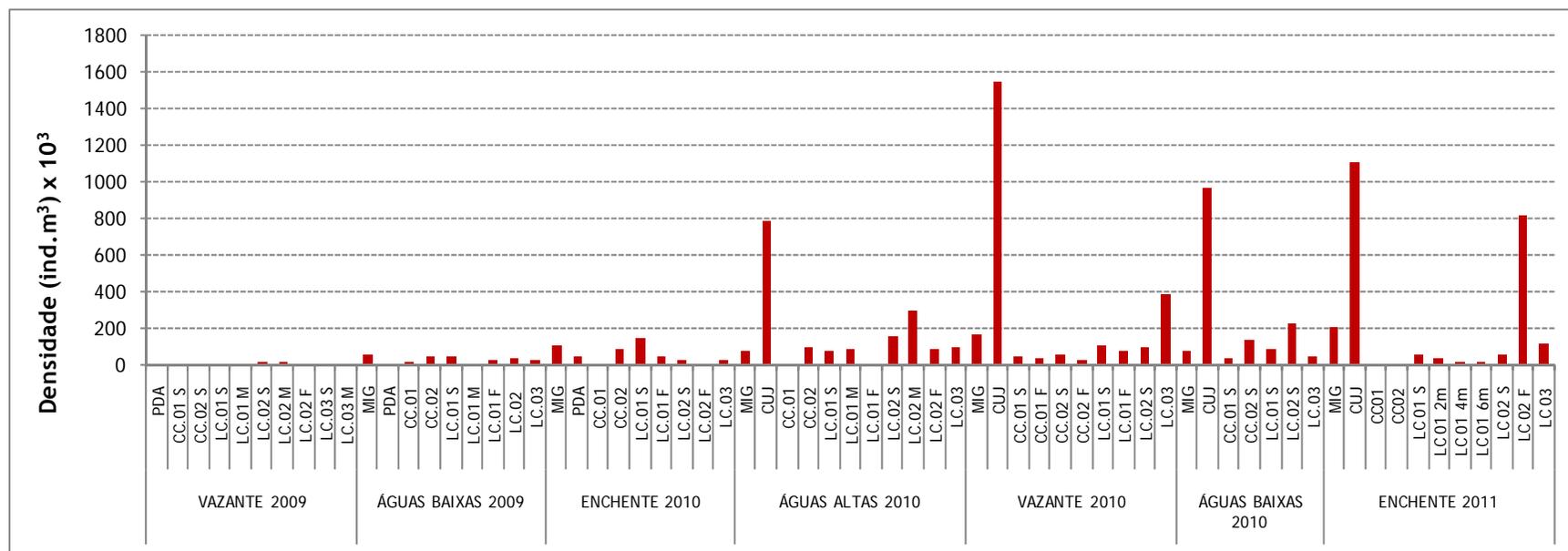


Figura 5.2.2-7 - Valores da densidade total (ind.m<sup>-3</sup>) da comunidade zooplânctônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

### 5.2.2.3 - Frequência de ocorrência

Analisando-se as variações na frequência de ocorrência da comunidade zooplancônica no período amostrado englobando os períodos de vazante e águas baixas em 2009; de enchente, águas altas, vazante e águas baixas em 2010; e de enchente em 2011, observa-se que os táxons verdadeiramente planctônicos (holoplâncton) tiveram em geral, baixa frequência de ocorrência no rio Madeira.

As espécies de Cladocera e de Rotifera foram pouco frequentes ou esporádicas, geralmente não ultrapassando 25% de frequência de ocorrência em todos os pontos amostrados. A única exceção entre os Cladocera foi a espécie *Moina minuta* (planctônica) que foi frequente (> 40%) nos pontos localizados a jusante da área de construção da barragem. Entre os Copepoda tanto da Ordem Calanoida como Cyclopoida somente as formas jovens (náuplios e copepoditos), e alguns protozoários, como *Astramoeba* sp., *Diffflugia* sp. e *Arcella* spp. foram frequentes em quase todo o período estudado. Dentre os grupos meroplancônicos as larvas de Chironomidae também foram frequentes com ocorrência em mais de 40% das amostras coletadas nos diferentes pontos (**Anexo 1**).

Nos tributários do rio Madeira espécies do grupo Rotifera ocorreram em todos os períodos de amostragem, porém com baixa frequência de ocorrência, seguidos pelos táxons dos grupos Cladocera, Protozoa, Meroplâncton e Copepoda. Nesses grupos houve variação entre a frequência das espécies, porém destacam-se como sendo frequentes e muito frequentes as fases juvenis de copepoditos de Cyclopoida e de Calanoida entre os grupos verdadeiramente planctônicos e os dípteros da família Chironomidae, os quais fazem parte do meroplâncton. Entre os Cladocera as espécies mais frequentes nos tributários foram *Bosminopsis brandorffi*, *Bosminopsis deitersi*, *Moina minuta* e *Ceriodaphnia cornuta*. No grupo Protozoa o táxon *Diffflugia* sp. foi frequente na maioria dos pontos amostrados (**Anexo 1**).

Nos lagos e canais os Rotifera, Cladocera e Copepoda ocorreram em todos os pontos de amostragem. Entre os cladóceros, as espécies *Bosmina hagmanni*, *Moina minuta* e *Moina reticulata* foram muito frequentes ou frequentes, enquanto a maioria das espécies de Rotifera foram pouco frequentes ou esporádicas. As espécies do gênero *Testudinella* (Rotifera) ocorreram apenas nos períodos de vazante e de águas baixas. As fases juvenis de copepoditos de Cyclopoida e Calanoida foram frequentes e/ou muito frequentes para a maioria dos pontos amostrados. Entre os Calanoida *Notodiaptomus incompositus* e *Dactilodiptomus pearsei* foram registradas apenas no período de enchente e entre os Cyclopoida *Metacyclops brauni* foi registrada apenas no período de vazante, sendo, portanto esporádicas (**Anexo 1**).

#### 5.2.2.4 - Abundância relativa

No rio Madeira, observa-se que as espécies do microzooplâncton pertencentes aos grupos Rotifera e Protozoa atingiram elevada abundância relativa. Com exceção do período de vazante em 2009, quando os diversos grupos tiveram abundâncias relativas mais equilibradas, nos demais períodos os Protozoa foram os grupos de maior abundância relativa, com dominância quase total nos períodos de enchente. Os Cladocera e os organismos meroplânctônicos foram relativamente raros em todos os pontos amostrados, não ultrapassando 10% da abundância relativa, com exceção do período de vazante em 2009 (**Figura 5.2.2-8**).

Nos tributários do rio Madeira, similarmente ao obtido para o rio, os grupos Rotifera e Protozoa tiveram abundâncias relativas mais elevadas que os demais grupos da comunidade zooplânctônica com exceção do período de vazante em 2009 onde o grupo Copepoda foi mais abundante. Entre os períodos observa-se que nos tributários o grupo Rotifera teve maior abundância relativa nos períodos de enchente e águas altas enquanto que o grupo Protozoa foi mais abundante nos períodos de águas baixas e vazante. Os grupos Cladocera e Meroplâncton foram geralmente pouco abundantes na comunidade zooplânctônica dos tributários do rio Madeira (**Figura 5.2.2-9**).

Nos lagos e canais os grupos tipicamente planctônicos têm maior abundância relativa na comunidade zooplânctônica. Os Rotifera e ora os Cladocera e ora os Copepoda atingiram elevada abundância relativa dependendo dos períodos hidrológicos. Os Cladocera foram mais abundantes nos períodos de vazante e enchente em 2009, enquanto os Copepoda tiveram maior abundância relativa que os Copepoda nos demais períodos. Nos períodos de enchente e de águas altas de 2010 verifica-se um aumento na abundância relativa dos Protozoa contrapondo-se com a diminuição dos copépodos. Em relação ao grupo do Meroplâncton sua abundância relativa foi mais expressiva apenas no período de vazante de 2009 (**Figura 5.2.2-10**).

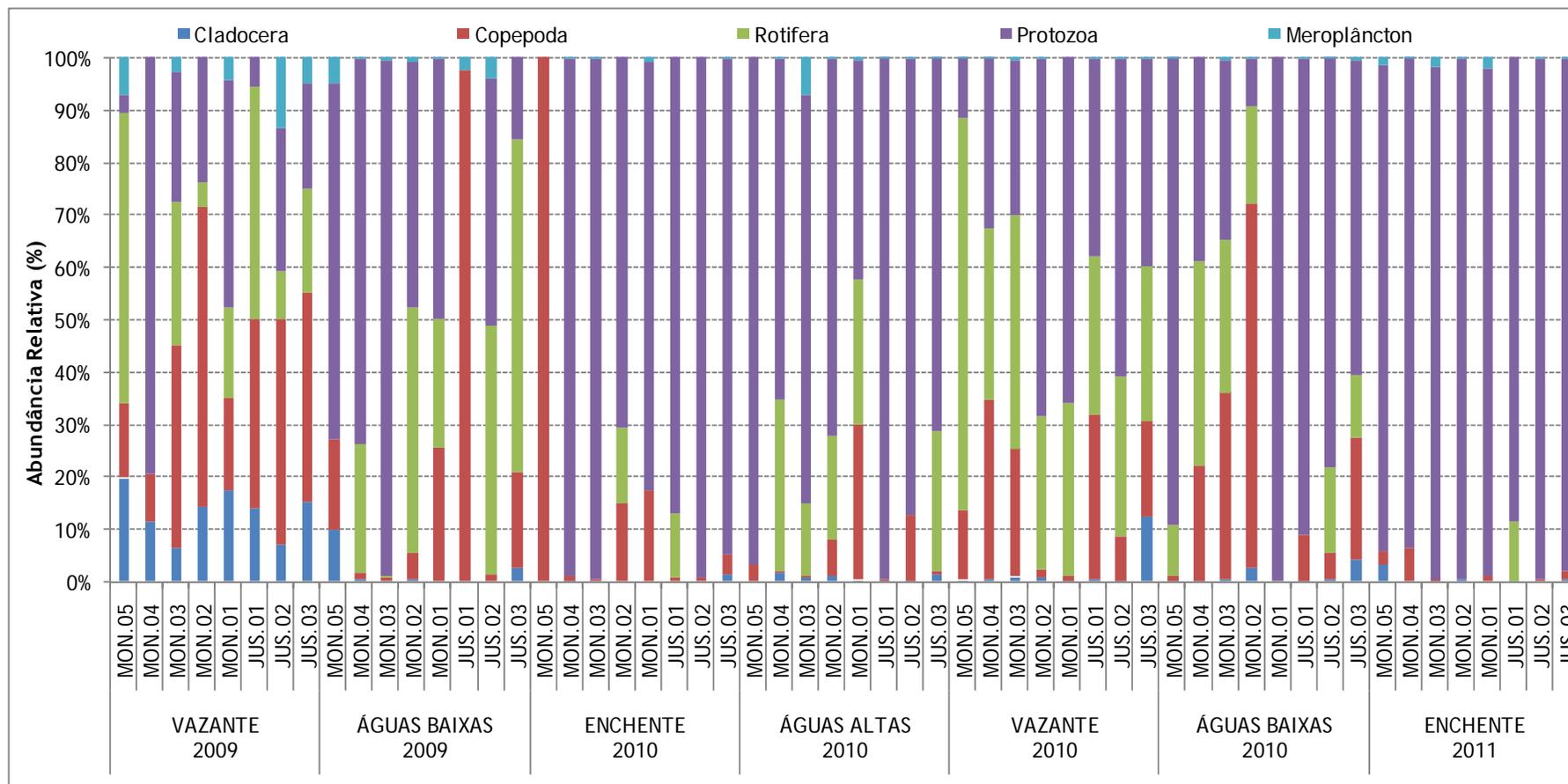
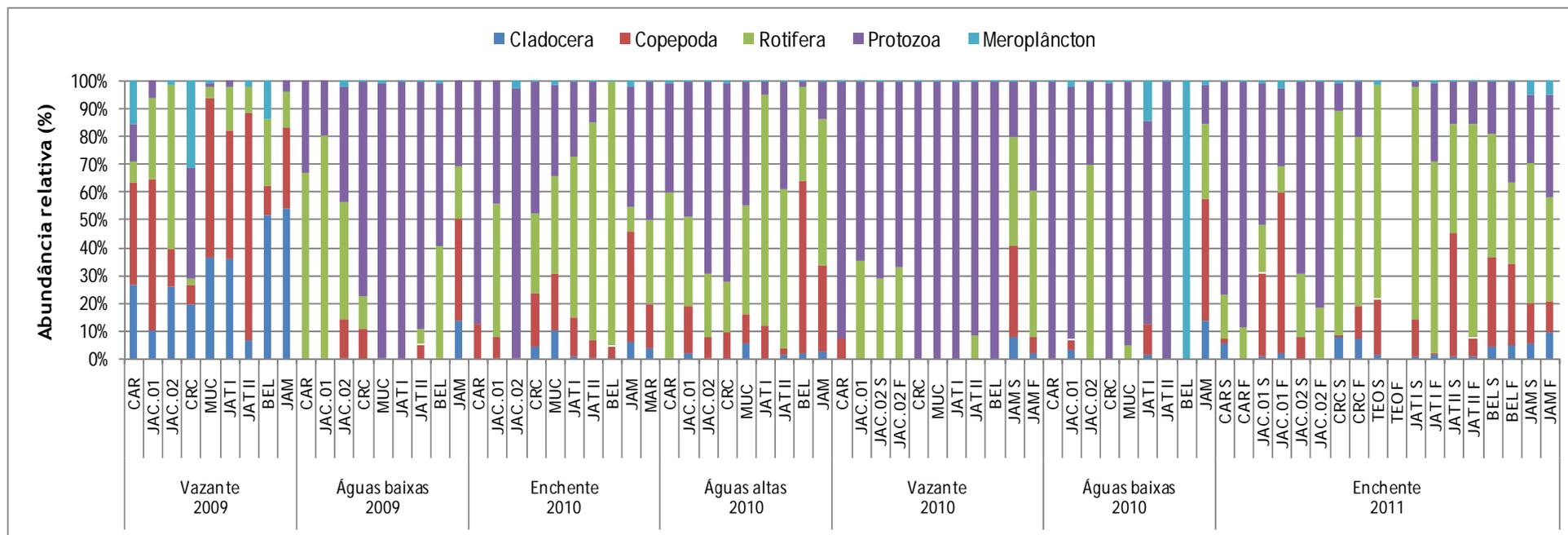


Figura 5.2.2-8 - Abundância relativa dos principais grupos da comunidade zooplânctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).



**Figura 5.2.2-9 - Abundância relativa dos principais grupos da comunidade zooplânctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).**

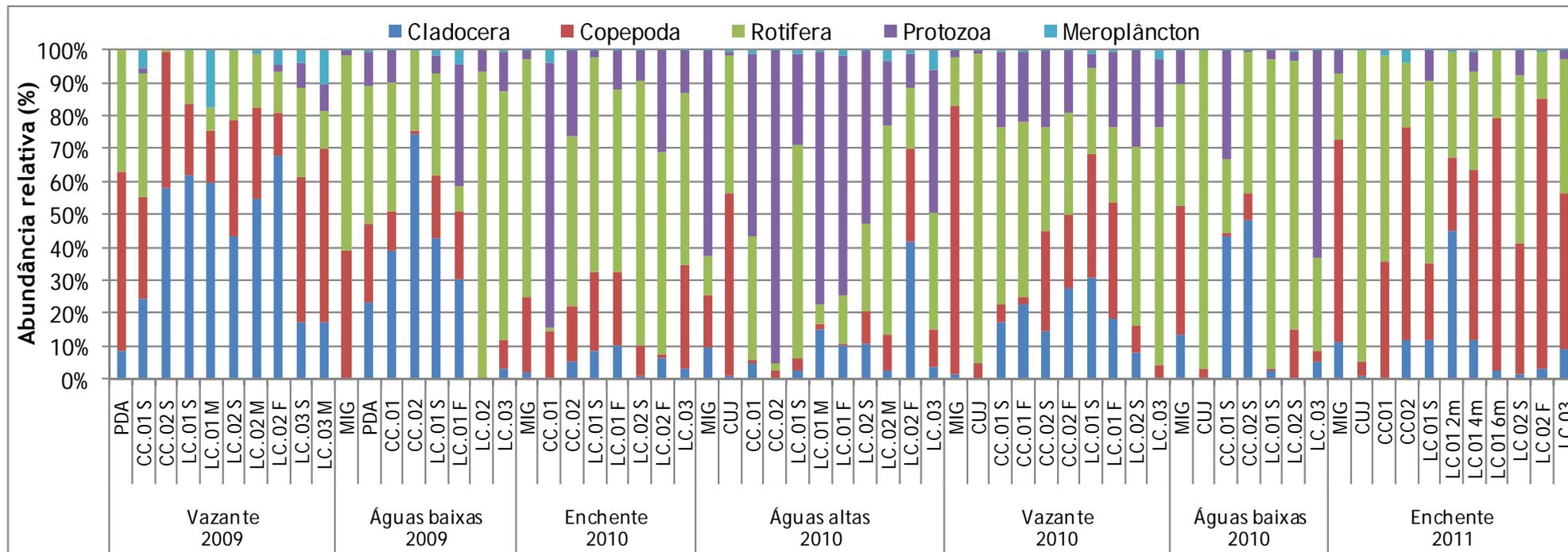


Figura 5.2.2-10 - Abundância relativa dos principais grupos da comunidade zooplancônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

### 5.2.2.5 - Dominância

No rio Madeira os valores do índice de dominância para a comunidade zooplanctônica indicam elevada variabilidade espacial e temporal. A dominância mais elevada ocorreu no ponto MON.05, no período de águas altas em 2010, com valor acima de 90%. Em geral a dominância nos pontos amostrados é resultante da elevada abundância de protozoários e de rotíferos, como ocorrido no período de vazante de 2010. Com exceção do período de vazante em 2009. Em cada período houve dominância acima de 50% (índice superior a 0,5) em pelo menos dois dos pontos amostrados. Os valores mais elevados de dominância ocorreram tanto em pontos a montante quanto a jusante, destacando-se, no entanto os pontos JUS.01, MON.03 e MON.01. Em relação à escala temporal, no rio Madeira houve menor dominância na comunidade zooplanctônica nos períodos de vazante e de enchente (**Figura 5.2.2-11**).

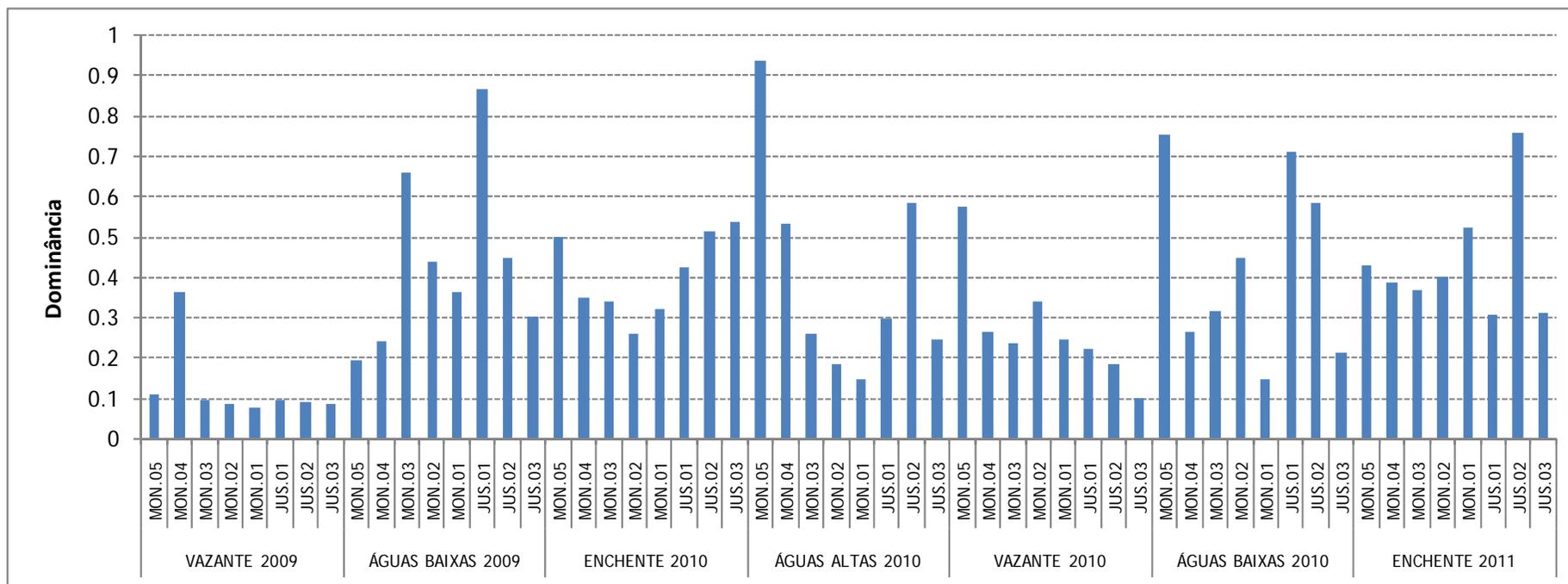


Figura 5.2.2-11 - Valores do Índice de dominância para a comunidade zooplânctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos tributários do rio Madeira os valores do índice de dominância para as espécies zooplanctônicas também foram bastante variáveis entre os pontos e períodos de amostragem sendo que os maiores valores foram registrados nos pontos JATI, MUC e BEL. O índice de dominância mais elevado foi de 0,78 no ponto BEL no período de enchente em 2009, onde os copépodos foram responsáveis pela dominância. Valores de dominância acima de 50% ocorreram especialmente no final de 2009 e início de 2010. (**Figura 5.2.2-12**).

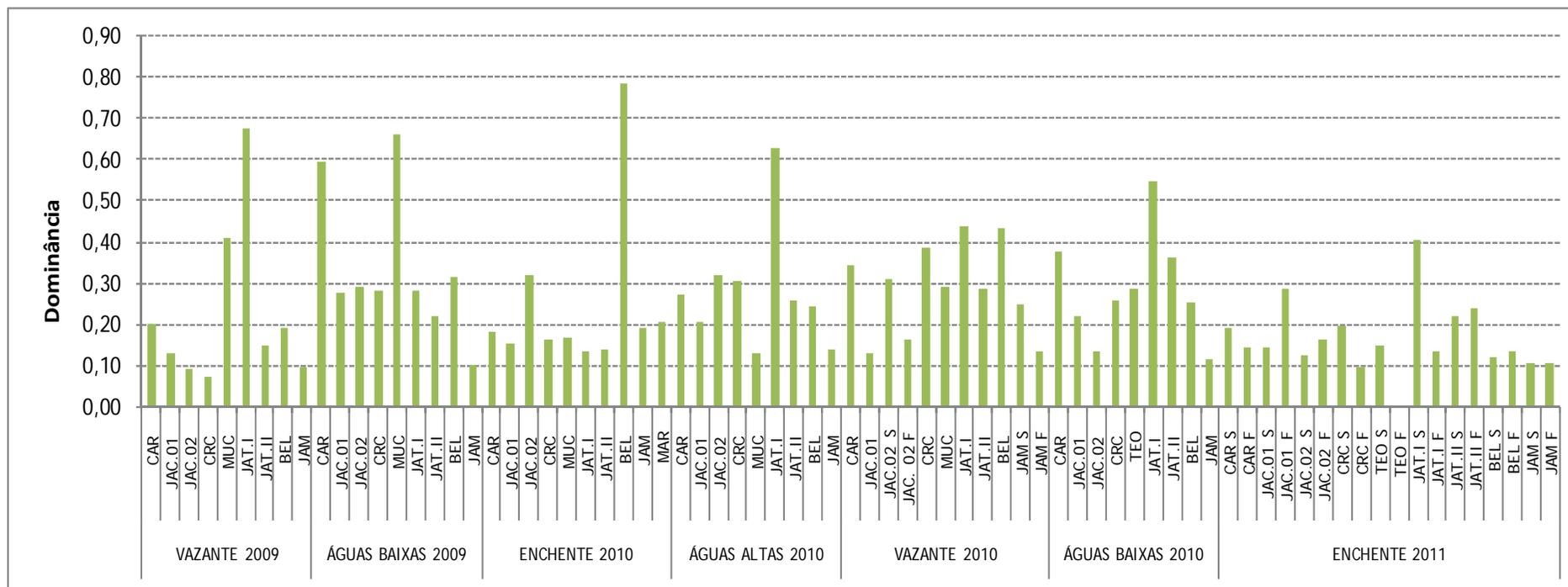


Figura 5.2.2-12 - Valores do Índice de dominância para a comunidade zooplânctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos lagos e canais, os maiores valores de dominância ocorreram nos pontos CC.02 e CUJ onde foram registrados índices superiores a 0,5. No ponto CUJ a maior dominância ocorreu nos períodos de águas baixas e de vazante, enquanto no ponto CC.02 os maiores índices ocorreram nos períodos de águas baixas e de águas altas. Comparando-se todos os períodos amostrais verifica-se que a menor dominância ocorreu no período de vazante e de enchente de 2009, com índices em todos os pontos amostrados não ultrapassando 0,3 (Figura 5.2.2-13).

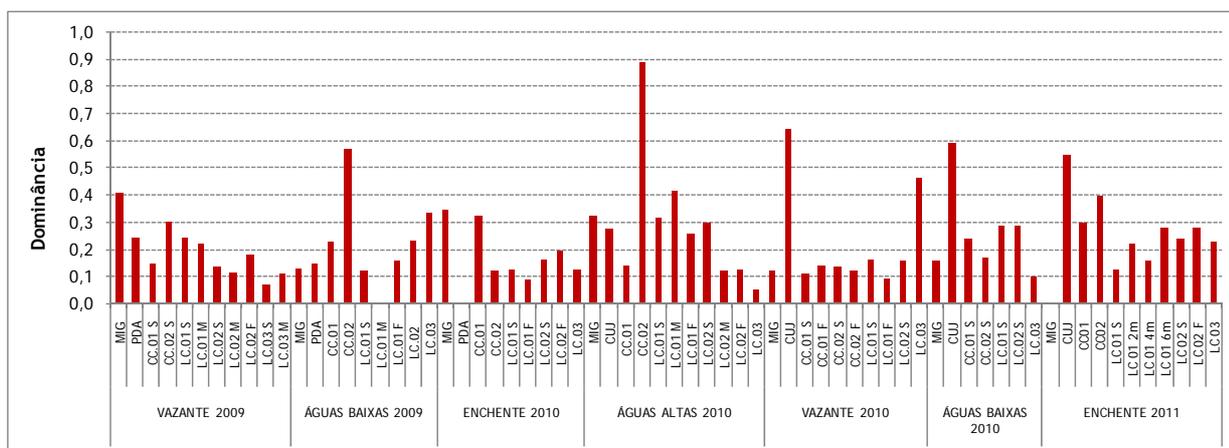
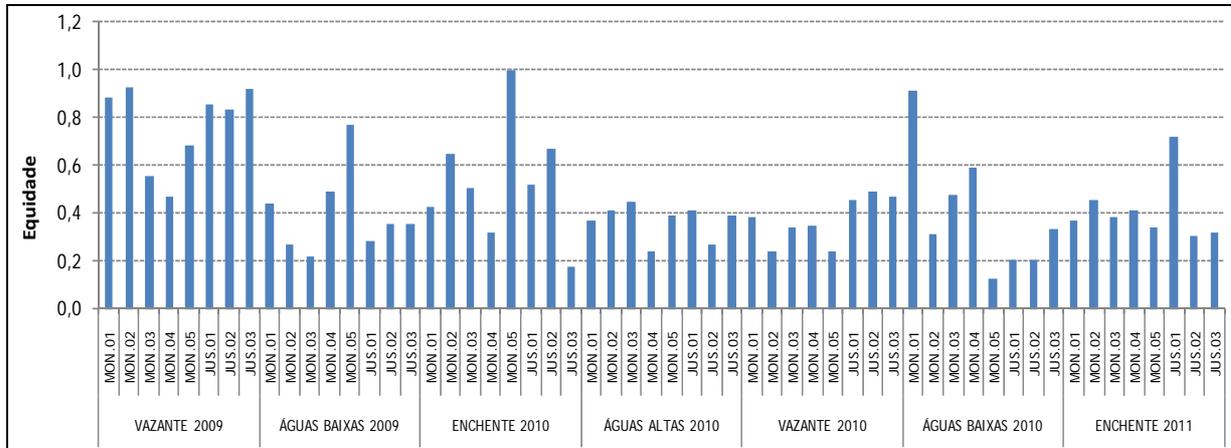


Figura 5.2.2-13 - Valores do Índice de dominância para a comunidade zooplancônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

### 5.2.2.6 - Equidade

No rio Madeira, os valores de equidade calculados para cada ponto foram relativamente altos, porém em geral não ultrapassando valores de 0,8. Com exceção dos pontos JUS.03, no período de enchente de 2010, e no ponto MON.05 no período de águas baixas, quando foram registrados altos índices de dominância de protozoários (JUS.03 - enchente 2010) e de protozoários e rotíferos no ponto MON.05 (águas baixas - 2010), levando conseqüentemente a uma menor equidade (Figura 5.2.2-14).



**Figura 5.2.2-14 - Valores do Índice de Equidade para a comunidade zooplanctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).**

Nos tributários do rio Madeira os valores de equidade foram elevados sendo que os altos valores de equidade correspondem a baixos valores de dominância das espécies. No ponto BEL no período de enchente em 2009 foi registrado o menor valor de equidade. Já o maior valor de equidade foi registrado no ponto CAR, no período de águas baixas em 2009 (Figura 5.2.2-15).

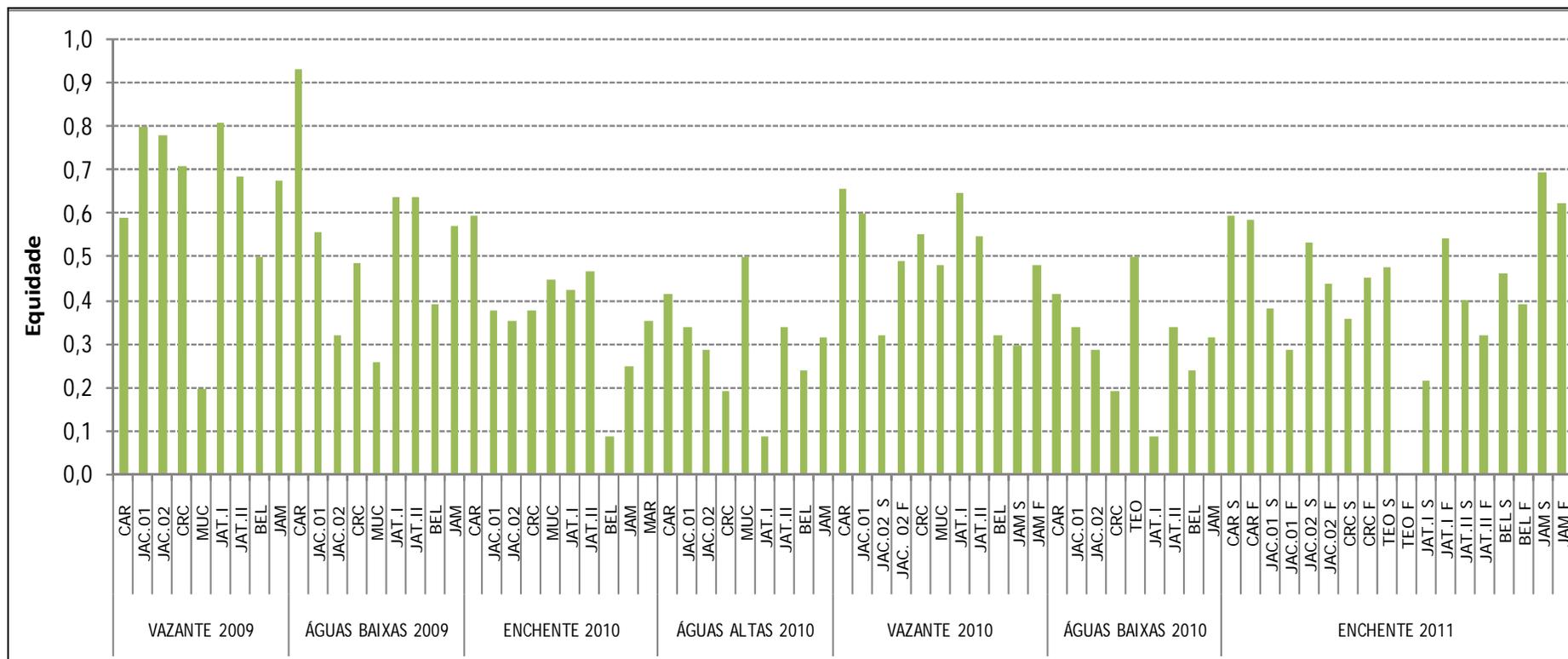
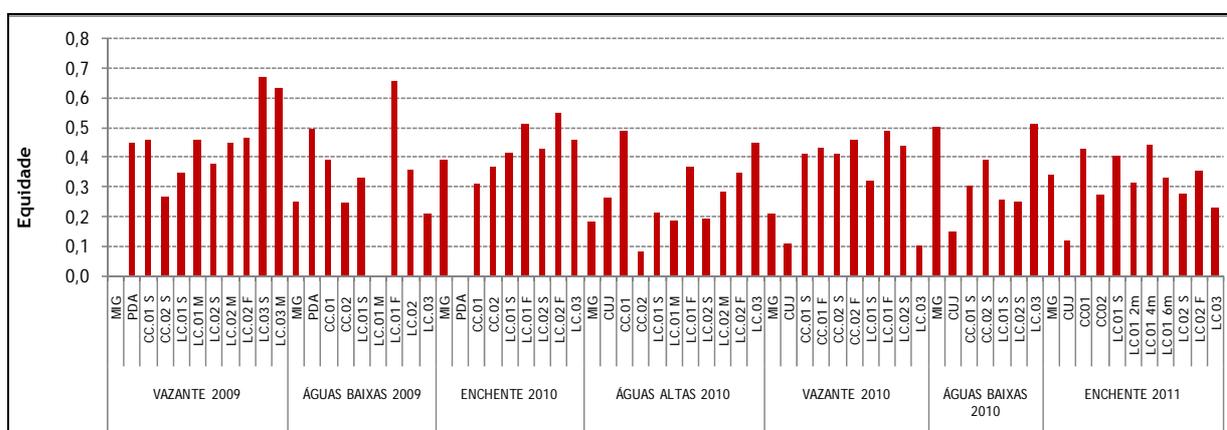


Figura 5.2.2-15 - Valores do Índice de Equidade para a comunidade zooplânctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos lagos e canais o maior valor de índice de equidade foi registrado no ponto LC.03 no período de vazante de 2009. Também para o ponto LC.01 foram registrados elevados valores de equidade em todos os períodos amostrais. No ponto CUJ foram registrados os menores valores de equidade, assim como no ponto LC.03. Apesar da grande variabilidade em relação aos índices de equidade entre os períodos de amostragem verifica-se que houve, de maneira geral, maior equidade na comunidade zooplancônica nos períodos de vazante e águas baixas em 2009 e no período de enchente de 2010 (**Figura 5.2.2-16**).



**Figura 5.2.2-16 - Valores do Índice de Equidade para a comunidade zooplancônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).**

### 5.2.2.7 - Diversidade

No rio Madeira, os valores da diversidade (Shannon-Wiener) foram em geral mais elevados nos períodos de vazante em 2009 e 2010 corroborados por maiores riquezas de espécies e maior equidade, resultantes de menor dominância de espécies. De maneira geral, os pontos localizados à montante da barragem apresentam uma maior diversidade, com exceção do ponto JUS.03, nos períodos de vazante em 2010 e enchente em 2011 onde também ocorreu elevada diversidade nos mesmos períodos. Na maioria dos períodos amostrados os valores do índice de Shannon foram superiores a 1,5 indicando uma diversidade relativamente elevada, com exceção dos períodos de enchente em 2010 e 2011, quando os valores em todos os pontos foram inferiores a 1,5 (**Figura 5.2.2-17**).

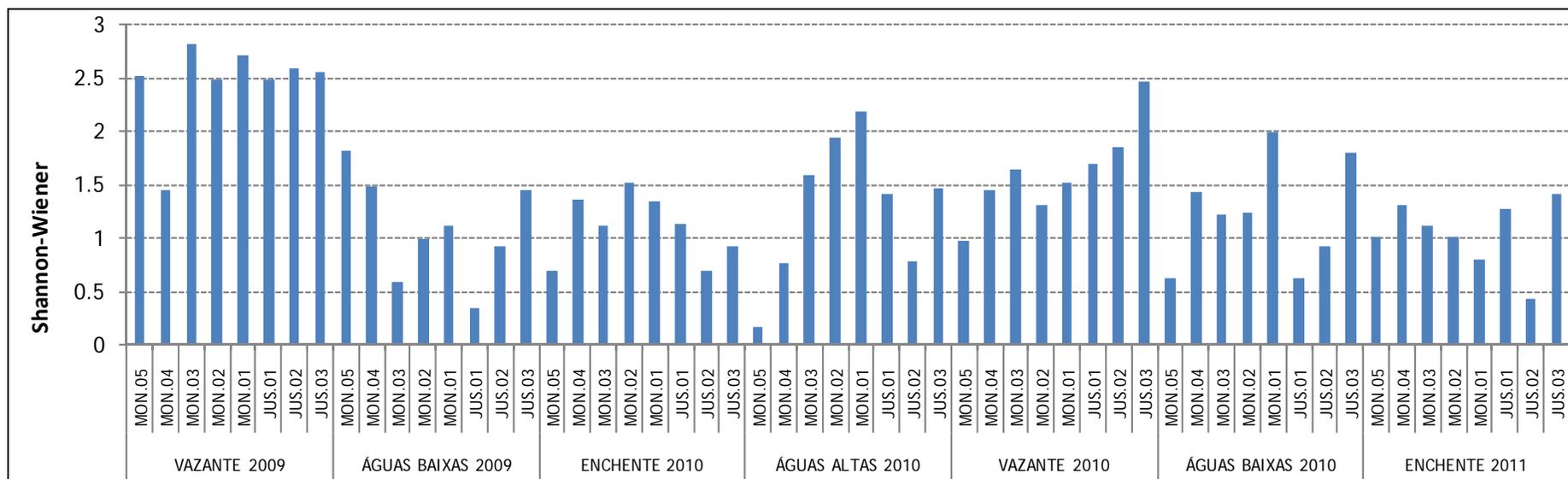


Figura 5.2.2-17 - Valores do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade zooplânctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Em geral nos tributários do rio Madeira os valores de diversidade de Shannon-Wiener foram elevados sendo que em muitos pontos esses valores foram superiores a 2. Entre os períodos os maiores valores foram registrados na vazante em 2009 e os menores no período de águas baixas, também em 2009. Comparando-se a diversidade entre os tributários, durante a maioria dos períodos de amostragem, os maiores índices de diversidade de espécies zooplanctônicas foram registrados com maior frequência nos pontos CRC, JAM e BEL (**Figura 5.2.2-18**).

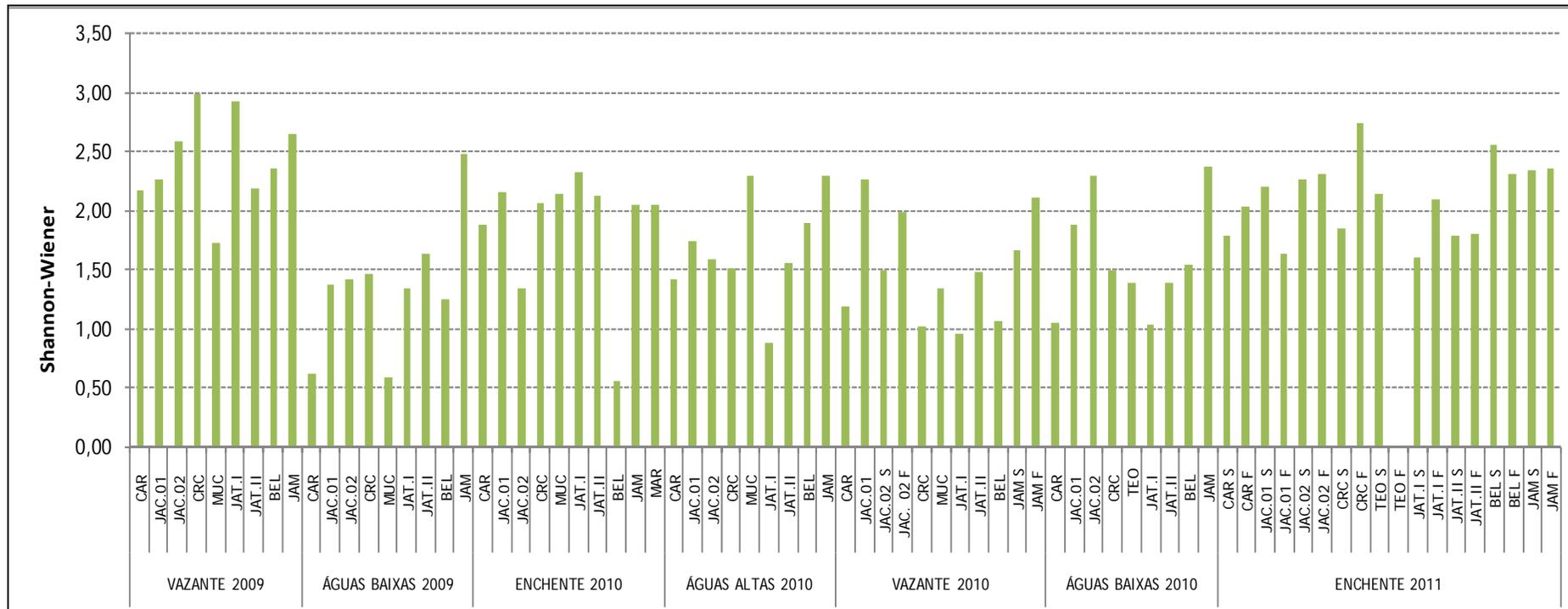


Figura 5.2.2-18 - Valores do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade zooplanctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

Nos lagos e canais ocorreram valores do índice de Shannon-Wiener superiores a 2,0 em diversos pontos, em todas as coletas. O menor valor da diversidade (0,30) foi registrado no ponto CC.02, e o maior (3,2) no ponto LC.03, ambos no período de águas altas em 2010. Comparando-se os períodos amostrais, os valores do índice de diversidade não tiveram um padrão regular de variação, não evidenciando tendências de aumento ou decréscimo ao longo do tempo (Figura 5.2.2-19).

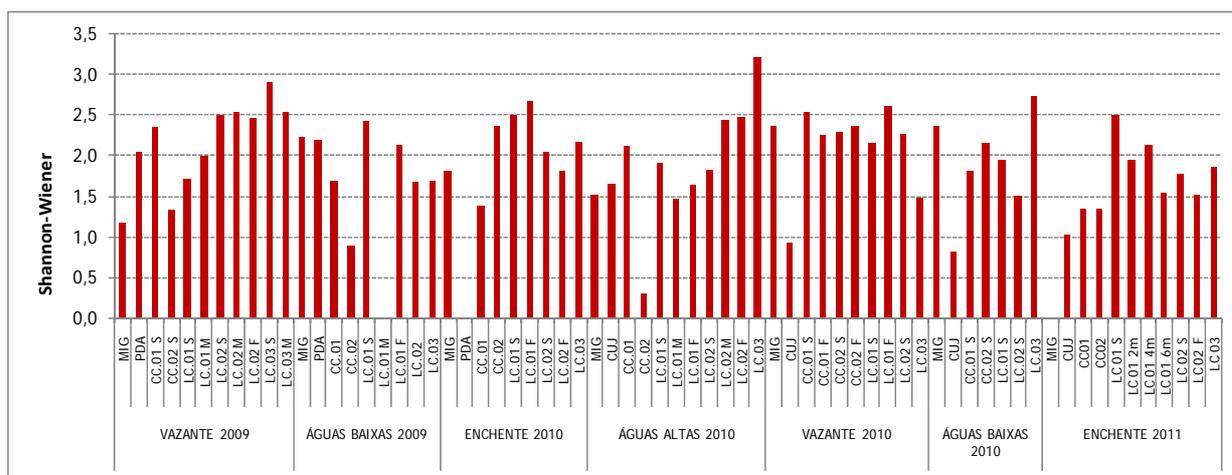


Figura 5.2.2-19 - Valores do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade zooplânctônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

### 5.2.2.8 - Biomassa

O maior valor de biomassa foi registrado no período de vazante em 2009, no ponto JUS.03 (16.940,5  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ). Dentre as espécies zooplânctônicas, as maiores contribuições em biomassa foram realizadas pelas espécies *Dactyloidiaptomus pearsei* (5.000,39  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ) no ponto MON.01 no período de águas altas em 2010. Nos pontos MON.02, MON.03 e MON.04 no período de vazante em 2010, os protozoários, representados principalmente por *Astramoeba* sp. contribuíram com a maior fração para a biomassa (8255  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ , no ponto MON.02), quando comparados aos demais grupos. No ponto MON.05 o rotífero *Lecane proiecta* apresentou elevada biomassa (2.106,0  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ). Os maiores valores de biomassa obtidos nos pontos a jusante da barragem no rio Madeira foram do grupo Protozoa, com exceção do ponto JUS.03 no período de vazante em 2010, em que os Copepoda, principalmente representados pela espécie *Notodiaptomus amazonicus* (2.498,32  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ) contribuíram com a maior parcela da biomassa, seguidos pelos Protozoa e Cladocera com 4.640,0 e 4.384,12  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ , respectivamente (Figura 5.2.2-20).

Em geral, Cladocera foi o grupo menos representativo em termos de biomassa. Os Copepoda juntamente com os Protozoa foram os grupos mais importantes para a biomassa do rio Madeira, com contribuições elevadas na maioria dos pontos (**Figura 5.2.2-20**).

Nos tributários do rio Madeira os valores de biomassa foram menores nos períodos de vazante e de águas baixas e maiores nos períodos de enchente e águas altas acompanhando o padrão das variações de densidade numérica das populações zooplanctônicas (**Figura 5.2.2-21**).

Os maiores valores de biomassa total foram registrados no ponto BEL (38.036,71  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  e 27.223,91  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ) nos períodos de águas altas e de enchente em 2009 e ainda no ponto JAM (24.717,09  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ ) também no período de enchente em 2009. O menor valor de biomassa total foi de apenas 4,51  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  no ponto CAR no período de águas baixas em 2009, correspondendo também ao mais baixo valor de densidade numérica.

Nota-se que nos períodos de vazante e águas baixas as espécies do grupo Protozoa contribuíram com maiores biomassas enquanto que nos períodos de enchente e águas altas as espécies dos grupos Rotifera e Copepoda tiveram contribuições mais relevantes em termos de biomassa.

A espécie que mais contribuiu em termos de biomassa foi o rotífero *Asplanchna sieboldi* com 19.289,2  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  no ponto BEL no período de águas altas em 2010. Altos valores de biomassas também foram registrados no mesmo ponto e no mesmo período para as fases juvenis de copepoditos de Cyclopoida, cujo valor máximo registrado foi de 92.17,24  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$ .

Nos lagos e canais registrou-se uma tendência de aumento da biomassa desde a primeira amostragem (vazante de 2009) até o período de águas altas em 2010. No entanto a partir do período de vazante em 2010 até o de enchente em 2010 observa-se que os valores decresceram, evidenciando tendência inversa. Os dois maiores valores de biomassa foram registrados para o ponto CUJ, com 435.675,89 24  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  no período de águas altas de 2010 e 289.422,75  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  no período de vazante em 2010. Os menores valores de biomassa, de 372,88 e 607,0  $\mu\text{gPS. m}^{-3}$  foram registrados no período de vazante de 2009 nos pontos LC.01 meio e LC.02 superfície, respectivamente (**Figura 5.2.2-22**).

Em relação aos grupos componentes da comunidade zooplanctônica os Copepoda foram os que contribuíram com a maior fração de biomassa, para a maioria dos períodos e pontos e amostragens, com exceção dos pontos LC.01 meio, LC.02 fundo no período de águas altas em 2010, CUJ no período de vazante em 2010 e CC.02 no período de águas baixas em 2010.

No período vazante de 2010, devido à elevada densidade da espécie *Lecane prolecta* a biomassa de Rotifera ultrapassou a dos Copepoda. De maneira geral, verifica-se que Cladocera e Protozoa têm baixa contribuição para os valores de biomassa da comunidade zooplanctônica nos lagos e canais.

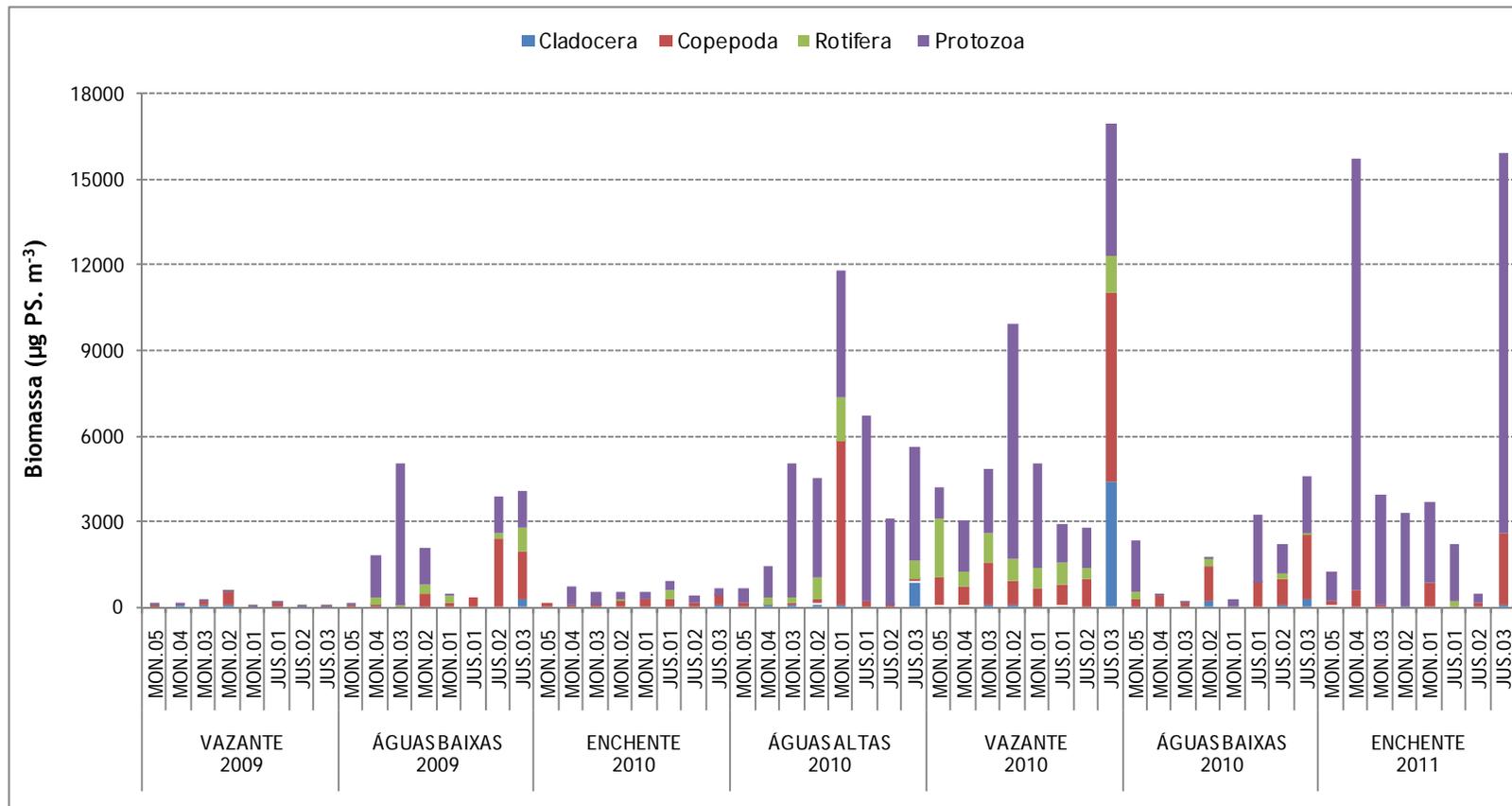


Figura 5.2.2-20 - Biomassa ( $\mu\text{g PS. m}^{-3}$ ) total e a contribuição dos principais grupos da comunidade zooplânctônica no rio Madeira nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

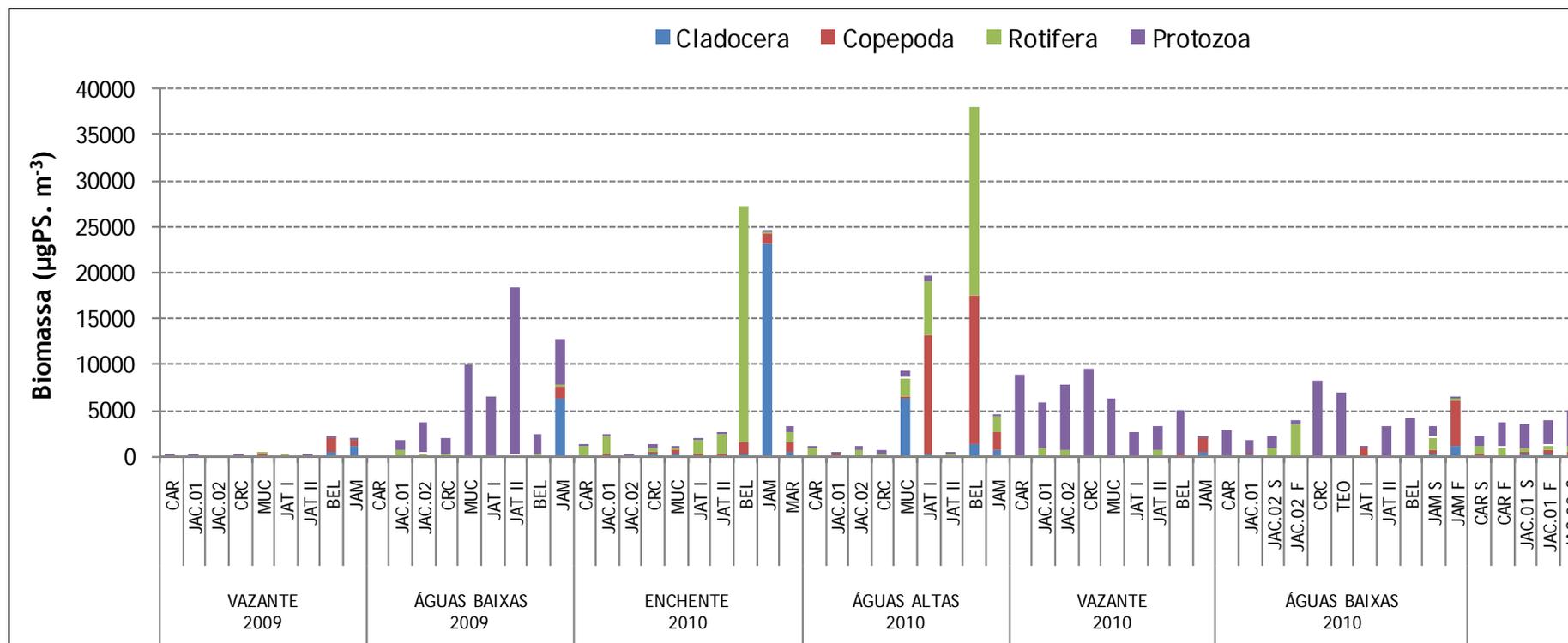


Figura 5.2.2-21 - Biomassa ( $\mu\text{g PS. m}^{-3}$ ) total e a contribuição dos principais grupos da comunidade zooplânctônica nos tributários nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

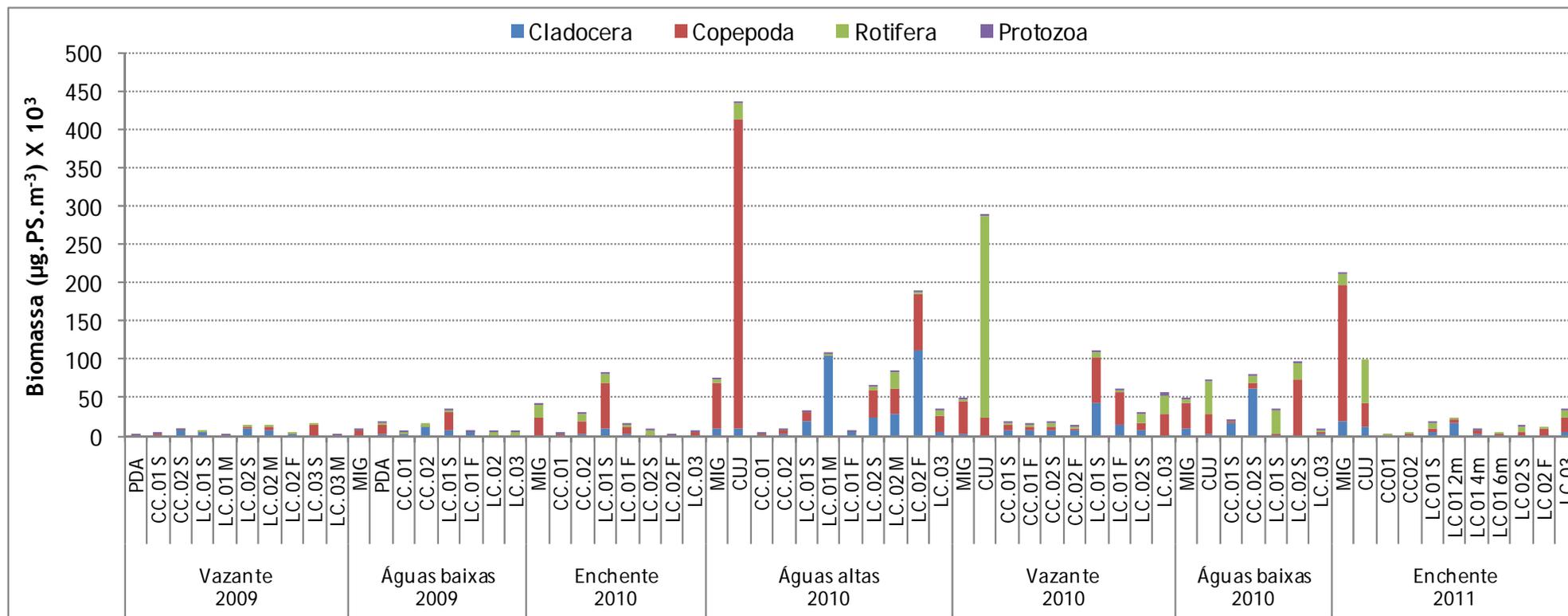


Figura 5.2.2-22 - Biomassa ( $\mu\text{g PS. m}^{-3}$ ) total e a contribuição dos principais grupos da comunidade zooplânctônica nos lagos e canais nos períodos hidrológicos de vazante (junho de 2009 e 2010), águas baixas (outubro 2009 e 2010), enchente (janeiro 2010 e 2011) e águas altas (abril de 2010).

### 5.2.2.9 - Diversidade alfa, beta e gama

Considerando as amostras quantitativas da comunidade zooplanctônica nos períodos de vazante e águas baixas em 2009; enchente, águas altas, vazante e águas baixas em 2010; e enchente em 2011, a diversidade gama (regional) foi de 229 táxons.

A diversidade alfa ou riqueza total de espécies, para cada um dos sistemas, rio Madeira, tributários e lagos e canais, durante todo o período amostrado variou de 111 a 177 táxons, sendo o maior valor de diversidade alfa para o sistema lagos e canais e o menor valor para o sistema rio Madeira. Para o sistema de tributários do rio Madeira a diversidade alfa foi de 173 táxons, próxima àquela obtida para os lagos e canais.

A diversidade beta (entre os sistemas) em todo o período estudado foi maior entre o rio Madeira e tributários (32,3%) e menor entre tributários e lagos e canais (27,5%). Entre o rio Madeira e os lagos e canais a diversidade beta foi ligeiramente superior, de 30,5%. Entre os três sistemas (rio Madeira, tributários e lagos e canais) a diversidade beta foi de 24,8%.

### 5.2.2.10 - Análises estatísticas

Os resultados relativos à análise de correspondência canônica (CCA) relacionando a abundância dos grupos zooplanctônicos e as variáveis ambientais no rio Madeira, tributários e lagos e canais na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, para os períodos de vazante (junho de 2009), águas baixas (outubro de 2009), enchente (janeiro de 2010), águas altas (abril de 2010), vazante 2010 (junho de 2010), águas baixas (setembro de 2010) e enchente (janeiro de 2011) são apresentados da **Figura 5.2.2-23** a **Figura 5.2.2-26**.

No período de vazante de 2009 (**Figura 5.2.2-23-a**), o Teste de Monte Carlo com 999 permutações irrestritas evidenciou que as variáveis condutividade elétrica e a concentração de oxigênio dissolvido foram significativas ( $p < 0,05$ ). Na maior parte das amostragens da montante a jusante do Rio Madeira, a variável que provavelmente mais influenciou a distribuição das espécies foi a Condutividade elétrica da água, estando correlacionada negativamente com a composição dos cladóceros.

No período de vazante de 2010 (**Figura 5.2.2-23-b**), os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica (CCA) explicaram 72,1% da ordenação triplot. O Teste de Monte Carlo

com 999 permutações irrestritas, evidenciou que a variável temperatura da água ( $p < 0,001$ ) e foi significativa. A montante a jusante do Rio Madeira, os nutrientes provavelmente influenciaram a distribuição das espécies de Protozoa e Cladocera. A temperatura da água e a concentração de oxigênio dissolvido estiveram correlacionadas positivamente com as espécies de Rotifera, principalmente *Lecane prolecta*, diretamente no ponto CUJ.

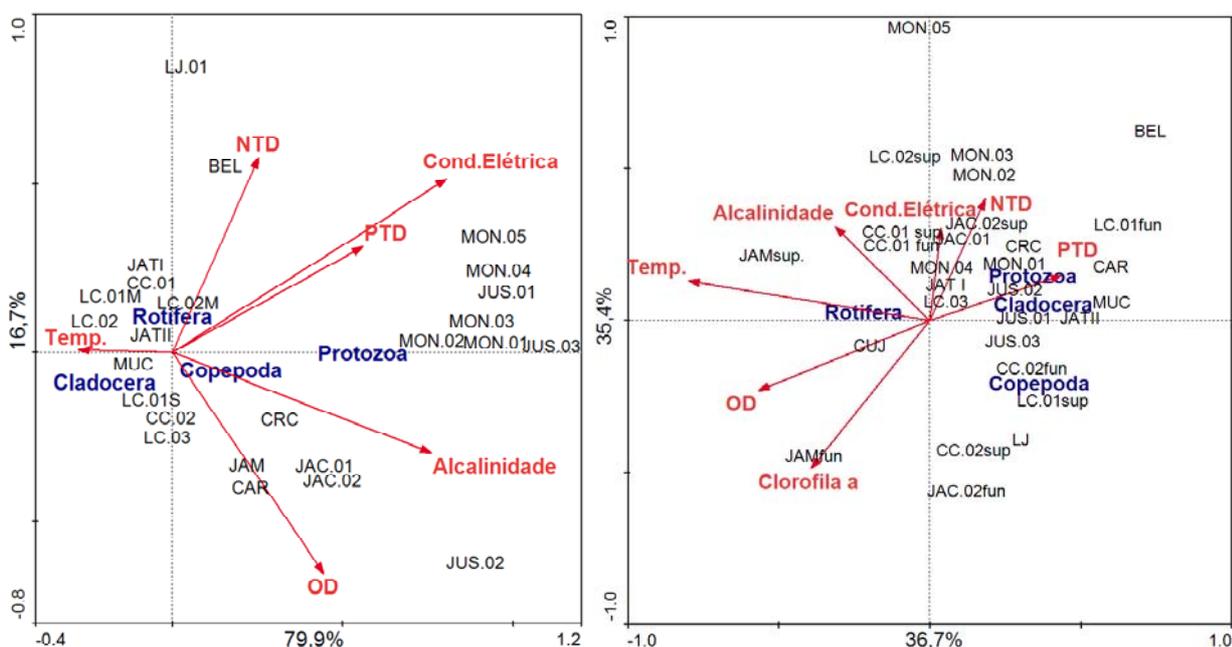


Figura 5.2.2-23 - Análise de correspondência canônica (CCA) entre a abundância numérica dos grupos componentes da comunidade zooplânctônica e as variáveis ambientais amostrados no período de vazante (junho) de 2009 (a) e 2010 (b).

No período de águas baixas de 2009, de acordo com o Teste de Monte Carlo, a temperatura da água e a concentração de nitrogênio total dissolvido, foram variáveis estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), e estiveram correlacionadas positivamente com a distribuição das espécies de Copepoda e Rotifera na estação de amostragem MIG, PDA, LC.02 e CC.01 (**Figura 5.2.2-24-a**).

Os resultados obtidos pela aplicação da análise multivariada CCA indicaram que no período de águas baixas, no ano de 2010, os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica explicaram 69,5 % da ordenação triplot. Pelo teste de Monte Carlo, foi evidenciado que temperatura da água e a concentração de oxigênio dissolvido foram variáveis significativa ( $p < 0,05$ ). A montante a jusante do Rio Madeira, a alcalinidade e a condutividade elétrica da água influenciaram a distribuição das espécies de Protozoa e Cladocera. A temperatura da água e a

concentração de oxigênio dissolvido estiveram direta e positivamente correlacionadas com a abundância de Rotifera, principalmente *Ptygura libera* no ponto CUJ, e nos pontos LC.01 e LC.02 (Figura 5.2.2-24-b).

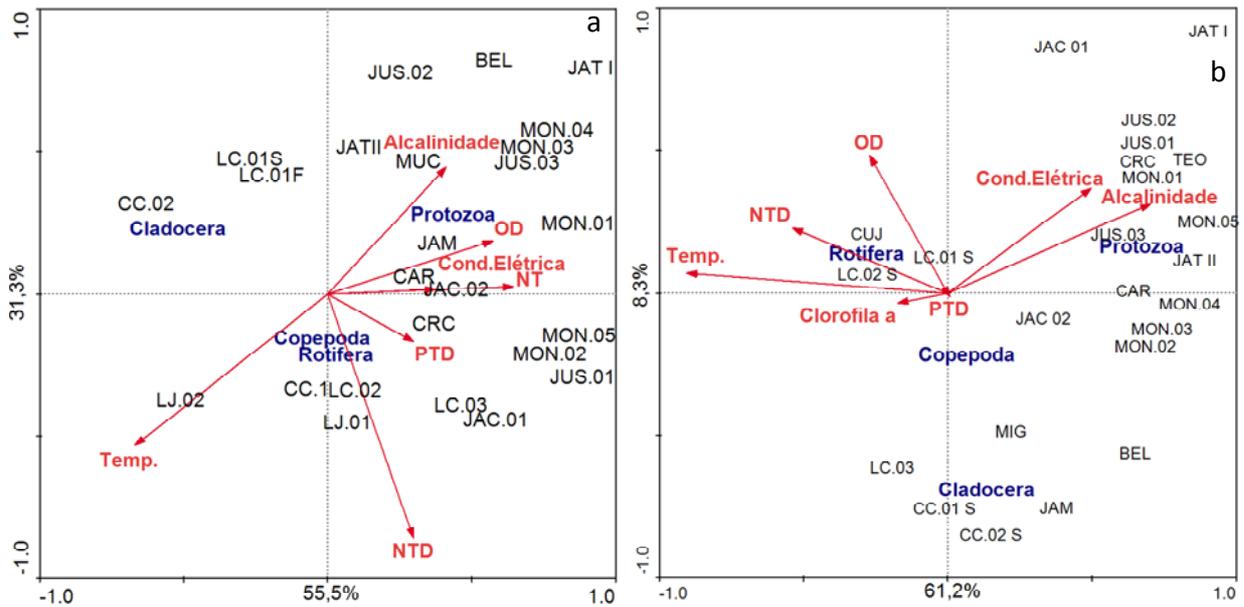


Figura 5.2.2-24 - Análise de correspondência canônica (CCA) entre a abundância numérica dos grupos componentes da comunidade zooplânctônica e as variáveis ambientais amostrados no período de águas baixas (outubro) de 2009 (a) e 2010 (b).

De acordo com o Teste de Monte Carlo, com as amostragens no período de enchente de 2010, a variável nitrogênio total dissolvido foi extremamente significativa ( $p < 0,001$ ), e esteve correlacionada positivamente com a distribuição e densidade dos protozoários (Figura 5.2.2-25-a).

No período de enchente de 2011, de acordo com o Teste de Monte Carlo, as concentrações de oxigênio dissolvido e clorofila *a*, além da condutividade elétrica foram variáveis estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ). As concentrações de Clorofila *a* e oxigênio dissolvido estiveram correlacionadas positivamente com a distribuição das espécies de Rotifera, principalmente nas amostragens TEOsup., JAMsup., JAC.01sup, JAC.02sup., CRCsup, CRCfun e CUJ. Já a condutividade elétrica esteve correlacionada com a abundância de espécies do grupo Protozoa, principalmente nos pontos localizados a montante e a jusante, além das amostragens nos pontos BELfun, LC.01m, CARsup, CARfun, CC.02, JAC.02fun e LC.01sup (Figura 5.2.2-25-b).

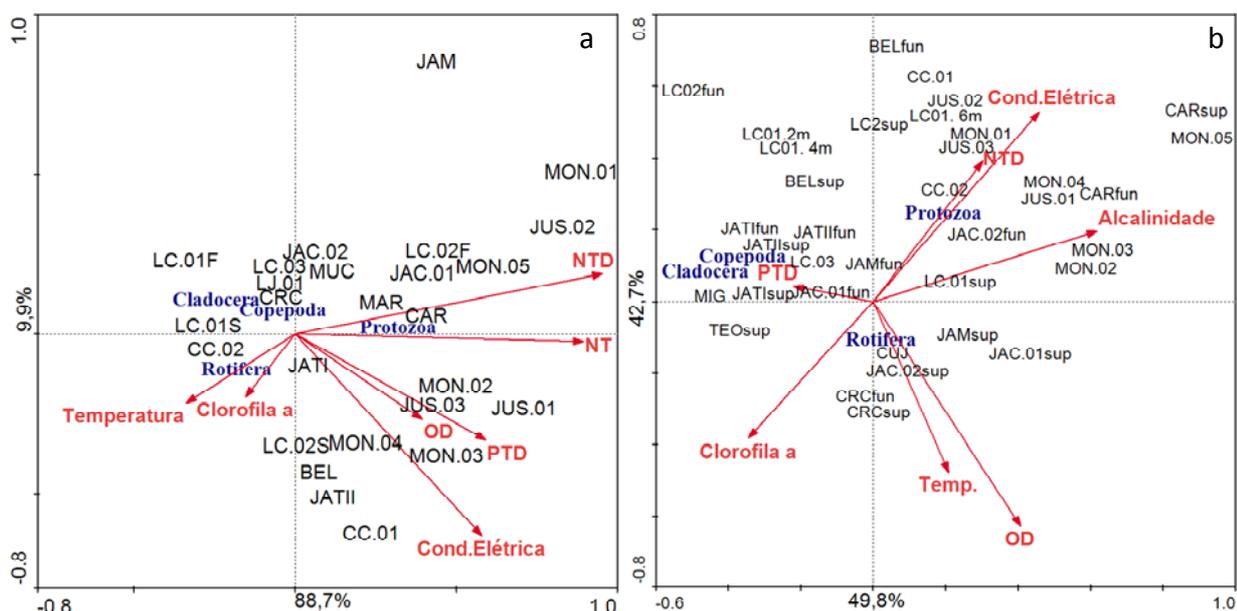


Figura 5.2.2-25 - Análise de correspondência canônica (CCA) entre a abundância numérica dos grupos componentes da comunidade zooplanctônica e as variáveis ambientais amostrados no período de enchente (Janeiro) de 2010 (a) e 2011 (b).

No mês de abril de 2010, no período de águas altas, as concentrações de Clorofila a e fósforo total dissolvido foram significativas ( $p < 0,05$ ), de acordo com o Teste de Monte Carlo. A variável ambiental Clorofila esteve correlacionada positivamente com a distribuição das populações de rotíferos, principalmente na estação de coleta CUJ, e negativamente correlacionada com boa parte das amostragens, principalmente entre os protozoários. Já a concentração de fósforo total dissolvido esteve correlacionada positivamente com os microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) (Figura 5.2.2-26).

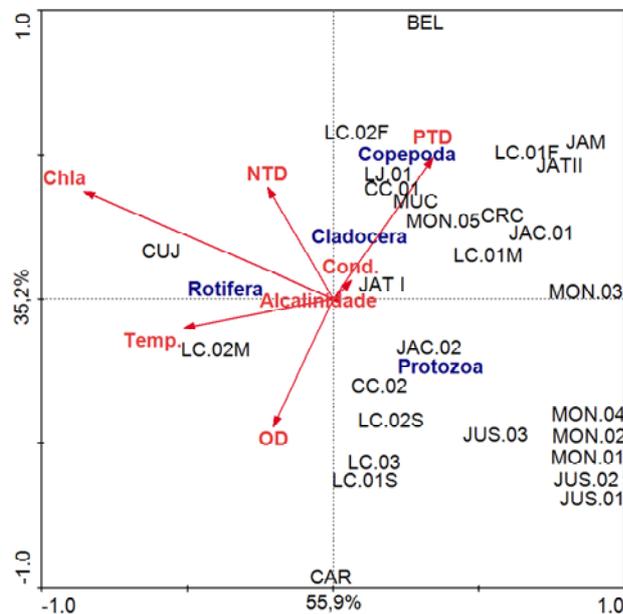


Figura 5.2.2-26 - Análise de correspondência canônica (CCA) entre a abundância numérica dos grupos componentes da comunidade zooplanctônica e as variáveis ambientais amostradas no período de águas altas de 2010 (abril).

### 5.2.2.11 - Discussão

O estudo da diversidade das comunidades zooplanctônicas abrange o estudo das relações quantitativas entre a riqueza de espécies e a abundância das populações de cada espécie dentro da comunidade e pode revelar tendências temporais ou padrões característicos de cada sistema ou subsistema em uma bacia hidrográfica.

O rio Madeira, seus tributários e lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira a comunidade zooplanctônica foi bastante diversificada com composição típica dos sistemas aquáticos tropicais, sendo composta por espécies da maioria dos grupos que são encontrados em comunidades planctônicas de água doce (Payne, 1975; Margalef, 1983).

Os Rotifera constituíram o grupo holoplanctônico de maior riqueza de espécies com predominância de espécies das famílias Brachionidae, Lecanidae e Trichocercidae, um fato reconhecido como uma característica distintiva para as regiões tropicais (Lewis, 1979; Koste & Robertsohn, 1983). Embora os Protozoa tenham sido abundantes nos ecossistemas e pontos avaliados sua riqueza de táxons (avaliada na maior parte ainda em nível de gênero) foi bem menor que a de Rotifera.

Os Cladocera, segundo grupo mais diversificado no zooplâncton foi constituído na maioria por espécies da família Chydoridae, a família que abrange cerca de 50% de todas as espécies conhecidas de Cladocera. Nos sistemas avaliados esta proporção foi mantida, especialmente pela elevada riqueza de espécies de Chydoridae provavelmente associadas às macrófitas nos lagos e canais. Existe também elevada riqueza das famílias tipicamente planctônicas, como aquelas pertencentes às famílias Sididae, Daphnidae, Bosminidae e Moinidae. O gênero *Bosminopsis* da família Bosminidae foi representado por três espécies, duas delas endêmicas da região amazônica, *Bosminopsis brandorffi* e *Bosminopsis negrensis*. As espécies deste gênero são consideradas de ampla ocorrência nos sistemas lóticos amazônicos (Robertson & Hardy, 1984; Moreno, 1996). A espécie *Holopedium amazonicum*, endêmica da região Amazônica e única espécie da família Holopedidae representada na região Neotropical foi registrada nos tributários do rio Madeira. As espécies *Daphnia gessneri* e *Moina reticulata* foram importantes nos sistemas avaliados, tanto em termos de densidade numérica como de biomassa. Estas espécies de Cladocera são consideradas componentes importantes do zooplâncton em diversos sistemas lacustres amazônicos (Braandorff & Andrade, 1978; Robertson, 1980; Bozelli, 1991; Moreno, 1996).

No rio Madeira os Copepoda estiveram também bem representados, com elevada riqueza de espécies em ambas ordens principais, os Calanoida e Cyclopoida. Os Calanoida com ocorrência no rio Madeira incluíram espécies típicas e endêmicas da região amazônica como *Notodiptomus amazonicus* e *Rhacodiptomus insolitus*, além de espécies como *Argyrodiptomus azevedoi* e *Notodiptomus spinuliferus* que são espécies de mais ampla distribuição (Robertson & Hardy, 1984; Matsumura-Tundisi, 1986, Santos-Silva, 1998).

Embora neste estudo a maior riqueza de espécies na comunidade zooplanctônica seja a dos lagos e canais como evidenciado por sua diversidade alfa, os tributários considerados conjuntamente tem uma riqueza particularmente elevada, aproximando-se daquela dos lagos e canais. Dentre os sistemas lacustres o lago Cuniã contribuiu com elevada riqueza.

A densidade numérica da comunidade zooplanctônica de maneira geral é mais baixa no rio Madeira, cerca de duas vezes mais elevada nos tributários e cerca de 5 vezes mais elevada nos lagos e canais. Este padrão é recorrente em águas doces, pois a maior parte dos componentes da comunidade zooplanctônica são mais adaptados a desenvolver grandes populações nos sistemas lacustres do que nos sistemas de rios devido à maior produção primária e conseqüentemente

maior disponibilidade de alimento e pela ausência de perdas pela deriva as quais ocorrem constantemente nos sistemas de rios e riachos (Margalef, 1983).

A biomassa é uma variável mais adequada para se descrever a comunidade zooplanctônica devido às grandes diferenças de tamanho entre os diferentes grupos zooplanctônicos. Os Protozoa e Rotifera embora numericamente dominantes podem não contribuir com uma fração equivalente à dos organismos de maior tamanho como os microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) para a biomassa no sistema. Durante o período avaliado os Protozoa tiveram uma contribuição relevante para a biomassa juntamente com os sistemas rio e Copepoda evidenciando a importância de terem sua abundância e biomassa avaliadas, particularmente para o rio Madeira e seus tributários.

Uma das principais características dos sistemas avaliados é a ampla variabilidade na riqueza de espécies, na densidade e na biomassa da comunidade zooplanctônica, em ambas escalas, espacial (entre os diferentes pontos e ecossistemas (rio Madeira, tributários e lagos e canais) e no tempo, isto é entre os períodos do ciclo hidrológico (vazante, águas baixas, enchente e águas altas) e também entre anos, caracterizando também ampla variabilidade interanual.

Os grupos coletivamente denominados meroplâncton são constituídos em sua maioria por larvas de insetos aquáticos as quais não podem ser identificadas até o nível de espécie por não terem os adultos neste ambiente e sim no ambiente terrestre. A identificação dos mesmos requer a criação das larvas em laboratório até a fase adulta o que é inviável no caso de inventários em ambientes distantes, pois os organismos não chegam vivos após serem mantidos vários dias fora das condições adequadas do habitat natural. Uma parte importante destes é também computada na comunidade bentônica, como as larvas de Chironomidae e as ninfas de Trichoptera e de Plecoptera. Embora estes grupos estejam sendo computados juntamente com o zooplâncton por ocorrerem na coluna d'água, não deverão ser computados na avaliação global da diversidade do sistema para não ocorrer duplicação.

As variáveis que estiveram correlacionadas positivamente com a abundância dos organismos zooplanctônicos como condutividade, nutrientes e clorofila refletem um maior grau de trofia e provavelmente maior disponibilidade de alimento naqueles locais. As espécies zooplanctônicas, especialmente os crustáceos e os rotíferos podem ser utilizados como indicadores da qualidade da água ou do grau de trofia e são bastante úteis para detectar as suas alterações (Gannon et al., 1978). Combinando-se as informações de composição taxonômica, riqueza de espécies e abundância numérica, pode-se inferir sobre a adequação dos habitats para esta comunidade.



## ANEXOS

Anexo 5.2.2-1 - Comunidade Zooplanctônica