

## ÍNDICE

5.2.5 -	Macrófitas aquáticas.....	1/57
5.2.5.1 -	Riqueza taxonômica.....	1/57
5.2.5.2 -	Cobertura de Macrófitas.....	7/57
5.2.5.3 -	Densidade numérica absoluta e relativa.....	8/57
5.2.5.4 -	Equitabilidade e Diversidade Específica.....	16/57
5.2.5.5 -	Biomassa absoluta e relativa (abundância relativa).....	21/57
5.2.5.6 -	Dominância das populações de macrófitas.....	27/57
5.2.5.7 -	Diversidade beta e gama.....	30/57
5.2.5.7.1 -	Diversidade beta sazonal e espacial.....	30/57
5.2.5.7.2 -	Diversidade gama sazonal.....	30/57
5.2.5.8 -	Análises estatísticas: ordenação, estimadores Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem da riqueza de espécies...	31/57
5.2.5.8.1 -	Análise de ordenação.....	31/57
5.2.5.8.2 -	Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem da riqueza de espécies.....	34/57
5.2.5.9 -	Curva de Rarefação das espécies de macrófitas.....	36/57
5.2.5.10 -	Similaridade.....	37/57
5.2.5.11 -	Composição química.....	38/57
5.2.5.11.1 -	Matéria orgânica, carbono orgânico total e teores de cinzas.....	39/57
5.2.5.11.2 -	Macronutrientes: sódio, potássio, cálcio e magnésio.....	43/57
5.2.5.11.3 -	Elementos-traço.....	47/57
5.2.5.12 -	Discussão.....	55/57



## 5.2.5 - Macrófitas aquáticas

Os laudos analíticos foram apresentados no Anexo 5.a - Laudos Abióticos (Digital) e no Anexo 5.b - Laudos Bióticos (Digital).

### 5.2.5.1 - Riqueza taxonômica

A análise das comunidades de macrófitas aquáticas em novembro de 2012 evidenciou uma composição taxonômica diversificada, para as quais foram registrados 22 táxons, no total, pertencentes a 13 diferentes famílias de plantas. Destas, 16 foram identificadas em nível de espécie e seis em nível de gênero (Quadro 5.2.5-1).

Quadro 5.2.5-1 - Composição taxonômica e riqueza total de macrófitas aquáticas no rio Madeira, tributários e lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Família	Gênero/Espécie
Amaranthaceae	<i>Alternanthera aquatica</i>
Hydrocharitaceae	<i>Limnobium laevigatum</i>
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Panicum elephantipes</i>
	<i>Paspalum</i> sp.
	<i>Paspalum repens</i>
	<i>Oriza glumaetpatula</i>
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>
	<i>Eichhornia crassipes</i>
	<i>Echinochoa polystachya</i>
	<i>Pontederia</i> sp.
	<i>Pontederia rotundifolia</i>
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i>

Família	Gênero/Espécie
Cyperaceae	
	<i>Furiera umbellata</i>
Asteraceae	
	<i>Enydra radicans</i>
Araceae	
	<i>Pistia</i> sp.
Onagraceae	
	<i>Ludwigia</i> sp.
	<i>Ludwigia helminorrhiza</i>
Polygonaceae	
	<i>Polygonum</i> sp.
Phyllanthaceae	
	<i>Phyllanthus fluitans muell</i>
Scrophulariaceae	
	<i>Stemodia ericifolia</i>
Nymphaeaceae	
	<i>Nymphaea amazonum</i>
TOTAL	22

## Rio Madeira

Na Figura 5.2.5-1 observa-se que as famílias Pontederiaceae e Poaceae contribuíram com 28,57% cada, da riqueza total da comunidade de macrófitas no rio Madeira em novembro de 2012. As demais famílias contribuíram com 14,29% da riqueza total cada uma (Quadro 5.2.5-2).

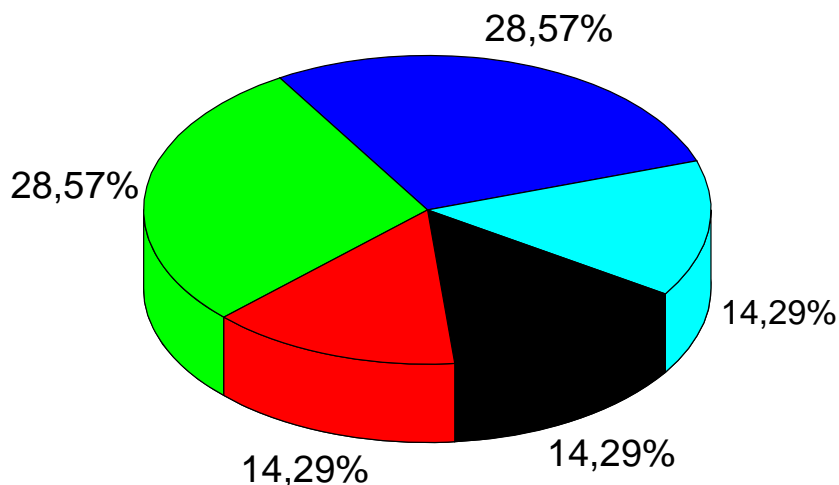


Figura 5.2.5-1 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, na riqueza de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Quadro 5.2.5-2 - Composição taxonômica (presença ou ausência) dos táxons de macrófitas no rio Madeira em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera aquatica</i>				x	
Hydrocharitaceae					
<i>Limnobium laevigatum</i>				x	
Poaceae					
<i>Panicum</i> sp.	x				
<i>Paspalum repens</i>				x	x
Pontederiaceae					
<i>Eichhornia azurea</i>		x			
<i>Eichhornia crassipes</i>	x	x	x	x	x
Salviniaceae					
<i>Salvinia auriculata</i>				x	x
TOTAL	2	2	1	5	3

## Tributários

Os táxons das famílias Pontederiaceae e Poaceae representaram 14,29% e 21,43%, respectivamente, da riqueza total da comunidade de macrófitas nos tributários em novembro de 2012 (Figura 5.2.5-2). As demais famílias contribuíram cada uma com 7,14% da riqueza (Quadro 5.2.5-3).

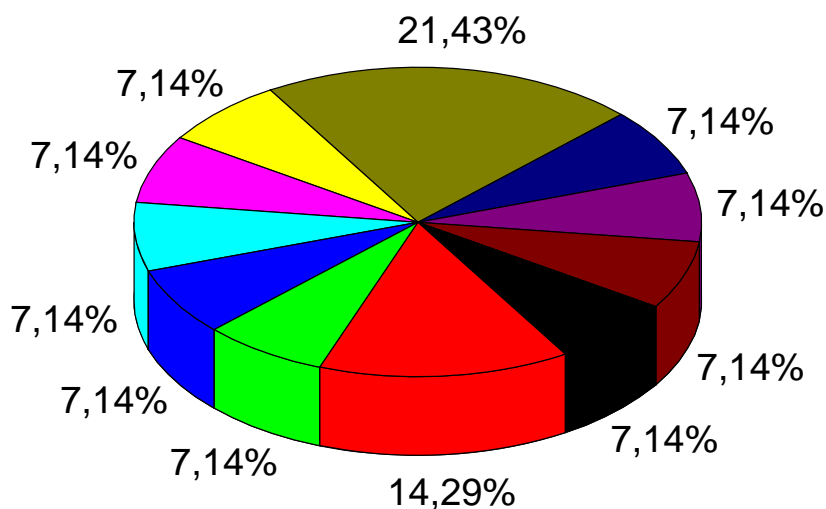


Figura 5.2.5-2 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, da riqueza de espécies nas comunidades de macrófitas nos tributários do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Quadro 5.2.5-3 - Composição taxonômica (presença ou ausência) dos táxons de macrófitas nos tributários do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CEA	TEO	JAC.01	JAC.02
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera aquatica</i>	x			
Pontederiaceae				
<i>Eichhornia azurea</i>	x			
<i>Eichhornia crassipes</i>	x	x	x	x
Cyperaceae				
<i>Furiena umbellata</i>			x	
Asteraceae				
<i>Enydra radicans</i>				x
Araceae				
<i>Pistia</i> sp.				x
Onagraceae				
<i>Ludwigia</i> sp.		x	x	
Polygonaceae				
<i>Polygonum</i> sp.	x			
Poaceae				
<i>Paspalum</i> sp.			x	
<i>Paspalum repens</i>		x		x
<i>Oriza glumaetpatula</i>				x
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus fluitans muell</i>		x		
Salviniaceae				
<i>Salvinia auriculata</i>		x	x	
Scrophulariaceae				
<i>Stemodia ericifolia</i>			x	
TOTAL	4	5	6	5

## Lagos e Canais

Em novembro de 2012, a análise da riqueza de táxons das comunidades de macrófitas nos lagos e canais (Quadro 5.2.5-4) revelou que as famílias com maiores riquezas de táxons foram Poaceae e Pontederiaceae (30,77%) e Onagraceae (15,38%). As demais famílias foram representadas por uma única espécie, cada uma contribuindo com 7,69% para a riqueza total de espécies (Figura 5.2.5-3).

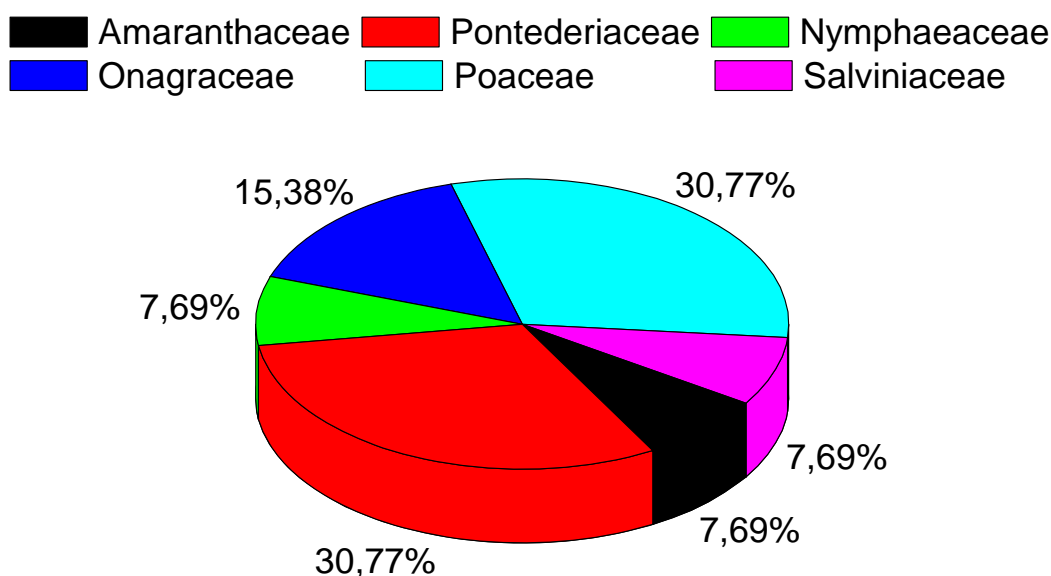


Figura 5.2.5-3 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, da riqueza de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Quadro 5.2.5-4 - Composição taxonômica (presença ou ausência) dos táxons de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03	CUJ	MIG
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera aquatica</i>	x						
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>	x	x	x		x		
<i>Echinochoa polystachya</i>		x	x				
<i>Pontederia</i> sp.			x				
<i>Pontederia rotundifolia</i>	x			x			
Nymphaeaceae							



COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03	CUJ	MIG
<i>Nymphaea amazonum</i>						x	
Onagraceae							
<i>Ludwigia</i> sp.	x						
<i>Ludwigia helminorrhiza</i>			x				
Poaceae							
<i>Panicum elephantipes</i>				x			
<i>Paspalum</i> sp.							x
<i>Paspalum repens</i>		x	x	x			x
<i>Oriza glumaetpatula</i>			x		x		
Salviniaceae							
<i>Salvinia auriculata</i>				x			
TOTAL	4	3	6	4	2	1	2

### 5.2.5.2 - Cobertura de Macrófitas

Os bancos de macrófitas com ocorrência nas diferentes estações amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, no mês de novembro de 2012, estão apresentados no Quadro 5.2.5-5. A classificação quanto à dominância foi obtida com base em avaliação da extensão e identificação dos táxons realizada visualmente.

Quadro 5.2.5-5 - Área dos bancos de macrófitas e as respectivas espécies dominantes para cada estação de amostragem no rio Madeira, nos tributários e nos lagos e canais na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, avaliadas no mês de novembro de 2012.

	NOVEMBRO	
	Área do banco (m <sup>2</sup> )	Classificação quanto à Dominância
Rio Madeira		
MON.05	20	<i>Eichhornia crassipes</i>
MON.04	60	<i>Eichhornia crassipes</i>
MON.03	80	<i>Eichhornia crassipes</i>
MON.02	>500	<i>Eichhornia crassipes</i>
MON.01	>500	<i>Paspalum repens</i>
Tributários		
JAC.01		<i>Eichhornia crassipes</i>
JAC.02	500	<i>Eichhornia crassipes</i>
TEO	100	<i>Eichhornia crassipes</i>
CEA	12	<i>Eichhornia crassipes</i>

	NOVEMBRO	
	Área do banco (m <sup>2</sup> )	Classificação quanto à Dominância
Lagos e canais		
CUJ	40	<i>Nymphaea amazonum</i>
MIG	20	<i>Paspalum repens</i>
LC.02	>500	<i>Paspalum repens</i>

### 5.2.5.3 - Densidade numérica absoluta e relativa

#### Rio Madeira

Em novembro de 2012, a maior densidade absoluta foi registrada na estação MON.02 (287 ind.m<sup>-2</sup>; Figura 5.2.5-4). A espécie *Eichhornia crassipes*, com ocorrência em todas as estações de amostragens, foi a mais abundante nas estações do rio Madeira, sendo a maior densidade absoluta registrada de 222 ind.m<sup>-2</sup>, em MON.02 (Quadro 5.2.5-6).

Quadro 5.2.5-6 - Densidade absoluta (ind.m<sup>-2</sup>) das macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera aquatica</i>				2	
Hydrocharitaceae					
<i>Limnobium laevigatum</i>				4	
Poaceae					
<i>Panicum</i> sp.	4				
<i>Paspalum repens</i>				16	54
Pontederiaceae					
<i>Eichhornia azurea</i>		2			
<i>Eichhornia crassipes</i>	51	55	65	222	74
Salviniaceae					
<i>Salvinia auriculata</i>				43	120
TOTAL	55	57	65	287	248

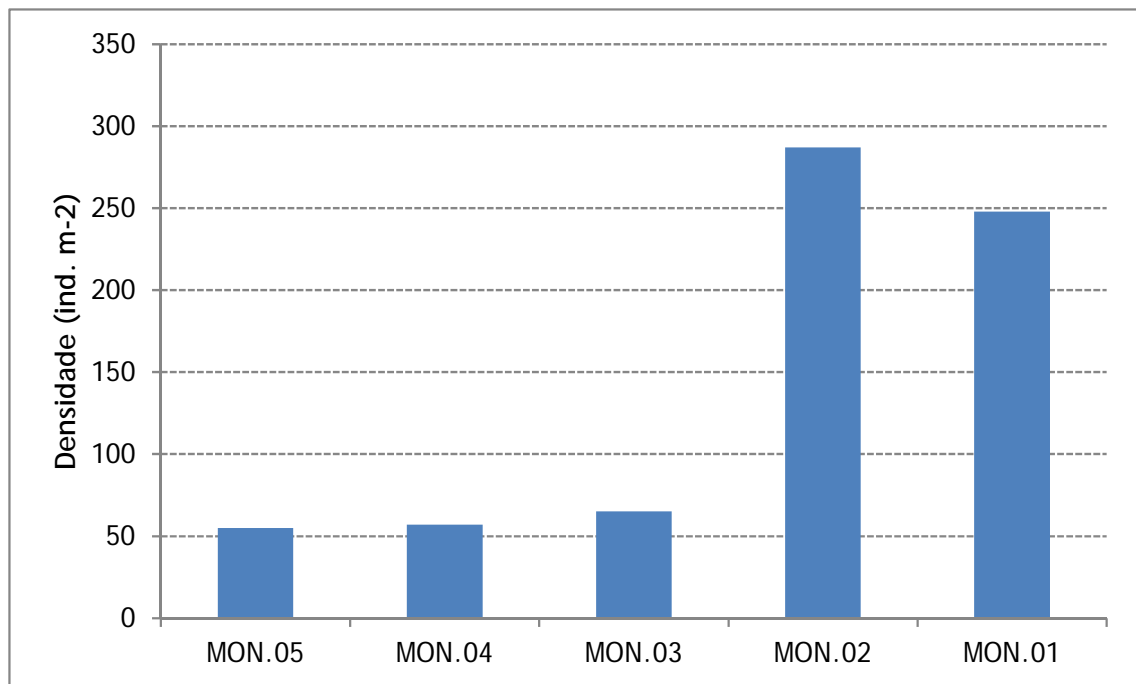


Figura 5.2.5-4 - Densidade numérica absoluta (ind.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Em novembro de 2012, as maiores contribuições em abundância relativa nas estações de amostragens foram dadas pela família Pontederiace, a exceção da estação MON.01, na qual a maior contribuição em abundância relativa foi dada pela família Salviniaceae (Figura 5.2.5-5).

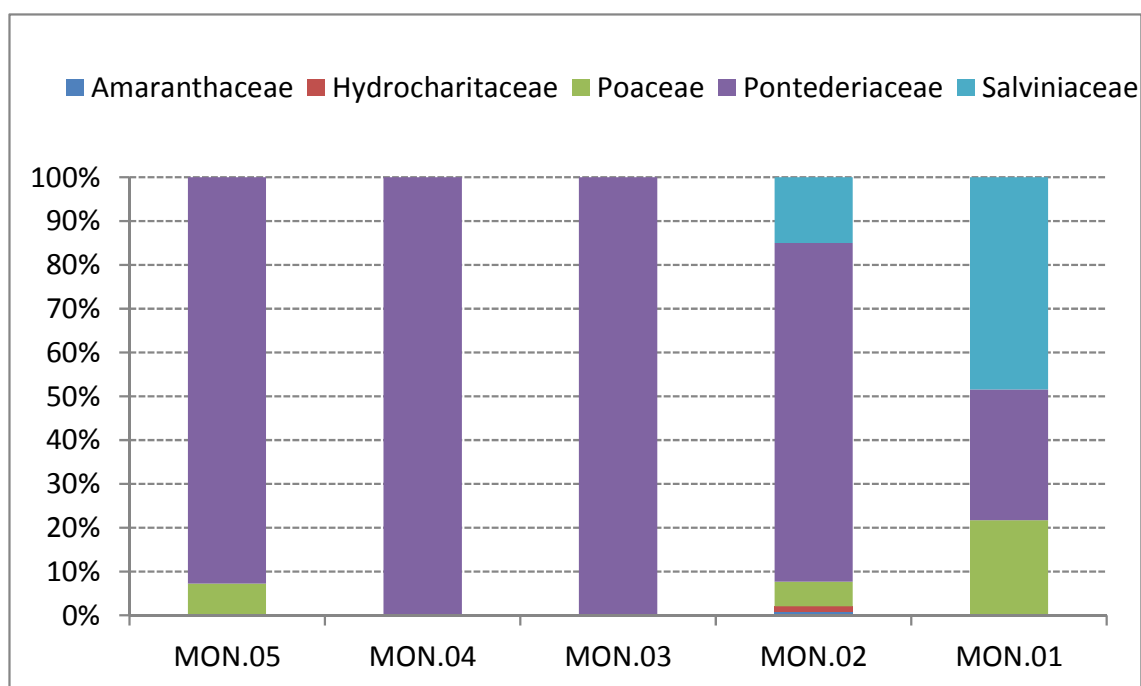


Figura 5.2.5-5 - Abundância relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

## Tributários

Em novembro de 2012, a estação com maior densidade absoluta foi TEO com 195 ind m<sup>-2</sup> (Figura 5.2.5-6 e Quadro 5.2.5-7). Em seguida a estação JAC.02, com 191 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 5.2.5-6 e Quadro 5.2.5-6).

Quadro 5.2.5-7 - Densidade absoluta (ind.m<sup>-2</sup>) das macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CEA	TEO	JAC.01	JAC.02
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera aquatica</i>	1			
Pontederiaceae				
<i>Eichhornia azurea</i>	4			
<i>Eichhornia crassipes</i>	44	91	36	130
Cyperaceae				
<i>Furiera umbellata</i>			1	
Asteraceae				
<i>Enydra radicans</i>				41

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CEA	TEO	JAC.01	JAC.02
Araceae				
<i>Pistia</i> sp.				1
Onagraceae				
<i>Ludwigia</i> sp.		15	1	
Polygonaceae				
<i>Polygonum</i> sp.	1			
Poaceae				
<i>Paspalum</i> sp.			3	
<i>Paspalum repens</i>		4		15
<i>Oriza glumaetpatula</i>				4
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus fluitans muell</i>		7		
Salviniaceae				
<i>Salvinia auriculata</i>		78	21	
Scrophulariaceae				
<i>Stemodia ericifolia</i>			2	
TOTAL	50	195	64	191

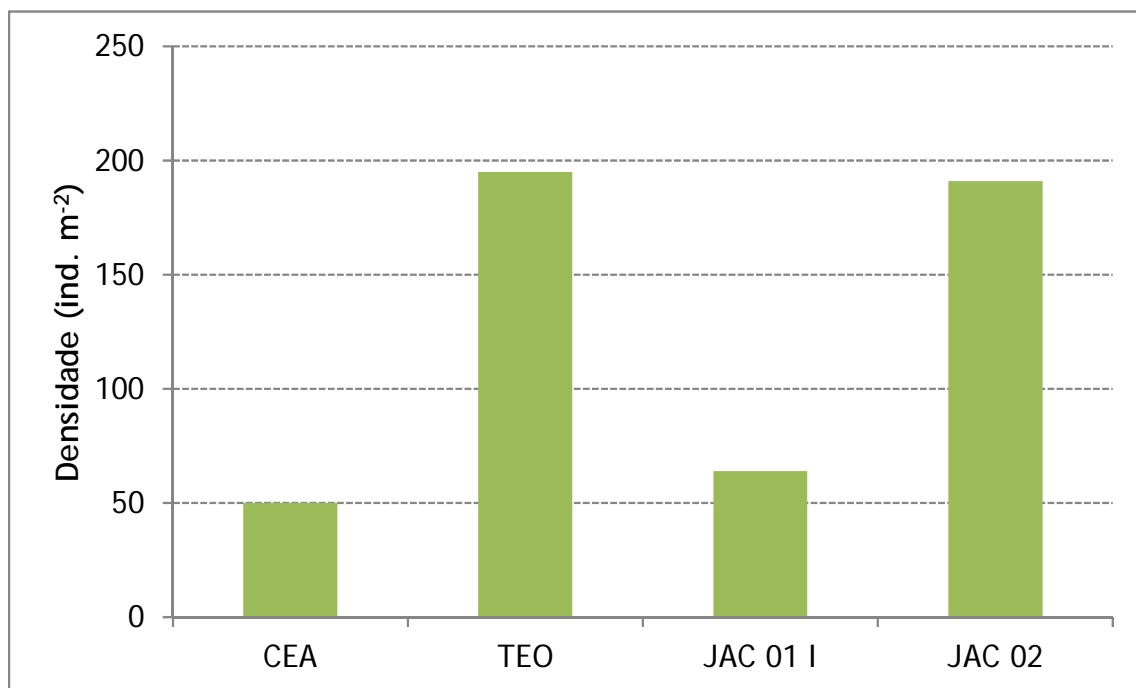


Figura 5.2.5-6 - Densidade numérica absoluta (ind m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Em novembro de 2012, as maiores contribuições em abundância relativa nas estações CEA, TEO, JAC.01 e JAC.02 foram dadas pela família Pontederiaceae, com elevadas contribuições de elementos da família Salviniaceae em TEO e JAC. 01. (Figura 5.2.5-7).

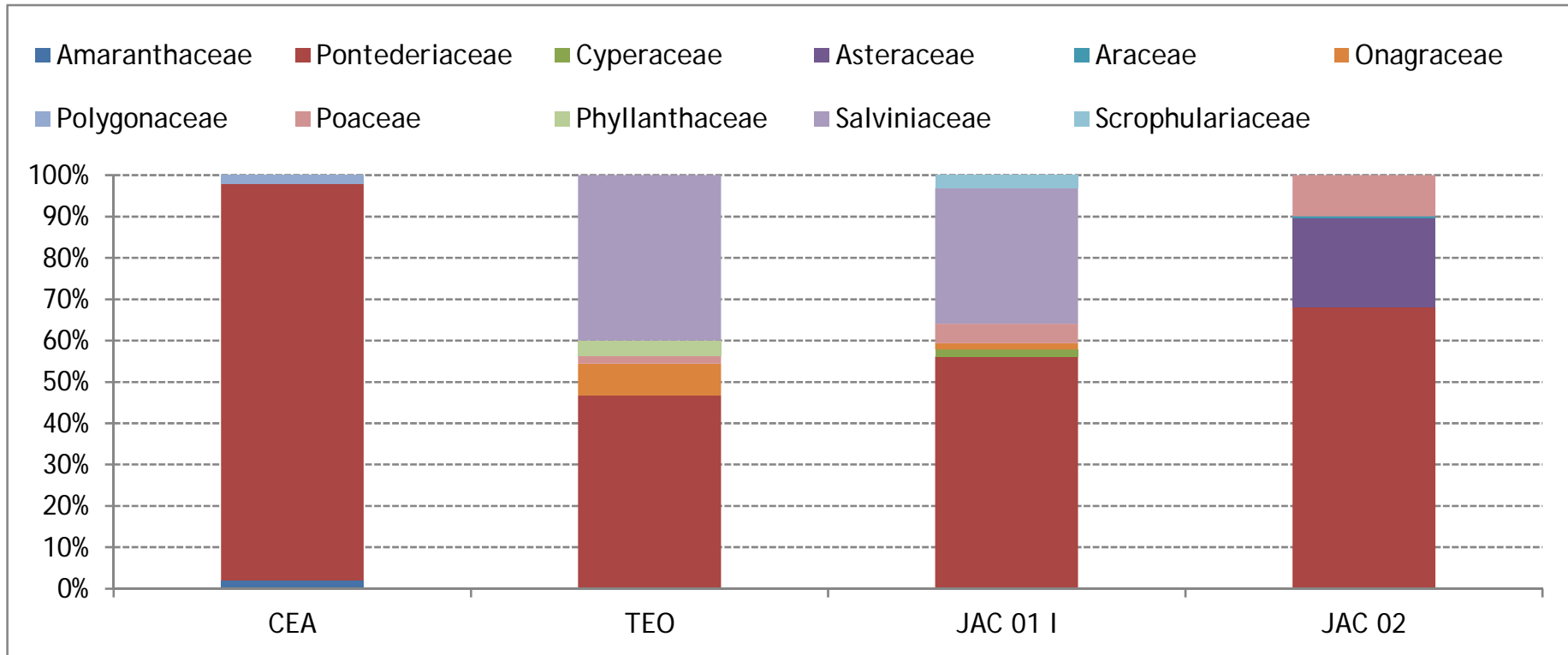


Figura 5.2.5-7 - Abundância relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

## Lagos e Canais

Em novembro de 2012, a estação com maior densidade absoluta foi LC.02, com 460 ind.m<sup>-2</sup> (Figura 5.2.5-8 e Quadro 5.2.5-8).

Quadro 5.2.5-8 - Densidade absoluta (ind.m<sup>-2</sup>) das macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	LC.02	CUJ	MIG
Amaranthaceae			
<i>Alternanthera aquatica</i>			
Pontederiaceae			
<i>Eichhornia crassipes</i>			
<i>Echinochoa polystachya</i>			
<i>Pontederia</i> sp.			
<i>Pontederia rotundifolia</i>	5		
Nymphaeaceae			
<i>Nymphaea amazonum</i>		35	
Onagraceae			
<i>Ludwigia</i> sp.			
<i>Ludwigia helminorrhiza</i>			
Poaceae			
<i>Panicum elephantipes</i>	17		
<i>Paspalum</i> sp.			18
<i>Paspalum repens</i>	2		63
<i>Oriza glumaetpatula</i>			
Salviniaceae			
<i>Salvinia auriculata</i>	436		
TOTAL	460	35	81



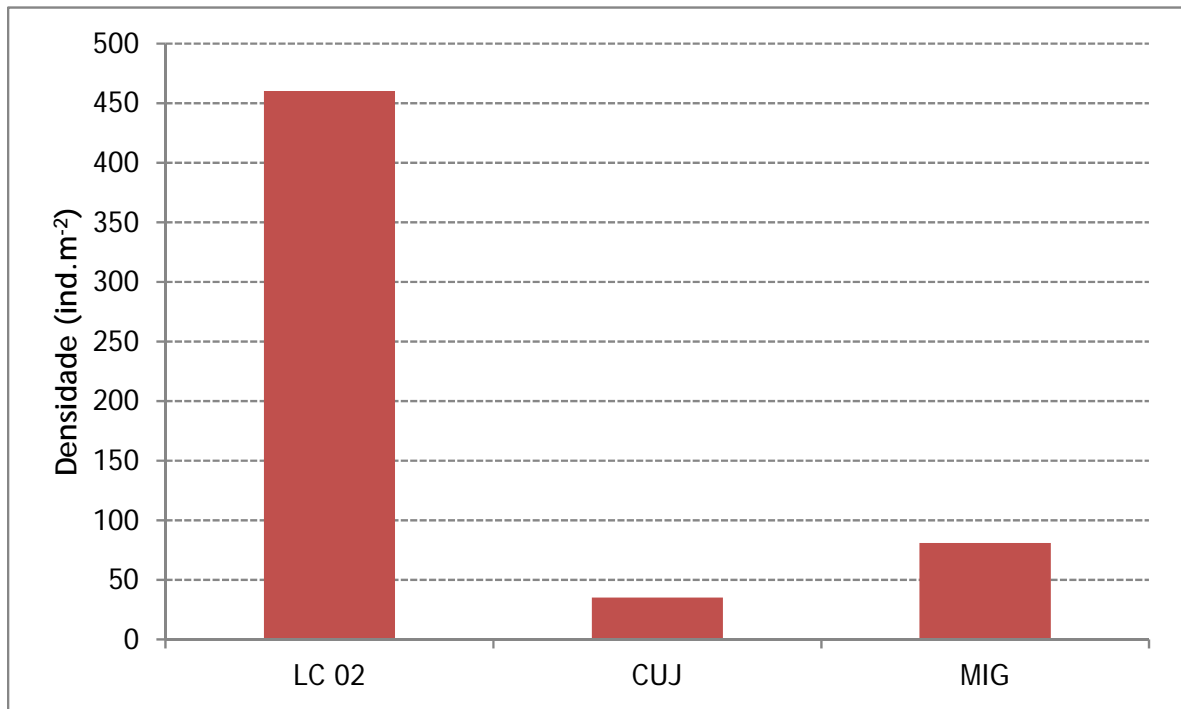


Figura 5.2.5-8 - Densidade numérica absoluta (ind.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Em novembro de 2012 as maiores contribuições em abundância relativa foram dadas pela família Salviniaceae, Nymphaeaceae e Poaceae. Na estação MIG as maiores contribuições em abundância relativa foram dadas pela família Poaceae. Nas estações LC.02 e CUJ as maiores contribuições foram dadas pela família Salviniaceae e Nymphaeaceae, respectivamente (Figura 5.2.5-9).

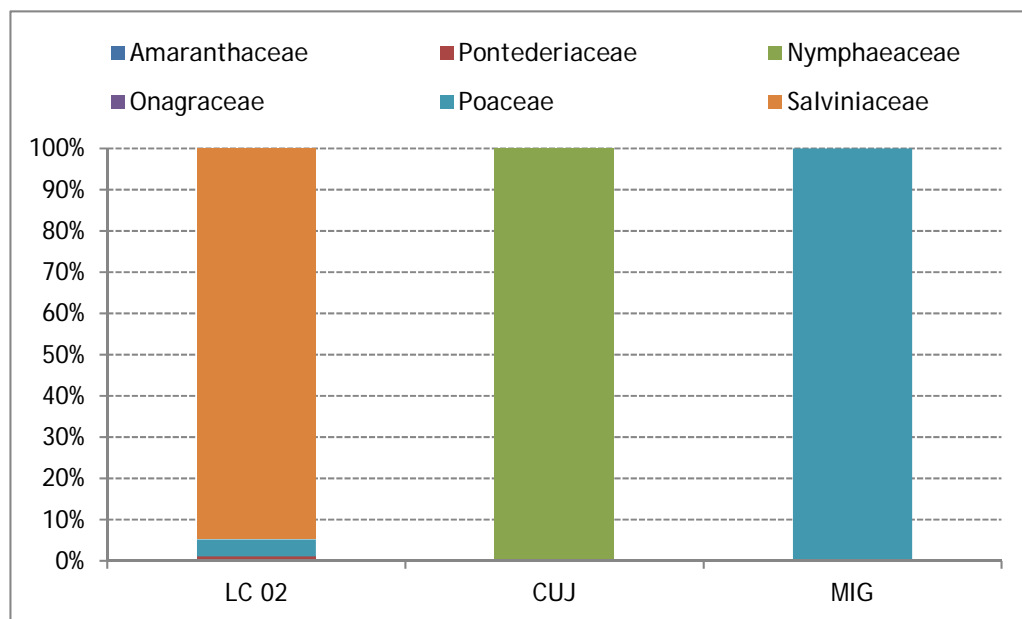


Figura 5.2.5-9 - Abundância relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

#### 5.2.5.4 - Equitabilidade e Diversidade Específica

##### Rio Madeira

Em novembro de 2012, a equitabilidade foi maior para a estação MON.01 (0,95) (Figura 5.2.5-10). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, estimado com os dados de densidade, foi maior na estação MON.01 (1,04) (Figura 5.2.5-11).

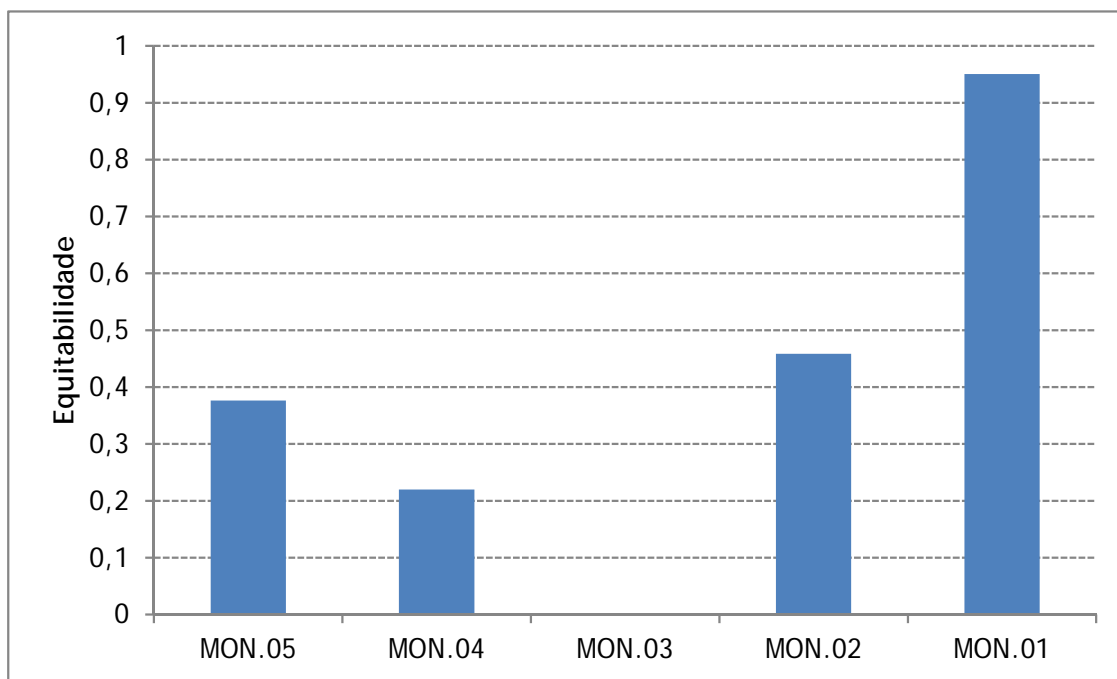


Figura 5.2.5-10 - Valores do índice de equitabilidade para as espécies da comunidade de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

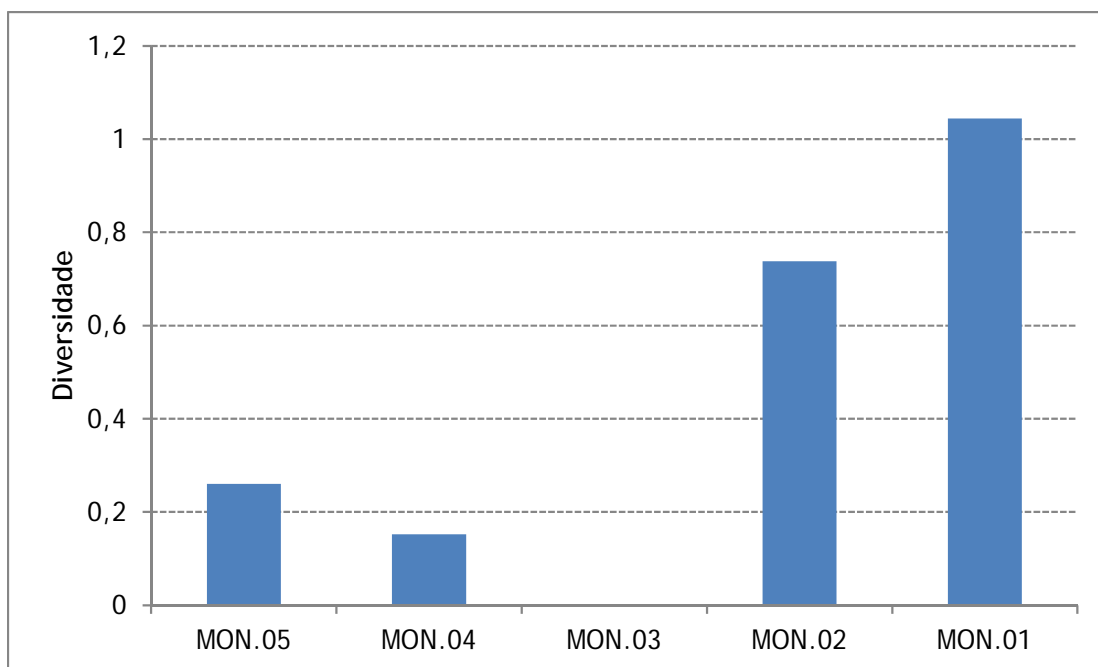


Figura 5.2.5-11 - Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as espécies da comunidade de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

## Tributários

Em novembro de 2012, a equitabilidade foi maior para a estação TEO (0,69) e menor na estação CEA (0,34) (Figura 5.2.5-12). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi maior na estação TEO (1,12) e menor na estação CEA (0,47) (Figura 5.2.5-13).

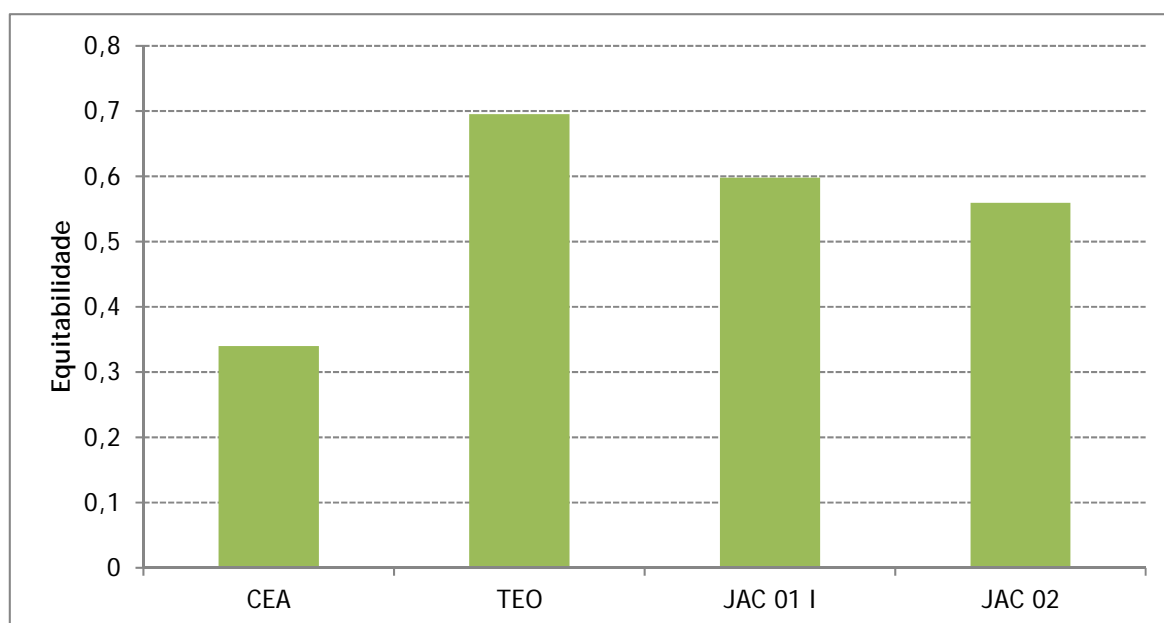


Figura 5.2.5-12 - Valores do índice de equitabilidade para as espécies da comunidade de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

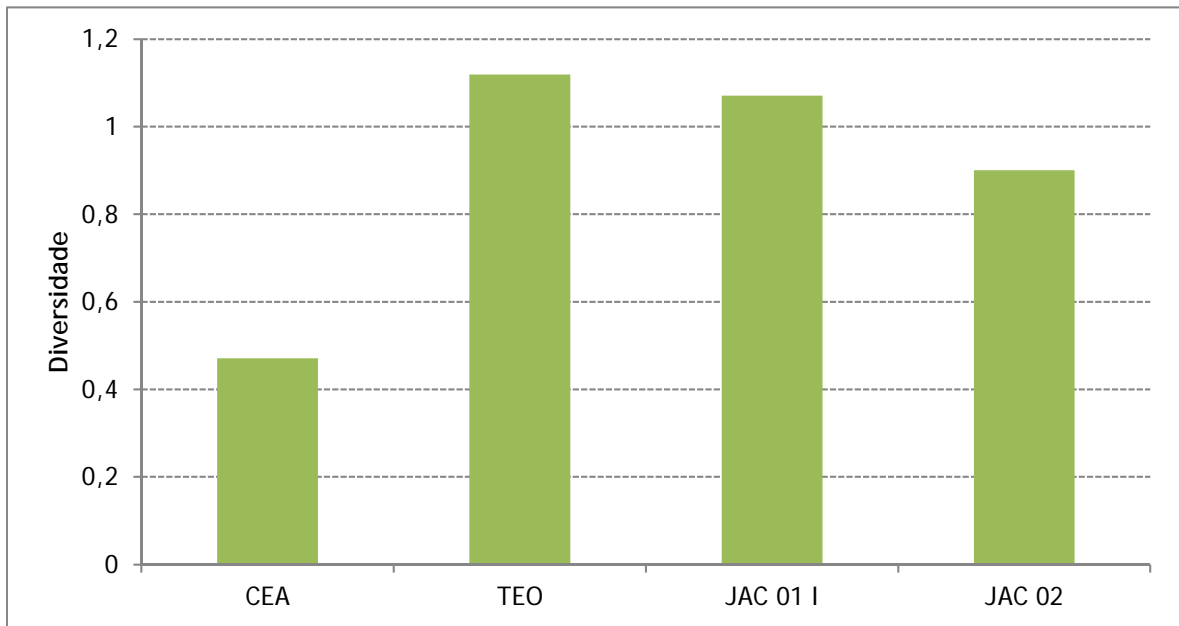


Figura 5.2.5-13 - Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as espécies da comunidade de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### Lagos e Canais

Em novembro de 2012, a equitabilidade foi maior para a estação LC.03 (1,00) e menor na estação CUJ (0,00) (Figura 5.2.5-14). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi maior na estação CC.02 (0,94) e menor na estação CUJ (0,00) (Figura 5.2.5-15).

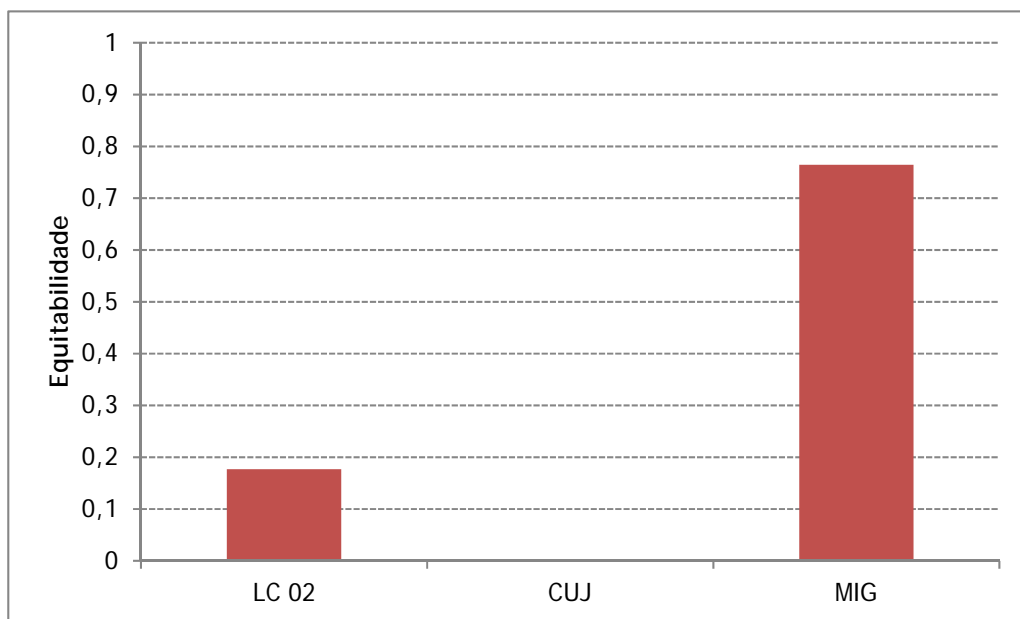


Figura 5.2.5-14 - Valores do índice de equitabilidade para as espécies da comunidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

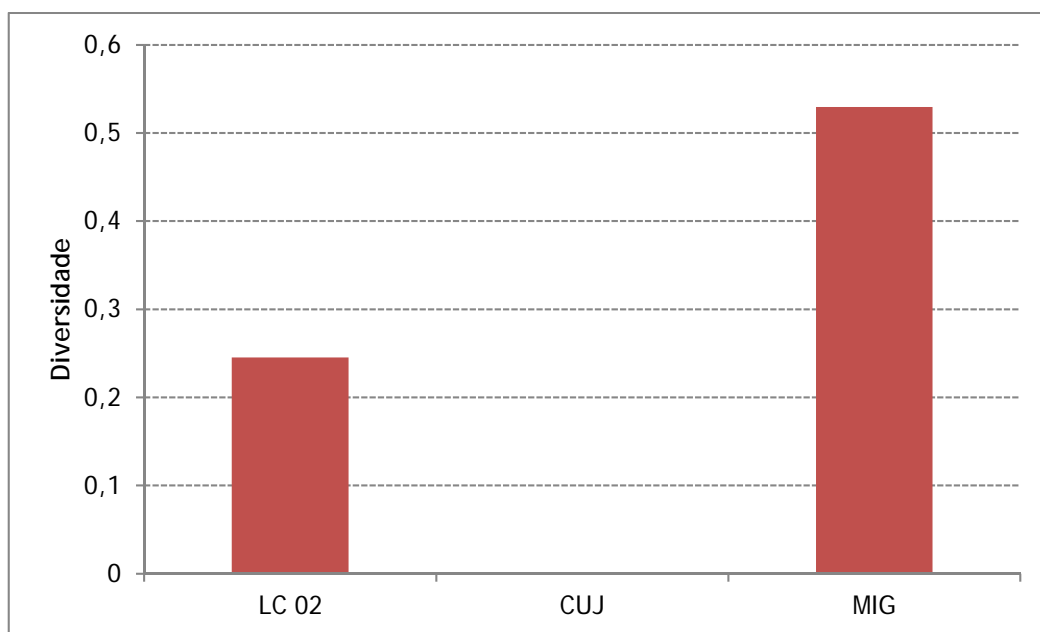


Figura 5.2.5-15 - Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as espécies da comunidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### 5.2.5.5 - Biomassa absoluta e relativa

#### Rio Madeira

Em novembro de 2012, o maior valor de biomassa absoluta foi 600,5 g PS m<sup>-2</sup> (MON.02) e o menor valor foi 161,73 g PS m<sup>-2</sup> (MON.03) (Figura 5.2.5-16 e Quadro 5.2.5-9).

Quadro 5.2.5-9 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Táxons	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera aquática</i>				5.38	
Hydrocharitaceae					
<i>Limnobium laevigatum</i>				0.2	
Poaceae					
<i>Panicum</i> sp.	11.49				
<i>Paspalum repens</i>				60.41	140.11
Pontederiaceae					
<i>Eichhornia azurea</i>		6.78			
<i>Eichhornia crassipes</i>	253.12	199.42	161.73	532.78	68.55
Salviniaceae					
<i>Salvinia auriculata</i>				1.73	3.87
Total	264.61	206.2	161.73	600.5	212.53

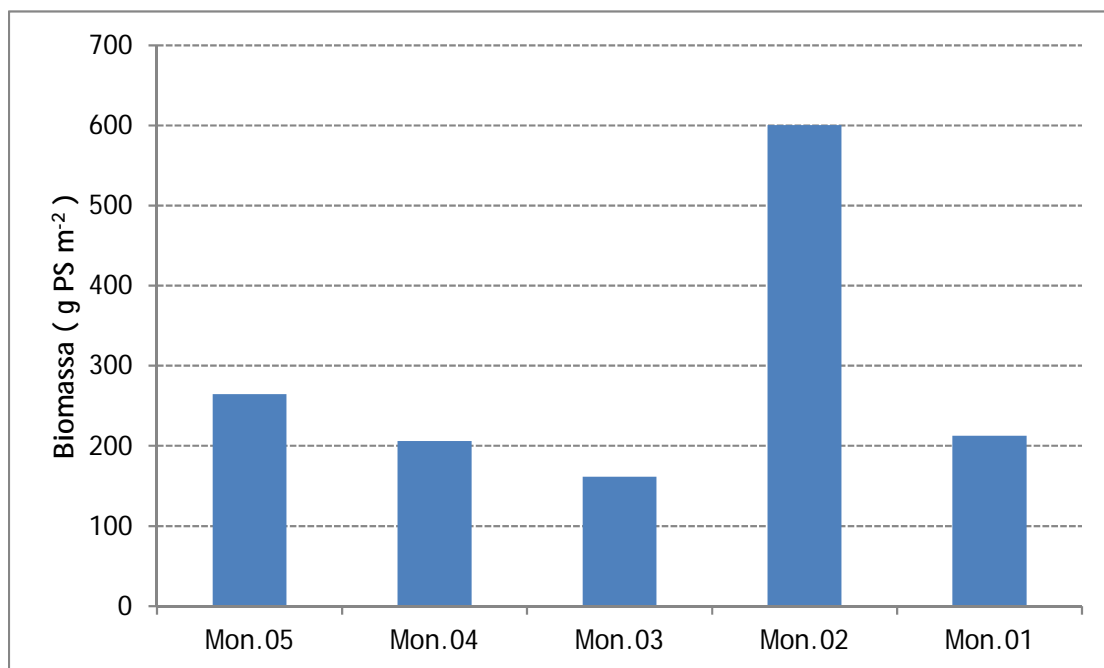


Figura 5.2.5-16 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira em novembro de 2012.

Em novembro de 2012, a maior contribuição em biomassa relativa na estação MON.01 foi dada pela família Poaceae. Nas demais estações, a maior contribuição em biomassa relativa foi dada pela família Pontederiaceae (Figura 5.2.5-17).



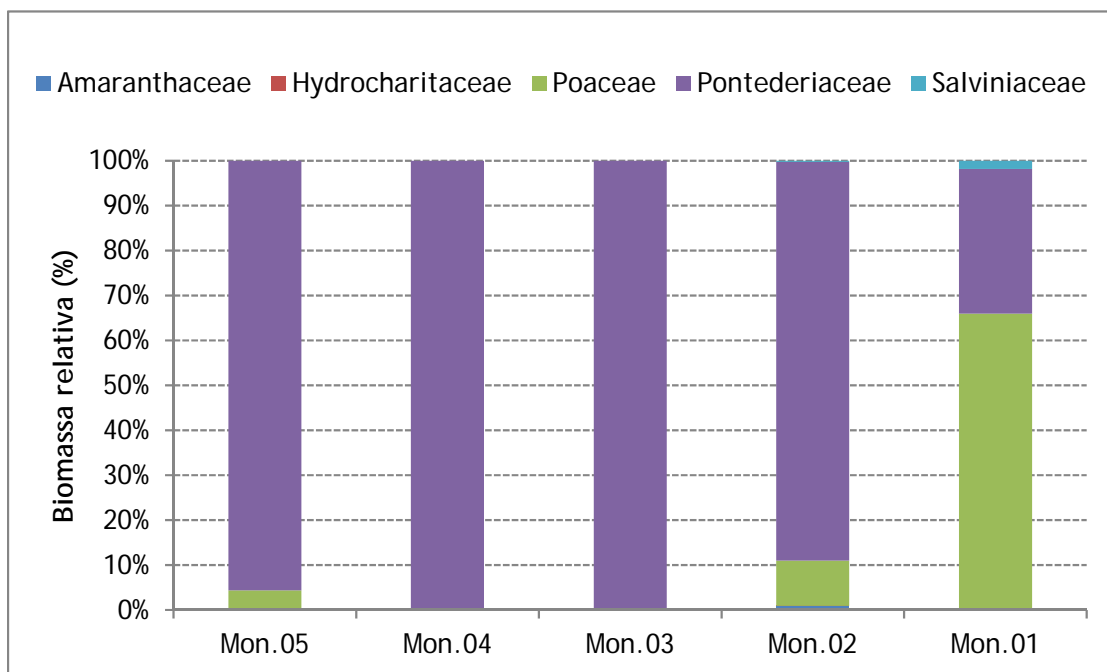


Figura 5.2.5-17 - Biomassa relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### Tributários

Em novembro de 2012 a estação com maior biomassa absoluta foi TEO com 326,69 g PS.m<sup>-2</sup> (Figura 5.2.5-18 e Quadro 5.2.5-10) e a menor foi na estação JAC.01 (63,26 g PS.m<sup>-2</sup>) (Figura 5.2.5-18 e Quadro 5.2.5-10).

Quadro 5.2.5-10 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Táxons	CEA	TEO	JAC.01	JAC.02
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera aquatica</i>	7,31			
Pontederiaceae				
<i>Eichhornia azurea</i>	50,57			
<i>Eichhornia crassipes</i>	52,94	200,6		155,76
Cyperaceae				
<i>Furiera umbellata</i>			11,28	
Asteraceae				
<i>Enydra radicans</i>				72,17
Araceae				
<i>Pistia</i> sp.				2,43

Táxons	CEA	TEO	JAC.01	JAC.02
Onagraceae				
<i>Ludwigia</i> sp.		96,57	5,4	
Polygonaceae				
<i>Polygonum</i> sp.	4,4			
Poaceae				
<i>Paspalum</i> sp.			6,54	
<i>Paspalum repens</i>		27,71		37,85
<i>Oriza glumaetpatula</i>				17,71
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus fluitans muell</i>		0,06		
Salviniaceae				
<i>Salvinia auriculata</i>		1,75	1,1	
Scrophulariaceae				
<i>Stemodia ericifolia</i>			0,81	
Total	115,21	326,69	63,26	285,92

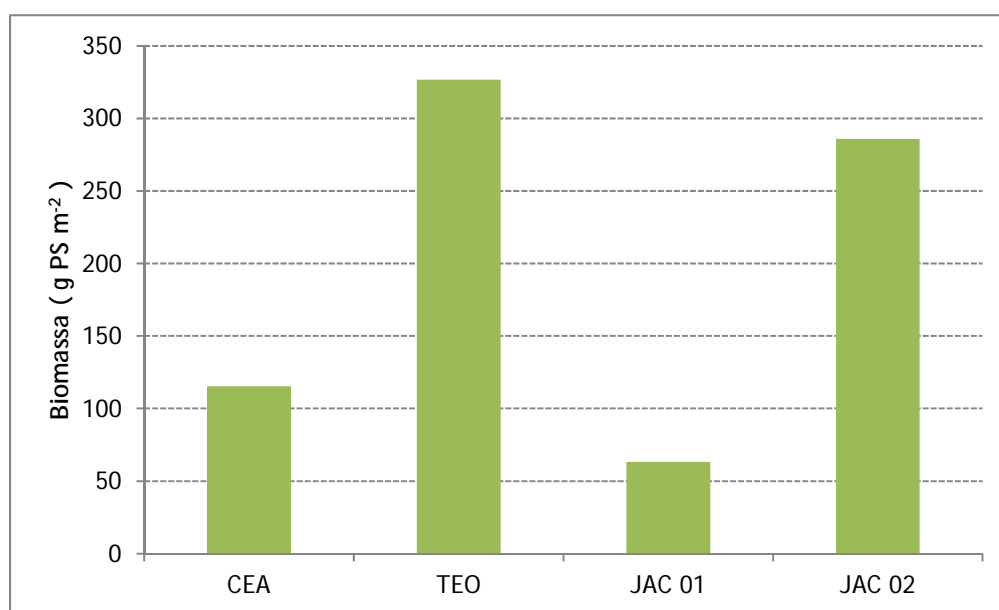


Figura 5.2.5-18 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Em novembro de 2012, as maiores contribuições em biomassa relativa nas estações CEA, TEO e JAC.02 foram dadas pela família Pontederiaceae. Na estação JAC.01 I, as maiores contribuições em biomassa relativa foram dadas pelas famílias Cyperaceae e Poaceae (Figura 5.2.5-19).

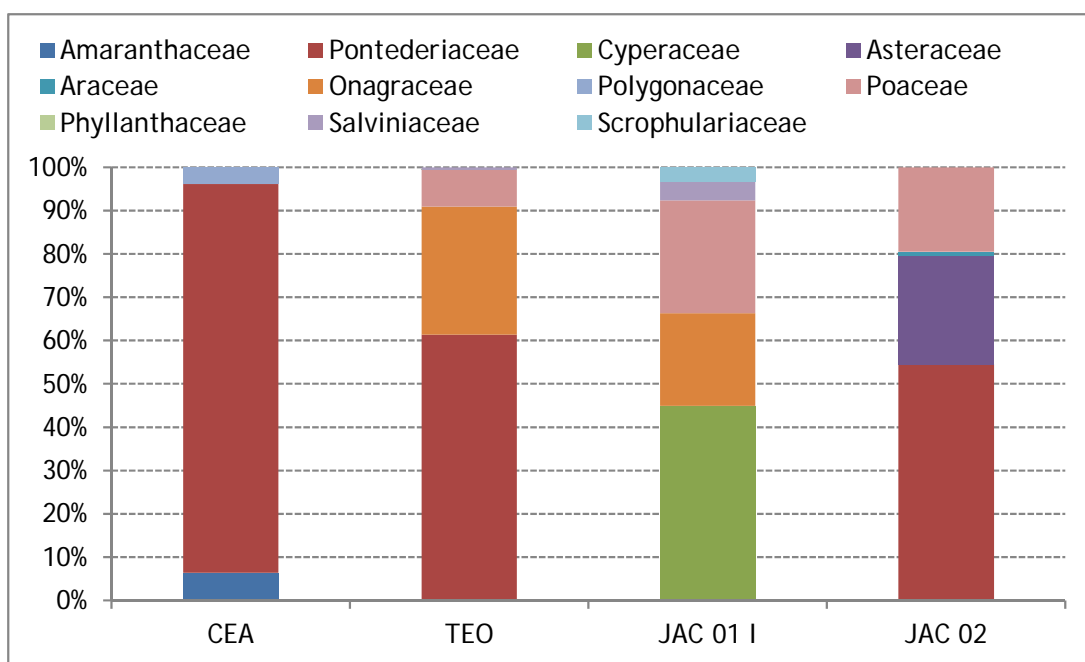


Figura 5.2.5-19 - Biomassa relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### Lagos e Canais

Em novembro de 2012, a estação com maior biomassa absoluta foi MIG com 203,71 g PS.m<sup>-2</sup> (Figura 5.2.5-20 e Quadro 5.2.5-11).

Quadro 5.2.5-11 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Táxons	LC.02	CUJ	MIG
Amaranthaceae			
<i>Alternanthera aquatica</i>			
Pontederiaceae			
<i>Eichhornia crassipes</i>			
<i>Echinochoa polystachya</i>			
<i>Pontederia</i> sp.			
<i>Pontederia rotundifolia</i>			

Táxons	LC.02	CUJ	MIG
<b>Nymphaeaceae</b>			
<i>Nymphaea amazonum</i>		12,91	
<b>Onagraceae</b>			
<i>Ludwigia</i> sp.			
<i>Ludwigia helminorrhiza</i>			
<b>Poaceae</b>			
<i>Panicum elephantipes</i>	51,32		
<i>Paspalum</i> sp.			61
<i>Paspalum repens</i>	6,24		142,71
<i>Oriza glumaetpatula</i>			
<b>Pontederiaceae</b>			
<i>Pontederia rotundifolia</i>	12,15		
<b>Salviniaceae</b>			
<i>Salvinia auriculata</i>	7,49		
<b>TOTAL</b>	<b>77,2</b>	<b>12,91</b>	<b>203,71</b>

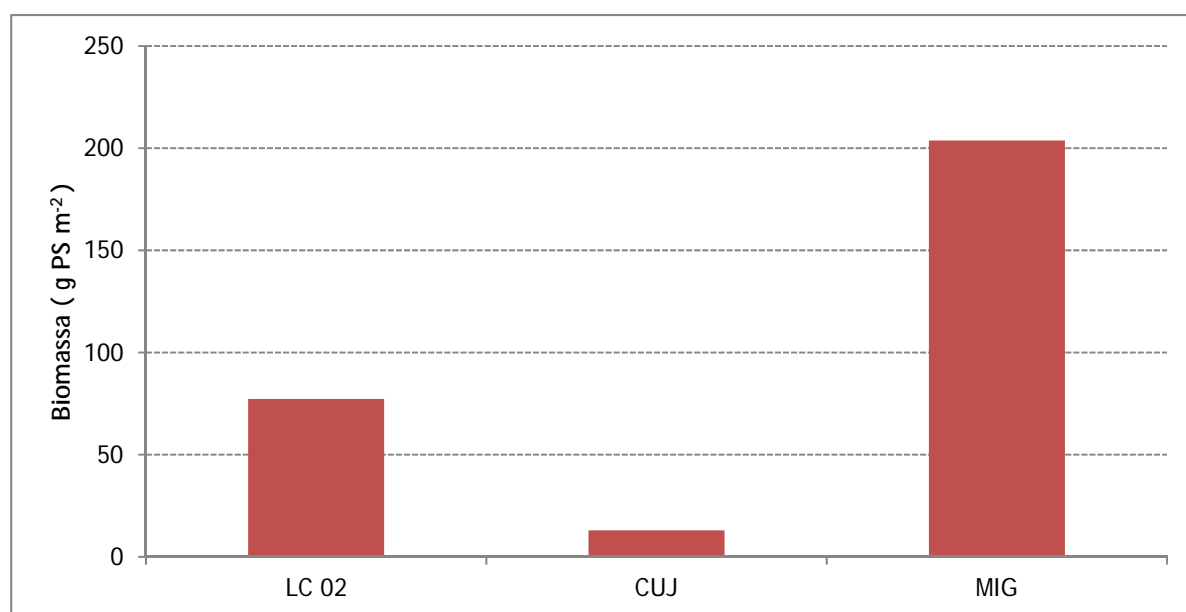


Figura 5.2.5-20 - Biomassa absoluta (g PS.m<sup>-2</sup>) dos táxons de macrófitas registrados nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

Em novembro de 2012, nas estações LC.02 e MIG, as maiores contribuições foram dadas pela família Poaceae. Na estação CUJ, as maiores contribuições foram dadas pela família Nymphaeaceae (Figura 5.2.5-21).

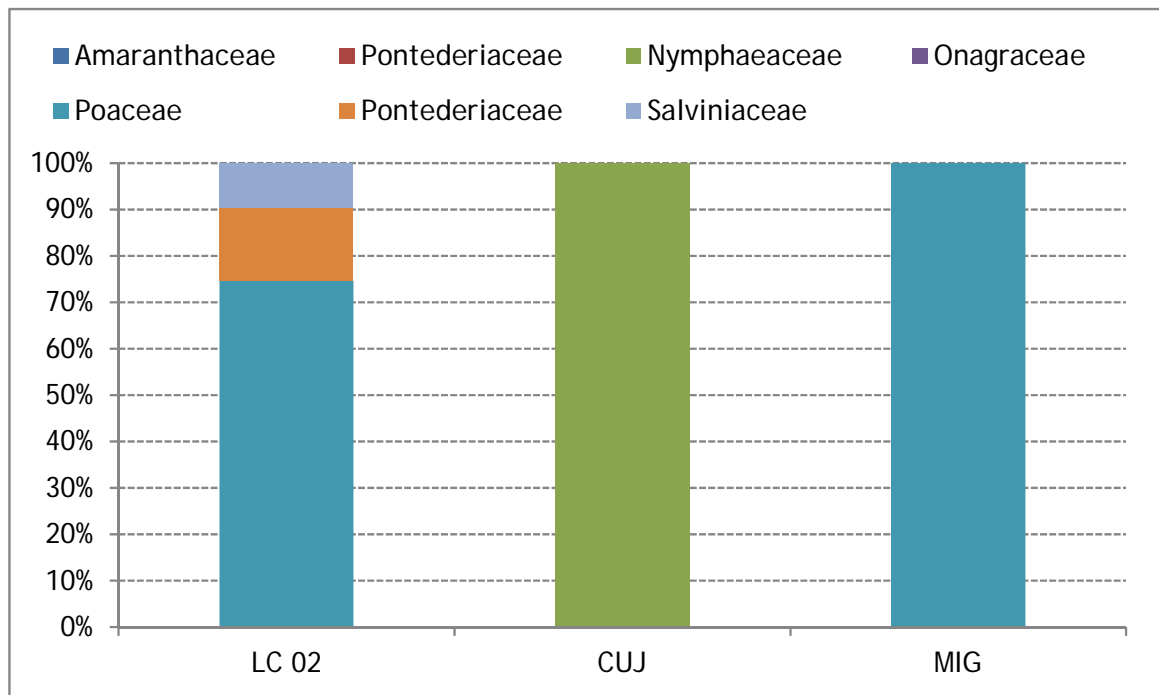


Figura 5.2.5-21 - Biomassa relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### 5.2.5.6 - Dominância das populações de macrófitas

#### Rio Madeira

Com base na abundância relativa, a espécie *Eichhornia crassipes* foi classificada como dominante em novembro de 2012, enquanto que a espécie *Paspalum repens* foi classificada como pouco abundante. As demais espécies foram classificadas como raras (Quadro 5.2.5-12).

Quadro 5.2.5-12 - Valores de abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Abund rel (%)	Dominância
Amaranthaceae		
<i>Alternanthera aquatica</i>	0,37	Rara
Hydrocharitaceae		
<i>Limnobium laevigatum</i>	0,01	Rara
Poaceae		
<i>Panicum</i> sp.	0,79	Rara
<i>Paspalum repens</i>	13,87	Pouco abundante
Pontederiaceae		
<i>Eichhornia azurea</i>	0,47	Rara
<i>Eichhornia crassipes</i>	84,09	Dominante
Salviniaceae		
<i>Salvinia auriculata</i>	0,39	Rara

## Tributários

Em novembro de 2012, a espécie *Eichhornia crassipes* foi classificada como abundante, enquanto que as espécies *Enydra radicans*, *Ludwigia* sp. e *Paspalum repens* foram classificadas como pouco abundantes. As demais espécies foram classificadas como raras (Quadro 5.2.5-13).

Quadro 5.2.5-13 - Valores de abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Abund rel (%)	Dominância
Amaranthaceae		
<i>Alternanthera aquatica</i>	0,97	Rara
Pontederiaceae		
<i>Eichhornia azurea</i>	6,72	Rara
<i>Eichhornia crassipes</i>	54,36	Abundante
Cyperaceae		
<i>Furiena umbellata</i>	1,50	Rara
Asteraceae		
<i>Enydra radicans</i>	9,58	Pouco abundante
Araceae		
<i>Pistia</i> sp.	0,32	

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Abund rel (%)	Dominância
Onagraceae		Rara
<i>Ludwigia</i> sp.	13,54	Pouco abundante
Polygonaceae		
<i>Polygonum</i> sp.	0,58	Rara
Poaceae		
<i>Paspalum</i> sp.	0,87	Rara
<i>Paspalum repens</i>	8,71	Pouco abundante
<i>Oriza glumaetpatula</i>	2,35	Rara
Phyllanthaceae		
<i>Phyllanthus fluitans muell</i>	0,01	Rara
Salviniaceae		
<i>Salvinia auriculata</i>	0,38	Rara
Scrophulariaceae		
<i>Stemodia ericifolia</i>	0,11	Rara

## Lagos e Canais

Em novembro de 2012, a espécie *Paspalum repens* foi classificada como abundante, *Paspalum* sp. como pouco abundante, enquanto que as demais espécies foram classificadas como raras (Quadro 5.2.5-14).

Quadro 5.2.5-14 - Valores de abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Abund rel (%)	Dominância
Nymphaeaceae		
<i>Nymphaea amazonum</i>	4,4	Rara
<i>Panicum elephantipes</i>	17,5	Rara
<i>Paspalum</i> sp.	20,8	Pouco abundante
<i>Paspalum repens</i>	50,7	Abundante
Pontederiaceae		
<i>Pontederia rotundifolia</i>	4,1	Rara
Salviniaceae		
<i>Salvinia auriculata</i>	2,5	Rara

## 5.2.5.7 - Diversidade beta e gama

### 5.2.5.7.1 - Diversidade beta sazonal e espacial

A diversidade beta da comunidade de macrófitas entre os três sistemas amostrados em novembro de 2012 foi de 57,89% entre o rio Madeira e os tributários, 68,42% entre o rio Madeira e os lagos e canais e 50,00% entre os tributários e os lagos e canais (Figura 5.2.5-22).

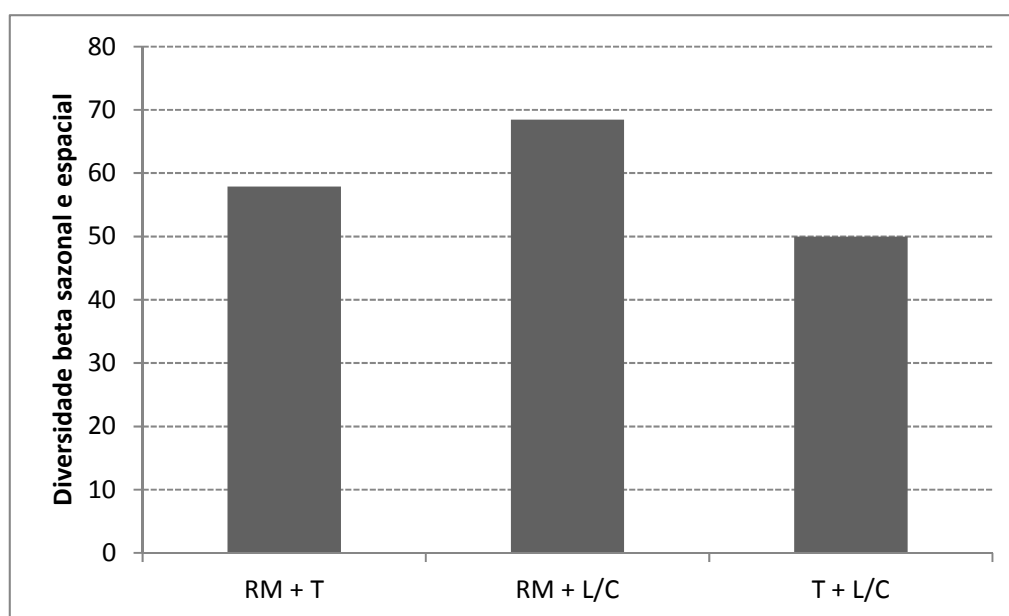


Figura 5.2.5-22 - Diversidade beta espacial (%) entre as comunidades de macrófitas dos sistemas monitorados na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### 5.2.5.7.2 - Diversidade gama sazonal

A diversidade gama sazonal de macrófitas em todo o sistema da sub-bacia do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira foi de 22 espécies em novembro de 2012 (Figura 5.2.5-23).



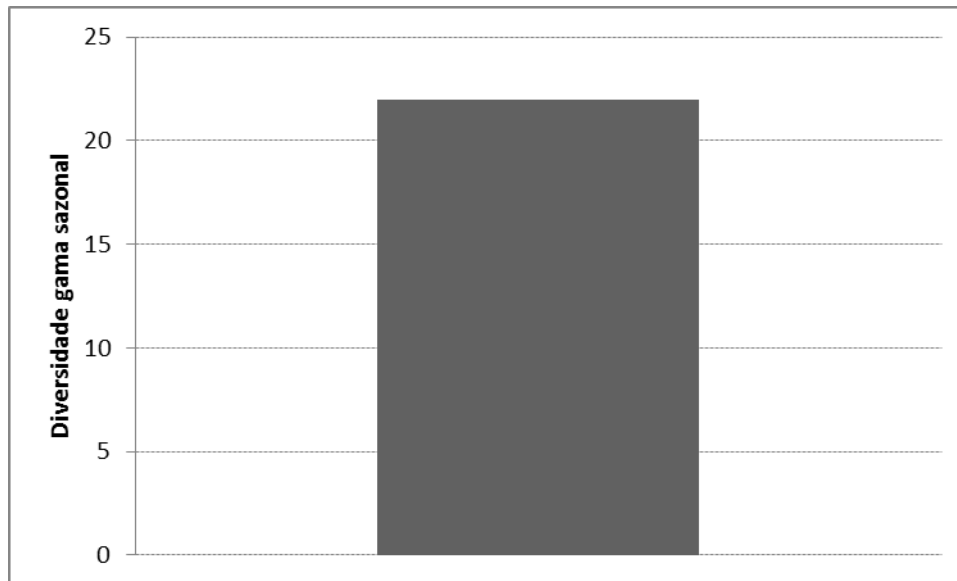


Figura 5.2.5-23 - Valores de diversidade gama sazonal para as comunidades de macrófitas em todo o sistema da sub-bacia do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

#### 5.2.5.8 - Análises estatísticas: ordenação, estimadores Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem da riqueza de espécies

##### 5.2.5.8.1 - Análise de ordenação

###### Rio Madeira

Em novembro de 2012, no rio Madeira, a análise de correspondência canônica evidenciou que as densidades dos táxons da família Pontederiaceae estiveram associadas com a variável temperatura da água, como pode ser observado no quadrante à esquerda da Figura 5.2.5-24. Houve também uma associação entre as macrófitas das famílias Poaceae e Salviniaceae e a condutividade elétrica e a profundidade. Ocorreu uma associação entre os táxons das famílias Salviniaceae e Poaceae e alguns metais contidos na água: Ca e Na. AS famílias Hydrocharitaceae e Amaranthaceae estiveram relacionadas com os metais Al e Zn (Figura 5.2.5-24).

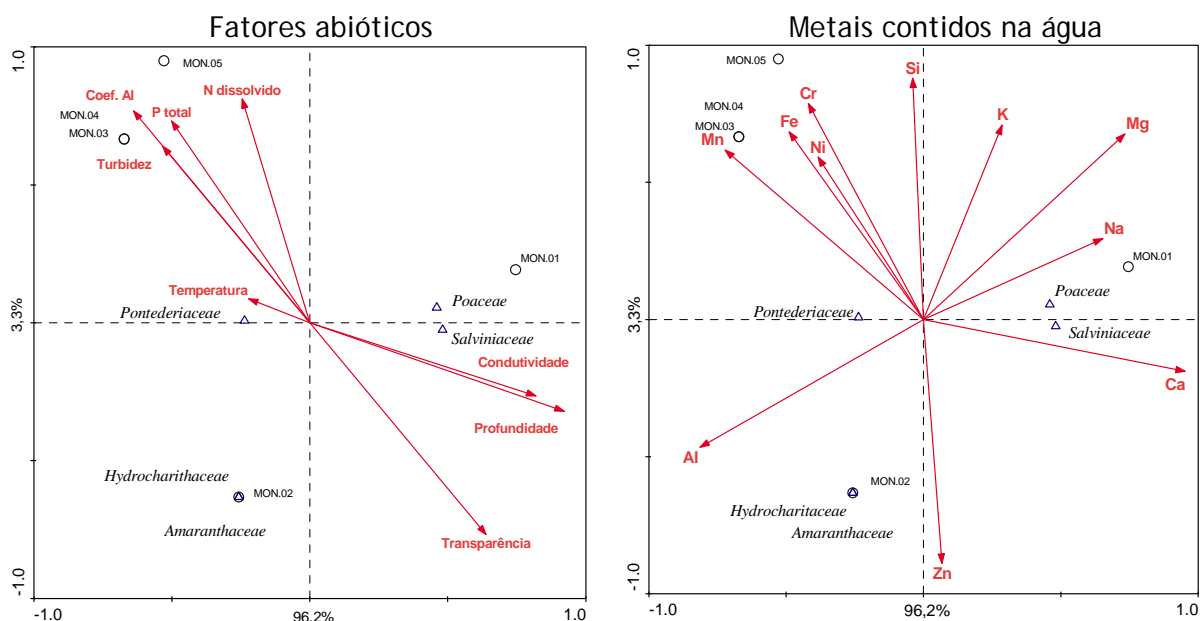


Figura 5.2.5-24 - Análise de correspondência canônica da densidade de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### Tributários

Em novembro de 2012, nos tributários, a análise de correspondência canônica evidenciou que as densidades dos táxons das famílias Cyperaceae e Scrophulariaceae estiveram associadas com as variáveis temperatura, condutividade elétrica, turbidez, coeficiente de atenuação vertical, fósforo total dissolvido e nitrogênio dissolvido como pode ser observado no quadrante à esquerda da Figura 5.2.5-25. Em relação aos metais contidos nas macrófitas observa-se que houve uma associação entre as famílias Amaranthaceae com Al, Polygonaceae com Cr e Pontederiaceae com Mn e K (Figura 5.2.5-25).

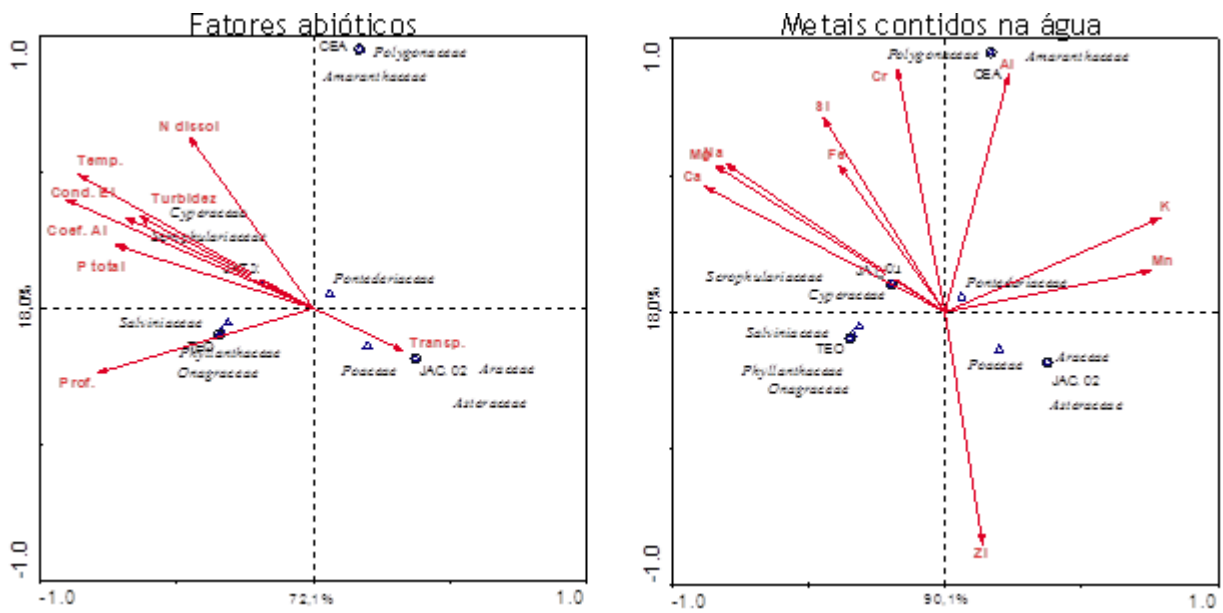


Figura 5.2.5-25 - Análise de correspondência canônica da densidade de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### Lagos e Canais

Em novembro de 2012, nos lagos e canais, a análise de correspondência canônica evidenciou que as densidades dos táxons das famílias Onagraceae, Poaceae, Pontederiaceae e Amaranthaceae estiveram associadas com a variável temperatura e Coeficiente de atenuação vertical, como pode ser observado no quadrante à esquerda da **Figura 5.2.5-26**. Ocorreu uma associação entre os táxons das famílias Amaranthaceae, Poaceae, Pontederiaceae e Onagraceae e alguns metais contidos na água: Cr e Na. A família Salviniaceae associou aos demais metais amostrados na água (**Figura 5.2.5-25**).

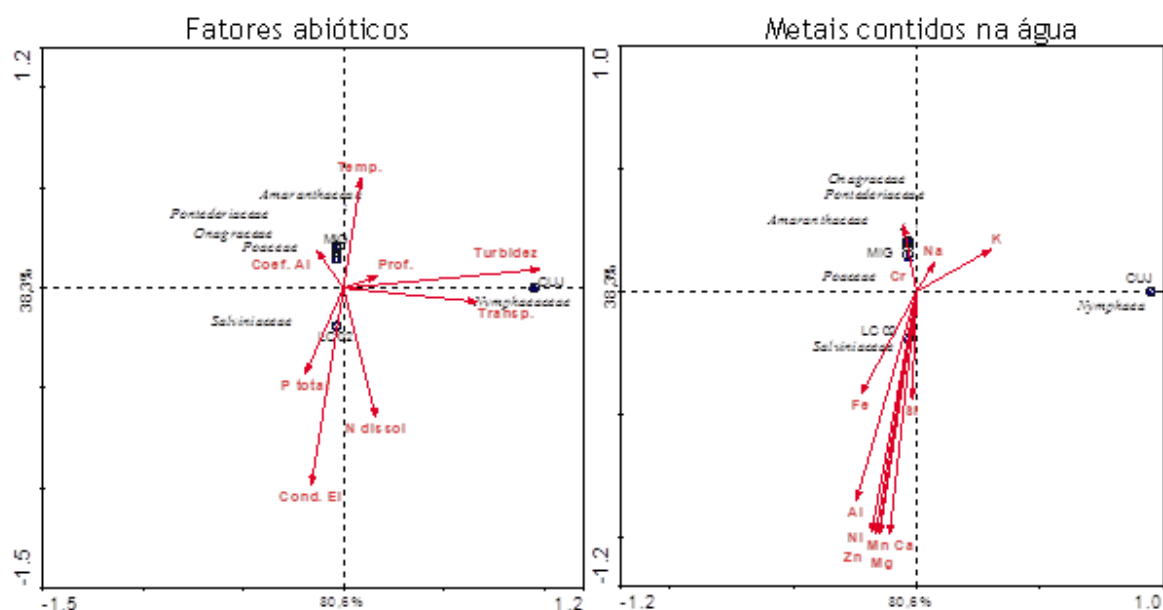


Figura 5.2.5-26 - Análise de correspondência canônica da densidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

#### 5.2.5.8.2 - Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem da riqueza de espécies

No rio Madeira, a riqueza máxima de espécies estimada pelo estimador Jackknife de primeira ordem foi de 9 espécies, enquanto que para os tributários foi de aproximadamente 10 e nos lagos e canais foram de 17 espécies (Figura 5.2.5-27). Já o estimador Chao de segunda ordem (Figura 5.2.5-28) forneceu a mesma estimativa para as amostragens realizadas no rio Madeira, uma estimativa superior nos tributários (29 espécies) e para os lagos e canais, uma estimativa próxima do estimador Jackknife (18 espécies).

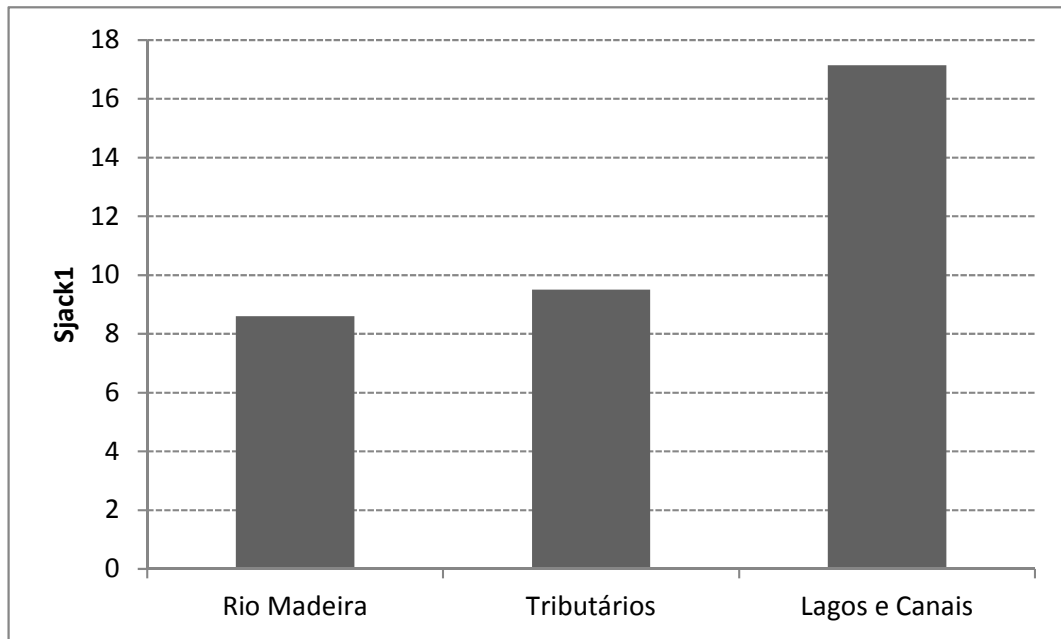


Figura 5.2.5-27 - Estimador Jackknife de primeira ordem para a riqueza de espécies no rio Madeira, Tributários e nos Lagos e Canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

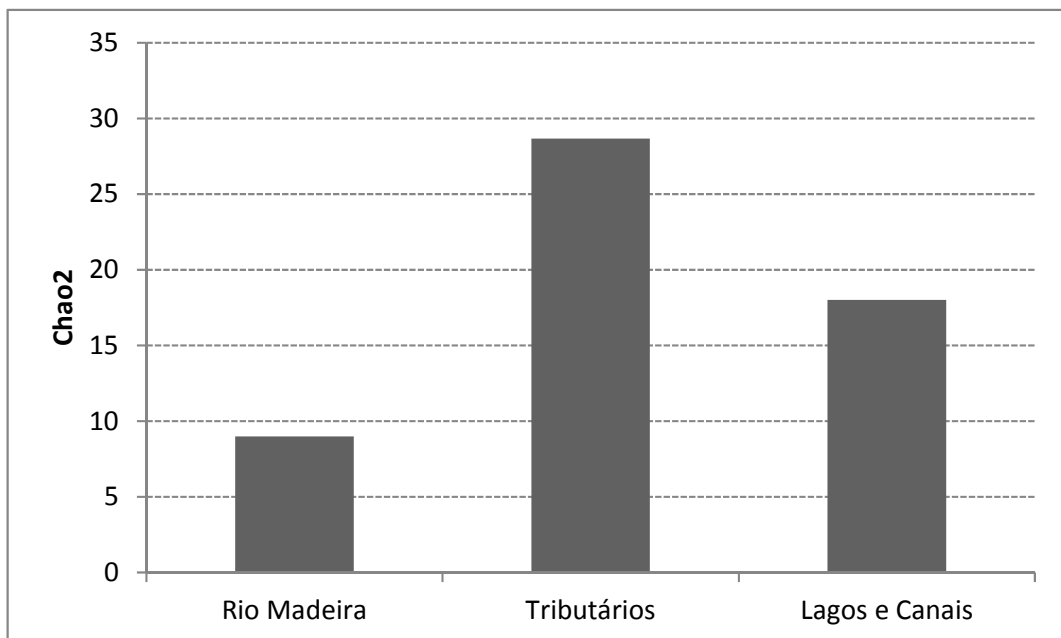


Figura 5.2.5-28 - Estimador Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies no rio Madeira, Tributários, Lagos e Canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### 5.2.5.9 - Curva de Rarefação das espécies de macrófitas

A rarefação é uma técnica que permite a comparação de riqueza de espécies de duas comunidades diferentes, pois equivale os dados amostrais das comunidades, permitindo estimar o esforço para amostrar um mesmo número de indivíduos em cada um (Magurran, 2004). A curva de rarefação gera o número esperado de espécies a serem encontradas numa comunidade a medida que se amostra. Ela é estimada a partir de uma curva de acumulação correspondente, que é a curva confeccionada com o total de espécies reveladas durante a coleta dos dados (Gotelli & Colwell, 2001). A curva de rarefação é realizada a partir de permutações envolvendo todas as espécies, aleatoriamente. Cada ponto da curva representa a média dessas permutações (1000).

A curva de rarefação para a comunidade de macrófitas aquáticas revelou uma menor riqueza de espécies para o rio Madeira, quando comparada àquela dos lagos e canais e tributários. Para o rio Madeira, o número de indivíduos se padronizou em até 60 indivíduos, enquanto que para os lagos e canais se padronizou em cerca de 128 indivíduos e para os tributários em cerca de 115 indivíduos. Para o mês de novembro de 2012, as curvas de abundância de espécies dos tributários e dos lagos e canais (Figura 5.2.5-29) não indicou uma tendência à estabilização, enquanto que a curva do rio Madeira sugeriu uma tendência à estabilização.

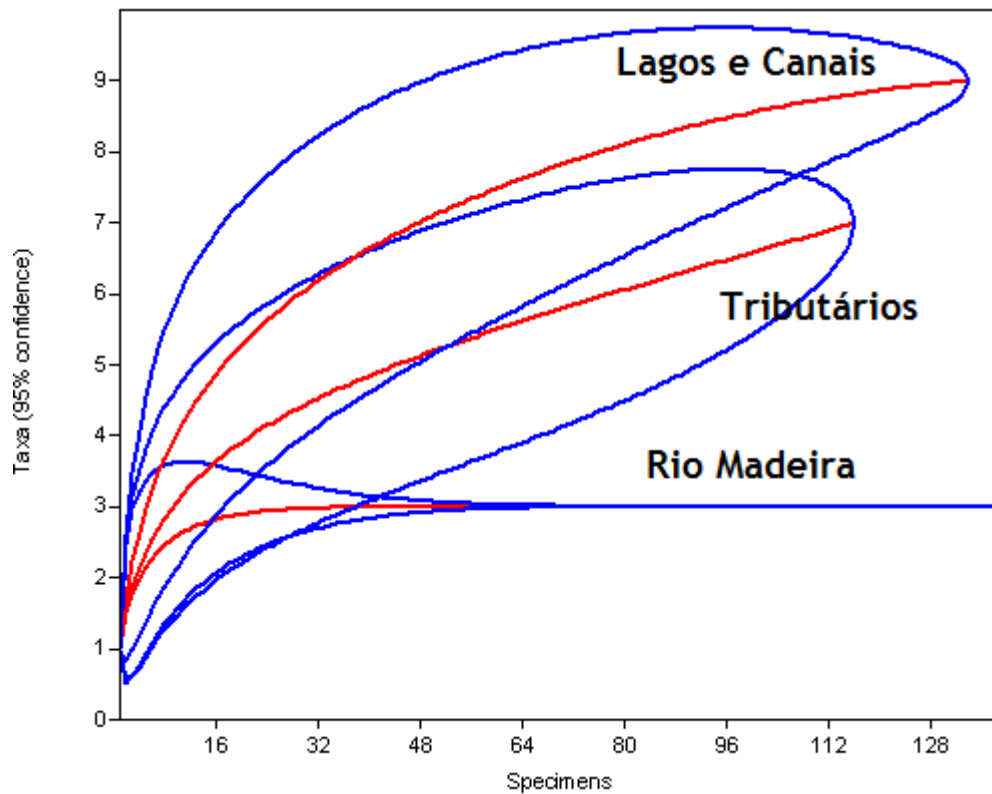


Figura 5.2.5-29 - Curva de rarefação das espécies de macrófitas para o rio Madeira, seus tributários e os lagos e canais adjacentes, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012.

### 5.2.5.10 - Similaridade

O diagrama de similaridade das comunidades de macrófitas em novembro de 2012 encontra-se representado na Figura 5.2.5-30. Pode-se observar que as estações mais similares foram MON.04 e MON.05, com cerca de 90% de similaridade. A estação mais dissimilar com relação as demais, foi a CUJ.

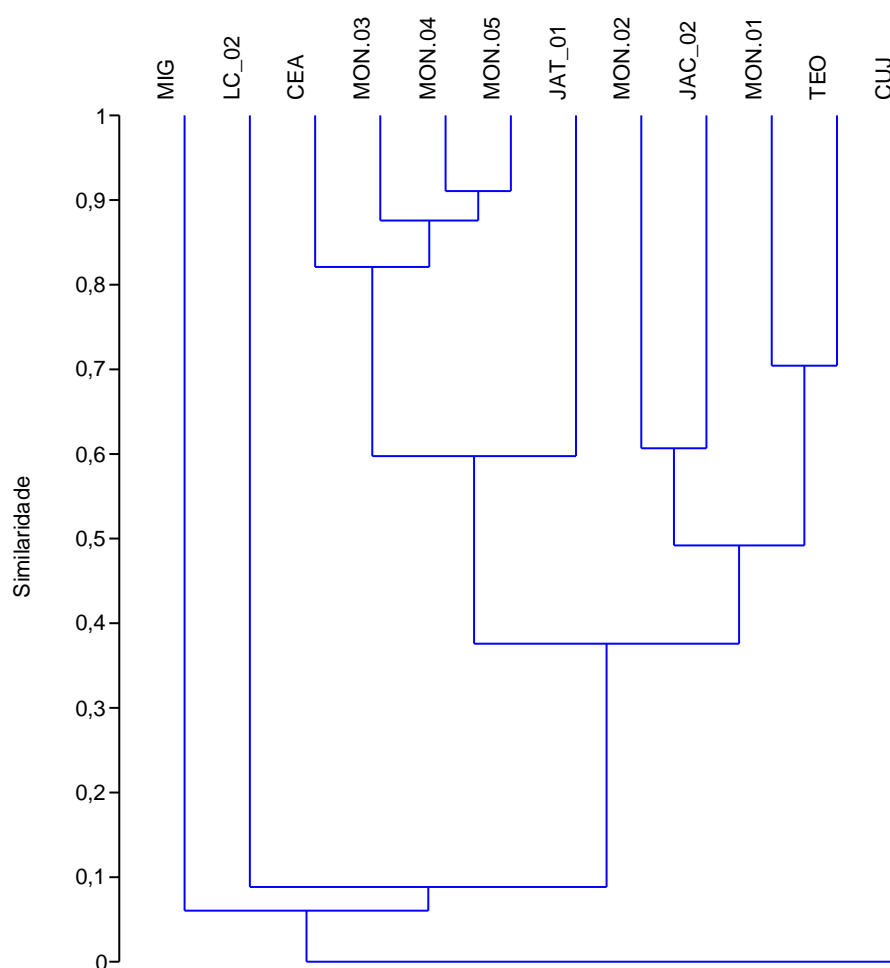


Figura 5.2.5-30 - Dendrograma de similaridade/dissimilaridade entre as comunidades de macrófitas amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em novembro de 2012 (coeficiente cofenético = 0,9489).

### 5.2.5.11 - Composição química

O termo macrófitas aquáticas caracteriza ecologicamente os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos (ESTEVES, 1998). Ainda segundo o autor, na escalada evolutiva, estas retornaram do ambiente terrestre para o aquático por apresentarem adaptações morfológicas como cutículas finas e estômatos muitas vezes não funcionais. A maioria das



macrófitas pode suportar longos períodos de seca, sofrendo assim grandes modificações morfológicas e fisiológicas.

Diversos estudos sobre macrófitas aquáticas enfatizam sua elevada produtividade e importância na ciclagem de nutrientes (MENEZES, 1984). Ainda com relação à sua fisiologia, como resposta a exposição a ambientes poluídos, algumas macrófitas aquáticas podem apresentar alterações na sua composição química, podendo ser utilizadas como bioindicadores da qualidade da água.

Segundo Pescod (1992), o aguapé é utilizado em vários países como agente fitodepurador, sendo umas das alternativas ecológicas mais usadas no tratamento primário da água. Este fato se deve a grande capacidade de depuração desta espécie em antropizados, à alta capacidade de absorver metais pesados, grande eficiência na redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e à alta demanda por nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo (MANFRINATO, 1989).

#### 5.2.5.11.1 - Matéria orgânica, carbono orgânico total e teores de cinzas

Em respostas aos diversos estímulos do meio ambiente, as macrófitas desenvolveram diferentes estratégias de sobrevivência frente às exigências do meio. Como resultado, a composição química de cada espécie difere em função da disponibilidade e da necessidade dos elementos químicos no ambiente. De acordo com Joyce (1993), as plantas aquáticas possuem em média (em base de massa seca) 41% de carbono, 14% de cinzas, 2,26% de nitrogênio e 0,25% de fósforo.

Todas as estações de monitoramento do rio Madeira situadas no interior do reservatório apresentaram ocorrência de macrófitas aquáticas, além de JAC.01, JAC.02, CEA, TEO situadas nos tributários a montante do eixo da barragem e CUJ, MIG e LC.02 situadas nos lagos a jusante do eixo da barragem. No período avaliado não foi observada a presença de macrófitas nas estações situadas no canal do Cuniã.

O teor médio de matéria orgânica nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $13,4 \pm 6,2$  % p/p (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada em MON.03, onde houve predominância de *E. crassipes*, ao passo que a concentração máxima foi medida no lago Cujubim (CUJ), onde houve predominância de *Nymphaea amazonum*. (Figura 5.2.5-31).

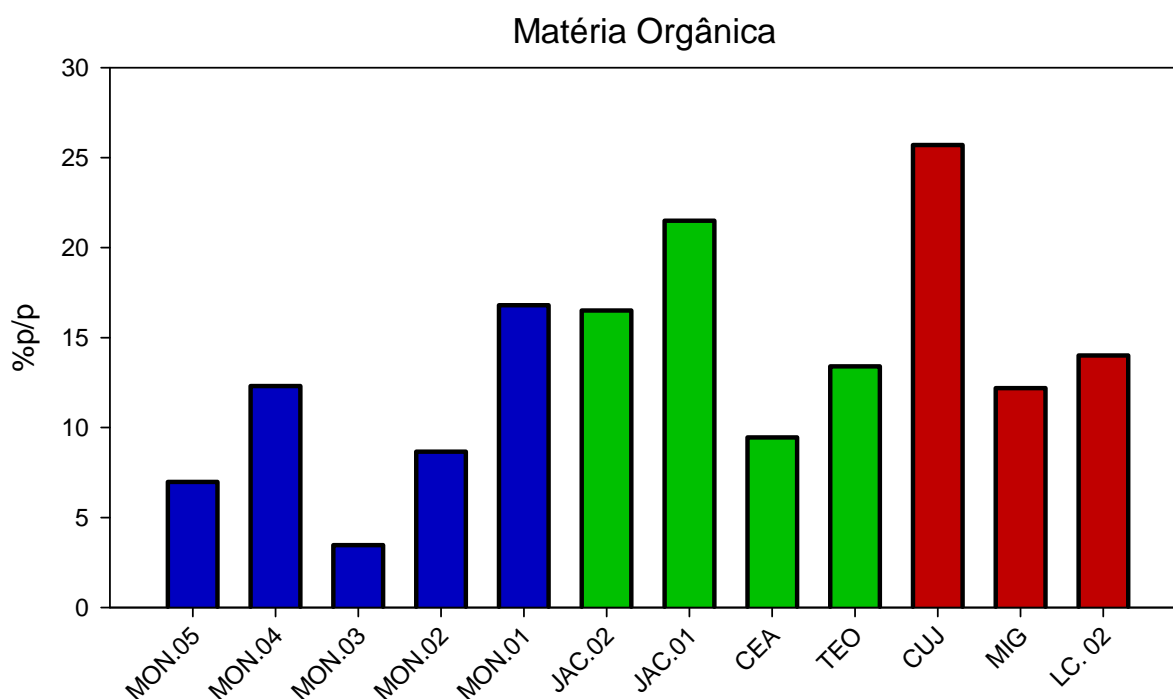


Figura 5.2.5-31 - Teores de matéria orgânica nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de carbono orgânico total nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $7,4 \pm 3,4$  % p/p (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada em MON.03 e a máxima no lago Cujubim (CUJ), assim como para a matéria orgânica (Figura 5.2.5-32).

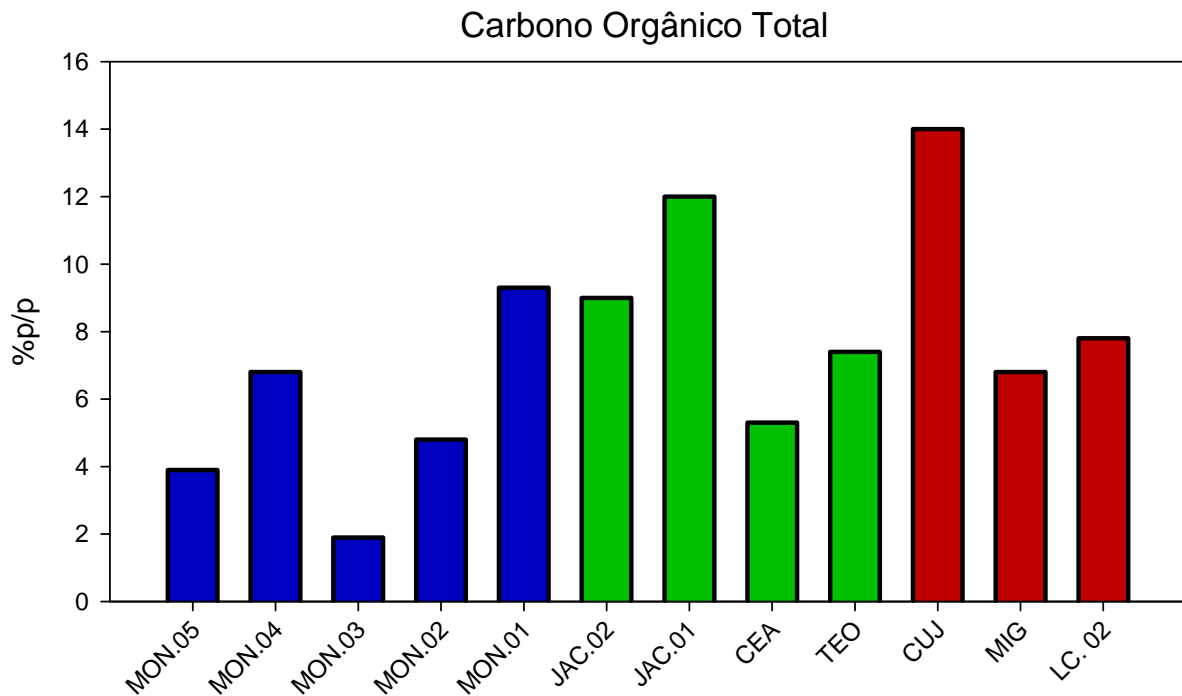


Figura 5.2.5-32 - Teores de carbono orgânico total nas macrófitas amostradas em novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de cinzas (base seca) nas macrófitas coletadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $19 \pm 7$  % p/p (média  $\pm$  DP). As porcentagens máximas foram observadas nas estações MON.03 e CEA, onde foi observada predominância de *Eichhornia crassipes.*, ao passo que a porcentagem mínima ocorreu nas macrófitas de JAC.02, onde houve predominância de *Eichhornia crassipes.* (Figura 5.2.5-33).

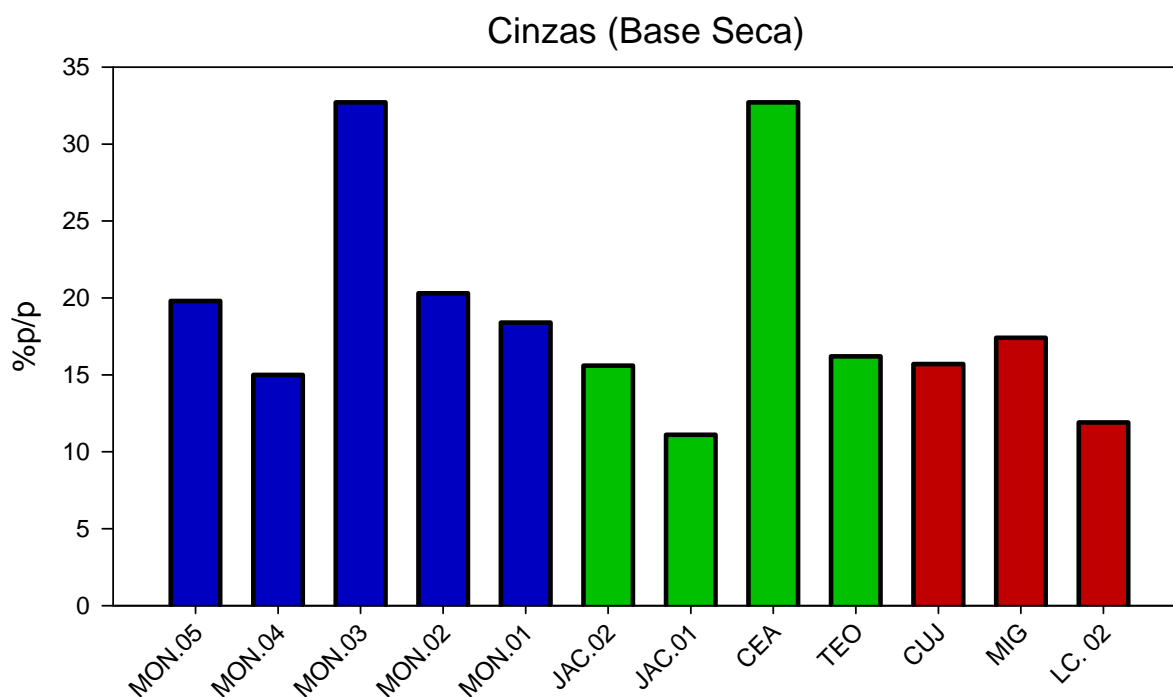


Figura 5.2.5-33 - Teor de cinzas (base seca) nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de cinzas (base úmida) nas macrófitas coletadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $3 \pm 1$  % p/p (média  $\pm$  DP). A porcentagem máxima foi observada nas estações CUJ, onde foi observada predominância de *Nymphaea amazonum.*, ao passo que a porcentagem mínima ocorreu nas macrófitas de MON.03, onde houve predominância de *Eichhornia crassipes.*. (Figura 5.2.5-34).

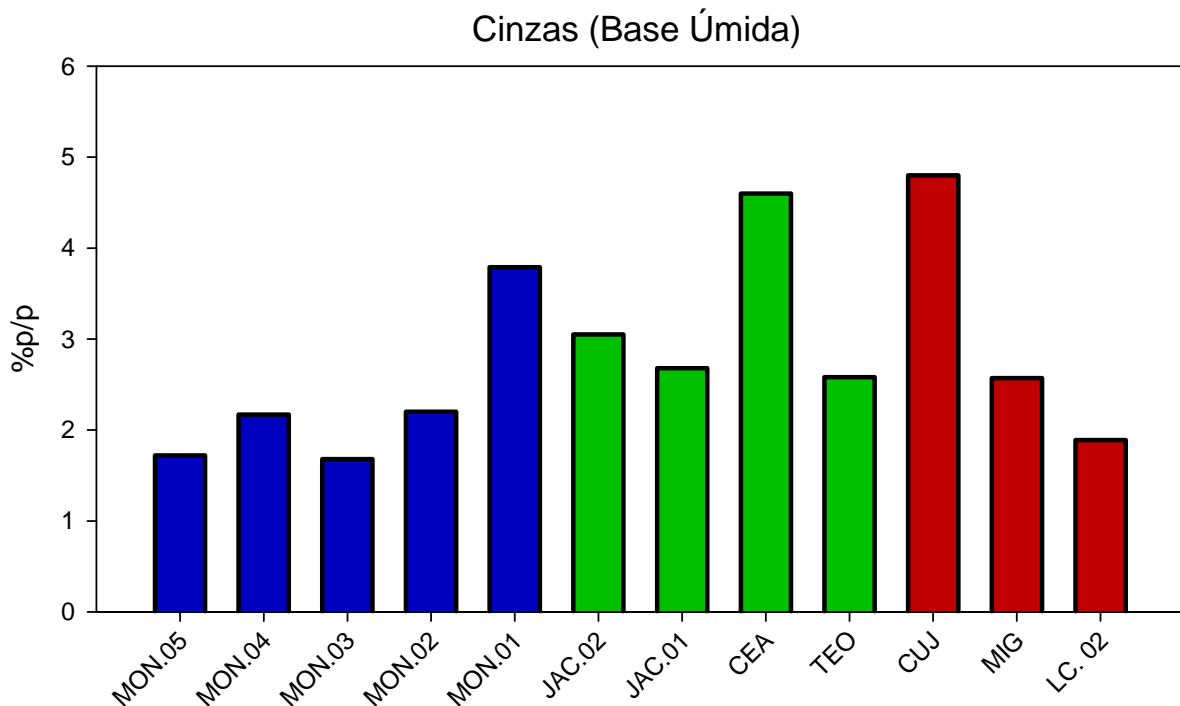


Figura 5.2.5-34 - Teor de cinzas (base úmida) nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

#### 5.2.5.11.2 - Macronutrientes: sódio, potássio, cálcio e magnésio

As macrófitas são plantas que crescem em ambientes de transição entre sistemas aquáticos e terrestres e que produzem quantidades expressivas de matéria seca, com elevado teor de nutrientes (Ferreira et al., 2003; Mazzola, 2005; Mannarino et al., 2006). Os elementos minerais são absorvidos pelas plantas na forma de íons inorgânicos, sendo adquiridos através da área superficial de suas raízes.

Somente certos elementos são essenciais ao crescimento e desenvolvimento do ciclo de vida das plantas. Esses elementos são classificados, de acordo com a quantidade necessária para o vegetal, em macronutrientes (N, K, Ca, Mg, P, S e Si) e micronutrientes (Cl, Fe, B, Mn, Na, Zn, Cu, Ni e Mo).

Sódio, potássio, cálcio e magnésio aparecem em maiores concentrações e podem atingir até 5% do peso seco. Por outro lado, os micronutrientes são encontrados em quantidades reduzidas dentro do corpo do vegetal, constituindo menos de 0,01% de sua massa (EPSTEIN, 1975).

O teor médio de sódio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos foi de  $512 \pm 521$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi observada na estação LC.02, onde houve predominância espécie *Panicum elephantipes* e a máxima na estação CUJ com predominância da espécie *Nymphaea amazonum* (Figura 5.2.5-35).

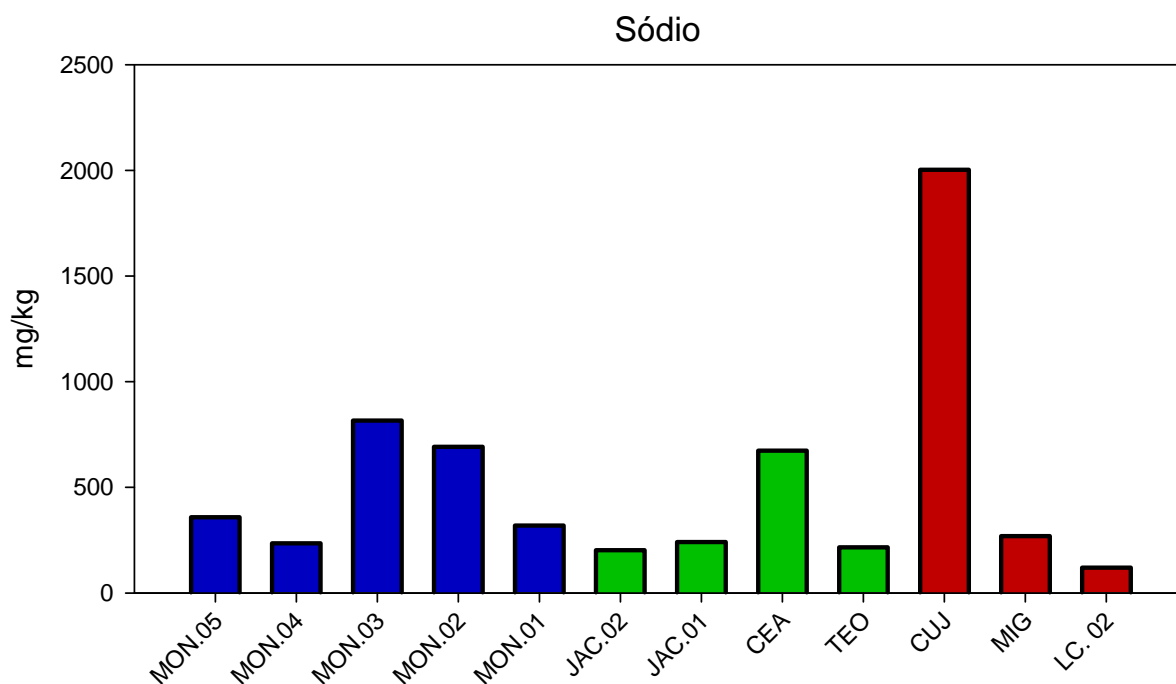


Figura 5.2.5-35 - Concentrações de sódio nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de potássio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $28045 \pm 10276$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A maior concentração foi observada em MON.05, com predominância da espécie *Eichornia crassipes* ao passo que a menor ocorreu em JAC.01 com predominância da espécie *Paspalum* sp. (Figura 5.2.5-36).

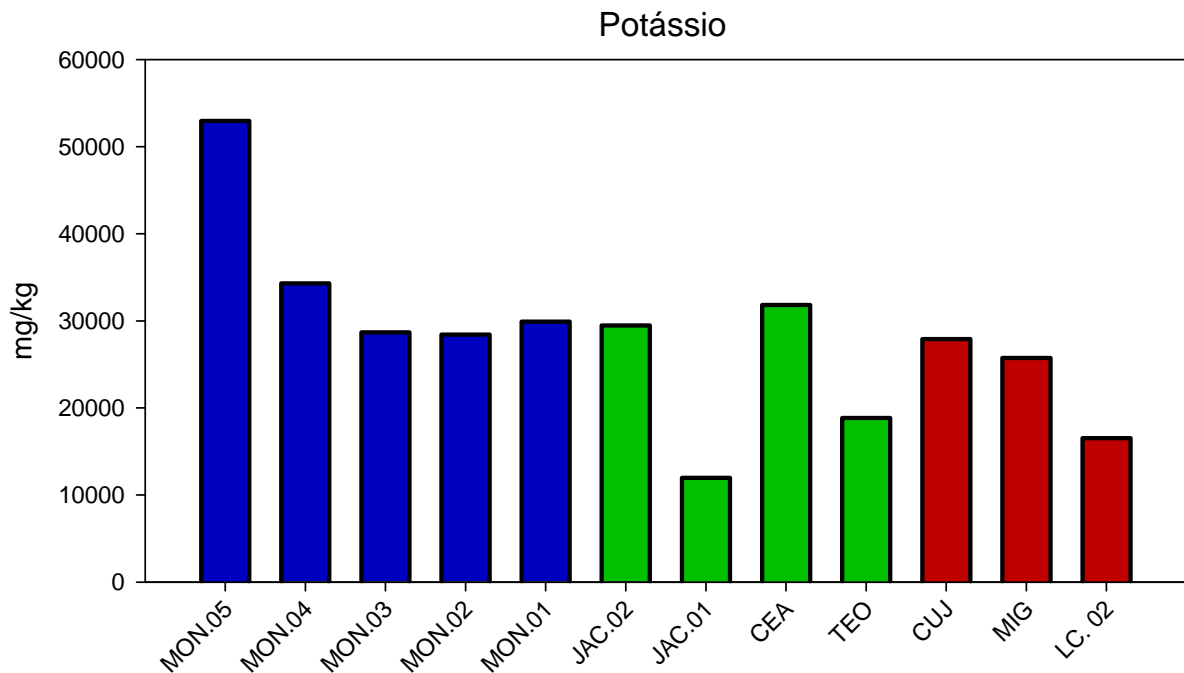


Figura 5.2.5-36 - Concentrações de potássio nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de cálcio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $9871 \pm 6376$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi observada na estação LC.02, com predominância da espécie *Panicum elephantipes* ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação TEO, predominando a espécie *Eichornia crassipes* (Figura 5.2.5-37).

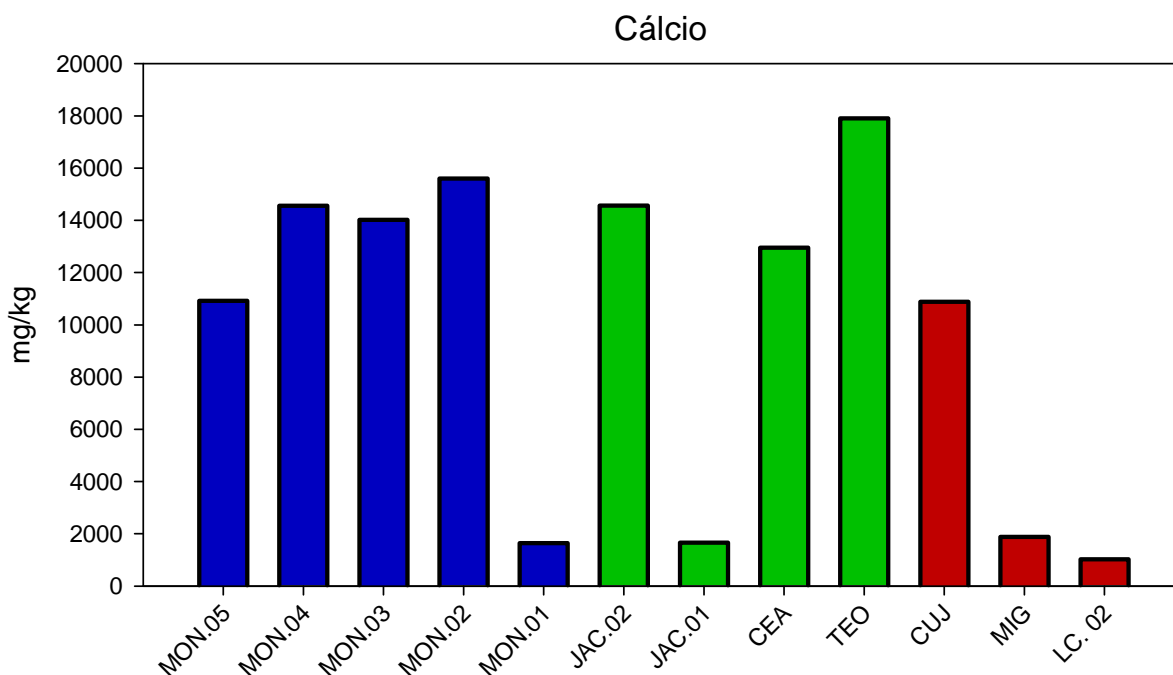


Figura 5.2.5-37 - Concentrações de cálcio nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de magnésio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $2470 \pm 976$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação JAC.01, com predominância da espécie *Paspalum* sp. ao passo que a concentração máxima foi observada na estação JAC.02 onde houve predominância de *Eichhornia crassipes* (Figura 5.2.5-38).



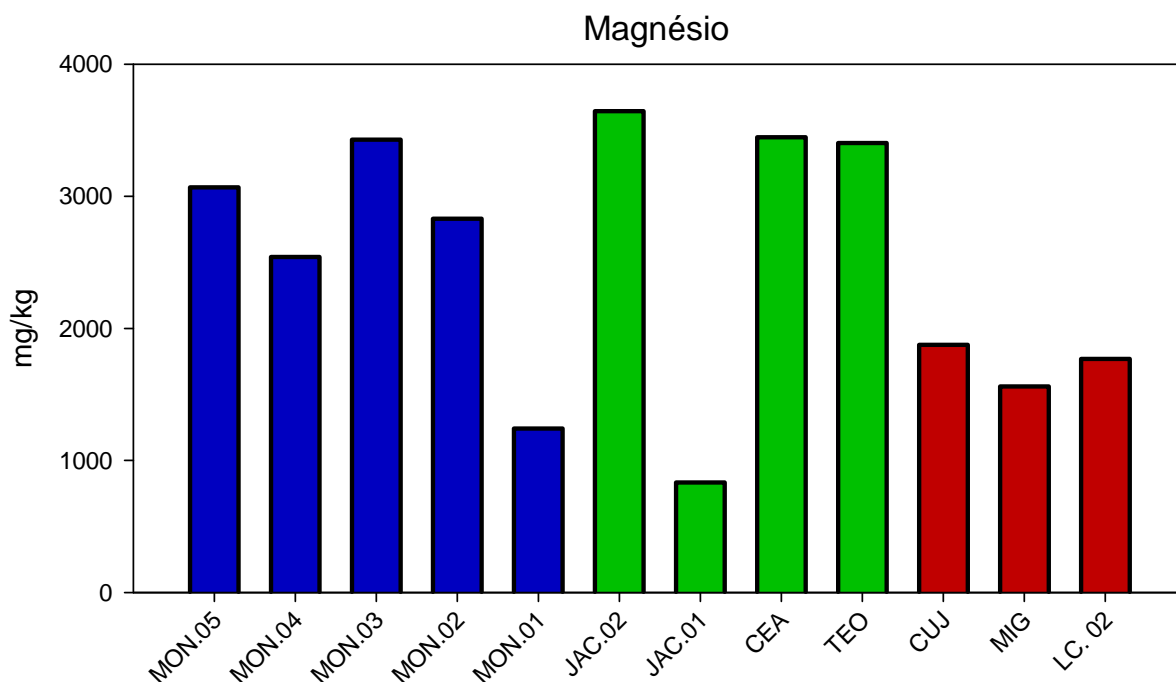


Figura 5.2.5-38 - Concentrações de magnésio nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

### 5.2.5.11.3 - Elementos-traço

Nos meses avaliados na fase de estabilização, as concentrações de cádmio, mercúrio e estanho nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e nos lagos e canais ficaram abaixo do limite de quantificação do método, respectivamente (0,1, 0,05 e 1 mg/kg) em todas as estações avaliadas.

O teor médio de alumínio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $653 \pm 644$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação LC.02, com predomínio da espécie *Panicum elephantipes* ao passo que a concentração máxima foi na estação CEA (Figura 5.2.5-39), com predomínio da espécie flutuante *Eichhornia crassipes*.

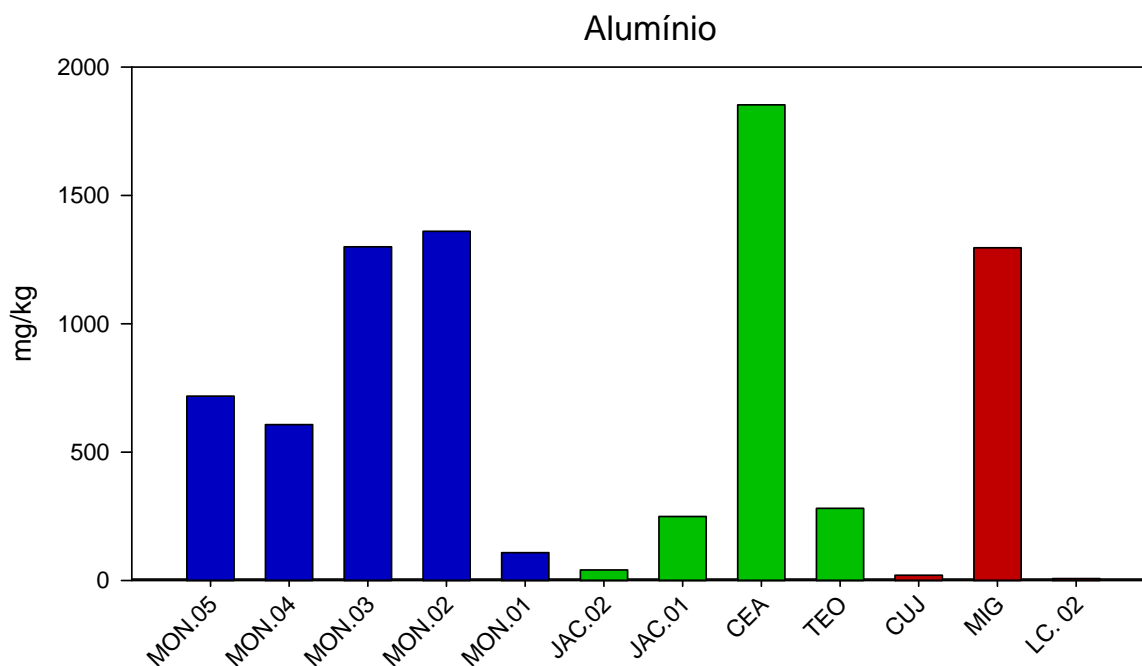


Figura 5.2.5-39 - Concentrações de alumínio nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas), somente nas estações onde foi detectada ocorrência de macrófitas. As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de bário nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $68 \pm 67$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação MON.01, onde houve predominância da espécie *Paspalum repens* ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação JAC.02 onde houve predominância de *Eichhornia sp* (Figura 5.2.5-40).

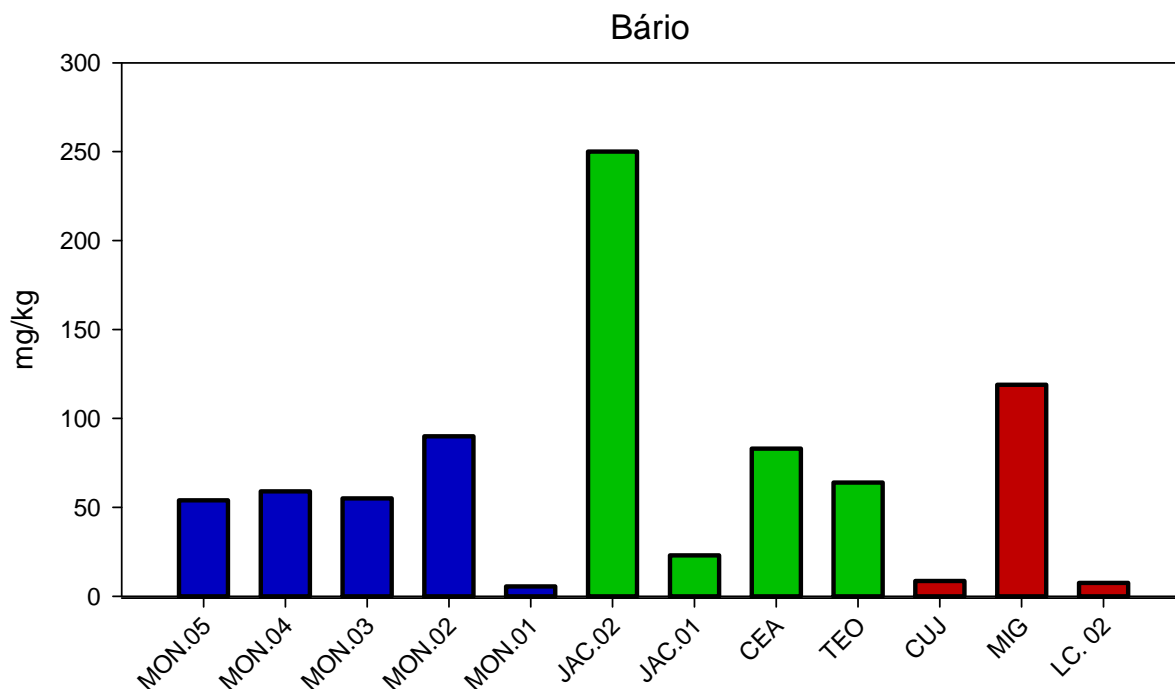


Figura 5.2.5-40 - Concentrações de bário nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas), somente nas estações onde foi detectada ocorrência de macrófitas. As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O chumbo só foi detectado nas macrófitas das estações MON.02 (2,6 mg/kg) e CEA (2,3 mg/kg). Este elemento esteve abaixo do limite de quantificação do método (1mg/kg) nas demais estações no período avaliado.

O cobalto só foi detectado nas macrófitas das estações MON.02 (3,5 mg/kg) e MIG (2,5 mg/kg). Este elemento esteve abaixo do limite de quantificação do método (1mg/kg) nas demais estações, no período avaliado.

O cromo só foi detectado nas macrófitas das estações MON.05 (2,1 mg/kg), MON.03 (2,8 mg/kg), MON.02 (2,8 mg/kg), CEA (3,3 mg/kg) e MIG (3,3 mg/kg). Este elemento esteve abaixo do limite de quantificação do método (1mg/kg) nas demais estações no período avaliado.

O teor médio de cobre nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $7,5 \pm 4,8$  mg/kg (média  $\pm$  DP). As estações JAC.01 e CUJ apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do método (1mg/kg), ao passo que a maior concentração foi registrada em MON.04 onde houve predominância da espécie *Eichornia* sp. (Figura 5.2.5-41).

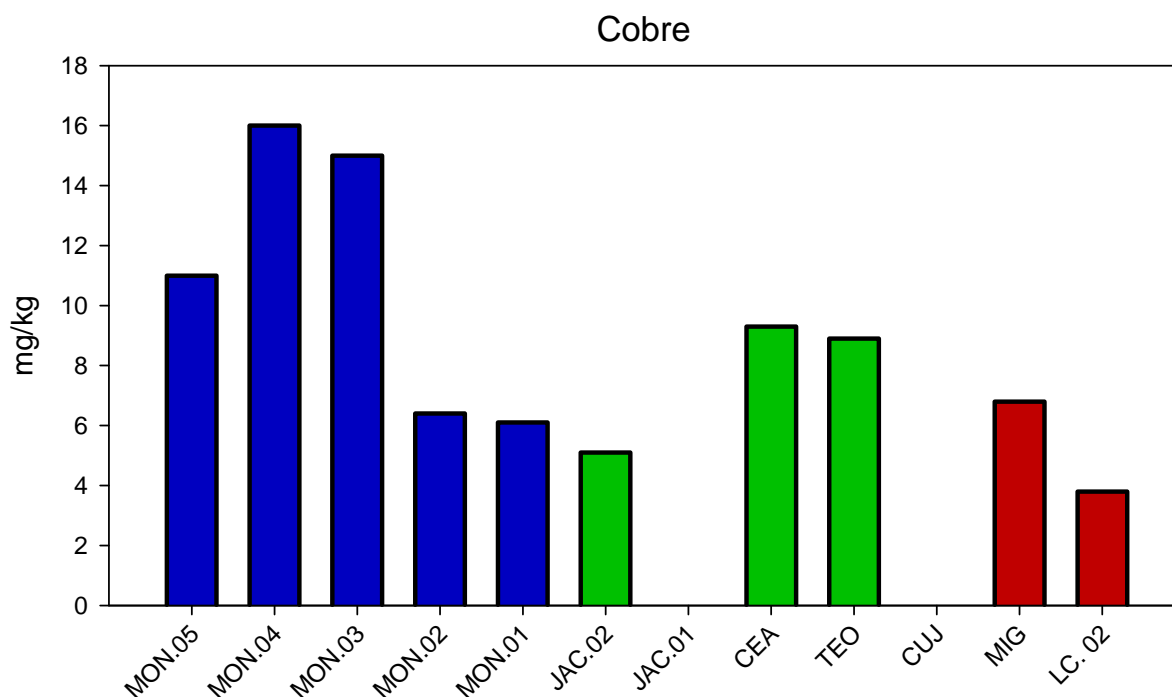


Figura 5.2.5-41 - Concentrações de cobre nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas), somente nas estações onde foi detectada ocorrência de macrófitas. As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de ferro nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $1588 \pm 1822$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação LC.02, com predomínio da espécie *Panicum elephantipes* ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação MON.02 com predomínio da *Eichhornia crassipes* (Figura 5.2.5-42).

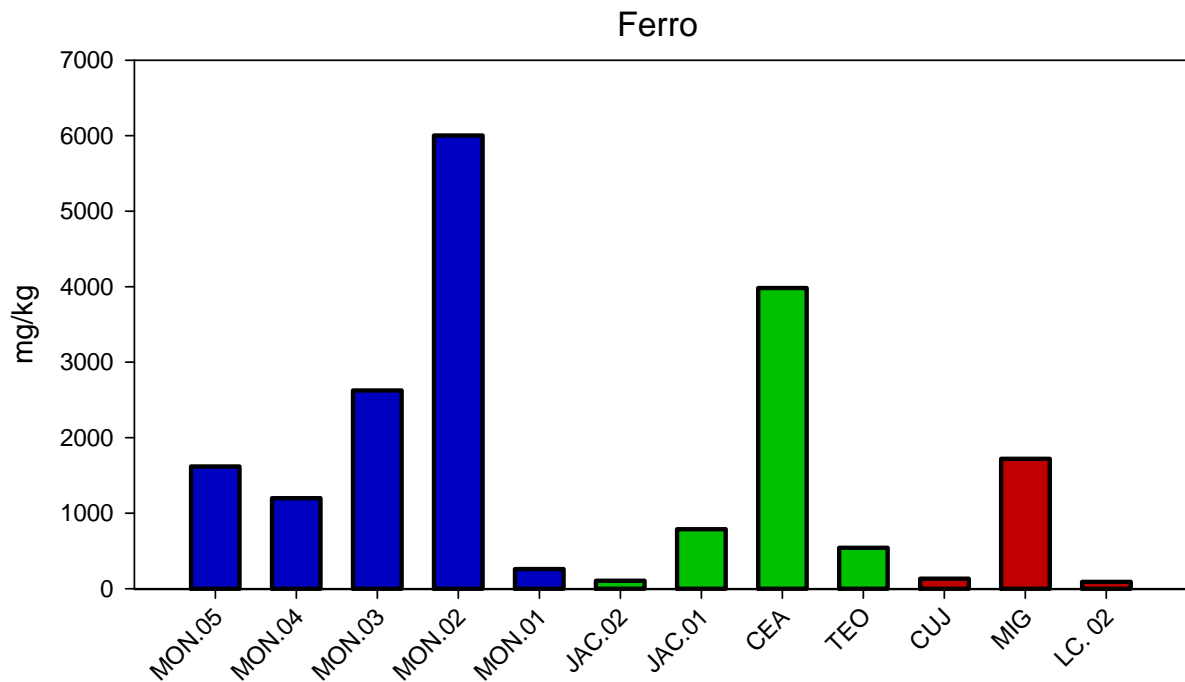


Figura 5.2.5-42 - Concentrações de ferro nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de manganês nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $493 \pm 401$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação MON.01, com predominância da espécie *Paspalum repens*, ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação JAC.02, com predomínio da *Eichornia crassipes* (Figura 5.2.5-43).

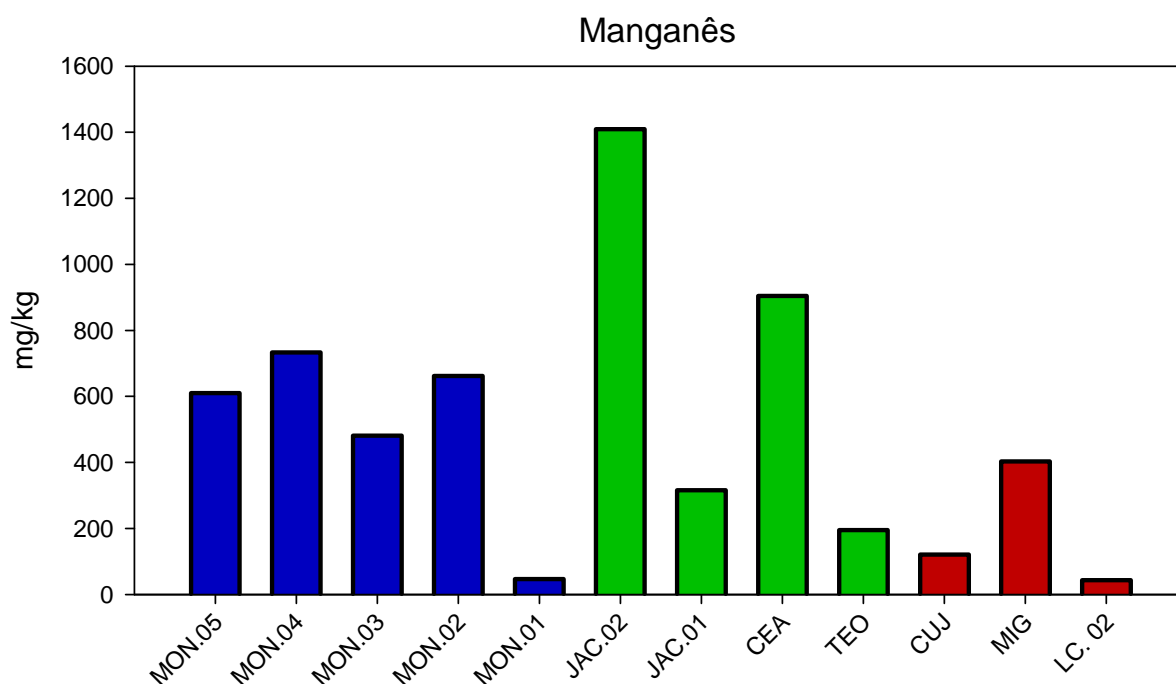


Figura 5.2.5-43 - Concentrações de manganês nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de níquel nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $3,5 \pm 2$  mg/kg (média  $\pm$  DP). As estações JAC.02, JAC.01 e CUJ apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do método (1 mg/kg), ao passo que a maior concentração ocorreu em MON.01, onde houve predominância da espécie *Paspalum repens* (Figura 5.2.5-44).

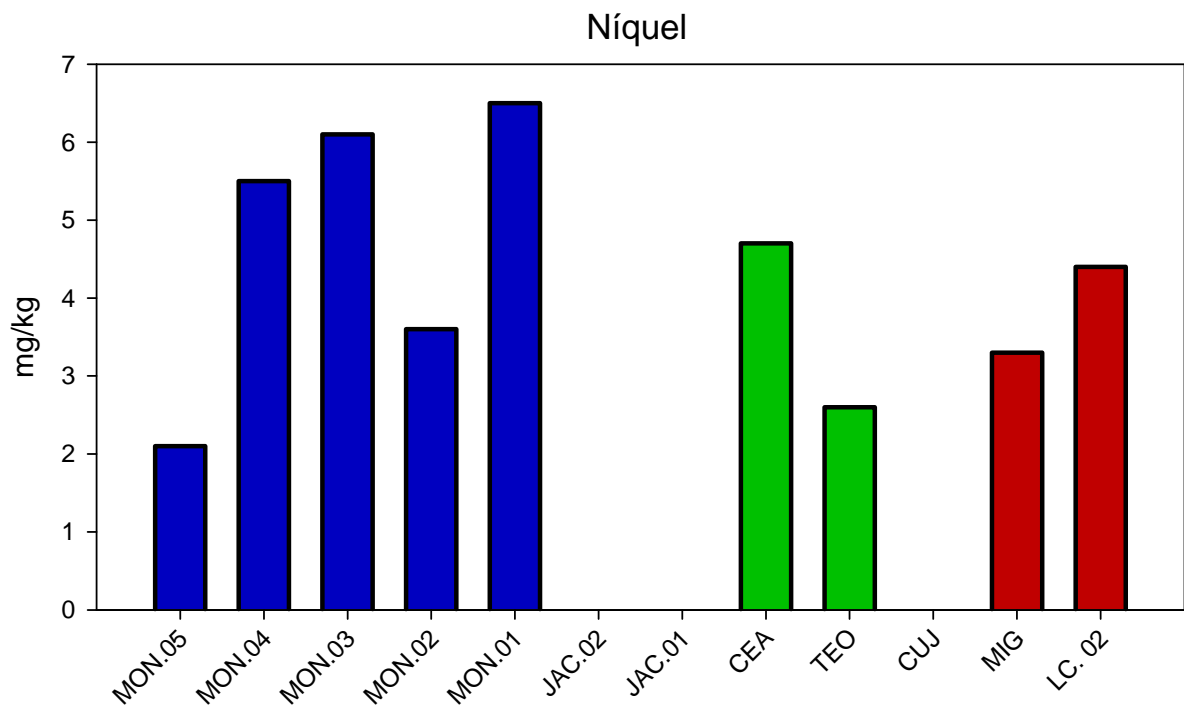


Figura 5.2.5-44 - Concentrações de níquel nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de silício nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $168 \pm 42$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação TEO, com predomínio da espécie *Eichornia crassipes*, ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação MON.03 *Eichornia crassipes* (Figura 5.2.5-45).

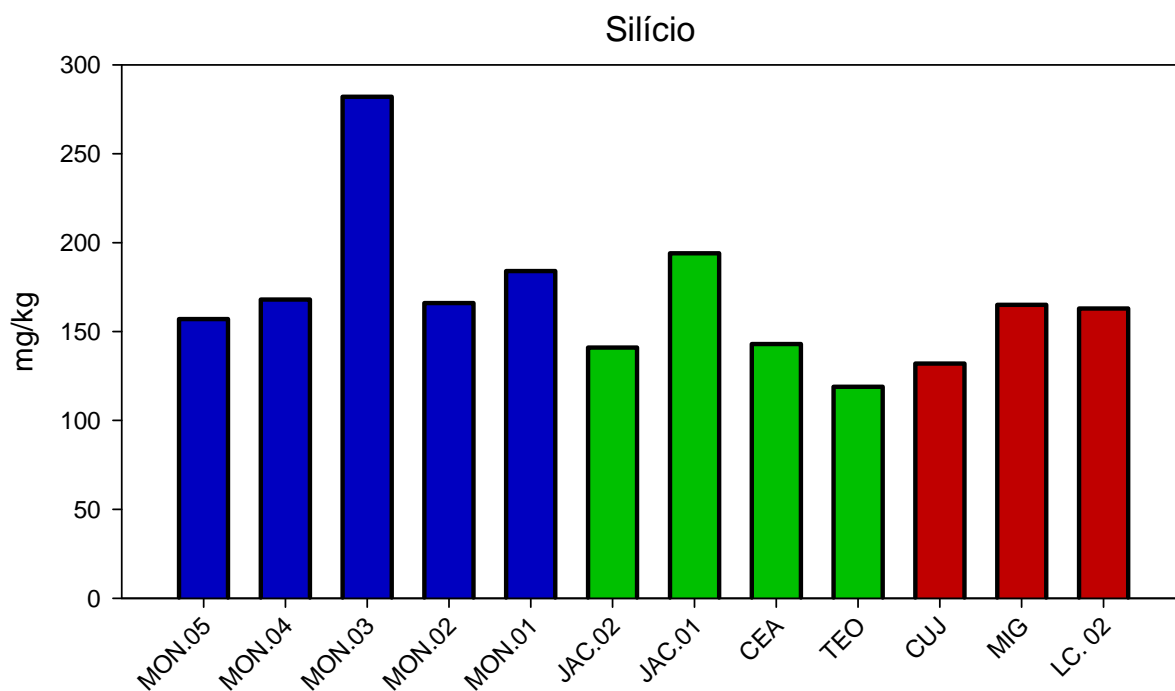


Figura 5.2.5-45 - Concentrações de silício nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas). As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

O teor médio de zinco nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de  $32 \pm 14$  mg/kg (média  $\pm$  DP). A concentração mínima foi registrada na estação CUJ, com predominância da espécie *Nymphaea amazonum*, ao passo que a concentração máxima ocorreu na estação MIG, com predomínio de *Paspalum repens* (Figura 5.2.5-46).



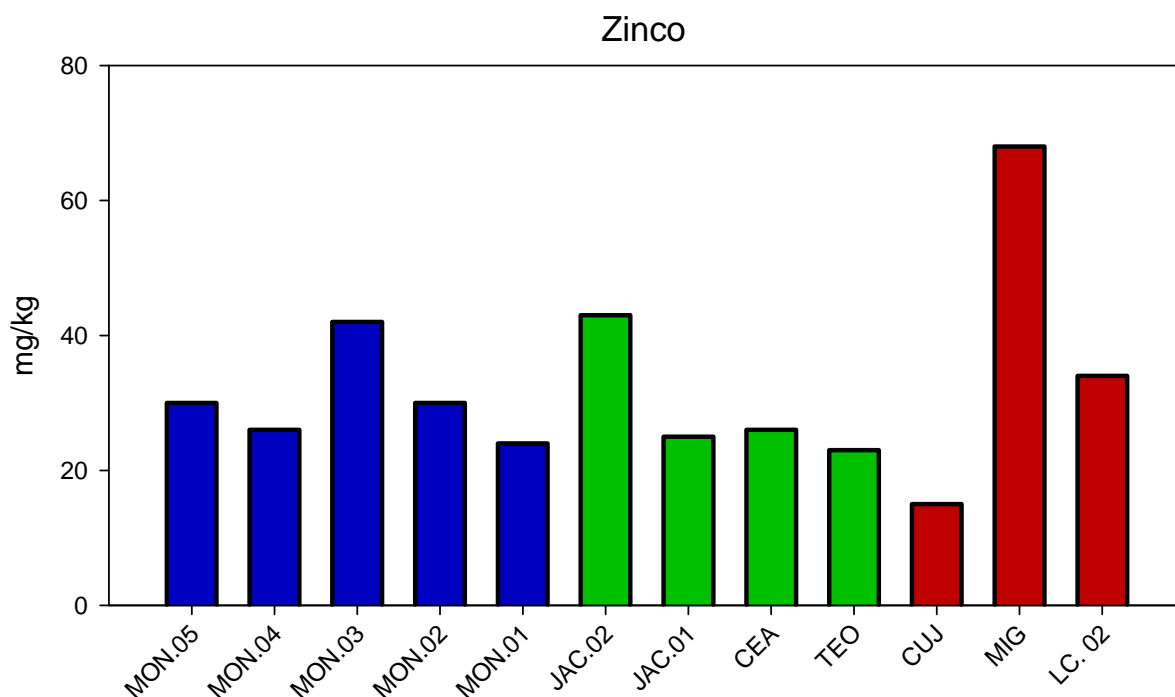


Figura 5.2.5-46 - Concentrações de zinco nas macrófitas amostradas no mês de novembro/2012 (águas baixas), somente nas estações onde foi detectada ocorrência de macrófitas. As estações situadas no rio Madeira, tributários e lagos e canais estão representadas por colunas de cor azul, verde e vermelha, respectivamente.

### 5.2.5.12 - Discussão

As comunidades de macrófitas aquáticas no rio Madeira, seus tributários e lagos e canais na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, atingiram a riqueza máxima de 22 espécies em novembro de 2012.

No rio Madeira, as comunidades avaliadas caracterizaram-se por dominância numérica das espécies *Eichhornia crassipes* e *Salvinia auriculata*. Nos tributários também destacou-se a espécie *Eichhornia crassipes*. Nos lagos e canais, destacaram-se as densidades de *Salvinia auriculata* e *Oriza glumaepatula*. Desta forma, tais espécies contribuíram notadamente para a diminuição do valor do índice de diversidade de espécies na comunidade, por meio da diminuição na equitabilidade, o componente que avalia o grau de uniformidade na contribuição proporcional de indivíduos ou em biomassa das espécies de uma comunidade.

A diversidade alfa foi considerada baixa para os três sistemas avaliados. No rio Madeira, nos tributários e nos lagos e canais houve dominância da família Pontederiaceae. Corroborado pela baixa riqueza apresentada nestes sistemas, já que este índice dá peso a riqueza de espécies. Já o índice de Jacknife de primeira ordem estima a riqueza absoluta somando a riqueza observada a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras, enquanto que o amostrador Chao de segunda ordem utiliza dados de espécies que ocorreram em duas amostragens. Dessa forma estes índices apresentaram valores relativamente superiores aos amostrados, evidenciado pelo grande número de espécies raras registradas nas amostragens de novembro de 2012.

Embora nem a densidade nem a biomassa registradas para as macrófitas na fase de operação do recém-criado reservatório da UHE Santo Antônio do Madeira sejam preocupantes, as densidades das espécies *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* podem ser um alerta para a possibilidade de crescimento das populações de macrófitas flutuantes, o que precisa ser monitorado, pois caso ocorra deverá ser alvo de intervenção ainda na fase inicial da proliferação.

A *Salvinia auriculata* é uma macrófita livre e flutuante, popularmente conhecida como orelha de onça, abundante no Pantanal, é uma erva aquática flutuante, anual ou perene, com pelos unidos nas extremidades em forma de pá de bateadeira. Útil para purificação e oxigenação da água, mas sua decomposição diminui o oxigênio dissolvido. Muito comum em água doce, sendo, sob condições favoráveis rapidamente disseminada por propagação vegetativa; ela coloniza extensas superfícies de água em um tempo reduzido e apresenta ampla distribuição geográfica. Assim, pode ser considerada uma planta daninha, por proliferar de forma indesejada em diversos ecossistemas aquáticos (Henry Silva et al., 2006). As elevadas taxas de crescimento e a sensibilidade dessas plantas a diferentes agentes tóxicos justificam a sua utilização como bioindicadores de poluição em ecossistemas aquáticos (Suñe et al., 2007). Outras espécies com igual potencial são *Eichhornia crassipes*, *Pontederia* sp. e *Pistia stratiotes*. A produção de grande biomassa destas espécies pode ter como consequências: (1) sombreamento das algas planctônicas, levando-as à morte por limitarem a realização da fotossíntese; (2) desequilíbrio nas relações tróficas do ecossistema como um todo; (3) enriquecimento das águas com nutrientes provindos da decomposição das macrófitas; (4) depleção do oxigênio dissolvido da água e (5) problemas com o entupimento das turbinas.

No que diz respeito à composição química das macrófitas aquáticas, a concentração de nutrientes varia muito de espécie para espécie, de indivíduo para indivíduo de uma mesma espécie e mesmo, em fases diferentes do ciclo de vida de um único indivíduo (Hessen & Anderson, 2008). Portanto, essas aproximações dificilmente podem ser exploradas na escala deste estudo, sendo mais importante aqui, ressaltar somente que a diversidade da vegetação aquática apresenta grande variabilidade quanto à composição nutricional.

A presença de elementos-traço em concentrações variadas nas plantas pode estar associada a disposição de suas raízes, em contato com a água ou com o sedimento, a partir de onde as plantas retêm esses elementos. Outros fatores também podem estar relacionados a esses padrões, como, por exemplo, a morfologia (grupo funcional a que pertencem) e fisiologia das plantas analisadas e a dinâmica desses elementos dentro dos ambientes avaliados. Em relação à quantificação de elementos-traço nas macrófitas aquáticas em novembro de 2012, os elementos Cd, Hg e Sn ficaram abaixo do limite de quantificação do método. Os elementos Cr, Co e Pb não foram quantificados em todas as estações monitoradas. Para os elementos quantificados em todas as estações de monitoramento avaliadas observou-se que as concentrações se dispõem, em ordem decrescente, da seguinte maneira:

Fe > Al > Mn > Si > Ba > Zn > Cu > Ni
---------------------------------------

Com relação aos macronutrientes, os cátions mais abundantes nas macrófitas foram potássio, cálcio, magnésio e sódio, respectivamente. A estequiometria e composição nutricional das plantas podem variar, principalmente, em função da demanda e da idade do exemplar avaliado e do grupo funcional a que pertencem.