

ÍNDICE

5.2.5 -	Macrófitas aquáticas	1/69
5.2.5.1 -	Riqueza taxonômica	1/69
5.2.5.2 -	Cobertura de macrófitas	8/69
5.2.5.3 -	Densidade numérica absoluta e relativa	10/69
5.2.5.4 -	Equitabilidade e diversidade específica	18/69
5.2.5.5 -	Biomassa absoluta e relativa (abundância relativa)	21/69
5.2.5.6 -	Dominância das populações de macrófitas.....	29/69
5.2.5.7 -	Diversidade beta e gama	32/69
5.2.5.7.1 -	Diversidade beta sazonal e espacial.....	32/69
5.2.5.7.2 -	Diversidade gama sazonal.....	33/69
5.2.5.8 -	Análises estatísticas: ordenação, estimadores Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem da riqueza de espécies...	34/69
5.2.5.8.1 -	Análise de ordenação	34/69
5.2.5.8.2 -	Valores dos estimadores Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies.....	39/69
5.2.5.9 -	Curva de Rarefação das espécies de Macrófitas	43/69
5.2.5.10 -	Similaridade	44/69
5.2.5.11 -	Composição química.....	46/69
5.2.5.11.1 -	Matéria orgânica, carbono orgânico total e teores de cinzas .	47/69
5.2.5.11.2 -	Macronutrientes: sódio, potássio, cálcio e magnésio.....	51/69
5.2.5.11.3 -	Elementos-traço	56/69
5.2.5.12 -	Discussão	66/69

5.2.5 - Macrófitas aquáticas

5.2.5.1 - Riqueza taxonômica

A análise das comunidades de macrófitas aquáticas em outubro de 2011 evidenciou uma composição taxonômica moderadamente diversificada, para as quais foram registrados 15 táxons, no total, pertencentes a oito diferentes famílias de plantas. Destas, 12 foram identificadas em nível de espécie e três 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 outubro de 2011.

Família	Gênero/Espécie
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>
	<i>Urospatha sagittifolia</i>
Cyperaceae	<i>Oxycaryum cubense</i>
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea amazonum</i>
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>
	<i>Ludwigia</i> sp
Poaceae	<i>Echinochloa</i> sp
	<i>Luziola subintegra</i>
	<i>Panicum elephantipes</i>
	<i>Paspalum repens</i>
	<i>Paspalum</i> sp
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>
	<i>Pontederia rotundifolia</i>
Salviniaceae	<i>Salvinia minima</i>
Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i>
TOTAL	15

Em dezembro de 2011, a análise das comunidades de macrófitas aquáticas evidenciou uma composição taxonômica diversificada, tendo sido registrados 26 táxons, no total, pertencentes a 14 diferentes famílias de plantas. Destas, 18 foram identificadas em nível de espécie e oito em nível de gênero (Quadro 5.2.5-2). Neste período registrou-se a primeira ocorrência das espécies *Grazielia* sp (Asteraceae), *Cyperus* cf. *gardneri*, *Cyperus* *haspan* (Cyperaceae) e *Luziola spruceana* (Poaceae). Portanto, em dezembro houve maior riqueza de espécies de macrófitas do que no mês de outubro.

Quadro 5.2.5-2 - 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 dezembro de 2011.

Família	Gênero/Espécie
Amaranthaceae	<i>Alternanthera aquatica</i>
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> <i>Urospatha sagittifolia</i>
Asteraceae	<i>Grazielia</i> sp
Azollaceae	Azolla sp
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> cf. <i>gardneri</i> <i>Cyperus haspan</i>
Fabaceae	<i>Aeschynomene sensitiva</i> <i>Aeschynomene</i> sp
Hydrocharitaceae	<i>Limnobium laevigatum</i>
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea amazonum</i>
Onagraceae	<i>Ludwigia helminthorrhiza</i> <i>Ludwigia</i> sp
Poaceae	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> <i>Luziola subintegra</i> <i>Luziola spruceana</i> <i>Oryza glumaepatula</i> <i>Panicum elephantipes</i>

Família	Gênero/Espécie
	<i>Panicum</i> sp
	<i>Paspalum repens</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>
	<i>Eichhornia crassipes</i>
	<i>Pontederia</i> sp
Salviniaceae	<i>Salvinia minima</i>
Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea</i> sp
TOTAL	26

Rio Madeira

Na Figura 5.2.5-1 observa-se que os representantes das famílias Onagraceae e Poaceae contribuíram cada um com 50% da riqueza total da comunidade de macrófitas no rio Madeira em outubro de 2011. Neste período, a riqueza de macrófitas no rio Madeira foi limitada a apenas dois táxons, pertencentes a duas famílias (Quadro 5.2.5-3).

Em dezembro de 2011, observa-se que os representantes das famílias Poaceae, Pontederiaceae e Salviniaceae representaram 33,3% cada um da riqueza total da comunidade de macrófitas no rio Madeira (Figura 5.2.5-1). Neste período, a riqueza de macrófitas no rio Madeira foi limitada a três táxons, cada um pertencente a uma família diferente (Quadro 5.2.5-4).

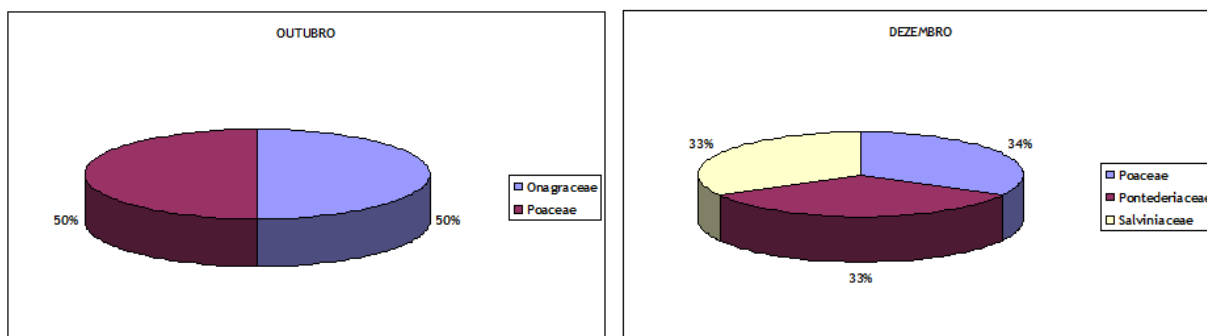


Figura 5.2.5-1 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, na riqueza de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, amostradas em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Quadro 5.2.5-3 - Composição taxonômica (presença ou ausência) dos táxons de macrófitas no rio Madeira em outubro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01	JUS.01	JUS.02	JUS.03
Onagraceae								
<i>Ludwigia</i> sp							x	
Poaceae								
<i>Echinochloa</i> sp							x	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	2	0

Quadro 5.2.5-4 - Composição taxonômica (presença ou ausência) dos táxons de macrófitas no rio Madeira em dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, JUS.01, JUS.02 e JUS.03

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01	JUS.01	JUS.02	JUS.03
Poaceae								
<i>Paspalum repens</i>					x			
Pontederiaceae								
<i>Eichhornia azurea</i>					x			
Salviniaceae								
<i>Salvinia minima</i>					x			
TOTAL	0	0	0	0	3	0	0	0

Tributários

Os táxons das famílias Sphenocleaceae e Poaceae representaram 50% cada um da riqueza total da comunidade de macrófitas nos tributários em outubro de 2011 (Figura 5.2.5-2). Observou-se que, neste período, a riqueza de macrófitas nos tributários foi limitada a dois táxons, pertencentes a estas duas famílias (Quadro 5.2.5-5).

Em dezembro de 2011, a comunidade de macrófitas nos tributários foi limitada a dois táxons, pertencentes às famílias Poaceae e Pontederiaceae, cada um representando 50% da riqueza total da comunidade nos tributários, como pode ser observado na Figura 5.2.5-2 e no Quadro 5.2.5-6.

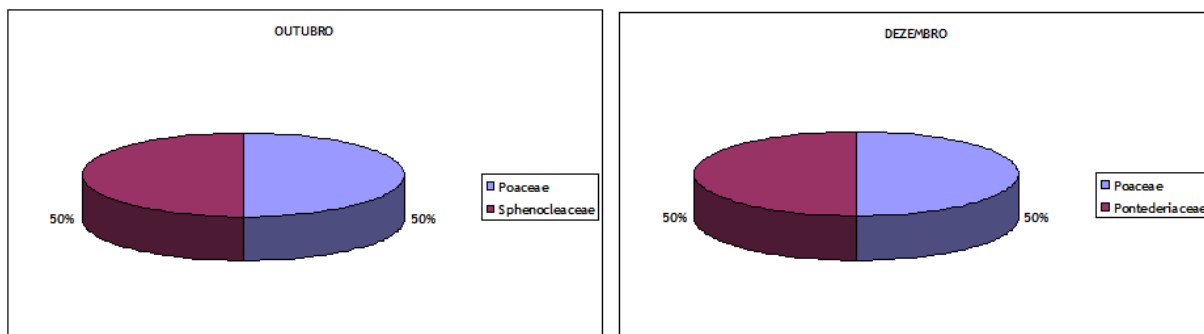


Figura 5.2.5-2 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, da riqueza de espécies nas comunidades de macrófitas nos tributários do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e dezembro de 2011.

Quadro 5.2.5-5 - 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 outubro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CAR	JAC.01	JAC.02	JAC.03	CRC	TEO	TEO.01	JAT I	JAT I.01	JAT II	BEL	JAM
Poaceae												
<i>Paspalum</i> sp								x				
Sphenocleaceae												
<i>Sphenoclea zeylanica</i>								x				
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Quadro 5.2.5-6 - 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 dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações CAR, JAC.02, JAC.03, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, JAT II, BEL, JAM e CEA.01.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CAR	JAC.01	JAC.02	JAC.03	CRC	TEO	TEO.01	JAT I	JAT I.01	JAT II	BEL	JAM	CEA	CEA.01
Poaceae														
<i>Paspalum repens</i>		x			x								x	
Pontederiaceae														
<i>Pontederia</i> sp		x												
TOTAL	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Lagos e Canais

Em outubro de 2011, a análise da riqueza de táxons das comunidades de macrófitas nos lagos e canais revelou a ocorrência de 11 táxons, pertencentes a uma família de Pteridófitas (Salviniaceae) e a 6 famílias de Angiospermas (Quadro 5.2.5-7). As famílias com maiores riquezas de táxons foram Poaceae (28%), Araceae (18%) e Pontederiaceae (18%). As demais famílias - Cyperaceae, Nymphaeaceae, Onagraceae e Salviniaceae - foram representadas por uma única espécie cada, cada uma contribuindo com 9% para a riqueza total de espécies (Figura 5.2.5-3).

Em dezembro de 2011, a riqueza de táxons das comunidades de macrófitas nos lagos e canais foi a mais elevada dentre os ecossistemas avaliados neste estudo, tendo sido registrados 24 táxons pertencentes a uma família de Pteridófitas (Salviniaceae) e a 13 famílias de Angiospermas (Quadro 5.2.5-8). As famílias com maiores riquezas de táxons foram Poaceae (25%), Araceae (8,3%), Cyperaceae (8,3%), Fabaceae (8,3%), Onagraceae (8,3%) e Pontederiaceae (8,3%). As demais famílias - Amaranthaceae, Asteraceae, Azollaceae, Hydrocharitaceae, Nymphaeaceae, Polygonaceae, Salviniaceae e Sphenocleaceae - foram representadas por uma única espécie cada, cada uma contribuindo com 4,2% para a riqueza total de espécies (Figura 5.2.5-3).

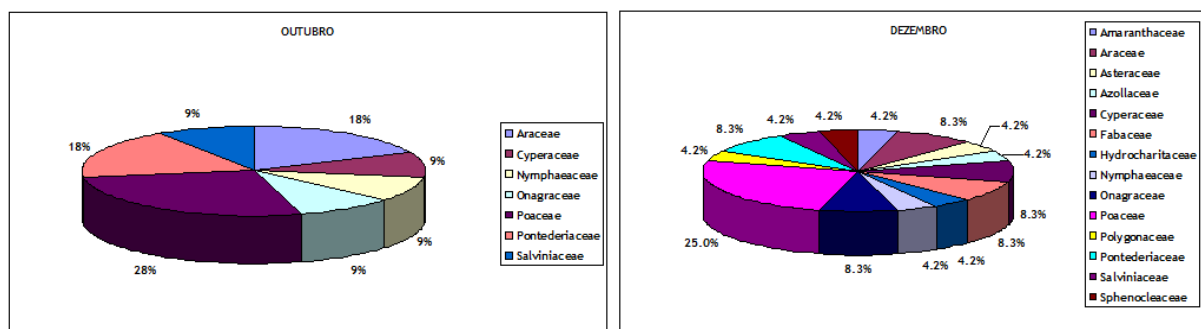


Figura 5.2.5-3 - Representatividade do número de táxons por família, expressa em porcentagem, da riqueza de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Quadro 5.2.5-7 - 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 outubro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações CC.01, LC.01 e LC.03

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	x						
<i>Urospatha sagittifolia</i>		x					
Cyperaceae							
<i>Oxycaryum cubense</i>	x						
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		x					
Onagraceae							
<i>Ludwigia octovalvis</i>	x						
Poaceae							
<i>Luziola subintegra</i>	x						
<i>Panicum elephantipes</i>				x		x	
<i>Paspalum repens</i>	x						
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>	x						
<i>Pontederia rotundifolia</i>				x			
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	x						
TOTAL	7	2	0	2	0	1	0

Quadro 5.2.5-8 - 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 dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera aquatica</i>			x				
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	x				x		
<i>Urospatha sagittifolia</i>		x					
Asteraceae							
<i>Grazielia</i> sp	x						
Azollaceae							
<i>Azolla</i> sp	x						
Cyperaceae							
<i>Cyperus</i> cf. <i>gardneri</i>		x					
<i>Cyperus haspan</i>	x						
Fabaceae							
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	x						

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
<i>Aeschynomene</i> sp		x					
Hydrocharitaceae							
<i>Limnobium laevigatum</i>					x		
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		x					
Onagraceae							
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>			x		x		
<i>Ludwigia</i> sp		x					
Poaceae							
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	x	x					
<i>Luziola subintegra</i>		x			x	x	
<i>Luziola spruceana</i>	x						
<i>Oryza glumaepatula</i>					x		x
<i>Panicum elephantipes</i>	x			X	x	x	x
<i>Panicum</i> sp					x		
Polygonaceae							
<i>Polygonum</i> sp	x						
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>	x			X	x		x
<i>Pontederia</i> sp					x	x	x
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	x				x		x
Sphenocleaceae							
<i>Sphenoclea</i> sp		x			x		
TOTAL	11	8	2	2	11	3	5

5.2.5.2 - Cobertura de macrófitas

Os bancos de macrófitas com ocorrência nos diferentes pontos amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, tanto para outubro de 2011 quanto para dezembro de 2011, estão apresentados no Quadro 5.2.5-9. A classificação quanto à dominância foi obtida com base em avaliação da extensão e identificação dos táxons realizada visualmente.

Quadro 5.2.5-9 - Área dos bancos de macrófitas e as respectivas espécies dominantes para cada estação de amostragem no rio Madeira, tributários e lagos e canais na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, avaliadas em outubro de 2011 e em dezembro de 2011

	OUTUBRO		DEZEMBRO	
	Área do banco (m ²)	Classificação quanto à Dominância	Área do banco (m ²)	Classificação quanto à Dominância
Rio Madeira				
MON.05				
MON.04				
MON.03				
MON.02				
MON.01			80	<i>Salvinia minima</i>
JUS.01				
JUS.02				
JUS.03				
Tributários				
CAR				
JAC.01			4000	<i>Paspalum repens</i>
JAC.02				
JAC.03				
CRC			40	<i>Paspalum repens</i>
TEO				
TEO.01				
JAT I				
JAT I.01				
JAT II				
BEL				
JAM				
CEA			2	<i>Paspalum repens</i>
CEA.01				
Lagos e Canais				
MIG	> 500	<i>Paspalum repens</i> e <i>Luziola subintegra</i>	-> 500	<i>Azolla</i> sp
CUJ	150	<i>Nymphaea amazonum</i>	40	<i>Nymphaea amazonum</i>
CC.01			10	<i>Alternanthera aquatica</i>
CC.02	15	<i>Panicum elephantipes</i>	10	<i>Panicum elephantipes</i>
LC.01			> 500	<i>Panicum elephantipes</i>
LC.02	100	<i>Panicum elephantipes</i>	> 500	<i>Panicum elephantipes</i>
LC.03			150	<i>Panicum elephantipes</i>

5.2.5.3 - Densidade numérica absoluta e relativa

Rio Madeira

Em outubro de 2011, houve ausência de bancos de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03. Na estação de amostragem JUS.02, as macrófitas *Ludwigia* sp e *Echinochloa* sp (espécies anfíbias) foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons, mas devido à ausência de macrófitas na água, não foi possível obter dados sobre as densidades absoluta e relativa.

As variações nas densidades absoluta e relativa das macrófitas aquáticas no rio Madeira em dezembro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-4, na Figura 5.2.5-5 e no Quadro 5.2.5-10. Somente na estação MON.01 houve ocorrência de macrófitas, sendo que a densidade absoluta foi de 1125 ind m⁻². Houve um predomínio da *Salvinia minima*, com uma densidade absoluta de 1058 ind m⁻² (Figura 5.2.5-4 e Quadro 5.2.5-10).

Quadro 5.2.5-10 - Densidade absoluta (ind m⁻²) das macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, JUS.01, JUS.02 e JUS.03.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01	JUS.01	JUS.02	JUS.03
Poaceae								
<i>Paspalum repens</i>					24			
Pontederiaceae								
<i>Eichhornia azurea</i>					43			
Salviniaceae								
<i>Salvinia minima</i>					1058			
TOTAL	0	0	0	0	1125	0	0	0

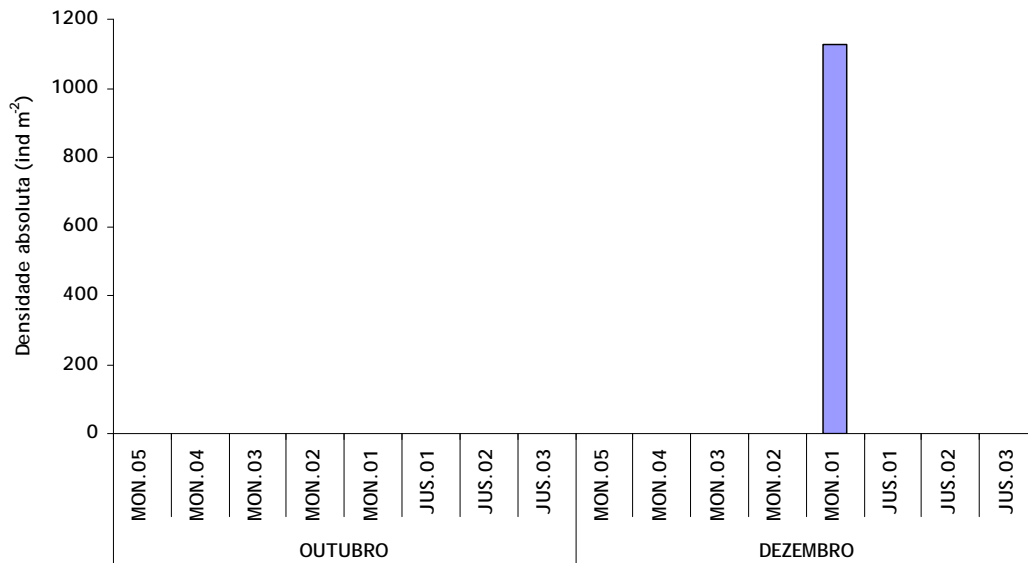


Figura 5.2.5-4 - Densidade numérica absoluta (ind m⁻²) dos táxons de macrófitas registrados no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Conseqüentemente, em dezembro de 2011, a maior abundância relativa de macrófitas ocorreu na estação MON.01 para a família Salviniaceae, como representado na Figura 5.2.5-5.

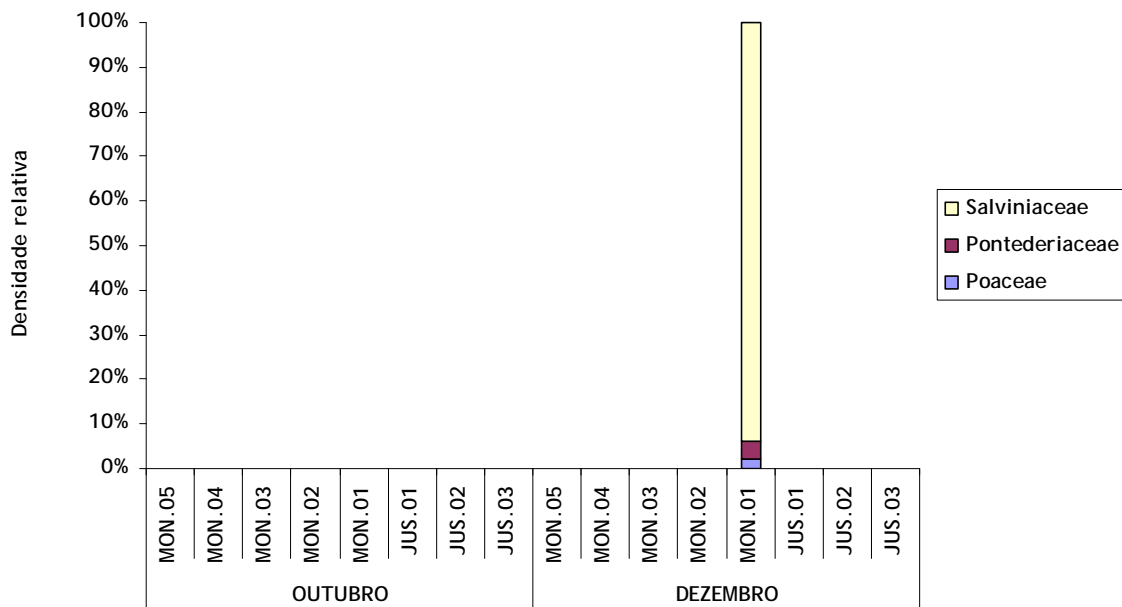


Figura 5.2.5-5 - Abundância relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Tributários

Em outubro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM. Na estação de amostragem JAT I, as macrófitas *Paspalum repens* e *Sphenoclea zeylanica* foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons, mas devido à ausência de macrófitas na água, não foi possível obter dados sobre as densidades absoluta e relativa.

Em dezembro de 2011, na estação de amostragem JAC.01, a macrófita *Pontederia* sp, com ocorrência de apenas um único indivíduo, foi coletada na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter as densidades absoluta e relativa para esta espécie.

As variações nas densidades absoluta e relativa das macrófitas aquáticas nos tributários em dezembro de 2011 estão representadas na

Figura 5.2.5-6, na Figura 5.2.5-7 e no Quadro 5.2.5-11. Somente as estações JAC.01, CRC e CEA tiveram ocorrência de macrófitas, sendo que a densidade absoluta foi, respectivamente, 35 ind m⁻², 28 ind m⁻² e 10 ind m⁻² (

Figura 5.2.5-6 e Quadro 5.2.5-11). Em todas as estações houve 100% de ocorrência de *Paspalum repens* (Figura 5.2.5-7).

Quadro 5.2.5-11 - Densidade absoluta (ind m²) das macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações CAR, JAC.02, JAC.03, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, JAT II, BEL, JAM e CEA.01.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CAR	JAC.01	JAC.02	JAC.03	CRC	TEO	TEO.01	JAT I	JAT I.01	JAT II	BEL	JAM	CEA	CEA.01
Poaceae														
<i>Paspalum repens</i>		35			28								10	
TOTAL	0	35	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	10	0

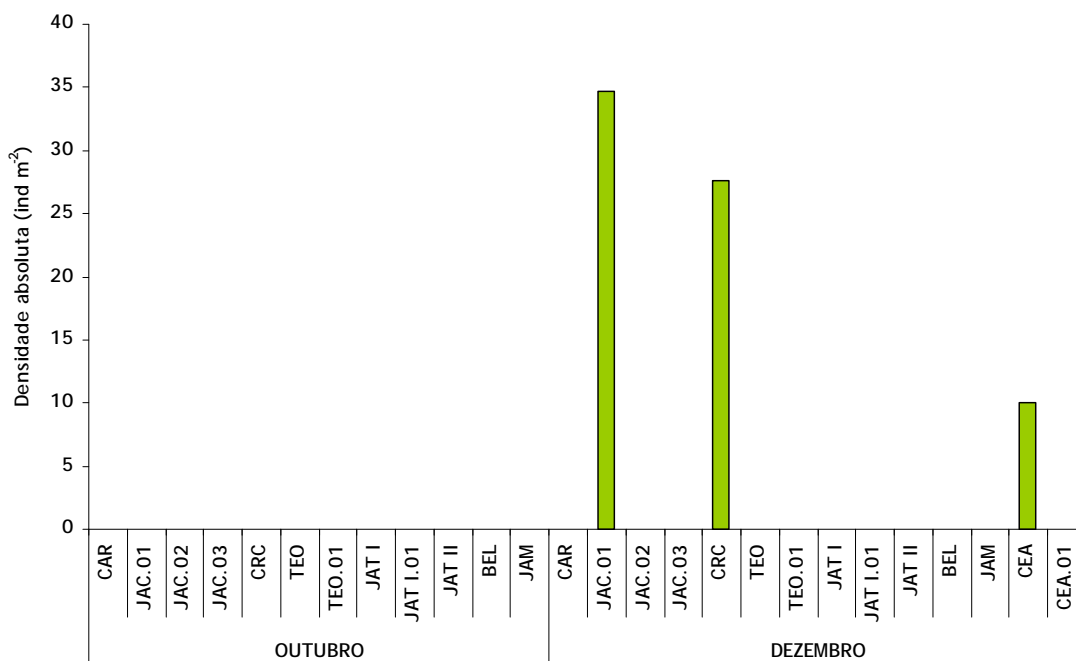


Figura 5.2.5-6 - Densidade numérica absoluta (ind m⁻²) dos táxons de macrófitas registrados nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

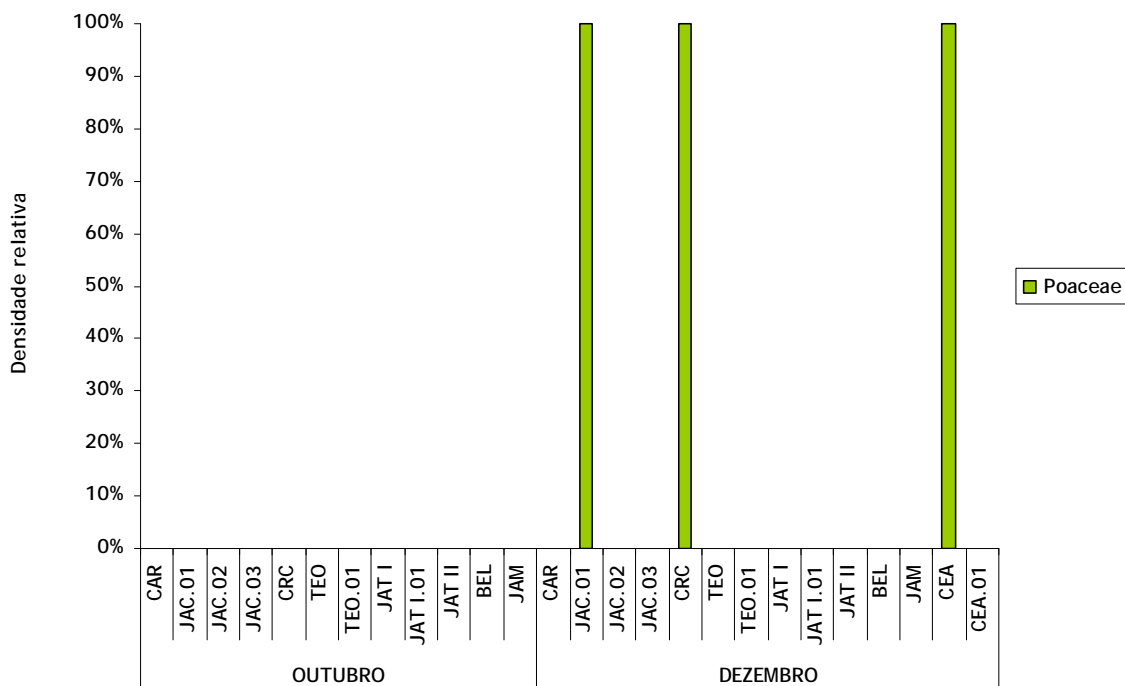


Figura 5.2.5-7 - Abundância relativa (%) dos representantes de macrófitas nos tributários, por família, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Lagos e Canais

As variações nas densidades absoluta e relativa das macrófitas aquáticas nos lagos e canais em outubro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-8 e na Figura 5.2.5-9 e no Quadro 5.2.5-12. A maior densidade absoluta observada no período foi de 235 ind m⁻² registrada para a estação MIG, na qual prevaleceram as espécies diminutas *Pistia stratiotes* (202 ind m⁻²) e *Salvinia minima* (22 ind m⁻²). As demais densidades absolutas foram de 4 ind m⁻² nas estações CUJ e LC.02 e 3 ind m⁻² na estação CC.02 (Figura 5.2.5-8 e Quadro 5.2.5-12).

Quadro 5.2.5-12 - Densidade absoluta (ind m²) das macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011.
 Não teve presença de macrófitas nas estações CC.01, LC.01 e LC.03.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	202						
<i>Urospatha sagittifolia</i>		2					
Cyperaceae							
<i>Oxycaryum cubense</i>	1						
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		2					
Onagraceae							
<i>Ludwigia octovalvis</i>	1						
Poaceae							
<i>Luziola subintegra</i>	2						
<i>Panicum elephantipes</i>				2		4	
<i>Paspalum repens</i>	1						
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>	6						
<i>Pontederia rotundifolia</i>				1			
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	22						
TOTAL	235	4	0	3	0	4	0

Em dezembro de 2011, as macrófitas *Cyperus haspan*, *Aeschynomene sensitiva*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola spruceana* e *Polygonum sp* na estação de amostragem MIG e as macrófitas *Luziola subintegra*, *Urospatha sagittifolia*, *Cyperus cf. gardneri*, *Aeschynomene sp*, *Ludwigia sp*, *Hymenachne amplexicaulis* e *Sphenoclea sp* na estação de amostragem CUJ tiveram a ocorrência de apenas um único indivíduo e foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter as densidades absoluta e relativa para estas espécies.

As variações nas densidades absoluta e relativa das macrófitas aquáticas nos lagos e canais em dezembro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-8 e na Figura 5.2.5-9 e no Quadro 5.2.5-13.

A maior densidade absoluta neste período foi de 83.471 ind m⁻² registrada na estação MIG, na qual prevaleceram as espécies diminutas *Azolla sp* (83.216 ind m⁻²) e *Pistia stratiotes* (227 ind m⁻²). As demais densidades absolutas foram de 78 ind m⁻² na estação LC.01, de 43 ind m⁻² na estação LC.02, de 38 ind m⁻² na estação CUJ, de 33 ind m⁻² na estação LC.03, de 18 ind m⁻² na estação CC.02 e de 14 ind m⁻² na estação CC.01 (Figura 5.2.5-8 e Quadro 5.2.5-13).

Quadro 5.2.5-13 - Densidade absoluta (ind m²) das macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera aquatica</i>			13				
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	227				4		
Asteraceae							
<i>Grazielia sp</i>	1						
Azollaceae							
<i>Azolla sp</i>	83216						
Hydrocharitaceae							
<i>Limnobium laevigatum</i>					5		
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		38					
Onagraceae							
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>			1		1		
Poaceae							
<i>Luziola subintegra</i>					1	16	
<i>Oryza glumaepatula</i>					13		2

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
<i>Panicum elephantipes</i>	1			16	24	18	11
<i>Panicum sp</i>					11		
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>				2	1		1
<i>Pontederia sp</i>					2	9	2
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	27				15		17
Sphenocleaceae							
<i>Sphenoclea sp</i>					2		
TOTAL	83471	38	14	18	78	43	33

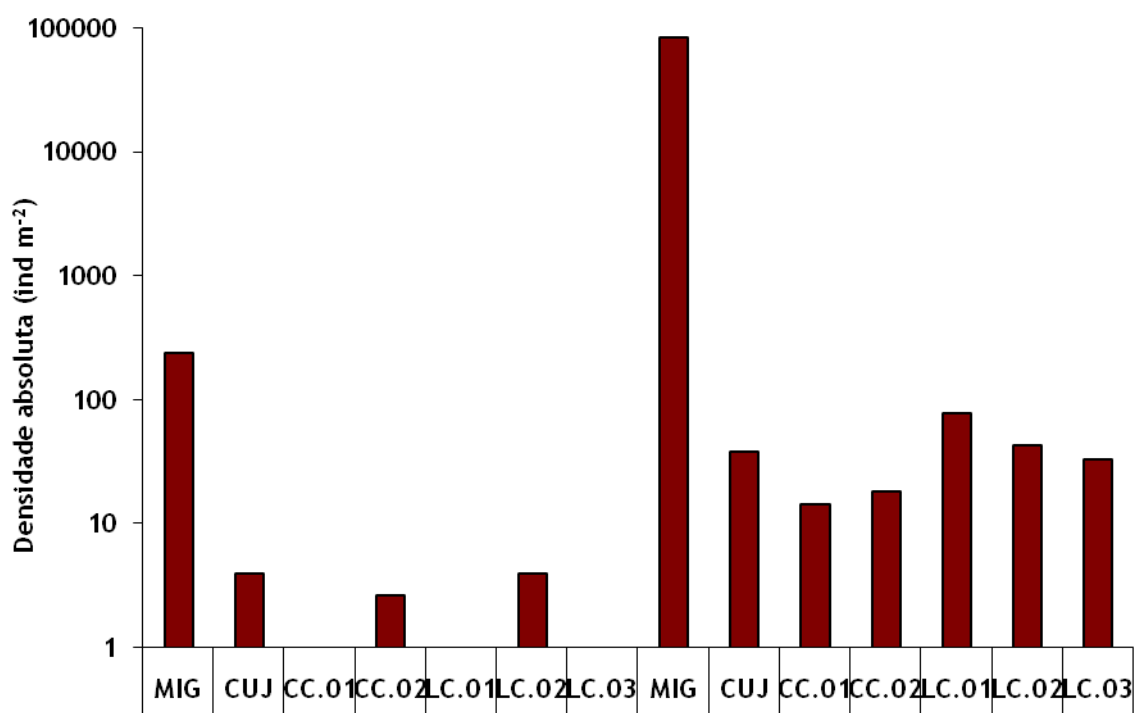


Figura 5.2.5-8 - Densidade numérica absoluta (ind m⁻²) em escala logarítmica, dos táxons de macrófitas registrados nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Em outubro de 2011, as maiores contribuições em abundância relativa na estação MIG foram dadas pelos representantes das famílias Araceae e Salviniaceae. Os táxons das famílias Nymphaeaceae e Araceae contribuíram com 50% cada um para a abundância relativa das macrófitas na estação CUJ. Na estação CC.02, a maior contribuição foi dada pela família

Poaceae. Na estação LC.02, 100% da abundância relativa foi dada pela família Poaceae, como pode ser visto na Figura 5.2.5-9.

Em dezembro de 2011, a maior contribuição em abundância relativa na estação MIG foi dada pela família Azollaceae. Na estação CUJ, 100% da contribuição em abundância relativa foi dada pela família Nymphaeaceae. Na estação CC.01, a maior contribuição foi dada pela família Amaranthaceae, enquanto que na estação CC.02 foi dada pela família Poaceae. Nas estações LC.01, LC.02 e LC.03 a maior contribuição foi dada pela família Poaceae, sendo que também na estação LC.03 se destacou a família Salviniaceae (Figura 5.2.5-9).

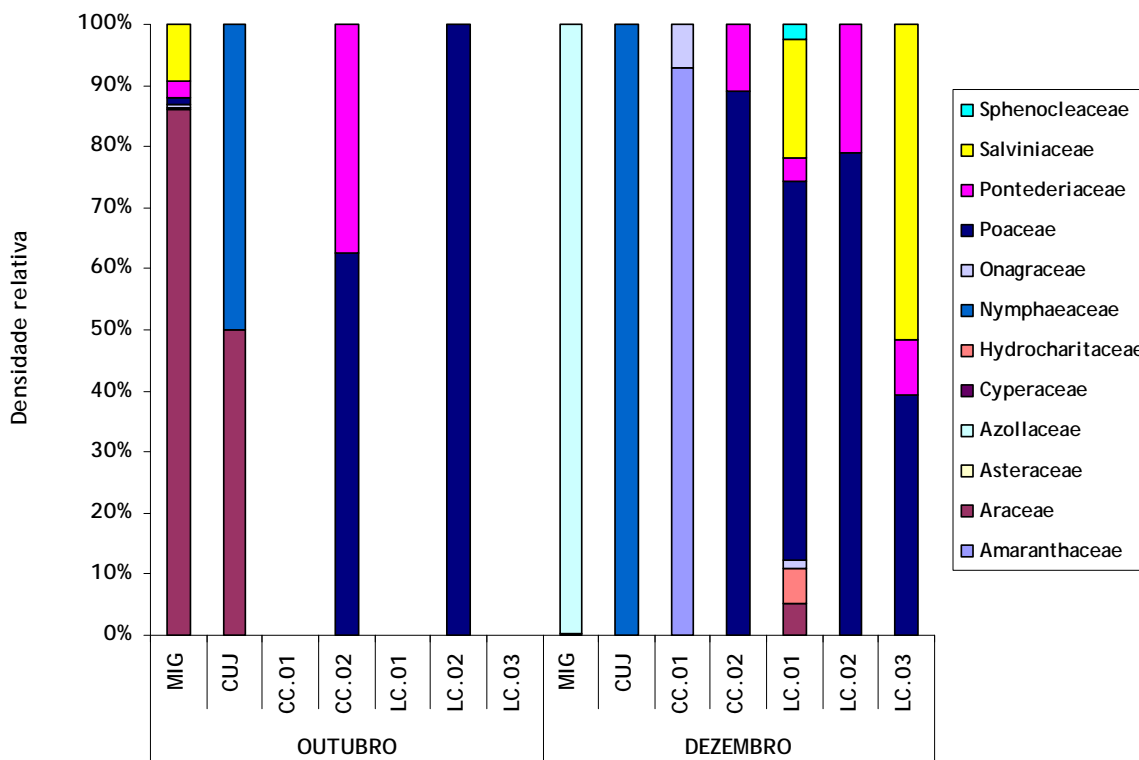


Figura 5.2.5-9 - Abundância relativa (%) dos representantes das diferentes famílias de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

5.2.5.4 - Equitabilidade e diversidade específica

Rio Madeira

Em outubro de 2011, houve ausência de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03. Na estação de amostragem JUS.02, as macrófitas *Ludwigia* sp e *Echinochloa* sp foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível estimar os índices de equitabilidade e de diversidade específica, devido à ausência de macrófitas na água.

Em dezembro de 2011, os índices de equitabilidade e de diversidade específica da comunidade de macrófitas no rio Madeira estão representados na Figura 5.2.5-10 e Figura 5.2.5-11, respectivamente. O índice de equitabilidade foi 0,24 (Figura 5.2.5-10). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi de 0,26 (Figura 5.2.5-11).

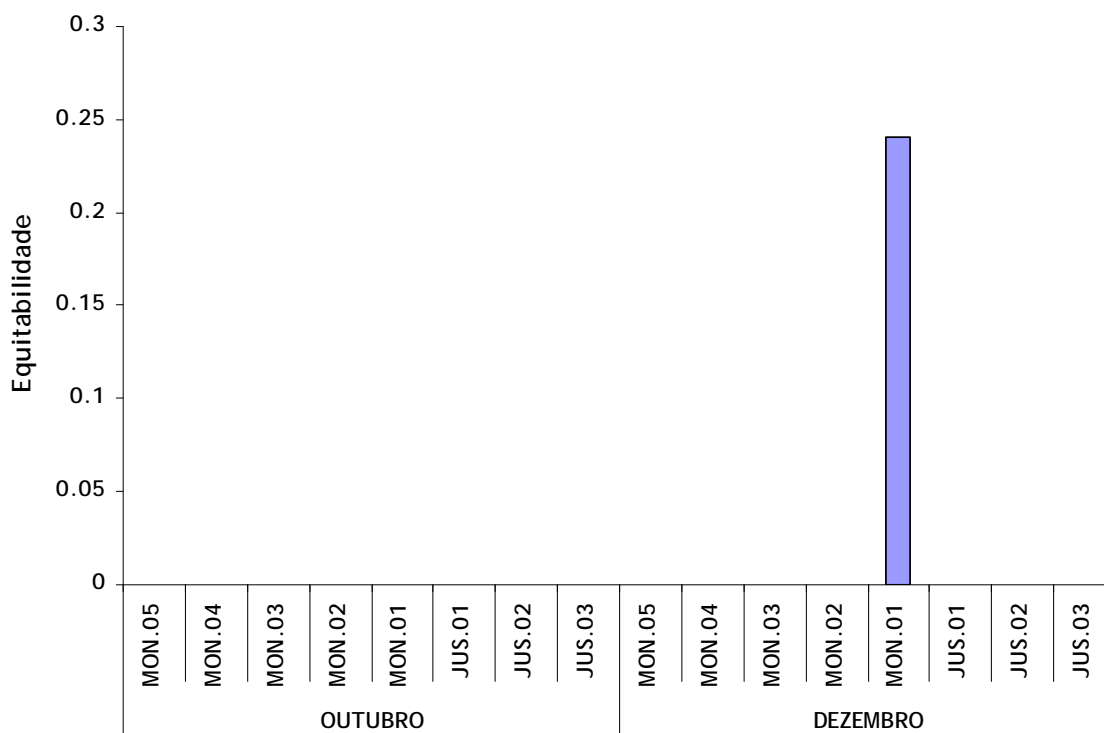


Figura 5.2.5-10 - Valores do índice de equitabilidade para a comunidade de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

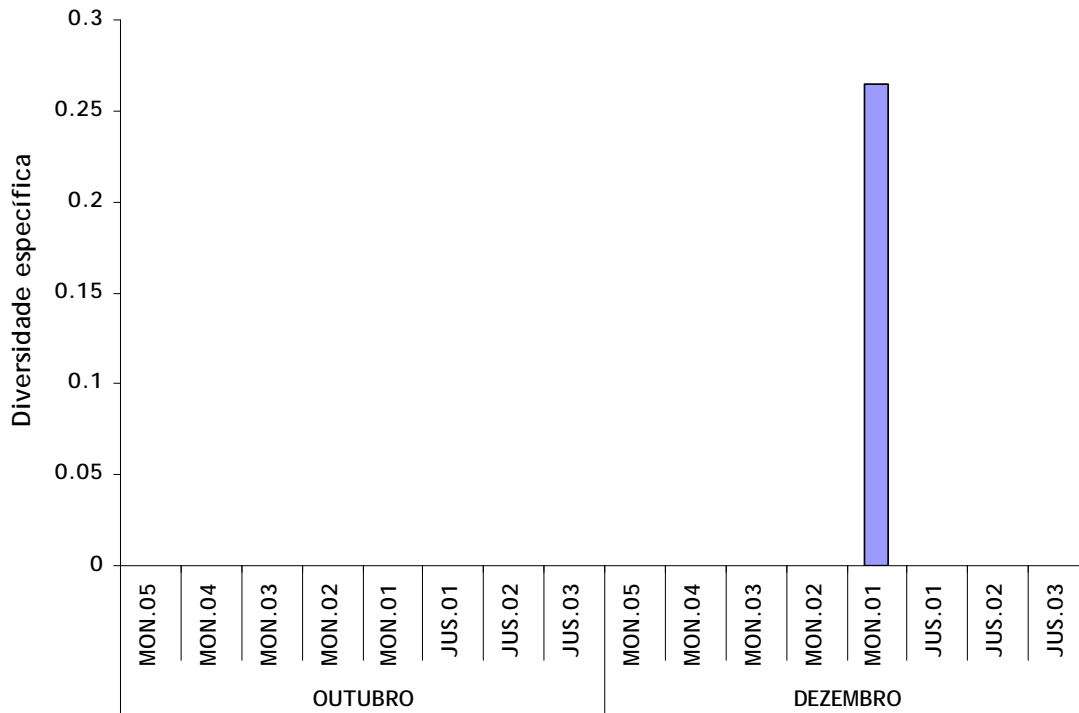


Figura 5.2.5-11 - Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Tributários

Em outubro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM. Na estação de amostragem JAT I, as macrófitas *Paspalum repens* e *Sphenoclea zeylanica* foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível estimar os índices de equitabilidade e de diversidade específica.

Em dezembro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.02, JAC.03, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, JAT II, BEL, JAM e CEA.01. Na estação de amostragem JAC.01, a macrófita *Pontederia* sp, com ocorrência de apenas um único indivíduo, foi coletada na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons. Devido à ocorrência de uma única espécie (*Paspalum repens*) nas estações JAC.01, CRC e CEA, os índices de equitabilidade e diversidade específica não puderam ser calculados.

Lagos e Canais

Os índices de equitabilidade e diversidade específica da comunidade de macrófitas nos lagos e canais estão representados na **Figura 5.2.5-12** e na **Figura 5.2.5-13**, respectivamente.

Em outubro de 2011, o índice de equitabilidade foi maior para a estação CUJ (1,00) e menor na estação MIG (0,29) (**Figura 5.2.5-12**). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi maior na estação CUJ (0,69) e menor nas estações MIG (0,64) e LC.02 (0,56) (**Figura 5.2.5-13**).

Na amostragem realizada em dezembro de 2011, as macrófitas *Cyperus haspan*, *Aeschynomene sensitiva*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola spruceana* e *Polygonum sp* na estação de amostragem MIG e as macrófitas *Luziola subintegra*, *Urospatha sagittifolia*, *Cyperus cf. gardneri*, *Aeschynomene sp*, *Ludwigia sp*, *Hymenachne amplexicaulis* e *Sphenoclea sp* na estação de amostragem CUJ não ocorreram na água. Houve ocorrência apenas de indivíduos isolados dessas espécies, os quais foram coletados para o inventário qualitativo de riqueza de táxons.

Em dezembro de 2011, o índice de equitabilidade foi maior para a estação LC.02 (0,96) e menor na estação MIG (0,02) (**Figura 5.2.5-12**). A diversidade alfa, avaliada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener, foi maior na estação LC.01 (1,93) e menor nas estações MIG (0,02) (**Figura 5.2.5-13**).

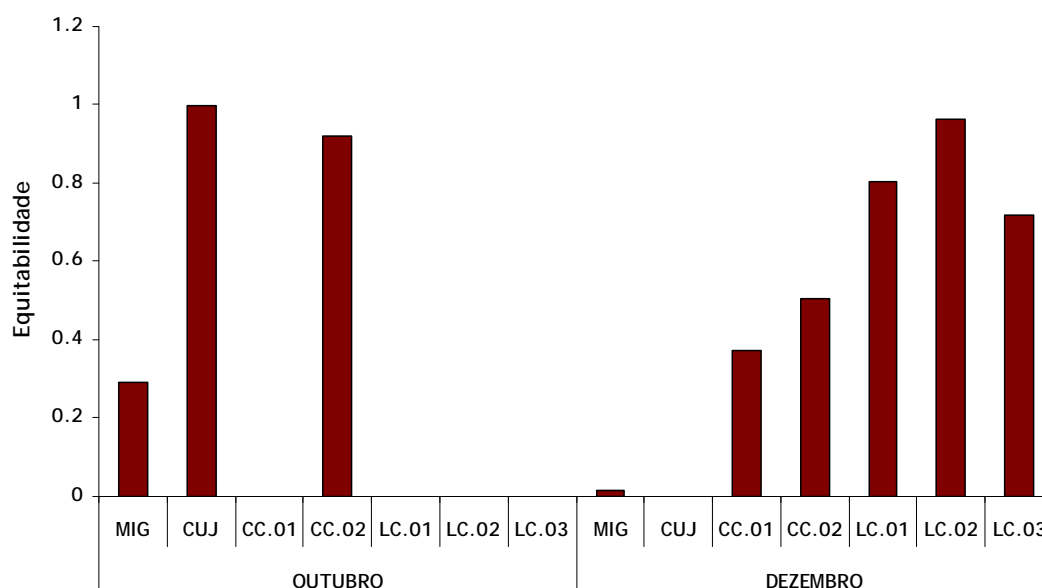


Figura 5.2.5-12 - Valores do índice de equitabilidade para as espécies da comunidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

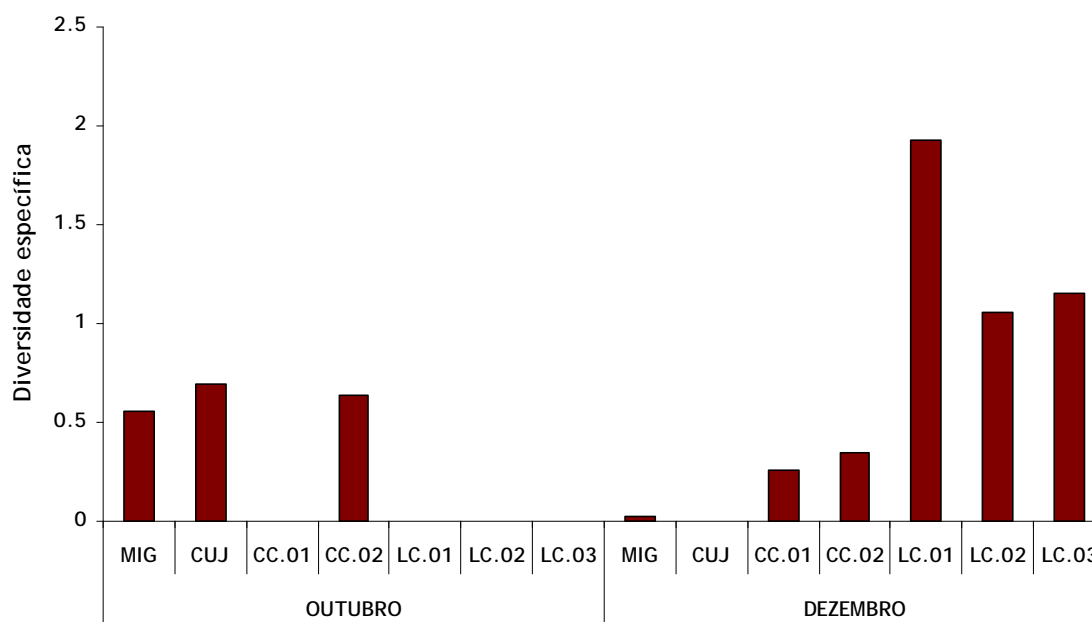


Figura 5.2.5-13 - Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as espécies da comunidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

5.2.5.5 - Biomassa absoluta e relativa (abundância relativa)

Rio Madeira

Em outubro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03. Na estação de amostragem JUS.02, as macrófitas *Ludwigia* sp e *Echinochloa* sp não ocorreram na água e indivíduos isolados foram coletados somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter dados de biomassa absoluta e relativa para a comunidade de macrófitas.

As variações nas biomassas absoluta e relativa das macrófitas aquáticas no rio Madeira em dezembro de 2011 estão representadas na

Figura 5.2.5-14, Figura 5.2.5-15 e no Quadro 5.2.5-14. Somente a estação MON.01 teve ocorrência de macrófitas, sendo que a biomassa absoluta foi de 173,7 g PS m⁻². Houve um predomínio da *Eichhornia azurea*, com uma biomassa absoluta de 121,71 g PS m⁻² (Figura 5.2.5-20 e Quadro 5.2.5-17).

Quadro 5.2.5-14 - Biomassa absoluta (g PS m⁻²) dos táxons de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, JUS.01, JUS.02 e JUS.03.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MON.05	MON.04	MON.03	MON.02	MON.01	JUS.01	JUS.02	JUS.03
Poaceae								
<i>Paspalum repens</i>					28,22			
Pontederiaceae								
<i>Eichhornia azurea</i>					121,71			
Salviniaceae								
<i>Salvinia minima</i>					23,77			
TOTAL	0	0	0	0	173,70	0	0	0

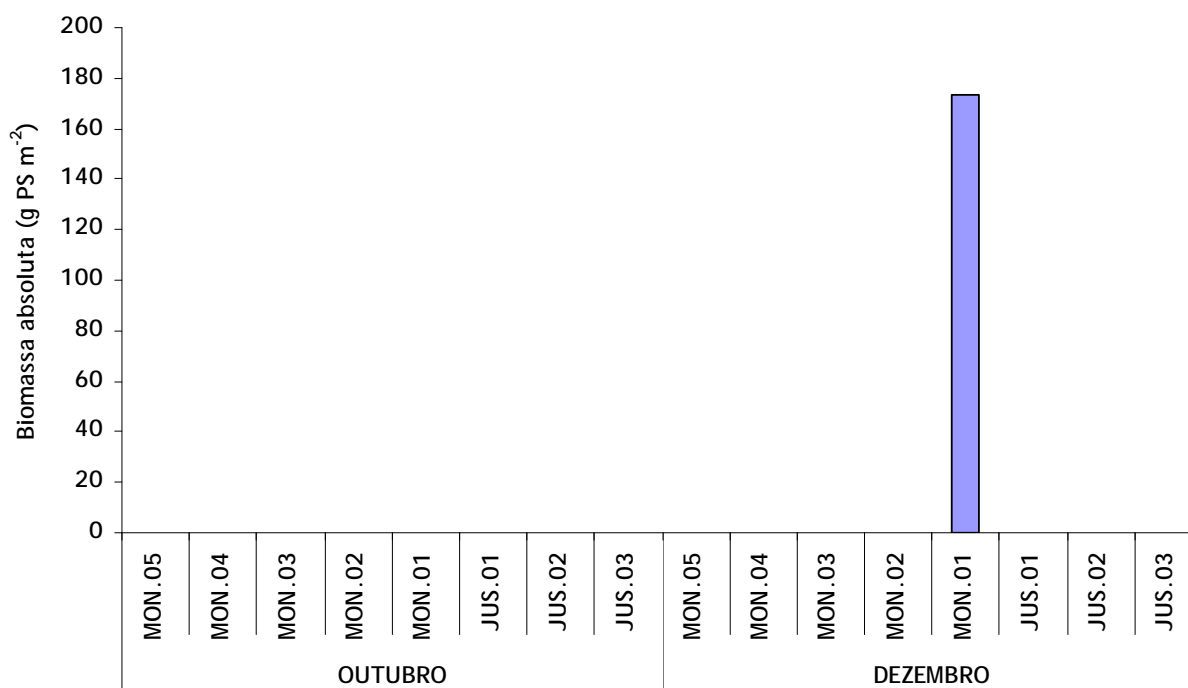


Figura 5.2.5-14 - Biomassa absoluta total (g PS m⁻²) das macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Em dezembro de 2011, a maior contribuição em abundância relativa na estação MON.01, expressa por família, foi referente a Pontederiaceae, como apresentado na Figura 5.2.5-15.

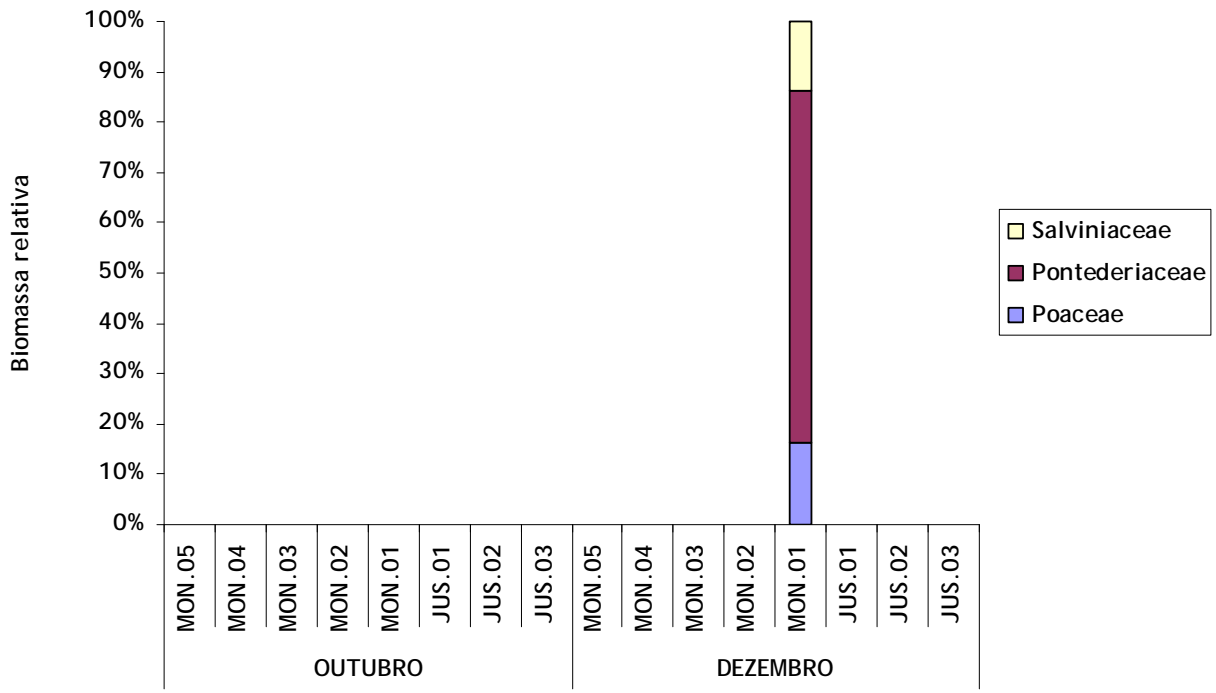


Figura 5.2.5-15 - Biomassa relativa ou abundância (%) dos diferentes táxons na comunidade de macrófitas no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Tributários

Em outubro de 2011, houve ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM. Na estação de amostragem JAT I, não ocorreram bancos de macrófitas na água e um indivíduo isolado das macrófitas *Paspalum repens* e *Sphenoclea zeylanica* foi coletado na margem para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter dados relativos aos valores de biomassa absoluta e relativa.

Em dezembro de 2011, na estação de amostragem JAC.01, a macrófita *Pontederia* sp, com ocorrência de apenas um único indivíduo, foi coletada apenas para o inventário qualitativo de riqueza de táxons não tendo sido possível obter dados de biomassa absoluta e relativa para esta espécie.

As variações nas biomassas absoluta e relativa das macrófitas aquáticas nos tributários em dezembro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-16, na Figura 5.2.5-17 e no Quadro 5.2.5-15. Somente as estações JAC.01, CRC e CEA tiveram ocorrência de macrófitas, sendo que a biomassa absoluta foi, respectivamente, 33,02 g PS m⁻², 29,58 g PS m⁻² e 17,93 g PS m⁻² (Figura

5.2.5-16 e Quadro 5.2.5-15). Em todas as estações, a biomassa foi constituída na totalidade por uma única espécie da família Poaceae (Figura 5.2.5-17).

Quadro 5.2.5-15 - Biomassa absoluta (g PS m⁻²) dos táxons de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.02, JAC.03, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, JAT II, BEL, JAM e CEA.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	CAR	JAC.01	JAC.02	JAC.03	CRC	TEO	TEO.01	JAT I	JAT I.01	JAT II	BEL	JAM	CEA	CEA.01
Poaceae														
<i>Paspalum repens</i>	0	33,02	0	0	29,58	0	0	0	0	0	0	0	17,93	0
TOTAL	0	33,02	0	0	29,58	0	0	0	0	0	0	0	17,93	0

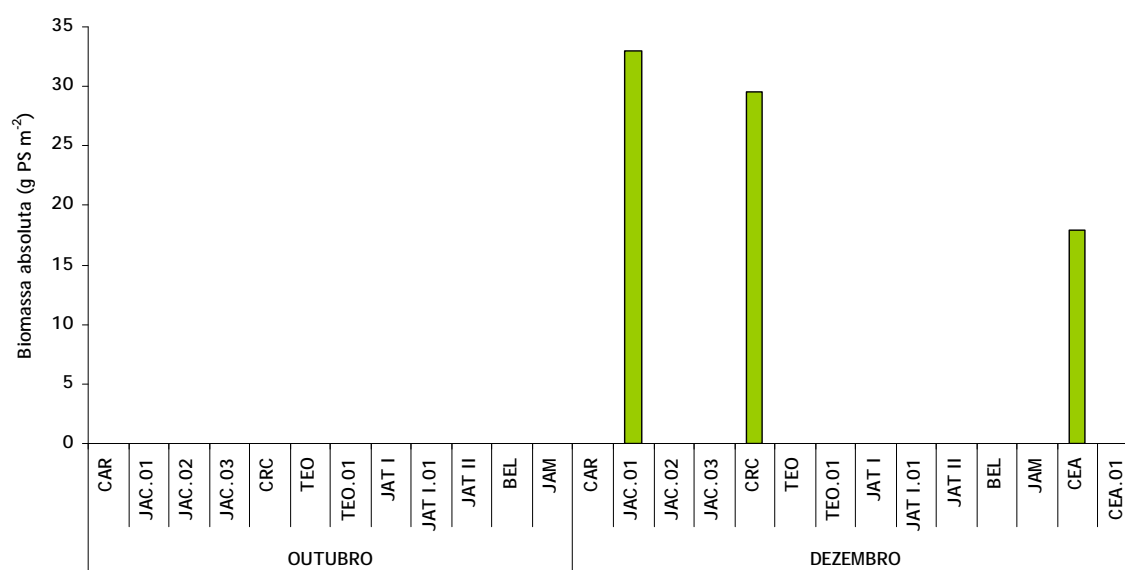


Figura 5.2.5-16 - Biomassa absoluta total (g PS m⁻²) das macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

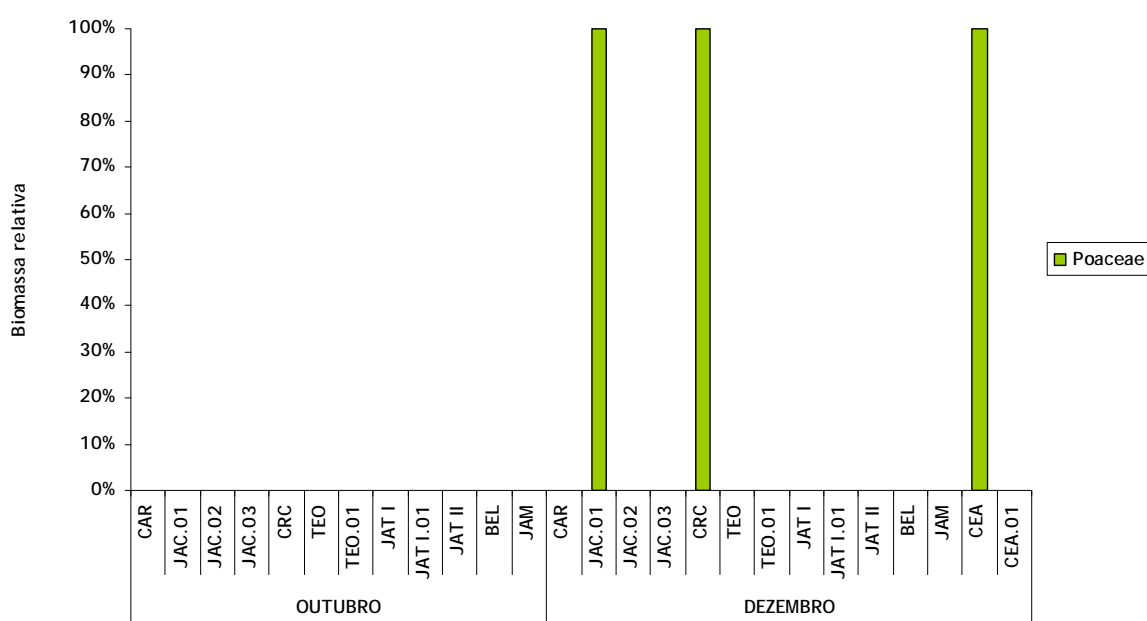


Figura 5.2.5-17 - Biomassa relativa ou abundância (%) dos diferentes táxons na comunidade de macrófitas nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Lagos e Canais

As variações nos valores de biomassa absoluta e relativa das macrófitas aquáticas nos lagos e canais em outubro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-18, na Figura 5.2.5-19 e no Quadro 5.2.5-16.

O maior valor de biomassa absoluta da comunidade de macrófitas para o período foi 119,8 g PS m⁻² registrada para a estação MIG, na qual prevaleceram as espécies *Eichhornia crassipes* (58,22 g PS m⁻²) e *Luziola subintegra* (26,34 ind m⁻²). Os demais valores de densidade absoluta foram de 48,9 g PS m⁻² na estação CUJ, 25,34 g PS m⁻² na estação CC.02 e 58,08 g PS m⁻² na estação LC.02 (Figura 5.2.5-18 e Quadro 5.2.5-16).

Quadro 5.2.5-16 - Biomassa absoluta (g PS m⁻²) dos táxons de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011. Não houve ocorrência de macrófitas nas estações de amostragem CC.01, LC.01 e LC.03

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	2,00						
<i>Urospatha sagittifolia</i>		22,90					
Cyperaceae							
<i>Oxycaryum cubense</i>	12,24						
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		26,00					
Onagraceae							
<i>Ludwigia octovalvis</i>	5,63						
Poaceae							
<i>Luziola subintegra</i>	26,34						
<i>Panicum elephantipes</i>				23,11		58,08	
<i>Paspalum repens</i>	14,67						
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>	58,22						
<i>Pontederia rotundifolia</i>				2,23			
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	0,70						
TOTAL	119,80	48,90	0	25,34	0	58,08	0

Em dezembro de 2011, as macrófitas *Cyperus haspan*, *Aeschynomene sensitiva*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola spruceana* e *Polygonum sp* na estação de amostragem MIG e as macrófitas *Luziola subintegra*, *Urospatha sagittifolia*, *Cyperus cf. gardneri*, *Aeschynomene sp*, *Ludwigia sp*, *Hymenachne amplexicaulis* e *Sphenoclea sp* na estação de amostragem CUJ não tiveram ocorrência na água e um único indivíduo de cada espécie foi coletado na margem para o inventário qualitativo de riqueza de táxons, não sendo por isso possível obter os valores de biomassa absoluta e relativa para estas espécies.

As variações nos valores de biomassa absoluta e relativa para a comunidade de macrófitas aquáticas nos lagos e canais em dezembro de 2011 estão representadas na Figura 5.2.5-18, na Figura 5.2.5-19 e no Quadro 5.2.5-17.

O maior valor de biomassa absoluta da comunidade de macrófitas para o período foi 119,19 ind m⁻² registrado para a estação LC.01, na qual prevaleceram as espécies *Panicum elephantipes* (43,7 g PS m⁻²), *Panicum sp* (32,54 g PS m⁻²) e *Oryza glumaepatula* (28,10 g PS m⁻²). Os demais

valores de biomassa absoluta foram de 100,82 g PS m⁻² na estação CC.01, de 65,30 g PS m⁻² na estação LC.02, de 49,76 g PS m⁻² na estação MIG, de 49,41 g PS m⁻² na estação LC.03, de 43,88 g PS m⁻² na estação CC.02 e de 25,72 g PS m⁻² na estação CUJ (Figura 5.2.5-18 e Quadro 5.2.5-17).

Quadro 5.2.5-17 - Biomassa absoluta (g PS m⁻²) dos táxons de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	MIG	CUJ	CC.01	CC.02	LC.01	LC.02	LC.03
Amaranthaceae							
<i>Alternanthera aquatica</i>			99,68				
Araceae							
<i>Pistia stratiotes</i>	6,17				0,02		
Asteraceae							
<i>Grazielia</i> sp	1,86						
Azollaceae							
<i>Azolla</i> sp	30,78						
Hydrocharitaceae							
<i>Limnobium laevigatum</i>					0,01		
Nymphaeaceae							
<i>Nymphaea amazonum</i>		25,72					
Onagraceae							
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>			1,14		0,22		
Poaceae							
<i>Luziola subintegra</i>					0,40	15,80	
<i>Oryza glumaepatula</i>					28,10		6,82
<i>Panicum elephantipes</i>	9,20			42,09	43,70	28,31	39,46
<i>Panicum</i> sp					32,54		
Pontederiaceae							
<i>Eichhornia crassipes</i>				1,79	3,15		0,68
<i>Pontederia</i> sp					3,42	21,20	1,56
Salviniaceae							
<i>Salvinia minima</i>	1,76				0,20		0,89
Sphenocleaceae							
<i>Sphenoclea</i> sp					7,44		
TOTAL	49,76	25,72	100,82	43,88	119,19	65,30	49,41

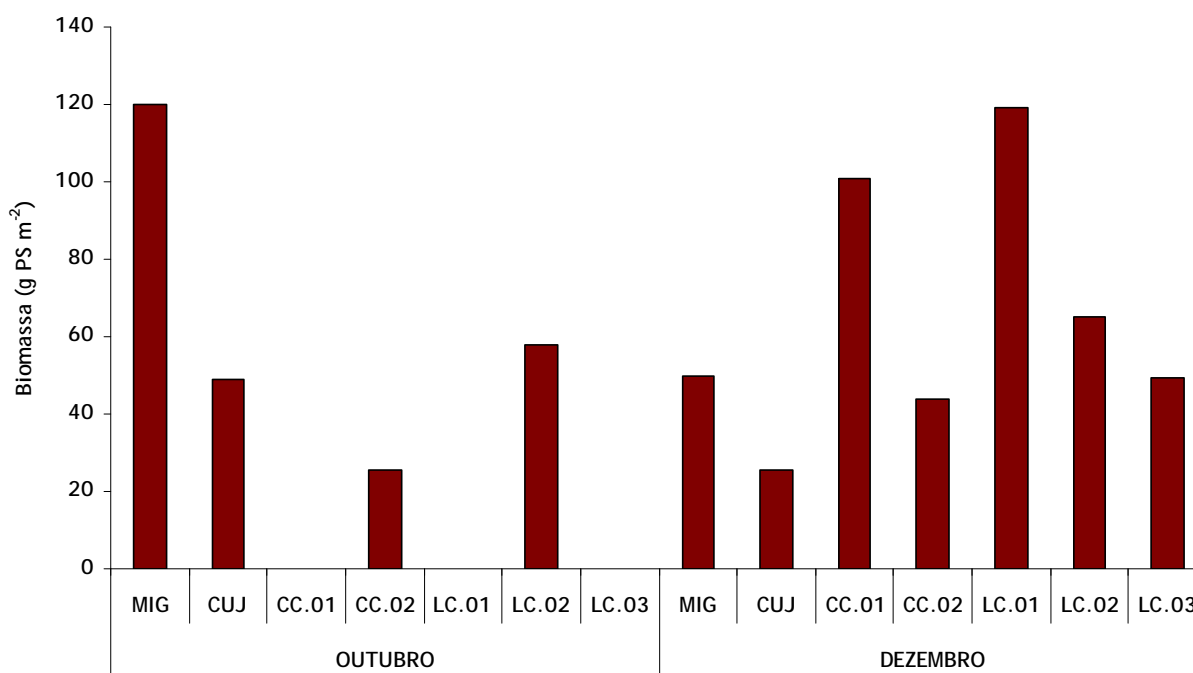


Figura 5.2.5-18 - Biomassa absoluta total (g PS m⁻²) para as comunidades de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Em outubro de 2011, um único táxon da família Poaceae contribuiu com 100% da biomassa relativa na estação LC.02. Na estação MIG, a maior contribuição em biomassa relativa foi a dos táxons das famílias Pontederiaceae e Poaceae, enquanto que para a estação CUJ foi de um táxon da família Nymphaeaceae e de um táxon da família Araceae. Para a estação CC.02, os táxons que mais contribuíram para a biomassa foram representantes da família Poaceae, como pode ser observado na Figura 5.2.5-19.

Em dezembro de 2011, a maior contribuição em biomassa relativa na estação MIG foi de representantes da família Azollaceae. Na estação CUJ, 100% da contribuição em biomassa foi de um táxon da família Nymphaeaceae. Na estação CC.01, a maior contribuição foi de representantes da família Amaranthaceae, enquanto que na estação CC.02 foi de representantes da família Poaceae. Nas estações LC.01, LC.02 e LC.03, a maior contribuição foi dada pela família Poaceae, sendo que também na estação LC.02 se destacaram os representantes da família Pontederiaceae (Figura 5.2.5-19).

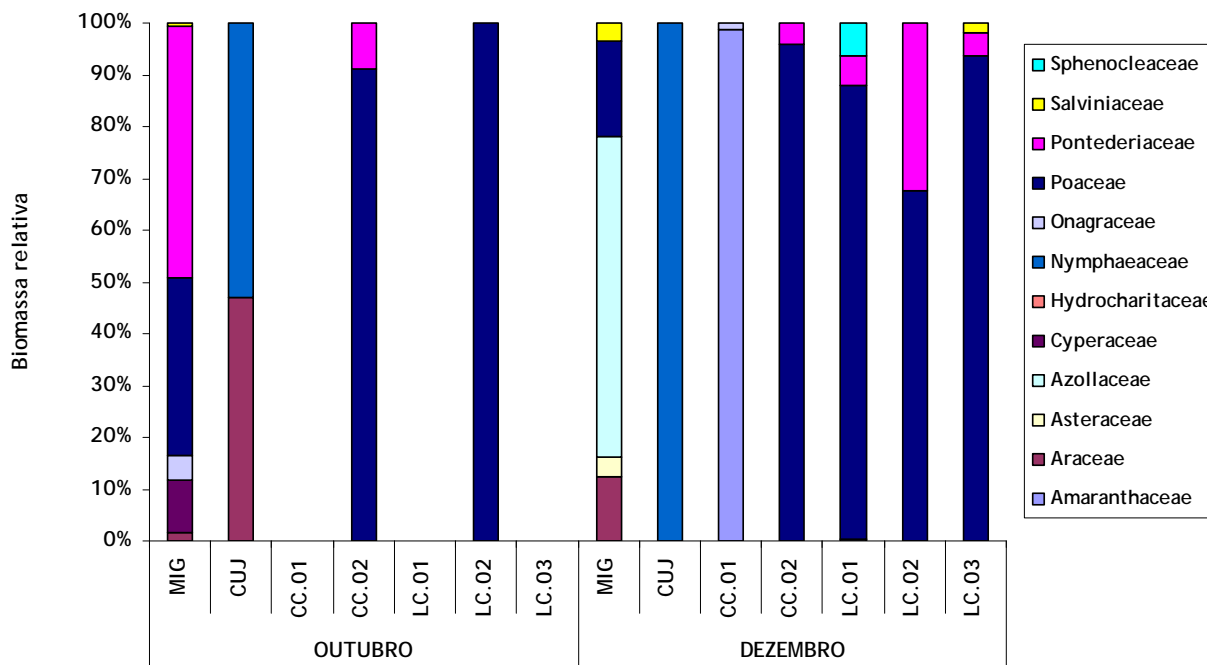


Figura 5.2.5-19 - Biomassa relativa ou abundância (%) dos diferentes táxons na comunidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

5.2.5.6 - Dominância das populações de macrófitas

Rio Madeira

Em outubro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03. Na estação de amostragem JUS.02, as macrófitas *Ludwigia* sp e *Echinochloa* sp foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter a dominância das populações de macrófitas.

As abundâncias relativas e as classificações com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies de macrófitas no rio Madeira em dezembro de 2011 estão representadas no Quadro 5.2.5-18. A espécie *Eichhornia crassipes* foi classificada como dominante, enquanto que as espécies *Paspalum repens* e *Salvinia minima* foram classificadas como pouco abundantes.

Quadro 5.2.5-18 - Valores de abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies nas comunidades de macrófitas do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	DEZEMBRO	
	Abund rel (%)	Dominância
Poaceae		
<i>Paspalum repens</i>	16,2	Pouco Abundante
Pontederiaceae		
<i>Eichhornia azurea</i>	70,1	Dominante
Salviniaceae		
<i>Salvinia minima</i>	13,7	Pouco Abundante

Tributários

Em outubro de 2011, houve ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM. Na estação de amostragem JAT I, as macrófitas *Paspalum repens* e *Sphenoclea zeylanica* foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter a dominância das populações de macrófitas.

Em dezembro de 2011, houve ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.02, JAC.03, TEO, TEO.01, JAT I, JAT I.01, JAT II, BEL, JAM e CEA.01. Na estação de amostragem JAC.01, a macrófita *Pontederia* sp, com ocorrência de apenas um único indivíduo na margem foi coletada somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter valores de dominância para esta espécie. *Paspalum repens* teve, desta forma, uma dominância de 100% para este período de coleta (Quadro 5.2.5-19).

Quadro 5.2.5-19 - Valor de abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) para a comunidade de macrófitas dos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	DEZEMBRO	
	Abund rel (%)	Dominância
Poaceae		
<i>Paspalum repens</i>	100	Dominante

Lagos e Canais

Os valores de abundância relativa e as classificações com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies na comunidade de macrófitas nos lagos e canais em outubro de 2011 e em dezembro de 2011 estão representadas no Quadro 5.2.5-20.

Em outubro de 2011, as espécies *Nymphaea amazonum*, *Luziola subintegra*, *Panicum elephantipes* e *Eichhornia crassipes* foram classificadas como pouco abundantes. Os demais táxons foram classificados como raros.

Em dezembro de 2011, as macrófitas *Cyperus haspan*, *Aeschynomene sensitiva*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola spruceana* e *Polygonum sp* na estação de amostragem MIG e as macrófitas *Luziola subintegra*, *Urospatha sagittifolia*, *Cyperus cf. gardneri*, *Aeschynomene sp*, *Ludwigia sp*, *Hymenachne amplexicaulis* e *Sphenoclea sp* na estação de amostragem CUJ ocorreram apenas na margem e um único indivíduo foi coletado para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter dados de dominância para estas espécies.

Em dezembro de 2011, *Alternanthera aquatica* e *Panicum elephantipes* foram classificadas como pouco abundantes. Os demais táxons foram classificados como raros.

Quadro 5.2.5-20 - Abundância relativa e classificação com relação à dominância (com base na biomassa) das espécies nas comunidades de macrófitas dos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	OUTUBRO		DEZEMBRO	
	Abund rel (%)	Dominância	Abund rel (%)	Dominância
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera aquatica</i>			22,0	Pouco Abundante
Araceae				
<i>Pistia stratiotes</i>	0,8	Rara	1,4	Rara
<i>Urospatha sagittifolia</i>	9,1	Rara		
Asteraceae				
<i>Grazielia sp</i>			0,4	Rara
Azollaceae				
<i>Azolla sp</i>			6,8	Rara
Cyperaceae				
<i>Oxycaryum cubense</i>	4,9	Rara		
Hydrocharitaceae				
<i>Limnobium laevigatum</i>			0,002	Rara
Nymphaeaceae				

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	OUTUBRO		DEZEMBRO	
<i>Nymphaea amazonum</i>	10,3	Pouco Abundante	5,7	Rara
Onagraceae				
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i>			0,3	Rara
<i>Ludwigia octovalvis</i>	2,2	Rara		
Poaceae				
<i>Luziola subintegra</i>	10,4	Pouco Abundante	3,6	Rara
<i>Oryza glumaepatula</i>			7,7	Rara
<i>Panicum elephantipes</i>	32,2	Pouco Abundante	35,8	Pouco Abundante
<i>Panicum</i> sp			7,2	Rara
<i>Paspalum repens</i>	5,8	Rara		
Pontederiaceae				
<i>Eichhornia crassipes</i>	23,1	Pouco Abundante	1,2	Rara
<i>Pontederia rotundifolia</i>	0,9	Rara		
<i>Pontederia</i> sp			5,8	Rara
Salviniaceae				
<i>Salvinia minima</i>	0,3	Rara	0,6	Rara
Sphenocleaceae				
<i>Sphenoclea</i> sp			1,6	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 outubro de 2011 foi de 100% entre o rio Madeira e os tributários, 100% entre o rio Madeira e os lagos e canais e 100% entre os tributários e os lagos e canais, indicando uma total dissimilaridade entre os sistemas. Já em dezembro de 2011, a diversidade beta das comunidades de macrófitas entre os três sistemas amostrados foi de 60% entre o rio Madeira e os tributários, de 92,6% entre o rio Madeira e os lagos e canais, e de 92,3% entre os tributários e os lagos e canais (Figura 5.2.5-20).

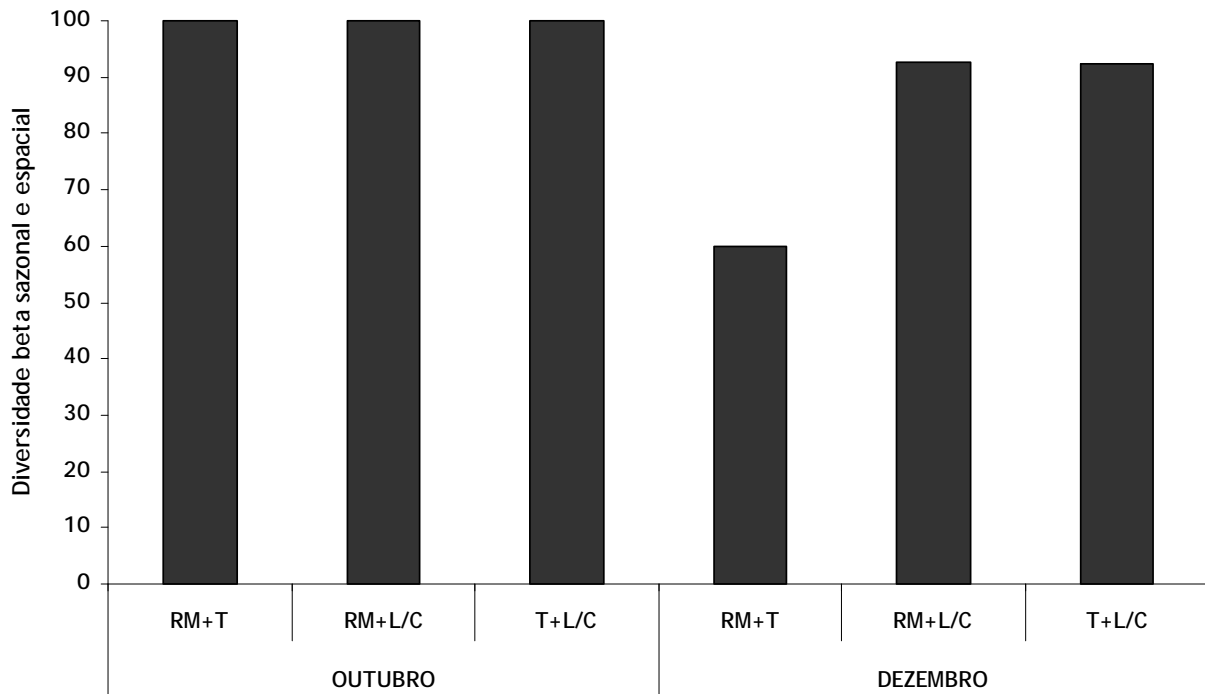


Figura 5.2.5-20 - Diversidade beta sazonal e espacial (%) entre as comunidades de macrófitas dos sistemas monitorados na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

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 15 espécies em outubro de 2011 e de 26 espécies em dezembro de 2011, sendo, portanto baixa para ambos os períodos de coleta (Figura 5.2.5-21).

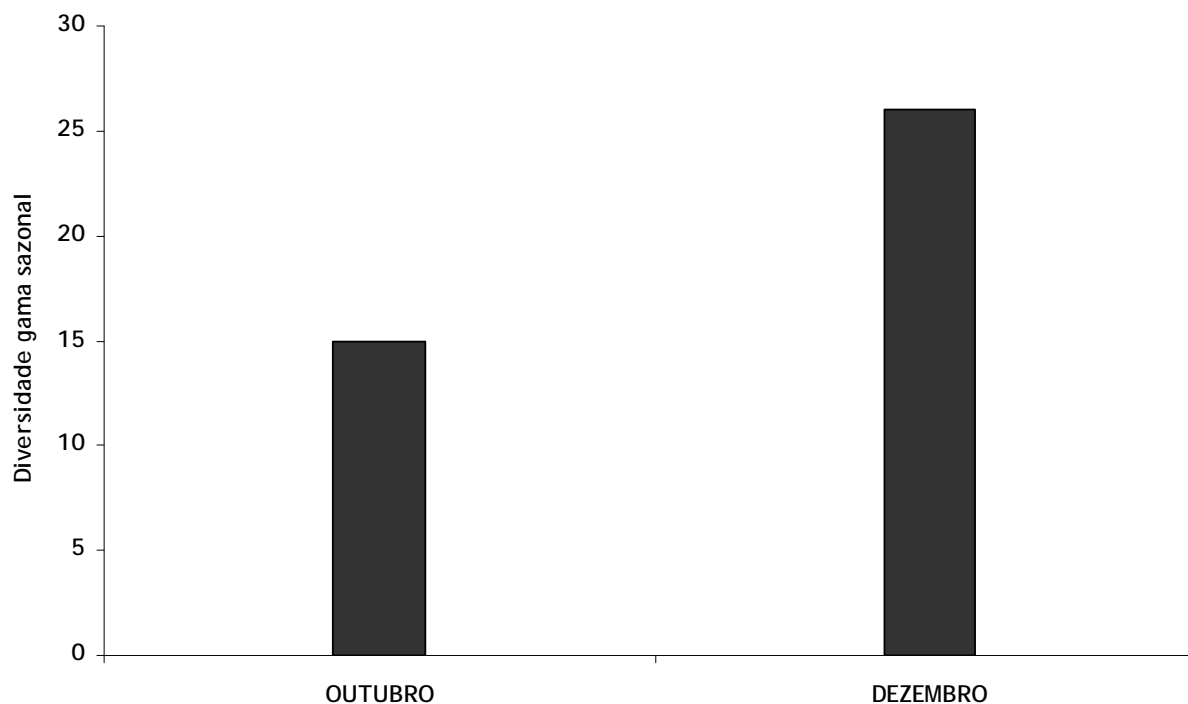


Figura 5.2.5-21 - Valores de diversidade gama sazonal para as comunidades de macrófitas em todo o sistema da sub-bacia do rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

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 outubro de 2011, houve ausência de macrófitas nas estações de amostragem MON.05, MON.04, MON.03, MON.02, MON.01, JUS.01 e JUS.03. Na estação de amostragem JUS.02, as macrófitas *Ludwigia* sp e *Echinochloa* sp foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter a análise de ordenação entre as macrófitas e as variáveis abióticas, metais contidos na água e metais contidos nas macrófitas.

Em dezembro de 2011, não houve correlação entre as variáveis abióticas, os metais contidos na água e os metais contidos nas macrófitas no trecho monitorado do rio Madeira, na área de

influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, devido, provavelmente, à ocorrências esporádicas de espécies de macrófitas, neste período.

Tributários

Em outubro de 2011, houve a ausência de macrófitas nas estações de amostragem CAR, JAC.01, JAC.02, JAC.03, CRC, TEO, TEO.01, JAT I.01, JAT II, BEL e JAM. Na estação de amostragem JAT I, as macrófitas *Paspalum repens* e *Sphenoclea zeylanica* foram coletadas na margem somente para o inventário qualitativo de riqueza de táxons e, por isso, não foi possível obter a análise de ordenação entre as macrófitas e as variáveis abióticas, metais contidos na água e metais contidos nas macrófitas.

Em dezembro de 2011, não houve correlação entre as variáveis abióticas, os metais contidos na água e os metais contidos nas macrófitas nos tributários monitorados na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira. Provavelmente isto se deveu à baixa frequência de ocorrência e baixa riqueza das espécies neste período.

Lagos e Canais

Em outubro de 2011, nos lagos e canais, a análise de correspondência canônica evidenciou que as densidades dos táxons das famílias Pontederiaceae e Poaceae estiveram associadas com as variáveis profundidade, nitrogênio inorgânico dissolvido e fósforo total, como pode ser observado no quadrante à esquerda da **Figura 5.2.5-22**. Houve também uma associação entre as macrófitas das famílias Onagraceae, Araceae, Cyperaceae e Salviniaceae e a temperatura. Já o táxon da família Nymphaeaceae esteve associado com a condutividade elétrica. Ocorreu uma associação entre os táxons das famílias Pontederiaceae e Poaceae e alguns metais contidos na água: Cr, Ba, Co e Ni. Outras duas associações foram observadas. A primeira ocorreu entre os táxons das famílias Araceae, Onagraceae, Cyperaceae e Salviniaceae e os metais Pb e Al e a segunda entre o táxon da família Nymphaeaceae e K, Na, Mg, Ca e Mn (quadrante central da **Figura 5.2.5-22**). Em relação aos metais contidos nas macrófitas observa-se que houve uma associação entre as macrófitas das famílias Salviniaceae, Araceae, Cyperaceae e Onagraceae e os metais Si, Zn, Ni, Ba, Fe e Mn. Também se observou uma associação entre as macrófitas das famílias Pontederiaceae e Poaceae e Co, Al e Cr. O táxon da família Nymphaeaceae esteve associado com Na e Pb, como pode ser observado no quadrante à direita da **Figura 5.2.5-22**.

UHE SANTO ANTÔNIO DO RIO MADEIRA

2382-00-MLM-RL-0011-00

Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas - Relatório 11
(Relatório Consolidado do Enchimento)

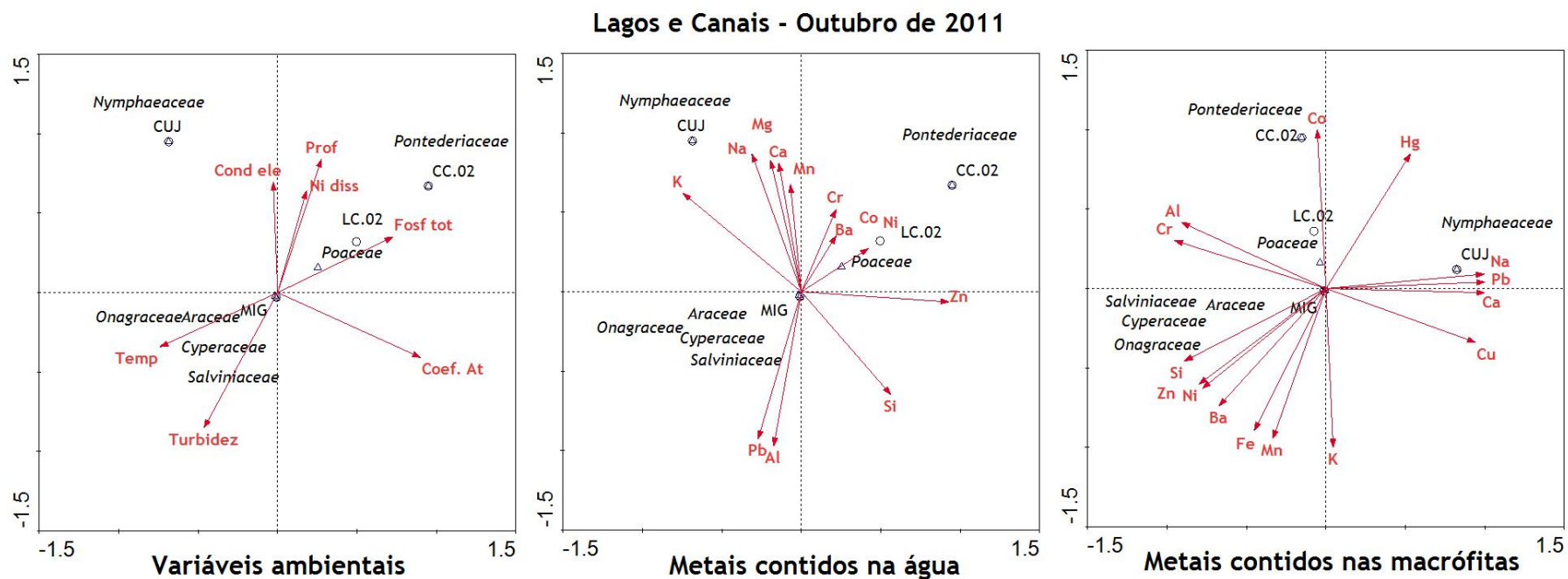


Figura 5.2.5-22 - Análise de correspondência canônica da densidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011.

Em dezembro de 2011, nos lagos e canais, a análise de correspondência canônica evidenciou que as densidades dos táxons das famílias Sphenocleaceae, Salviniaceae, Asteraceae, Pontederiaceae, Poaceae, Araceae e Hydrocharitaceae estiveram associadas com as variáveis turbidez e coeficiente de atenuação vertical, como pode ser observado no quadrante à esquerda da **Figura 5.2.5-23**. Houve também uma associação entre a família Azollaceae, o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo total. Já a espécie da família Nymphaeaceae esteve associada com a condutividade elétrica e a profundidade. Ocorreu uma associação entre os táxons das famílias Sphenocleaceae, Salviniaceae, Asteraceae, Pontederiaceae, Poaceae, Araceae e Hydrocharitaceae e alguns metais contidos na água: Cu, Ba e Ni. Outras duas associações foram observadas. A primeira ocorreu entre a família Azollaceae e os metais Si e Al e a segunda entre o táxon da família Nymphaeaceae e o Zn, Mn, Mg, Ca, Na e K (quadrante central da **Figura 5.2.5-23**). Em relação aos metais contidos nas macrófitas observa-se que houve uma associação entre as macrófitas das famílias Sphenocleaceae, Salviniaceae, Pontederiaceae, Poaceae, Araceae e Hydrocharitaceae e os metais Mg e Si. Também se observou uma associação entre as macrófitas das famílias Azollaceae e Asteraceae e o Ni, Ba, Pb, Zn, Fe, Co, Mn, Cu, Cr, Al e Hg. O táxon da família Nymphaeaceae esteve associado com K, como pode ser observado no quadrante à direita da **Figura 5.2.5-23**.

Lagos e Canais - Dezembro de 2011

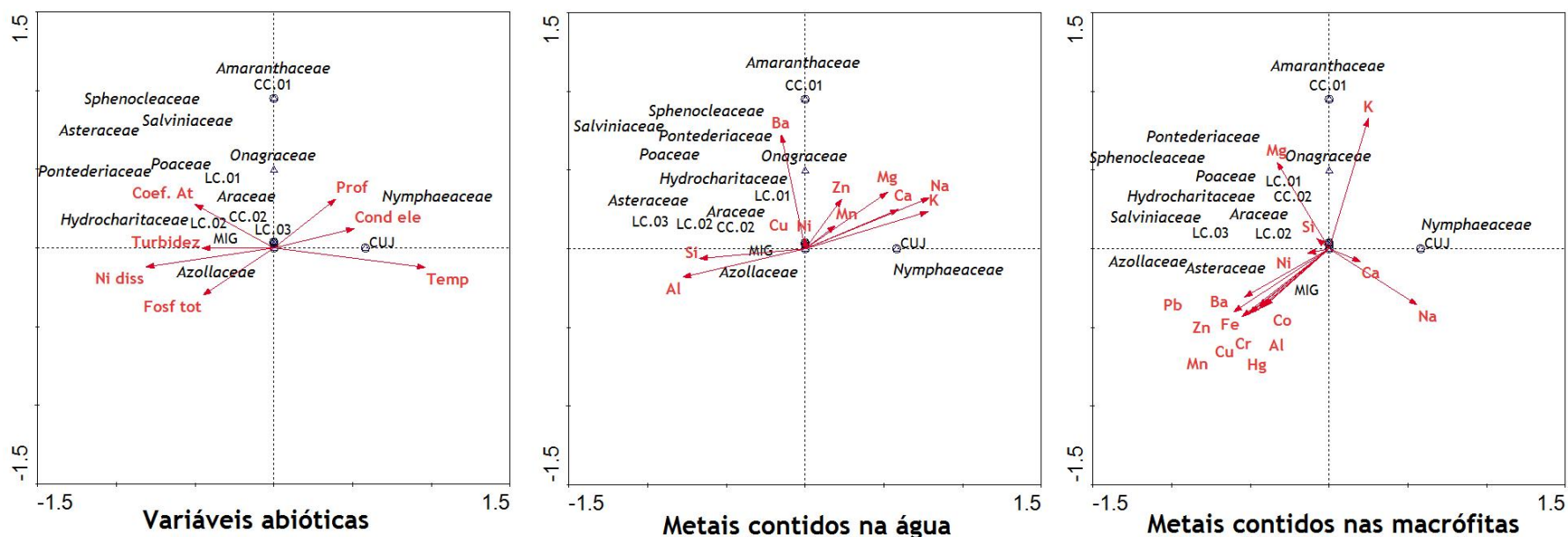


Figura 5.2.5-23 - Análise de correspondência canônica da densidade de macrófitas nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011.

5.2.5.8.2 - Valores dos estimadores Jackknife de primeira ordem e Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies

Rio Madeira

No rio Madeira, a máxima riqueza de espécies estimada pelo estimador Jackknife de primeira ordem foi de 4 espécies em outubro de 2011, enquanto que para dezembro de 2011 a máxima riqueza de espécies estimada foi de 6 espécies (Figura 5.2.5-24). Já o estimador Chao de segunda ordem forneceu uma estimativa inferior de 2 espécies para outubro de 2011 e de 3 espécies para dezembro de 2011 (Figura 5.2.5-25).

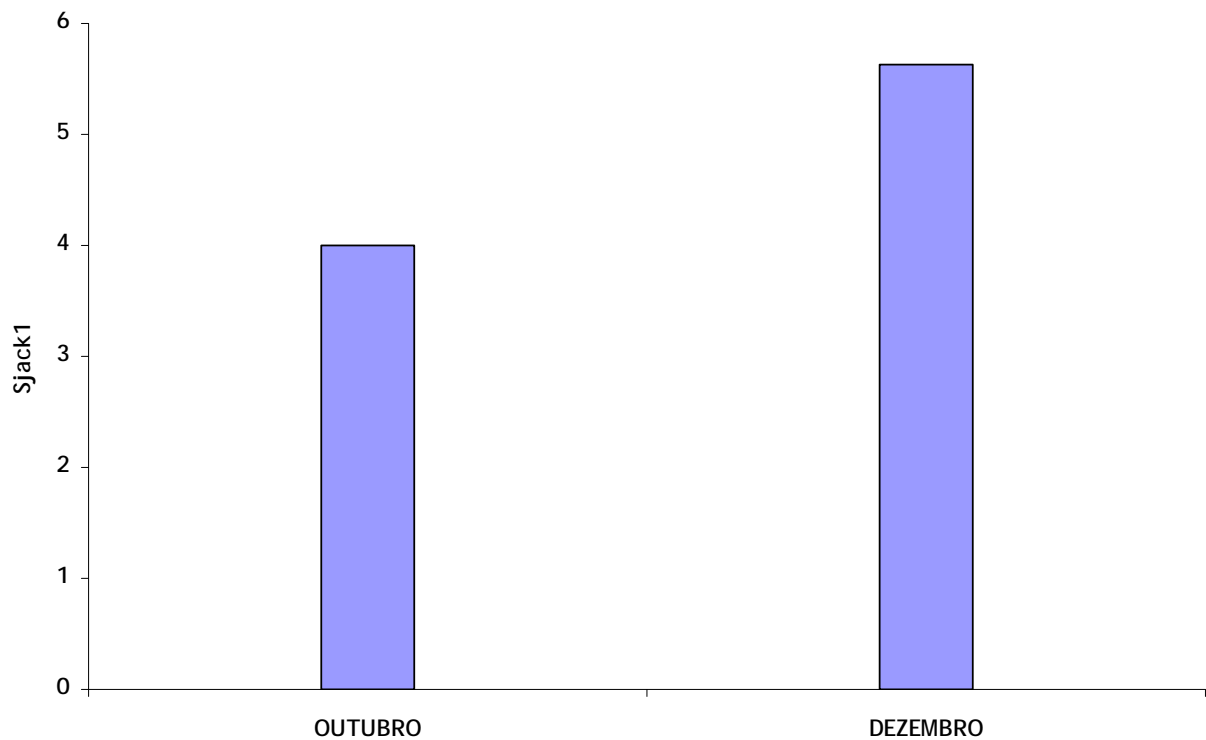


Figura 5.2.5-24 - Estimador Jackknife de primeira ordem para a riqueza de espécies no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

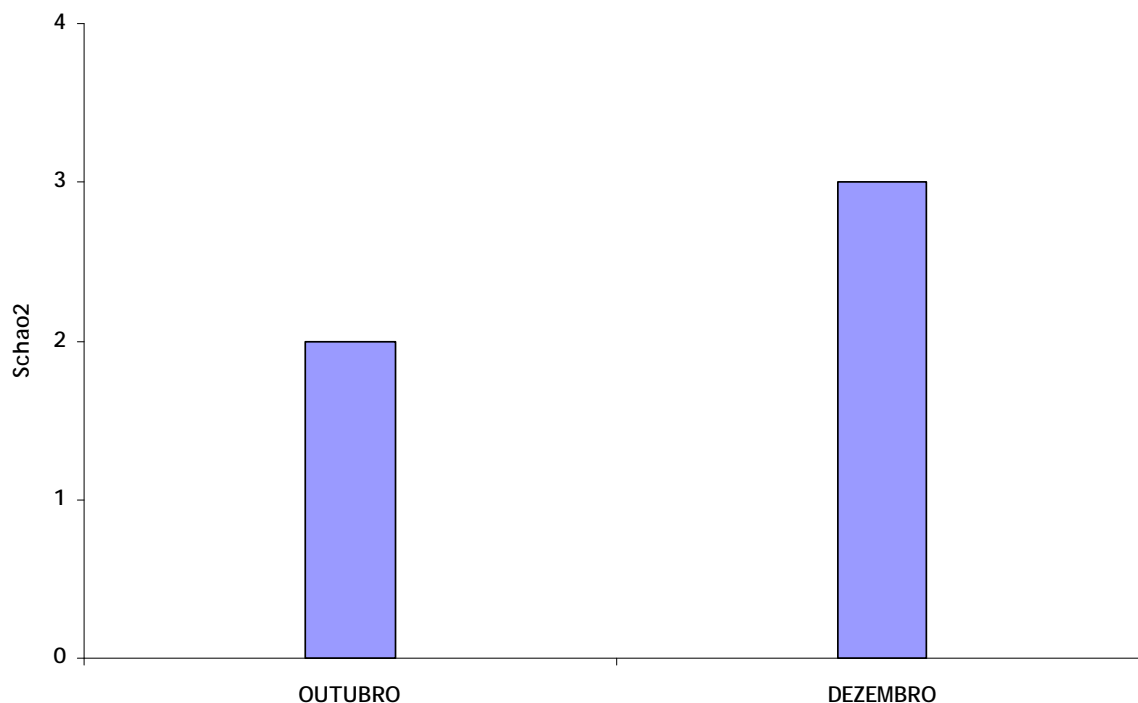


Figura 5.2.5-25 - Estimador Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies no rio Madeira, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Tributários

Nos tributários, a máxima riqueza de espécies estimada pelo estimador Jackknife de primeira ordem foi de 4 espécies em outubro de 2011, enquanto que para dezembro a máxima riqueza de espécies estimada foi de 3 espécies (Figura 5.2.5-26). Já o estimador Chao de segunda ordem forneceu uma estimativa inferior, de 2 espécies, tanto para outubro de 2011, como para dezembro de 2011 (Figura 5.2.5-27).

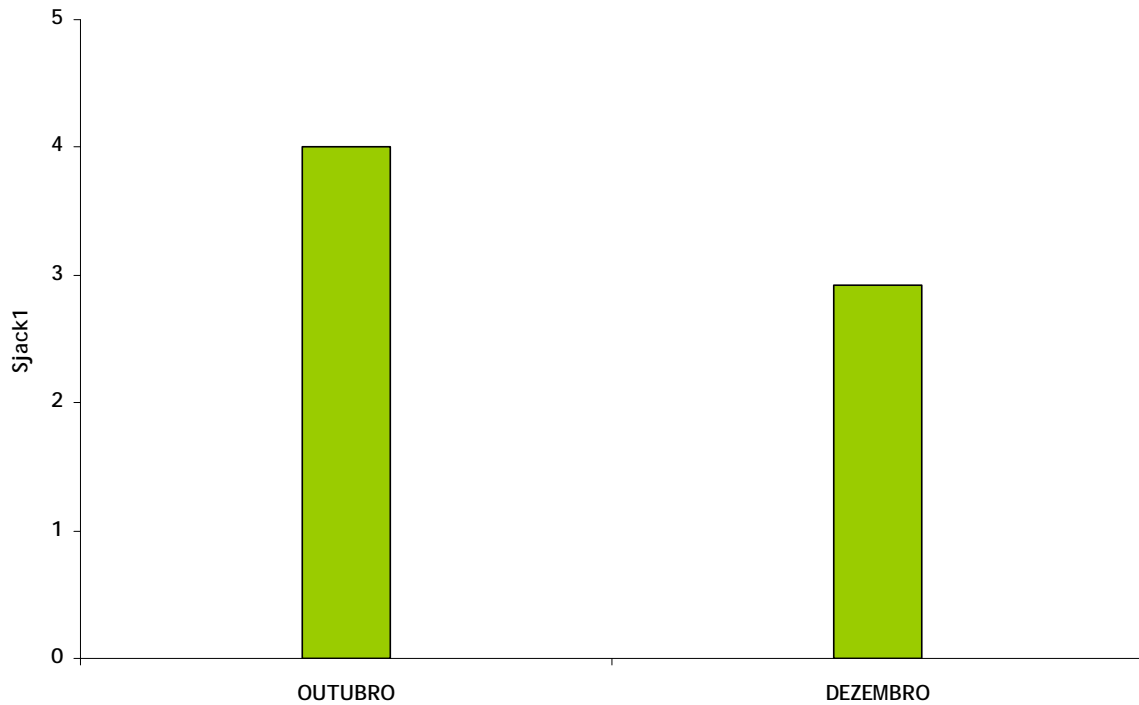


Figura 5.2.5-26 - Valores estimados pelo estimador Jackknife de primeira ordem para a riqueza de espécies nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

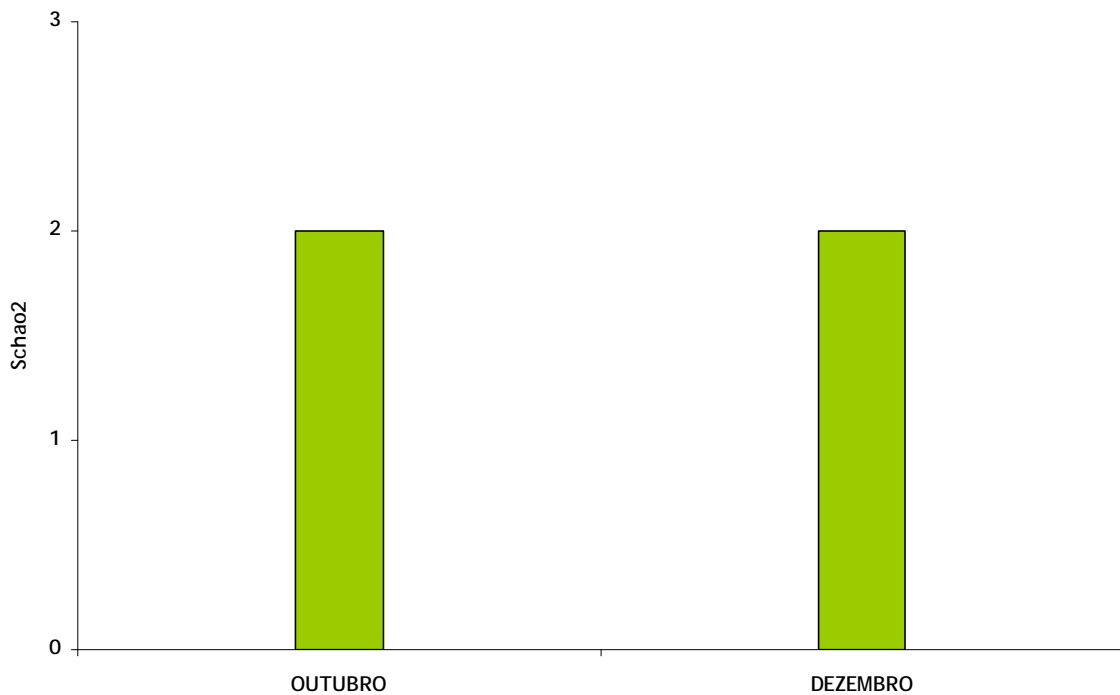


Figura 5.2.5-27 - Valores obtidos por meio do estimador Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies nos tributários, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

Lagos e Canais

Nos lagos e canais, a máxima riqueza de espécies obtida por meio do estimador Jackknife de primeira ordem foi de 20 espécies em outubro de 2011, enquanto que para dezembro a máxima riqueza de espécies estimada foi de 36 espécies (Figura 5.2.5-28). Já o estimador Chao de segunda ordem forneceu uma estimativa inferior, de 17 espécies para outubro de 2011 e de 25 espécies para dezembro de 2011 (Figura 5.2.5-29).

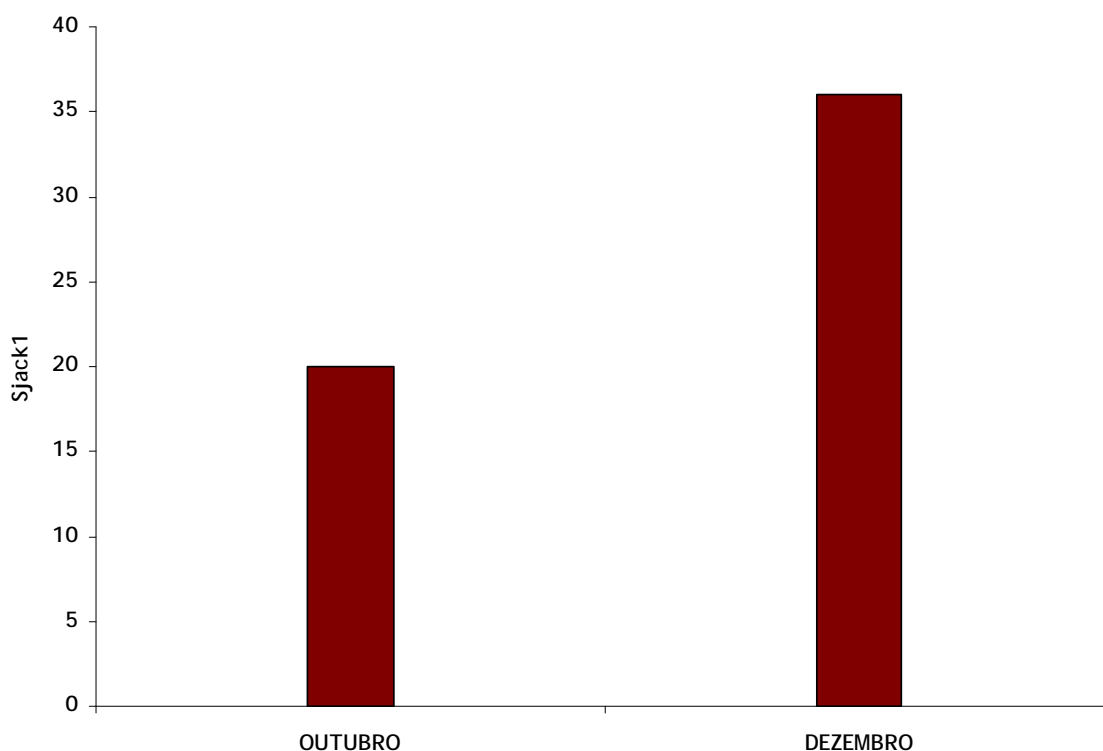


Figura 5.2.5-28 - Valores obtidos por meio do estimador Jackknife de primeira ordem para a riqueza de espécies nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

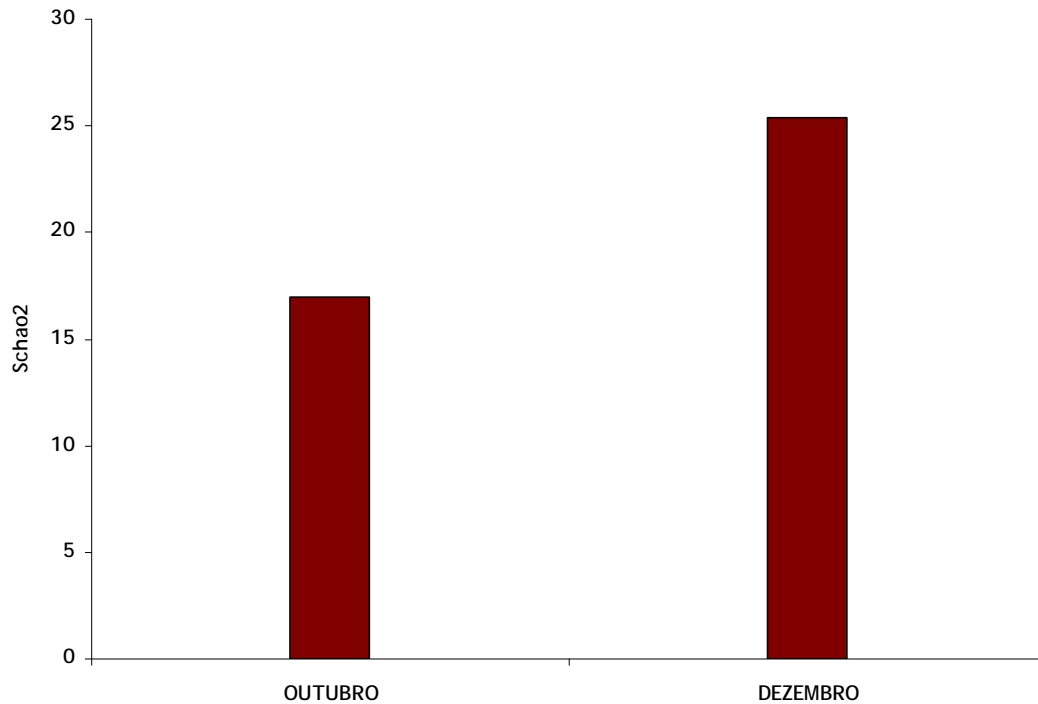


Figura 5.2.5-29 - Valores obtidos por meio do estimador Chao de segunda ordem para a riqueza de espécies nos lagos e canais, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 e em dezembro de 2011.

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 os tributários, quando comparada àquela do rio Madeira e dos lagos e canais. Para os tributários, o número de indivíduos se padronizou em até 100 indivíduos, enquanto que para o rio Madeira e para os lagos e canais os números de indivíduos se padronizaram acima de 2.000 indivíduos. Para outubro de 2011 e dezembro de 2011, a curva de abundância de espécies dos

lagos e canais (Figura 5.2.5-30) já indicou uma tendência à estabilização, enquanto que as curvas dos tributários e do rio Madeira sugeriram que os esforços amostrais nestes sistemas não permitiram a estabilização.

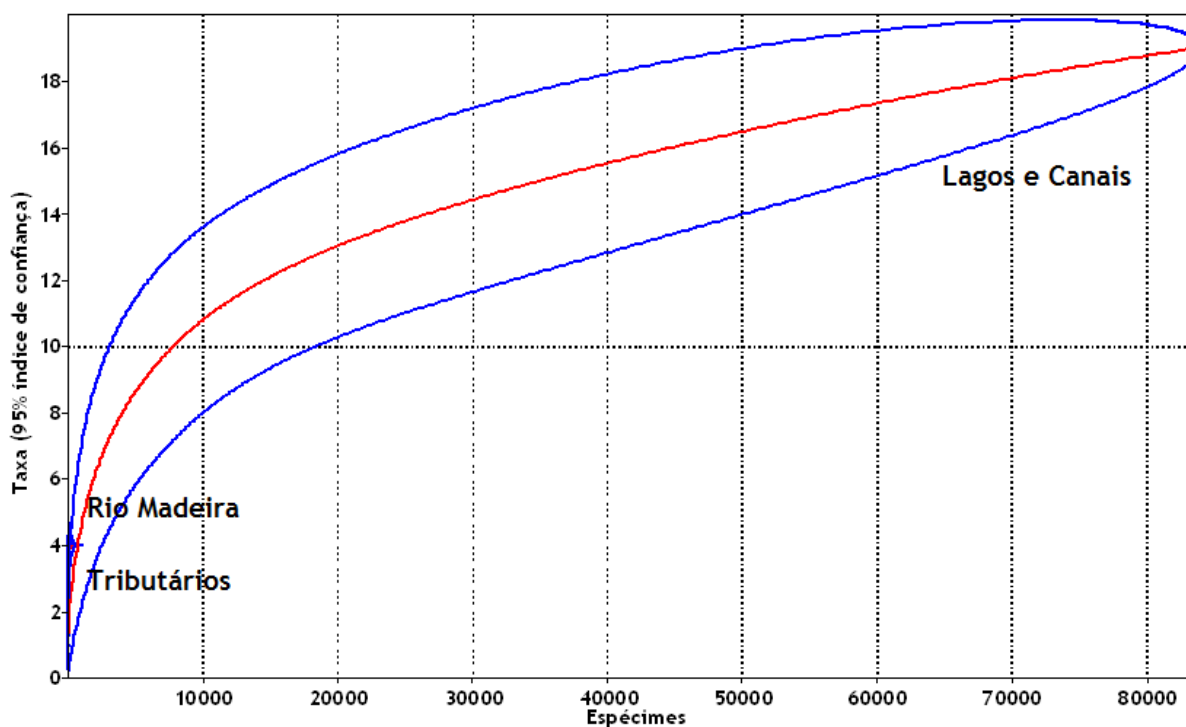


Figura 5.2.5-30 - Curva de rarefação das espécies de macrófitas para o rio Madeira, seus tributários e os lagos e canais adjacentes, na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira. O número de amostras corresponde a dois períodos de coletas realizados em outubro de 2011 e dezembro de 2011.

5.2.5.10 - Similaridade

O diagrama relativo à análise de similaridade das comunidades de macrófitas foi obtido apenas para as estações de coleta dos lagos e canais em outubro de 2011, em virtude da baixa ocorrência de macrófitas no período analisado (Figura 5.2.5-31). Pode-se observar que as estações mais similares foram CC.02 e LC.02, com 50% de similaridade. Para todas as outras estações amostradas houve total dissimilaridade.

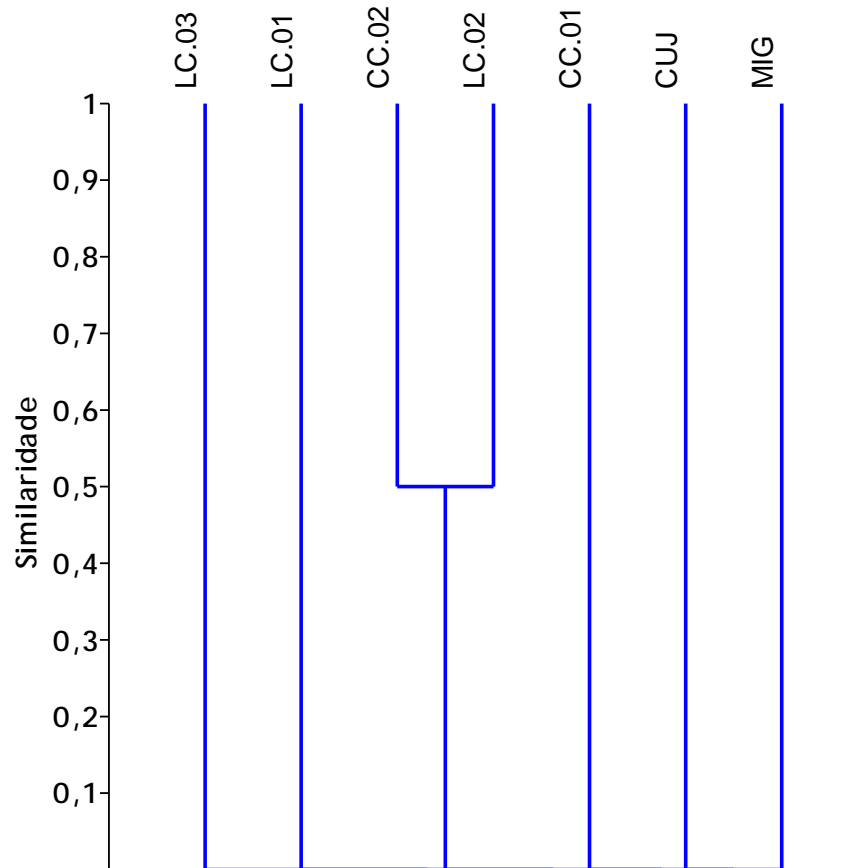


Figura 5.2.5-31 - Dendrograma de similaridade/dissimilaridade entre as comunidades de macrófitas amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em outubro de 2011 (coeficiente cofenético = 1,00).

O diagrama relativo à análise de similaridade das comunidades de macrófitas em dezembro de 2011 encontra-se representado na Figura 5.2.5-32. Pode-se observar dois grupos bem distintos. O primeiro deles é o grupo formado pelas estações JAC.01, CRC e CEA, com 100% de similaridade. Estas três estações localizadas nos tributários do rio Madeira tiveram 33,3% de similaridade com a estação MON.01 localizada no rio Madeira. O segundo grupo é formado pelas estações de amostragem dos lagos e canais, sendo que as estações mais similares foram LC.01 e LC.03 (45,5%). Para a estação CUJ houve total dissimilaridade com as outras estações de amostragem.

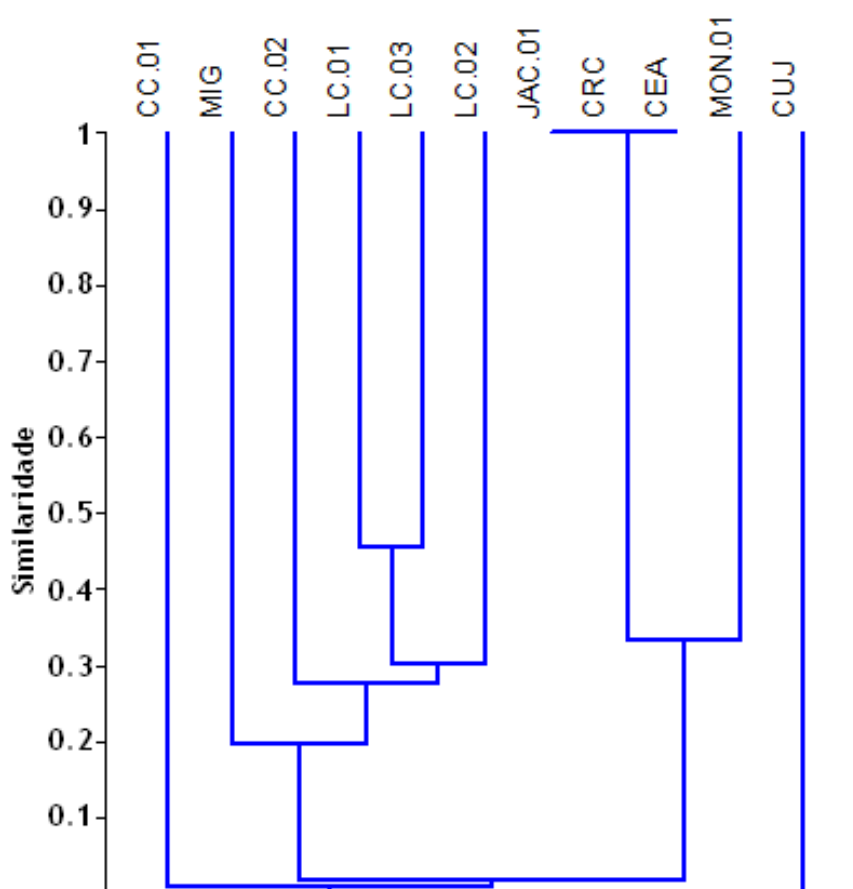


Figura 5.2.5-32 - Dendrograma de similaridade/dissimilaridade entre as comunidades de macrófitas amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio no rio Madeira, em dezembro de 2011 (coeficiente cofenético = 0,9876).

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 a sua fisiologia, como resposta a exposição a ambientes poluídos, algumas macrófitas aquáticas podem apresentar alterações na sua composição química, podendo ser utilizadas como um confiável bio-indicador de poluição hídrica.

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 velocidade de desenvolvimento desta espécie em águas poluídas, 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).

Além disso, outra característica importante é que as raízes dessas plantas, quando colonizadas por microalgas e bactérias, são um excelente microambiente para a metilação do mercúrio, pois retêm partículas em suspensão na água e outros detritos. Nesse microambiente, a intensa atividade microbiana e a produção de compostos húmicos e fúlvicos (que podem fornecer radicais metil) favorecem a metilação. Como muitos organismos aquáticos passam parte da vida nessas raízes, a bioacumulação do composto, mais disponível nesse micro-ambiente do que no sedimento de fundo de maneira geral, é facilitada. A metilação junto às raízes das plantas aquáticas é uma das peculiaridades do ciclo do Hg em ambientes tropicais (MAURO & GUIMARÃES, 1999).

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.

No período de águas baixas de 2011, não foi registrada ocorrência de macrófitas aquáticas nas estações de monitoramento dos tributários do rio Madeira, avaliados no programa limnológico e de macrófitas aquáticas da UHE Santo Antônio. No período de enchente de 2011, os três sistemas avaliados (tributários, rio Madeira e lagos e canais) registraram a ocorrência de macrófitas aquáticas.

O teor médio de matéria orgânica nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $9,44 \pm 3,27$ % p/p (média \pm DP). A concentração mínima foi de 4,94 % p/p registrada

na estação CEA em dezembro/2011, ao passo que a máxima foi de 15,40 % p/p registrada na estação LC.01 também em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-33), ambas as estações com predomínio da espécie emersa *Paspalum* sp.

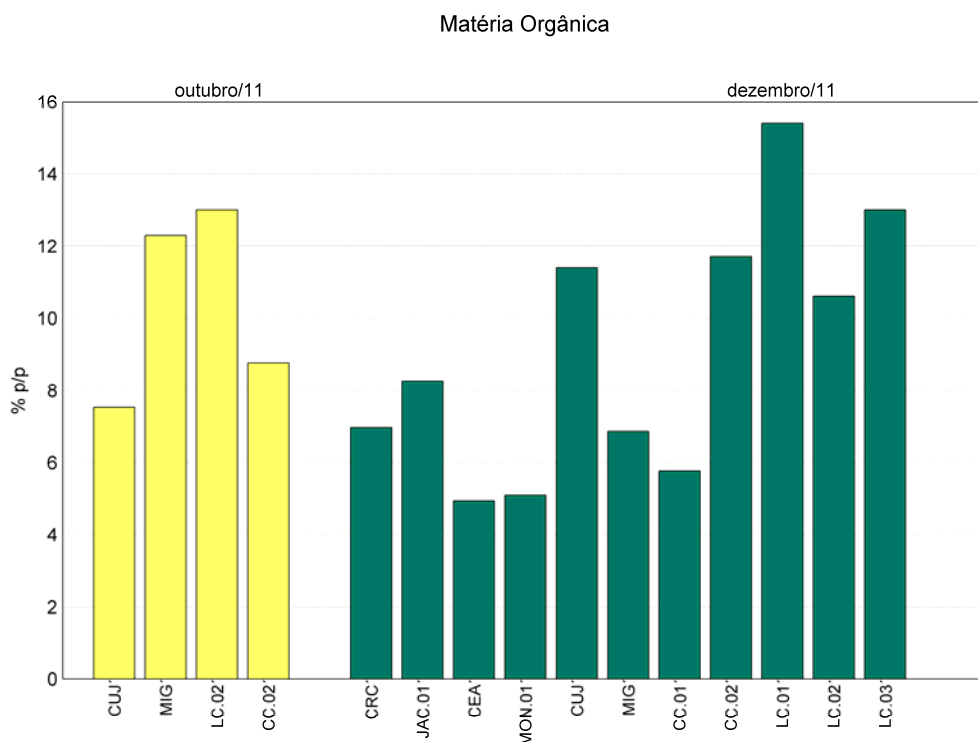


Figura 5.2.5-33 - Teores de matéria orgânica nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de carbono orgânico total nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $5,19 \pm 1,74$ % p/p (média \pm DP). A concentração mínima foi de 2,80 % p/p registrada na estação CEA em dezembro/2011, ao passo que a máxima foi de 8,20 % p/p registrada na estação LC.01 também em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-34), ambas as estações com predomínio da espécie emersa *Paspalum* sp.

Carbono Orgânico Total

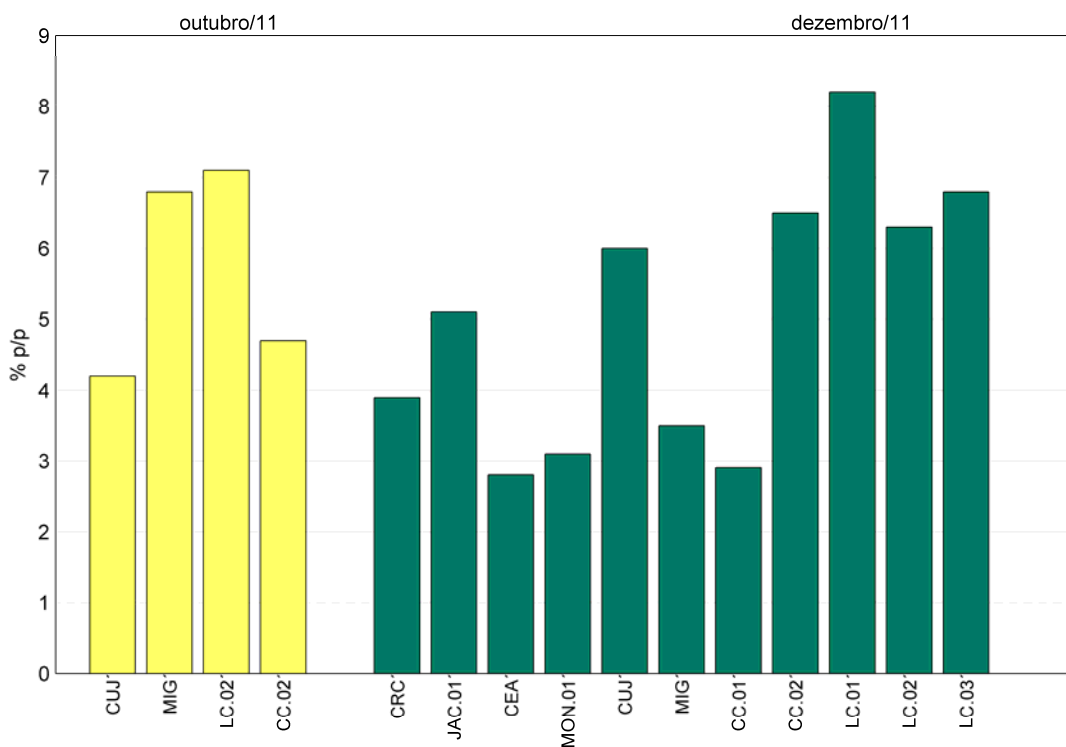


Figura 5.2.5-34 - Teores de carbono orgânico total nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de cinzas (base seca) nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $19,64 \pm 9,41$ % p/p (média \pm DP). A concentração mínima foi de 1,10 % p/p registrada na estação LC.01 no período de dezembro/2011, ao passo que a máxima foi de 41,40 % p/p na estação CC.02, observada em outubro/2011 (Figura 5.2.5-35), ambas as estações com predomínio da espécie emersa *Paspalum* sp.

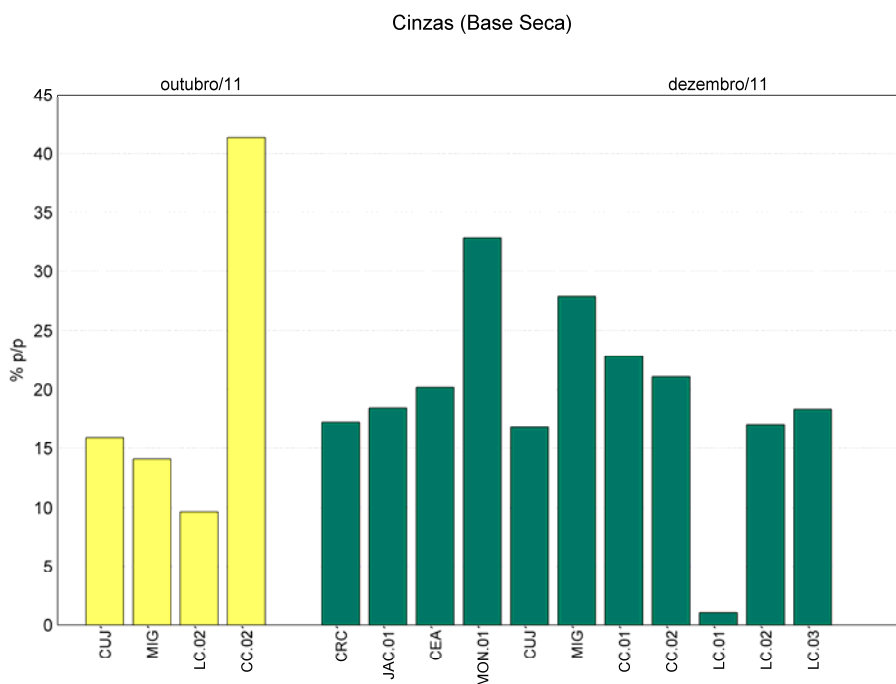


Figura 5.2.5-35 - Teor de cinzas (base seca) nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de Cinzas (Base Úmida) nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $2,21 \pm 1,33$ % p/p (média \pm DP). A concentração mínima foi de 0,17 % p/p registrada na estação LC.01 no período de dezembro/2011, ao passo que a máxima foi de 6,19 % p/p registrada na estação CC.02, observada em outubro/2011 (Figura 5.2.5-36), ambas as estações com predomínio da espécie emersa *Paspalum* sp.

Cinzas (Base Úmida)

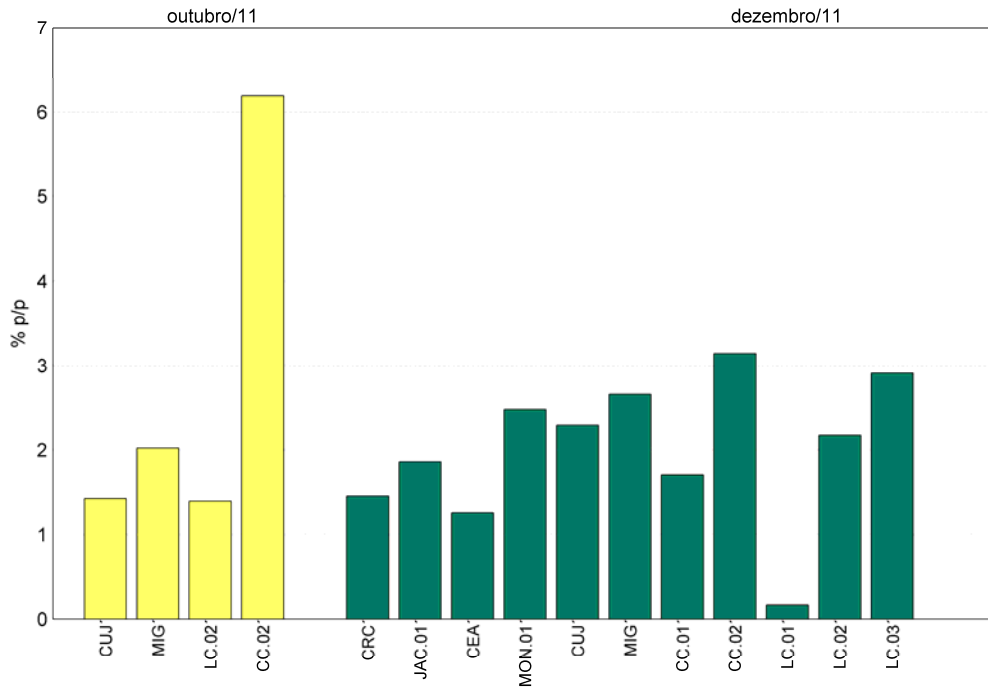


Figura 5.2.5-36 - Teor de cinzas (base úmida) nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

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 adquiridos pelas plantas na forma de íons inorgânicos, sendo adquiridos através da área superficial de suas raízes.

Somente certos elementos são essenciais ao crescimento das plantas e para completarem seu ciclo de vida. 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).

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de Sódio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $949,47 \pm 1.137,95$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 106,00 mg/Kg registrada na estação CC.01 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie *Alternanthera aquatica*. A concentração máxima foi de 3.827,00 mg/Kg registrada na estação CUJ em outubro/2011 (Figura 5.2.5-37), com predomínio de *Nymphaea* sp.

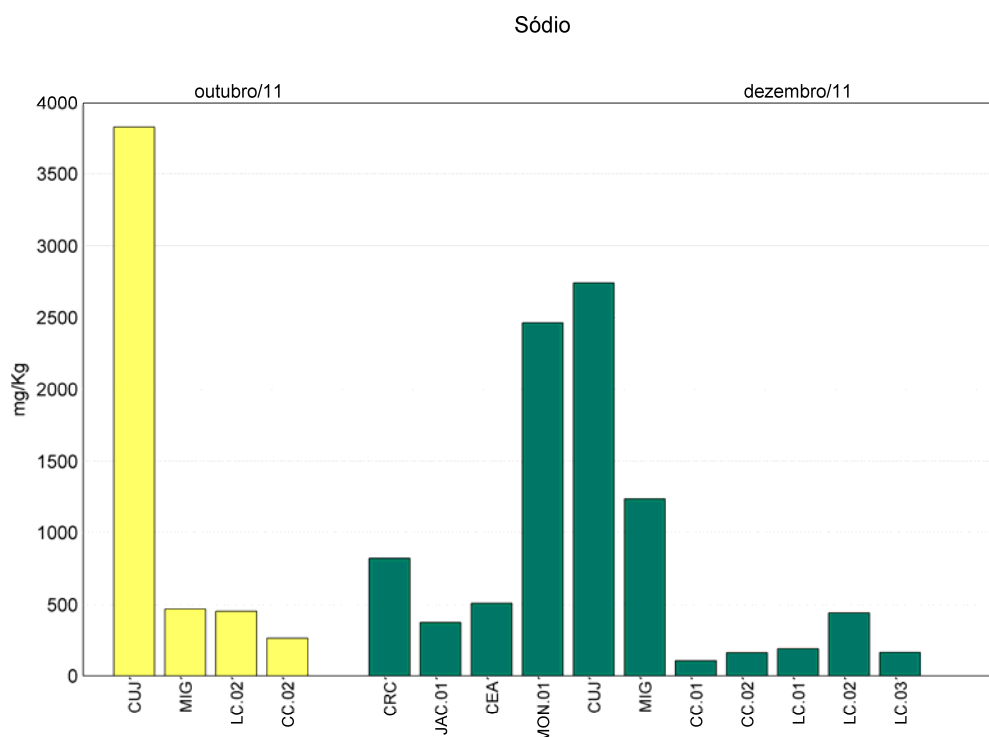


Figura 5.2.5-37 - Concentrações de sódio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de Potássio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $31.263,5 \pm 14.871,6$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 9.235,0 mg/Kg registrada na estação MON.01 em

dezembro/2011, onde predominou a espécie *Salvinia* sp. A concentração máxima foi de 56.606,0 mg/Kg registrada na estação CRC, também em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-38), com predomínio de *Paspalum* sp.

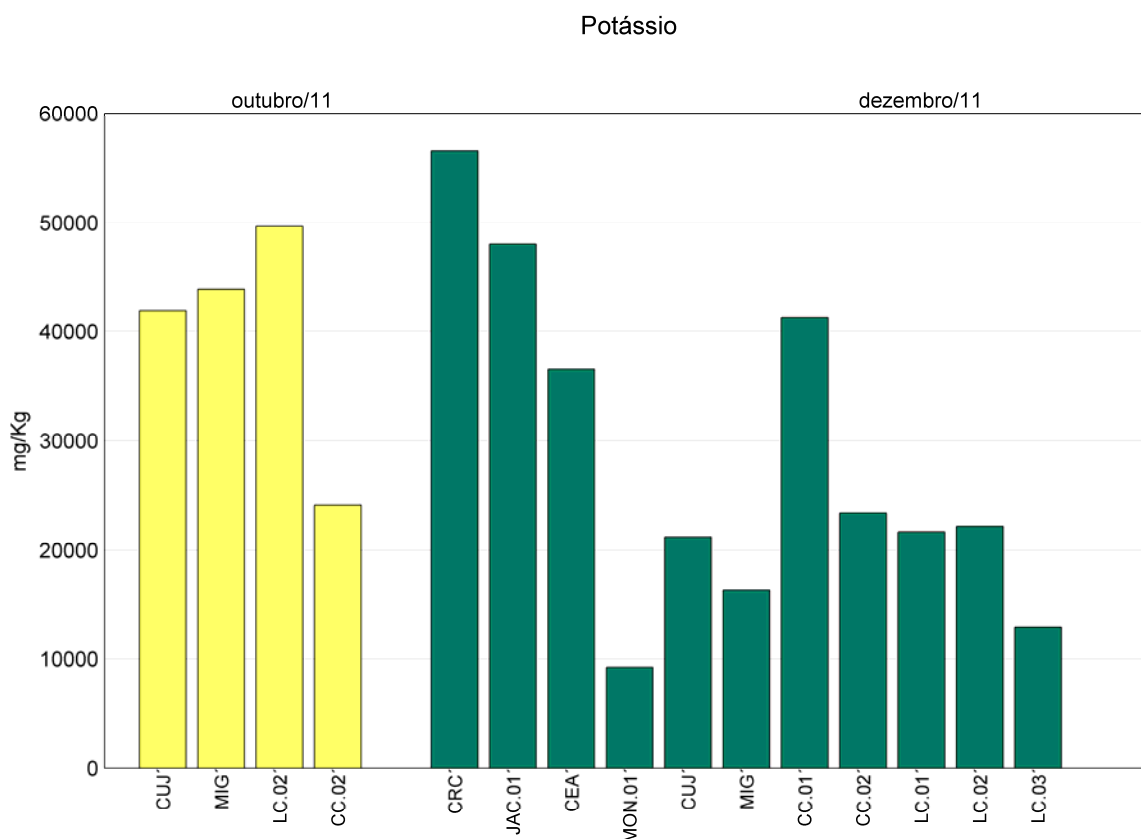


Figura 5.2.5-38 - Concentrações de potássio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de Potássio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $3.890,3 \pm 2.332,0$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 1.105,0 mg/Kg registrada na estação LC.02 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 8.919,0 mg/Kg registrada na estação CUJ em outubro/2011 (Figura 5.2.5-39), com predomínio de *Nymphaea* sp.

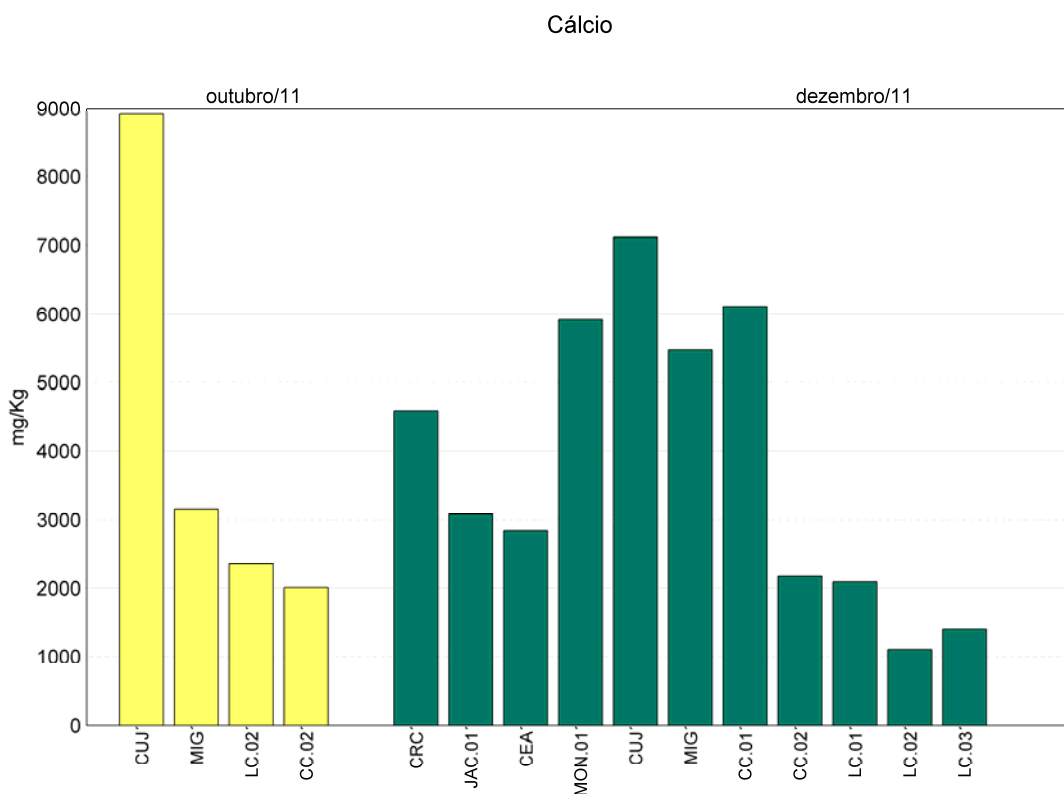


Figura 5.2.5-39 - Concentrações de cálcio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de magnésio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $2.081,2 \pm 767,3$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 927,0 mg/Kg registrada na estação LC.02 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 3.958,0 mg/Kg observada na estação CC.01 em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-40), com predomínio de *Althernanthera aquatica*.

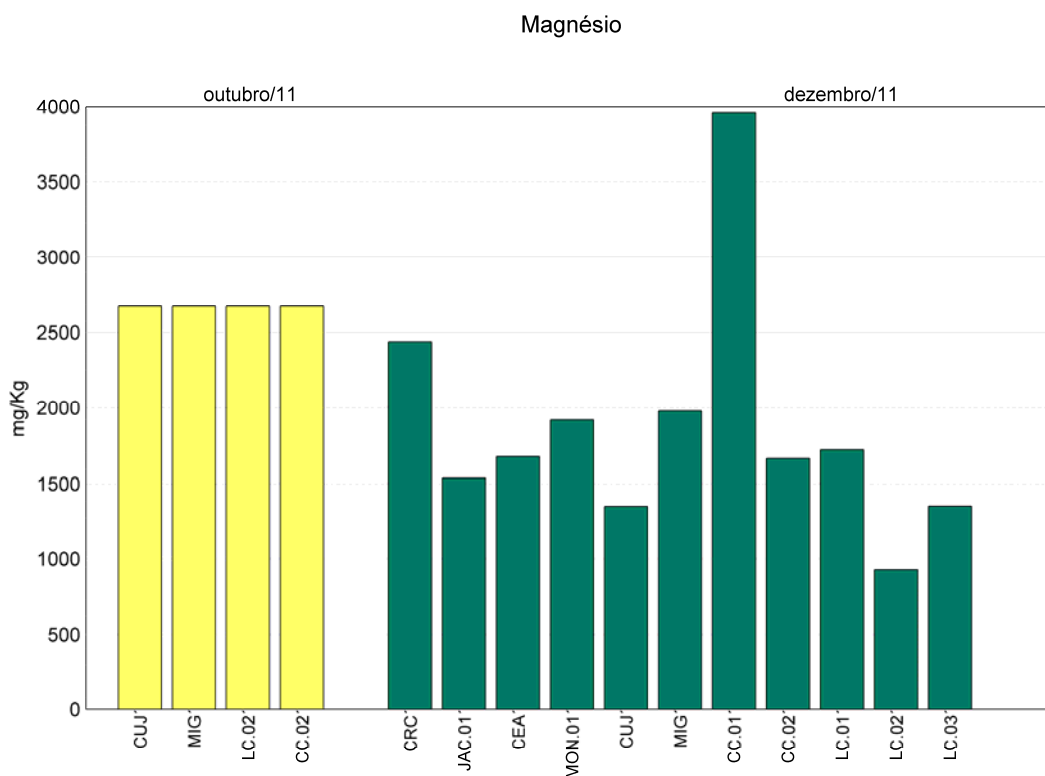


Figura 5.2.5-40 - Concentrações de magnésio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

Somados, a composição média dos quatro macronutrientes correspondem a aproximadamente 4,8 % do peso seco das plantas amostradas na área do empreendimento no período de águas baixas de 2011 e a 3,46 % no período de enchente de 2012.

No período de águas baixas/11, os valores se aproximam dos 5% encontrados por Esteves (1998), sugerindo haver disponibilidade desses macronutrientes e um equilíbrio no aproveitamento pelas plantas ao longo do período. No entanto, no período de enchente esses valores estão abaixo dos 5%, o que sugere uma menor demanda ou leve empobrecimento na constituição dessas plantas com relação aos nutrientes essenciais.

5.2.5.11.3 - Elementos-traço

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de alumínio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $854,1 \pm 959,8$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 34,0 mg/Kg registrada na estação LC.01 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 3.188,0 mg/Kg na estação MON.01, também registrada em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-41), com predomínio de *Salvinia* sp.

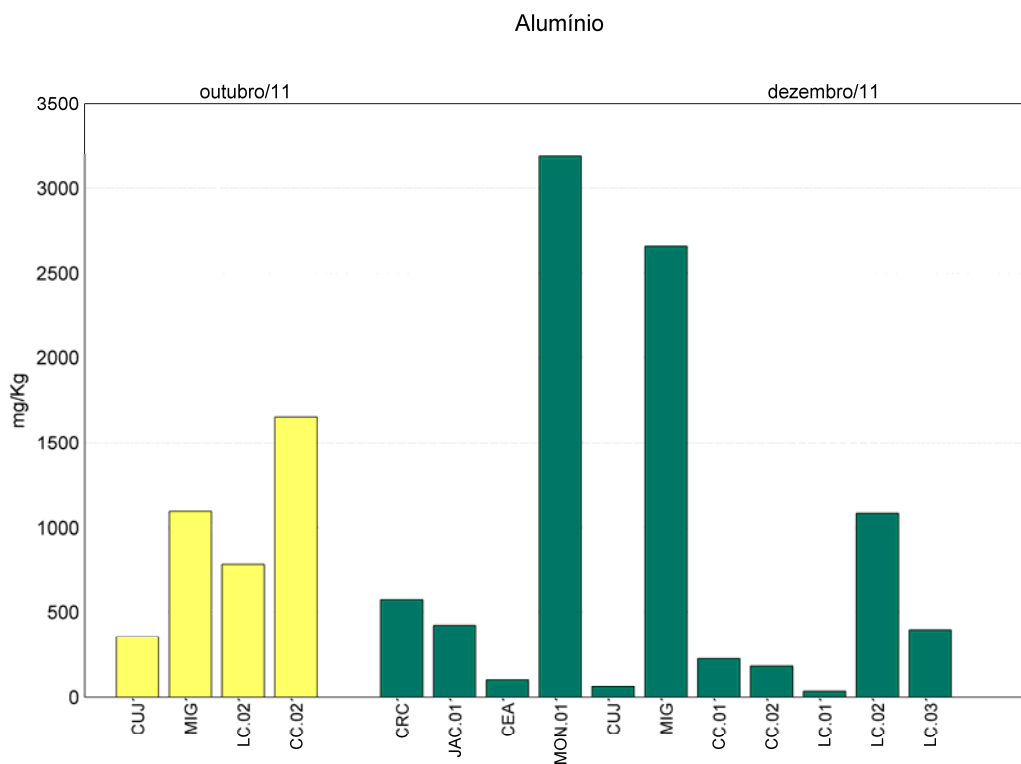


Figura 5.2.5-41 - Concentrações de alumínio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de alumínio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $66,00 \pm 41,65$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 12,00 mg/Kg registrada na estação CUJ no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie de folha-flutuante *Nymphaea amazonum*. A

concentração máxima foi de 173,00 mg/Kg na estação MIG, também registrada em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-42), com predomínio de *Azolla* sp.

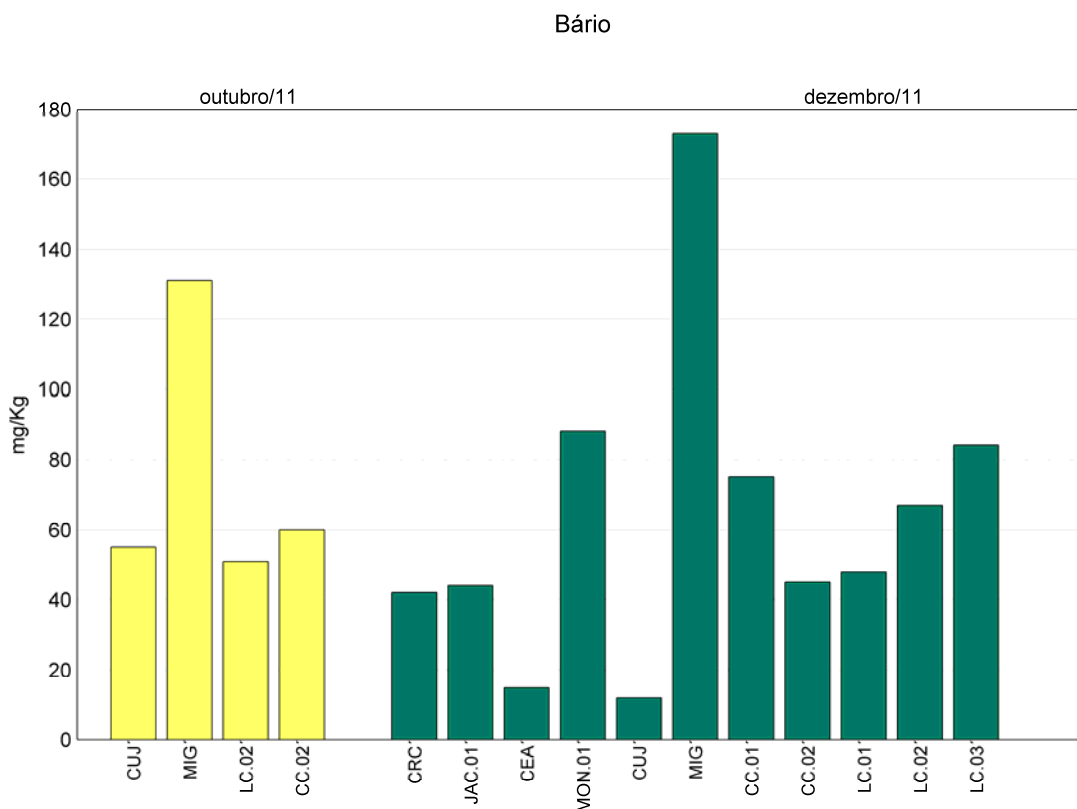


Figura 5.2.5-42 - Concentrações de bário nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

Nos períodos de águas baixas/11 e enchente/12, as concentrações de cádmio e estanho nas macrófitas amostradas no rio Madeira e nos lagos e canais ficou abaixo do limite de quantificação do método, em todas as estações avaliadas.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de chumbo nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $1,43 \pm 1,25$ mg/Kg (média \pm DP). Este elemento esteve abaixo do limite de detecção nas macrófitas das estações CUJ, CC.01 e CC.02 no período de dezembro/2011. A concentração máxima foi de 3,97 mg/Kg na estação MON.01, também registrada em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-43), com predomínio de *Salvinia* sp.

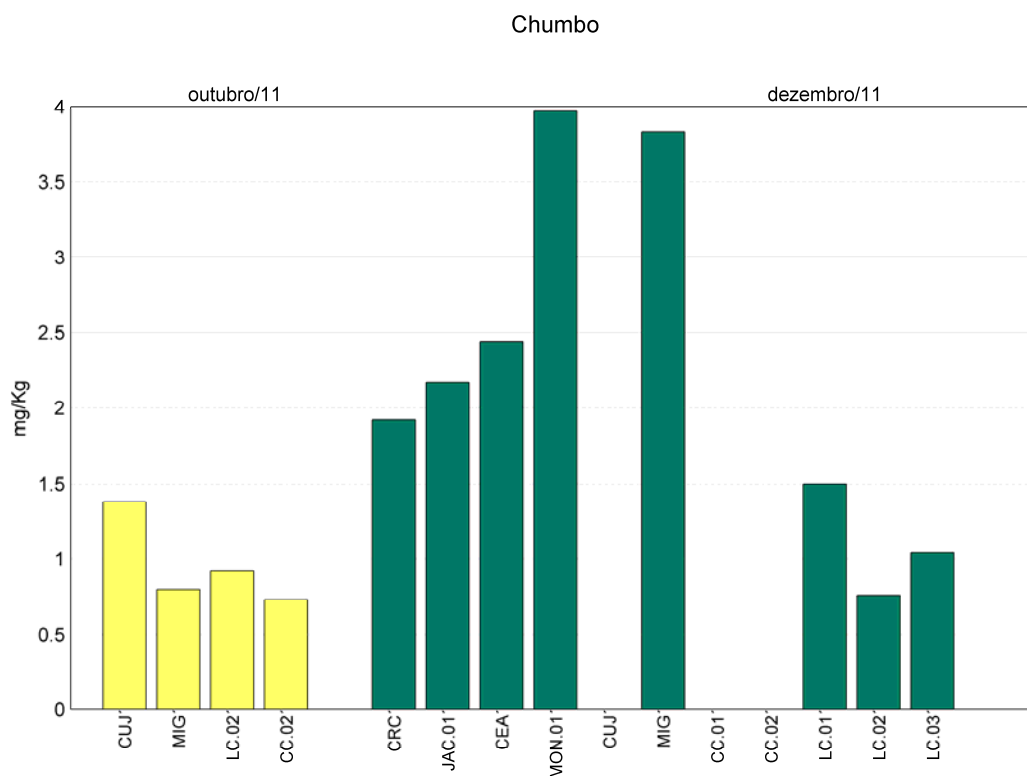


Figura 5.2.5-43 - Concentrações de chumbo nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de alumínio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $3,05 \pm 5,19$ mg/Kg (média \pm DP). Este elemento não foi detectado na estação CUJ no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie de folha-flutuante *Nymphaea amazonum*. A concentração máxima foi de 20,37 mg/Kg na estação MIG, também registrada em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-3613), com predomínio de *Azolla* sp.

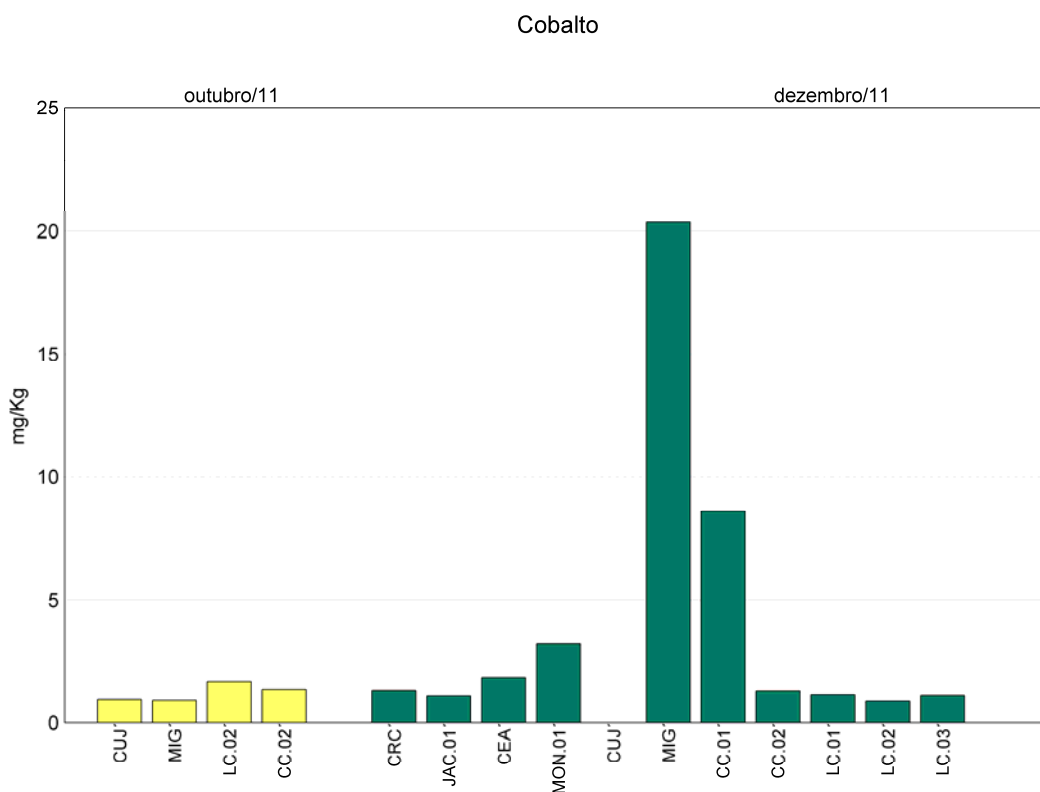


Figura 5.2.5-44 - Concentrações de cobalto nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de alumínio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $4,19 \pm 4,19$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 0,91 mg/Kg registrada na estação CC.02 no período de outubro/2011, onde predominou a espécie emersa *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 14,00 mg/Kg registrada na estação CC.01, em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-45), com predomínio de *Alternanthera aquatica*.

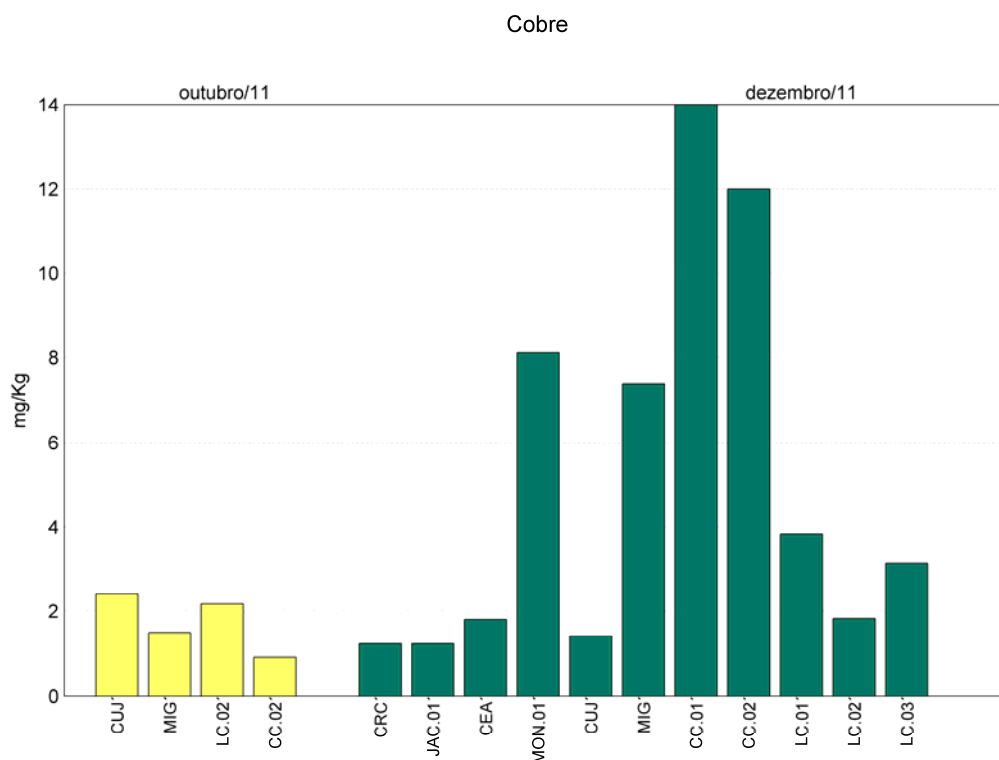


Figura 5.2.5-45 - Concentrações de cobre nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de cromo nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $1,43 \pm 1,00$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 0,44 mg/Kg registrada na estação CUJ no período de outubro/2011, onde predominou a espécie de folha flutuante *Nymphaea* sp. A concentração máxima foi de 3,49 mg/Kg registrada na estação MON.01, em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-46), com predomínio da flutuante *Salvinia* sp.

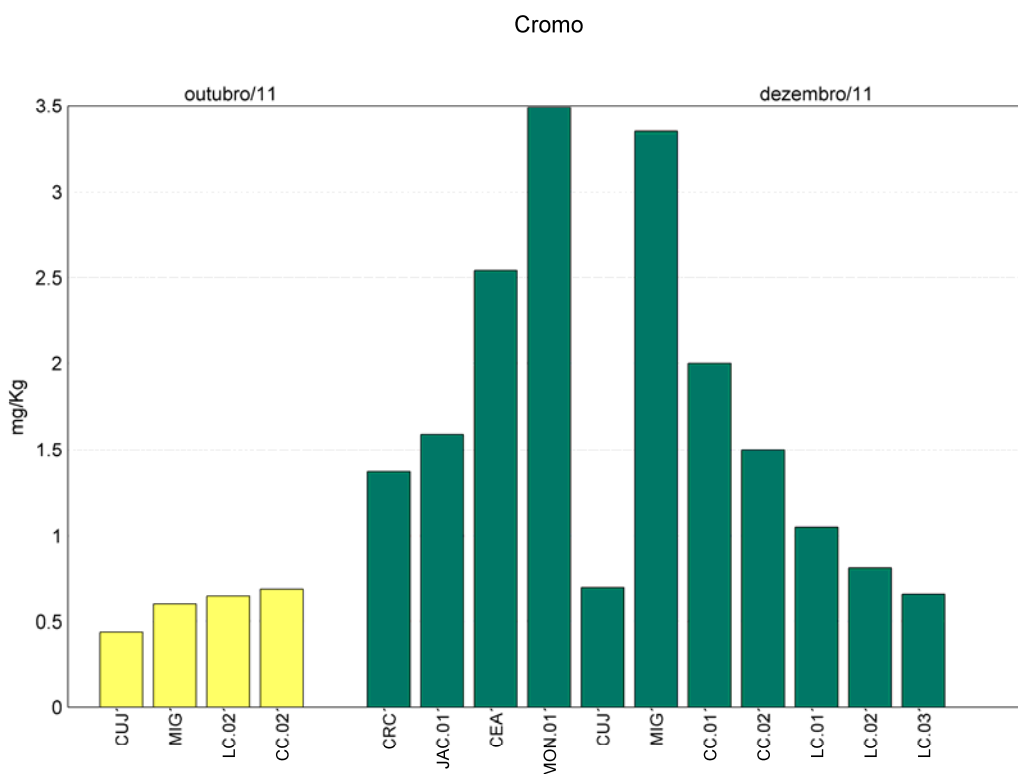


Figura 5.2.5-46 - Concentrações de cromo nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de ferro nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $911,9 \pm 1.809,5$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 72,6 mg/Kg registrada na estação JAC.01 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie emersa *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 6.201,1 mg/Kg registrada na estação MIG, também em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-47), com predomínio da flutuante *Azolla* sp.

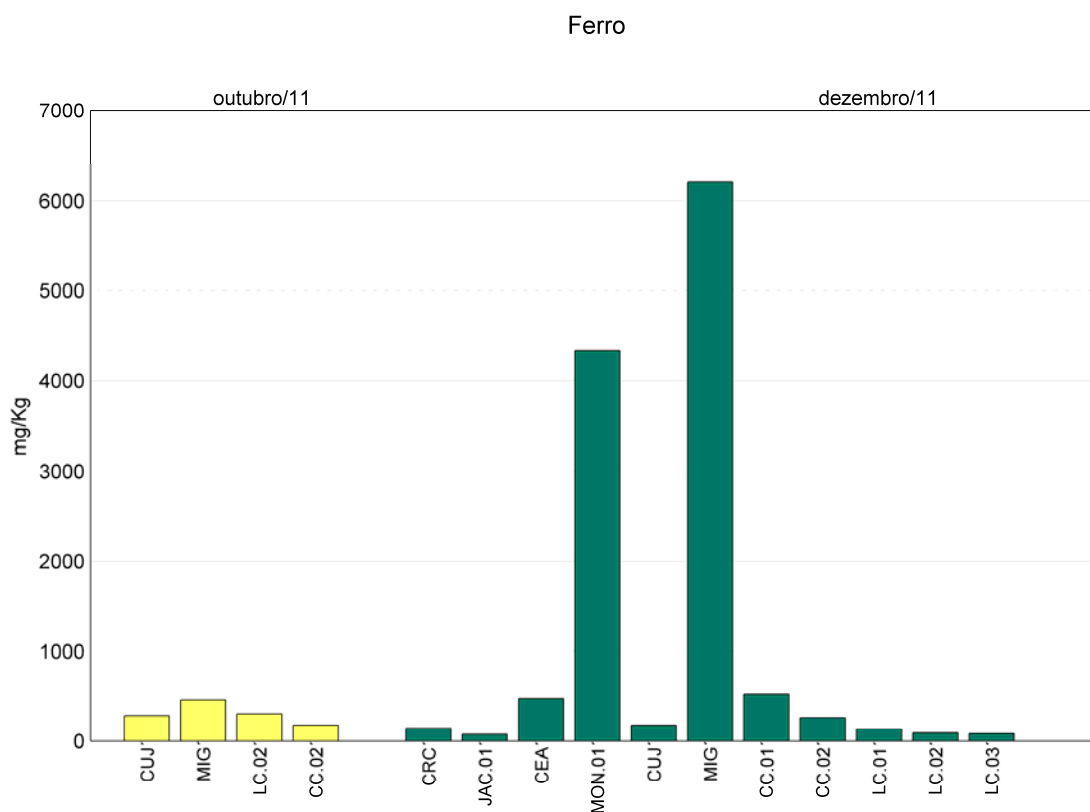


Figura 5.2.5-47 - Concentrações de ferro nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de manganês nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $422,7 \pm 546,0$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 60,6 mg/Kg registrada na estação CC.02 no período de outubro/2011, onde predominou a espécie emersa *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 1.893,1 mg/Kg registrada na estação MIG em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-48), com predomínio da flutuante *Azolla* sp.

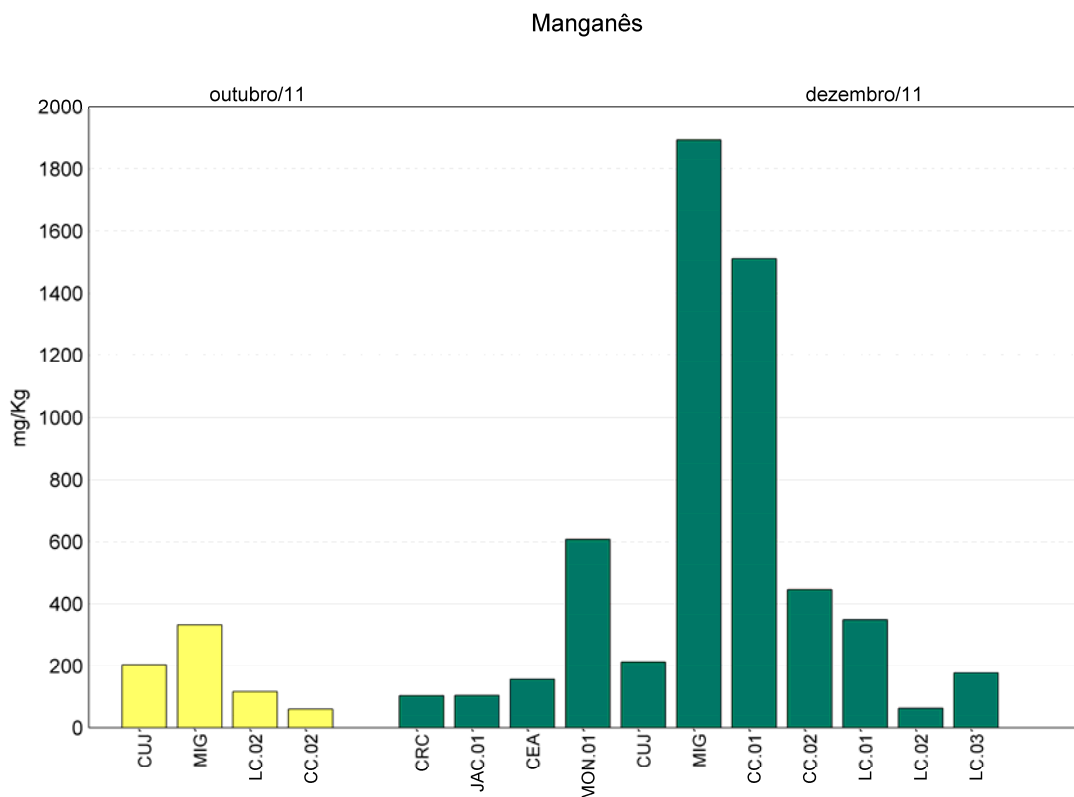


Figura 5.2.5-48 - Concentrações de manganês nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de mercúrio nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $0,013 \pm 0,016$ mg/Kg (média \pm DP). Este elemento esteve abaixo do limite de quantificação nas estações CRC, JAC.01, CEA, CUJ, CC.01, CC.02, LC.01, LC.02 e LC.03 em dezembro/2011. A concentração máxima foi de 0,038 mg/Kg registrada na estação MON.01 em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-49), com predomínio da flutuante *Salvinia* sp.

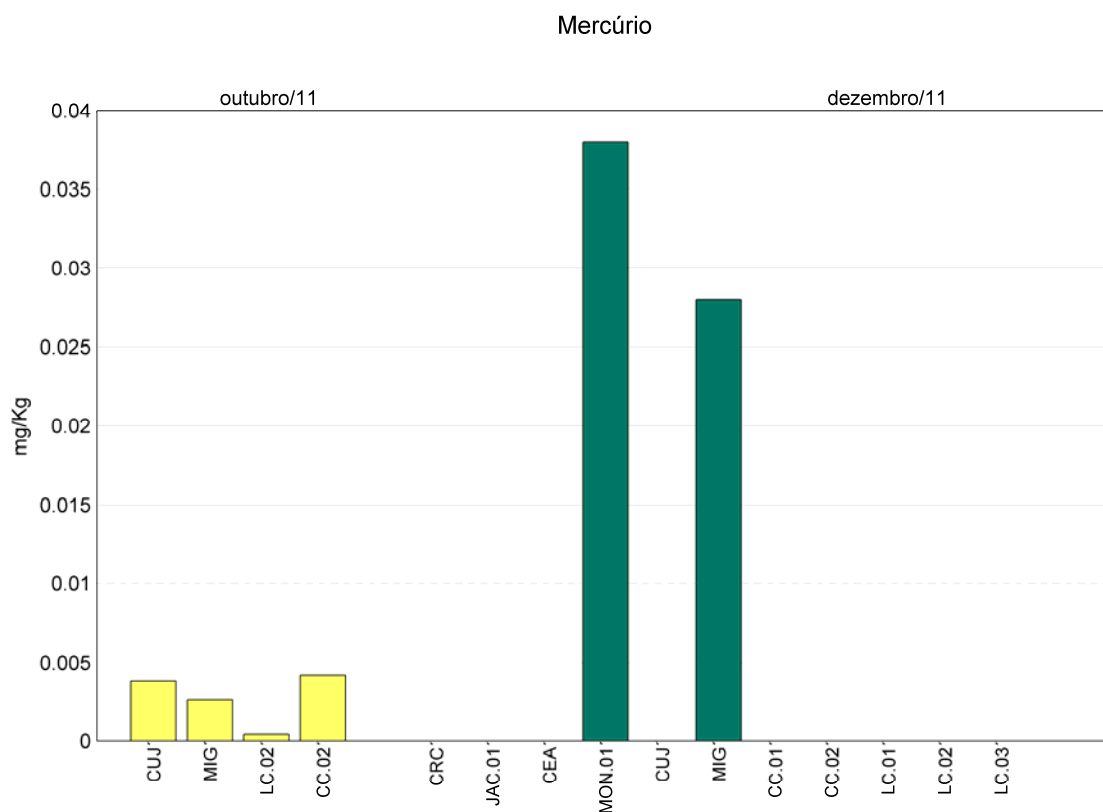


Figura 5.2.5-49 - Concentrações de mercúrio nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófita. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de níquel nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $8,10 \pm 15,40$ mg/Kg (média \pm DP). Este elemento não foi detectado na estação CUJ no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie emersa *Nymphaea amazonum*. A concentração máxima foi de 63,00 mg/Kg registrada na estação LC.02 em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-50), com predomínio da espécie emersa *Paspalum* sp.

Níquel

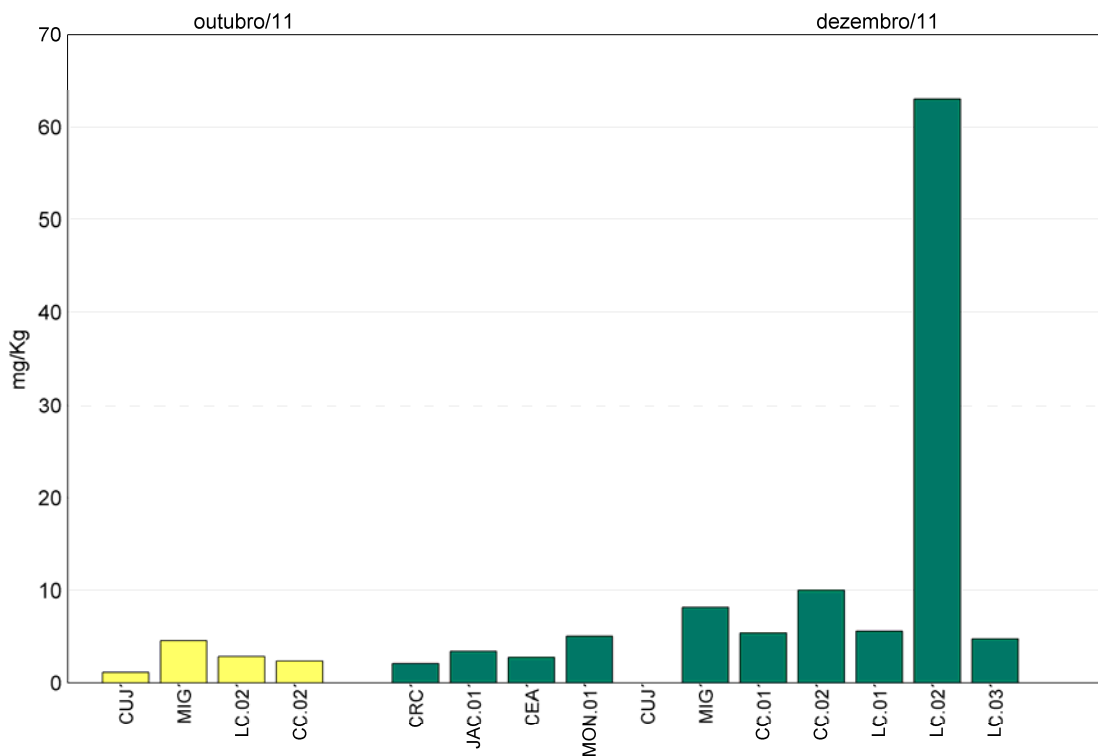


Figura 5.2.5-50 - Concentrações de níquel nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

No período de águas baixas/11 e enchente/12, o teor médio de zinco nas macrófitas amostradas no rio Madeira, tributários e lagos e canais foi de $51,72 \pm 47,66$ mg/Kg (média \pm DP). A concentração mínima foi de 15,19 mg/Kg registrada na estação LC.02 no período de dezembro/2011, onde predominou a espécie emersa *Paspalum* sp. A concentração máxima foi de 191,00 mg/Kg registrada na estação CC.01 em dezembro/2011 (Figura 5.2.5-51), com predomínio da espécie emersa *Althernanthera aquatica*.

Zinco

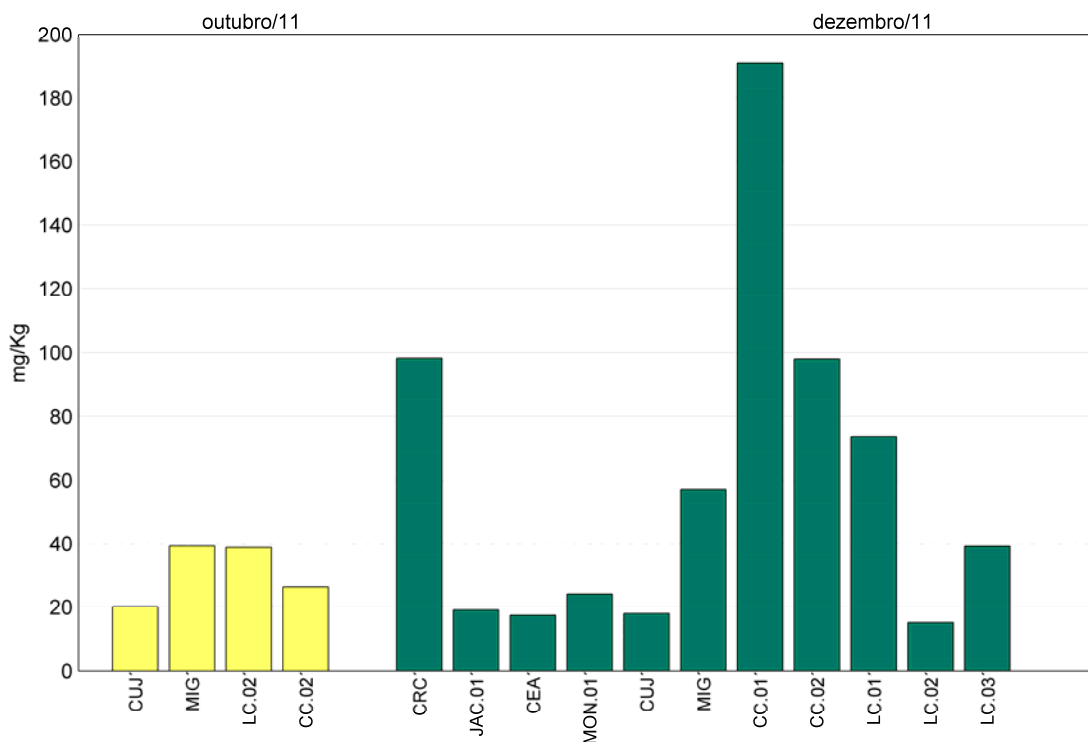


Figura 5.2.5-51 - Concentrações de zinco nas macrófitas amostradas nos períodos de águas baixas/11 (outubro de 2011) e enchente/12 (dezembro de 2011), somente nas estações onde foram detectadas ocorrência de macrófitas. Os dados referentes ao período de águas baixas/11 encontra-se representado por colunas de cor amarela e ao período de enchente/12, por cor verde.

5.2.5.12 - Discussão

As comunidades de macrófitas nos sistemas de água doce brasileiros são de grande relevância, sendo o principal produtor primário em muitas lagoas rasas ou áreas úmidas em planícies de inundação (Junk, 1989; Henry, 2003). Seu estudo apresenta, no entanto alguns problemas, particularmente em relação aos inventários taxonômicos, pois apesar do aumento considerável dos estudos a respeito das macrófitas no Brasil e da elevada riqueza de espécies de macrófitas nas regiões tropicais, poucos abordam de forma adequada estes aspectos nos estudos realizados (Padial *et al.*, 2008).

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 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, à partir de onde as plantas retêm esses elementos. Outros fatores também podem estar relacionados a esses padrões, como, por exemplo, a idade das plantas analisadas e a dinâmica desses elementos dentro dos ambientes avaliados. Em relação à quantificação de elementos-traço nas macrófitas aquáticas nos períodos de águas baixas de 2011 e enchente de 2012, observou-se que as concentrações se dispõem, em ordem decrescente, da seguinte maneira:

$$\text{Fe} > \text{Al} > \text{Mn} > \text{Ba} = \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu} = \text{Co} > \text{Cr} = \text{Pb} > \text{Hg}$$

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 15 espécies em outubro de 2011 e de 26 espécies em dezembro de 2011. Estes valores são considerados baixos. Na campanha de dezembro de 2011, nos lagos e canais, ocorreram novos registros de espécies que até então não haviam sido registradas. Foram elas: *Grazielia* sp (Asteraceae), *Cyperus* cf. *gardneri* e *Cyperus haspan* (Cyperaceae) e *Luziola spruceana* (Poaceae). Os sistemas lânticos (lagos e canais) tiveram maior riqueza de espécies de macrófitas do que os sistemas lóticos (rios e igarapés), tanto em outubro de 2011 quanto em dezembro de 2011. A riqueza de espécies nos lagos e canais foi de 11 táxons em outubro de 2011 e 24 táxons em dezembro de 2011. A riqueza de espécies tanto no rio Madeira quanto nos tributários não ultrapassou 3 táxons em ambos os períodos de amostragem.

As comunidades avaliadas caracterizaram-se por elevada dominância numérica de *Salvinia minima* no rio Madeira em dezembro de 2011 com 1058 ind m⁻², de *Pistia stratiotes* nos lagos e canais em outubro de 2011 e em dezembro de 2011, respectivamente, com 202 e 227 ind m⁻², e de *Azolla* sp nos lagos e canais em dezembro de 2011 com 83.216 ind m⁻². 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, para ambos os períodos de amostragem, foi considerada muito baixa para o rio Madeira e tributários e baixa para os lagos e canais. A diversidade beta mostrou que o rio Madeira e os tributários compartilham basicamente as mesmas espécies, enquanto que os lagos e canais, além de serem mais diversos, também diferem na composição de espécies quando são comparados com o rio Madeira e os tributários. Também mostrou maior similaridade entre os sistemas a partir de dezembro, fato este esperado para o período de enchente uma vez que ocorre maior troca de água entre os sistemas; o enchimento do reservatório também promove esta troca e, portanto, uma maior similaridade entre as comunidades pode ser esperada.

No rio Madeira houve dominância da família Pontederiaceae e nos tributários houve dominância da família Poaceae. Nos lagos e canais, não houve dominância acentuada de nenhuma família em específico. A CCA avaliando a relação das macrófitas com as variáveis abióticas sugere uma forte correlação das famílias com representantes flutuantes ou com folhas flutuantes (Pontederiaceae, Hydrocharitaceae, Araceae e Salviniaceae, Poaceae) com a turbidez e profundidade, o que indica uma limitação a ocorrência das demais formas de vida (emersas e submersas) por fatores como o aumento do nível d'água e a baixa penetração da luz. O resultado observado está relacionado ao pulso de inundação característico do período de enchente e não ao enchimento do reservatório, uma vez que boa parte dos representantes dessas famílias ocorreram, exclusivamente, nos lagos e canais.

Os resultados obtidos em outubro de 2011 e dezembro de 2011 (período de enchimento do reservatório, em que foram realizadas as amostragens das macrófitas) foram comparados com períodos anteriores (fase pré-enchimento), exceto para o período compreendido entre setembro de 2010 e janeiro de 2011, no qual houve um evento de seca pronunciado. Pode-se notar que há uma possível perda de riqueza de espécies no rio Madeira e nos tributários. Por exemplo, em outubro de 2009 (período de seca), a riqueza de espécies foi de 14 espécies no rio Madeira e de 7 espécies nos tributários, enquanto que em outubro de 2011 (fase de enchimento) a riqueza de espécies foi de 2 espécies no rio Madeira e de 2 espécies nos tributários. Em janeiro de 2010 (período de enchente), a riqueza de espécies foi de 7 espécies no rio Madeira e de 5 espécies nos tributários, enquanto que em dezembro de 2011 (fase de enchimento), a riqueza de espécies foi de 3 espécies para o rio Madeira e de 2 espécies nos tributários. Para outubro de 2011, pode-se notar também que as espécies amostradas na fase do enchimento no rio Madeira e nos tributários pertenciam a somente três famílias (Onagraceae, Poaceae e Sphenocleaceae), enquanto que em outubro de 2009 as espécies amostradas estavam distribuídas em 8 famílias. Para dezembro de 2011, as espécies amostradas na fase do enchimento no rio Madeira e nos tributários pertenciam a somente três famílias (Poaceae, Pontederiaceae e Salviniaceae), enquanto que em janeiro de

2010, as espécies amostradas estavam distribuídas em 4 famílias. Para os lagos e canais, a riqueza de espécies não foi alterada, sendo que as variações encontradas no número de espécies são devido à sazonalidade.

No entanto, a magnitude com que se dão as alterações na comunidade de macrófitas sofre considerável variação interanual, não sendo possível atribuir a redução na riqueza exclusivamente ao enchimento. Embora nem a densidade nem a biomassa registrada para as macrófitas no recém-criado reservatório da UHE Santo Antônio do Madeira sejam preocupantes, a redução no número de espécies pode ser um alerta para a possibilidade de crescimento das populações de macrófitas flutuantes, o que precisará ser monitorado, pois caso ocorra deverá ser alvo de intervenção ainda na fase inicial da proliferação.

Foi registrada uma elevada densidade de *Salvinia minima* em dezembro de 2011 (1058 ind m⁻²) à montante do reservatório (MON.01). Tal espécie é pioneira na colonização de ambientes com considerável estabilidade do fluxo superficial d'água, apresentando uma elevada taxa de crescimento quando há nutrientes disponíveis (condição comum em reservatórios recém-enchidos). Outras espécies com igual potencial são *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Azolla* sp. 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.