

CÉLIA REGINA ARAÚJO SOARES

**CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTO,  
ÁGUA E MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM DUAS  
REPRESAS DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "*Doctor Scientiae*".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S676c  
2006

Soares, Célia Regina Araújo, 1970-  
Concentração de metais pesados em sedimento, água  
e macrófitas aquáticas em duas represas do Município de  
Viçosa, MG / Célia Regina Araújo Soares. – Viçosa :  
UFV, 2006.  
xviii, 186f. : il. (algumas col.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Liovando Marciano da Costa.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 98-108.

1. Solos – Teor de metal pesado. 2. Água – Poluição -  
Aspectos ambientais. 3. Ecologia de água doce. 4. Metais  
pesados – Aspectos ambientais. 5. Biogeoquímica.  
6. Barragens e açudes – Aspectos ambientais - Viçosa  
(MG). I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 628.55

CÉLIA REGINA ARAÚJO SOARES

**CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTO,  
ÁGUA E MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM DUAS  
REPRESAS DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 21 de junho de 2006.



Prof. Carlos Ernesto G. R. Schaefer  
(Co-Orientador)



Prof.<sup>a</sup> Rosane M. Aguiar Euclides  
(Co-Orientador)



Prof. Hermínio Arias Nalini Júnior



Prof. Antonio Teixeira de Matos



Prof. Liovando Marciano da Costa  
(Orientador)

Ao meu avô “*Padrim*” José Antonio Castro Araújo  
(*In memoriam*)

*Quando escrevi os primeiros rabiscos e ele viu, disse: “Esta vai ser doutora” e assim se fez “Padrim”. Nos momentos mais difíceis, lembrava que alguém desde cedo acreditava em minha força de vencer. Onde quer que estejas, é para ti que ofereço a alegria de partilhar mais esta conquista em minha vida.*

Aos meus pais, Regina e Nonato

*Que, nascidos sob as matas dos cocais maranhenses, me ensinaram que as dificuldades encontradas na vida são para fortalecer e nos fazer viver com dignidade e sabedoria.*

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, que em sua absoluta generosidade me permitiu trilhar mais esse caminho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade a mim concedida de realizar o curso.

À Universidade do Estado de Mato Grosso por ter concedido meu afastamento para realização do doutorado.

Ao meu orientador Professor Liovando Marciano da Costa, pela orientação, incentivo e amizade, e, acima de tudo pela confiança em mim depositada durante a realização deste trabalho.

Ao Professor co-orientador Carlos Ernesto G.R. Schaefer, que sempre me apoiou e incentivou durante a realização desse trabalho e, ainda, pelos ensinamentos a mim proporcionados não só relacionados a Solos, mas, também na área de Botânica.

À professora co-orientadora Rosane Maria Aguiar Euclides, pela atenção, apoio e colaboração neste trabalho.

Aos professores Hermínio Arias Nalini Jr e Antonio Teixeira de Matos pelas valiosas sugestões.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas pela contribuição na minha formação profissional,

principalmente, ao professor Victor Hugo, que me auxiliou na definição da amostragem e métodos de análises das amostras de plantas.

Aos funcionários João e Pedro Lelis, Geraldinho, Cláudio, Carlinhos, Meubles e Carlos Fonseca, pela valiosa ajuda, sempre com boa vontade, nas coletas de campo, na aquisição de materiais, nas análises realizadas nos laboratórios de Física, Geoquímica e Fertilidade de Solos.

Aos estagiários, companheiros e amigos, Uende, Alberto e Cleocir pela grande colaboração durante toda a realização desse trabalho e, que sem os mesmos, a tarefa teria sido muito mais árdua.

Ao técnico e amigo, Ernandes “Bodão” pelos ensinamentos e apoio durante a realização dos trabalhos em laboratório.

A estagiária, Alessandra, pelo auxílio no início dos trabalhos.

A secretária Luciana, sempre prestativa, pela amizade, apoio e atenção nos momentos em que precisamos de sua ajuda.

Ao “Seo Dé” pela ajuda nas coletas de campo.

Aos funcionários do Campo Experimental da Eqüideocultura/ Fitotecnia, pelos auxílios prestados durante as coletas de campo.

Aos amigos Alexandre e Valdinei pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos meus queridos amigos, Ana, Osvaldo e Fernando, pela amizade, apoio e incentivo.

Ao(a)s amigo(a)s “família” Daniela, Neide, Alexandre, Beno, Helder que mais de perto acompanharam grandes momentos de minha vida e, principalmente, pela amizade, convívio e espírito de colaboração em todas as horas, na certeza de que os momentos que passamos dentro e fora da UFV jamais serão esquecidos.

Ao(a)s amigo(a)s, Rogério, Lourdes, Renata, Eliane, Sávio, Cristiane, Ítalo, Rudinei, Eliete, Kátia, Roseilton, Adriana, Valdinei, Katherine, Davy, Janina, Nete, Murilo, Dawson, Fábio, Adeliانو, Renner, Verônica e Isane, pelo apoio, companheirismo e amizade.

A Célia e Juberto, pela amizade e apoio.

Ao(a)s amigo(a)s Dona Cida, Jacinto, Rita, Salvador, Lena pelos momentos agradáveis de descontração, tornando melhor a convivência em Viçosa.

Ao amigo Leandro, pelo incentivo e carinho no final dessa etapa.

À minha família, Nonato e Regina, Gracinha, Astró, Deide, Natin, Mariazinha, Zezé, Taíde e Rogério, que mesmo à distância, sempre contribuíram para o meu crescimento profissional, espiritual e humanístico, ensinando que o espírito de solidariedade, compreensão, e amor, constroem acima de tudo, sabedoria e paz interior.

À minha sobrinha Dalles, que muito me auxiliou nos trabalhos de laboratório, pelo apoio, amizade e carinho em momentos árdusos em plena madrugada, domingos e feriados na UFV.

A todos aqueles que, de alguma forma, deram sua parcela de contribuição.

## **BIOGRAFIA**

CÉLIA REGINA ARAÚJO SOARES, filha de Raimundo Nonato Soares e Regina Castro Araújo, nasceu em 17 de setembro de 1970, em Deus-Quer, Zona rural de Vitorino Freire, Estado do Maranhão.

Em 1974, começou a elaborar seus primeiros rabiscos no Grupo Escolar João de Barro, ainda na roça. Em 1987, já em Mato Grosso, concluiu o ensino médio na Escola Isaac Newton.

Em 1989/1, ingressou na Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá, no Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, concluindo em 1992/2. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica do CNPq, participando também do Projeto Ecologia do Pantanal (Instituto Max Planck/UFMT), inclusive após a graduação, como bolsista DTI do CNPq, sempre atuando nas áreas de Ecologia e Botânica dos ecossistemas pantaneiros.

Em 1995, ingressou no curso de mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Mato Grosso, concluindo em 1997.

Desde 1998, faz parte do Quadro docente da Universidade do Estado de Mato Grosso, atuando na área de Botânica, no Departamento de Ciências Biológicas do Campus Universitário de Alta Floresta.

Em agosto de 2001, iniciou o curso de Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo tese em junho de 2006.

## CONTEÚDO

RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvii
I. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Metais pesados: aspectos gerais.....	3
2.2. Adsorção e mobilidade de metais pesados .....	5
2.3. Acumulação de metais pesados em sedimentos .....	8
2.4. Acumulação de metais pesados em água .....	11
2.5. Acumulação de metais pesados em macrófitas aquáticas .....	15
2.6. Uso de macrófitas aquáticas como alternativa para despoluição ambiental .....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1. Descrição da área de estudo.....	22
3.2. Amostragem .....	29
3.3. Geoquímica do sedimento.....	30
3.3.1. Coleta e preparação das amostras de sedimento para análise .....	30
3.3.2. Análises físicas.....	30
3.3.3. Análises químicas de rotina.....	30
3.3.4. Determinação do carbono orgânico total e matéria orgânica leve .....	31

3.3.5. Determinação de metais pesados e P total em amostras de sedimento.....	31
3.3.6. Curva de solubilização de metais em HCl adaptado de Amaral Sobrinho et al. (1992) .....	32
3.4. Geoquímica da água.....	32
3.4.1. Coleta, armazenamento e determinação de metais e P total em amostras de água das represas .....	32
3.5. Química das macrófitas aquáticas.....	33
3.5.1. Coleta, preparação e determinação de metais e P total nas macrófitas aquáticas. ....	33
3.5.2. Descrição das espécies .....	34
3.6. Transferência biogeoquímica, Potencial de acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ), Índice de Estado Trófico (IET).....	35
3.7. Tratamento dos dados .....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
4.1. Composição Florística x fósforo (Eutrofização) .....	39
4.2. Geoquímica do sedimento.....	47
4.2.1. Influência da sazonalidade.....	49
4.2.2. Influência do uso do entorno .....	50
4.2.3. Influência dos atributos físicos e químicos do sedimento....	52
4.2.4. Solubilidade dos metais no sedimento.....	54
4.3. Geoquímica da água.....	68
4.3.1. Influência das características físico-químicas da água .....	72
4.3.2. Especificação iônica dos metais na água .....	77
4.4. Concentração de metais nas macrófitas aquáticas.....	81
4.4.1. Transferência biogeoquímica .....	87
4.4.2. Distribuição dos metais por compartimentos das macrófitas aquáticas.....	89
5. CONCLUSÕES .....	96
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	98
7. ANEXOS.....	109

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valores médios de metais pesados em fertilizantes e corretivos usados em Minas Gerais (Amaral Sobrinho et al., 1992).....	9
Quadro 2. Concentração comum de metais pesados encontrados em alguns produtos utilizados na agricultura .....	12
Quadro 3. Limites máximos tolerados dos principais metais pesados em águas superficiais no Brasil .....	13
Quadro 4. Concentração média e desvio padrão de P total ( $\mu\text{g/L}$ ) e valores de IET (P) para amostras de água das represas ..	41
Quadro 5. Concentração de P total em macrófitas aquáticas e em sedimentos e $\text{P}_2\text{O}_5$ total .....	43
Quadro 6. Comparação entre médias de metais em sedimento por ataque triácido ( $n = 30$ ) .....	48
Quadro 7. Caracterização dos atributos físicos e químicos do sedimento .....	53
Quadro 8. Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre a concentração de metais extraídos em diferentes concentrações de HCl ( $\text{mol/L}$ ) e características do sedimento (ADA, argila, COT e silte) .....	64

Quadro 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as concentrações de metais extraídos do sedimento por diferentes concentrações de HCl para valores de $r \geq 0,75$	66
Quadro 10. Comparação entre médias dos metais para amostras de água de represas em diferentes profundidades e períodos de coleta (n = 30) .....	69
Quadro 11. Médias das variáveis físico-químicas da água das represas (n = 30) em duas profundidades, no final do período seco e final do período chuvoso .....	72
Quadro 12. Especificação iônica dos metais nas amostras de água (Minteq).....	79
Quadro 13. Comparação entre médias (n = 30) para os elementos químicos nas plantas, considerando o final dos períodos seco e chuvoso nas represas do Viveiro e Eqüideo. (VN = valor normal segundo Outdrige e Noller, 1991).....	80
Quadro 14. Relação entre a concentração do metal na planta e o valor considerado normal para ambientes não contaminados ( $\Psi_{Ac}$ ) .....	85
Quadro 15. Fator de concentração para metal na planta/metal na água .....	86
Quadro 16. Comparação entre médias para os elementos químicos em compartimentos de plantas considerando final do período seco e final do período chuvoso para a represa do Viveiro .....	92
Quadro 17. Comparação entre médias para os elementos químicos em compartimentos de plantas considerando final do período seco e final do período chuvoso para a represa da Eqüideo .....	94
Quadro A. Índice de saturação para todos os sólidos previstos pelo Minteq .....	110
Quadro B. Índice de saturação para todos os sólidos previstos pelo Minteq .....	111
Quadro C. Dados totais da concentração de Cd, Cr, Cu e Fe das amostras de água das represas Viveiro (represa 1) e Eqüideo (represa 2).....	112

Quadro D. Dados totais da concentração de Mg, Mn, Ni e Pb e das amostras de água das represas Viveiro (represa 1) e Eqüideo (represa 2).....	118
Quadro E. Dados totais da concentração de Zn, Ca, P e K das amostras de água das represas Viveiro (represa 1 ) e Eqüideo (represa 2).....	124
Quadro F. Dados de Ca, Cr, Cu e Fe das amostras de sedimento....	130
Quadro G. Dados de Mg, Mn, Zn e K das amostras de sedimento ...	133
Quadro G. H. Dados das amostras de plantas para Ca, Cd, Cr e Cu por parte .....	136
Quadro I. Dados das amostras de plantas para Fe, Mg, Mn e Ni por parte .....	153
Quadro J. Dados das amostras de plantas para Pb, Zn, K e P por parte .....	170

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de drenagem da Bacia do rio Turvo Sujo, destacando a microbacia da Eqüideocultura. ....	23
Figura 2. Mapa de localização da microbacia da Eqüideocultura. ....	24
Figura 3. Mapa de solos da microbacia da Eqüideocultura. ....	26
Figura 4. Modelo digital de elevação da microbacia da Eqüideocultura. ....	27
Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia da Eqüideocultura. ....	28
Figura 6. Esquema da amostragem em cada represa estudada. ....	29
Figura 7. Macrófitas aquáticas selecionadas na microbacia da Eqüideocultura. ....	35
Figura 8. Recobrimento total da superfície da água por <i>Salvinia auriculata</i> na Represa do Viveiro (abril de 2004). ....	45
Figura 9. Recobrimento parcial da superfície da água por <i>Eichhornia crassipes</i> e <i>Pistia stratiotes</i> na Represa da Eqüideo (abril 2004). ....	45

Figura 10. Represa da Equídeo. ....	52
Figura 11. Variação de pH em relação às diferentes concentrações de HCl em sedimentos das represas, em dois períodos de coleta. ....	55
Figura 12. Potencial de liberação de $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$ em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas. ....	57
Figura 13. Potencial de liberação de Cr e Cu em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas. ....	58
Figura 14. Potencial de liberação de Fe e Mn em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas. ....	59
Figura 15. Potencial de liberação de Ni e Pb em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas. ....	60
Figura 16. Potencial de liberação de Cd e Zn em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas. ....	61

## RESUMO

SOARES, Célia Regina Araújo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2006. **Concentração de metais pesados em sedimento, água e macrófitas aquáticas em duas represas do Município de Viçosa, MG.** Orientador: Liovando Marciano da Costa. Co-Orientadores: Carlos Ernesto R.G. Schaefer e Rosane Maria Aguiar Euclides.

A contaminação por metais pesados em ecossistemas aquáticos pode ser avaliada a partir do monitoramento da concentração dos elementos químicos em sedimento, água e macrófitas aquáticas. Neste estudo foi avaliada a concentração de metais e P em sedimento, água e macrófitas aquáticas em represas, visando analisar níveis de contaminação e a transferência biogeoquímica no ecossistema aquático diante do uso diferenciado dos seus entornos. O estudo foi realizado em duas represas inseridas na microbacia da Eqüideocultura do Campus da Universidade Federal de Viçosa. Na zona litorânea de cada represa foram coletadas amostras de sedimento, água e macrófitas aquáticas no final dos períodos, seco (out/2003) e chuvoso (abr/2004). A amostragem foi estratificada com casualização de 30 repetições por represa. Os metais foram extraídos por ataque triácido ( $\text{HClO}_4_{(\text{conc.})} + \text{HF}_{(\text{conc.})} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{conc.})}$ )

no sedimento e também por diferentes concentrações de HCl. A extração dos metais nas amostras de água foi com 0,5 mL de ácido nítrico concentrado para 50 mL de amostra de água e digestão em chapa quente. Nas plantas, a digestão foi nitro-perclórica (3:1 v/v). A concentração dos metais nos extratos foi determinada em Espectrometria de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP) e o P em fotocolorímetro pelo método de ácido ascórbico. Para a análise do potencial de acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ) considerou-se a relação entre a concentração dos metais nas plantas inteiras e os valores normais para plantas aquáticas de ambientes não contaminados. A transferência biogeoquímica foi dada pelo fator de concentração (FC), sendo a razão entre a concentração dos metais nas macrófitas aquáticas e a concentração do elemento no ambiente. Para efeito de tratamento estatístico os dados foram organizados em esquema fatorial no delineamento inteiramente casualizado e a ANOVA desenvolvida em parcelas subdivididas e sub-subdivididas de acordo com as características de cada componente do ecossistema aquático. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) usando o programa WinStat. 2.11 e a análise de correlação de Pearson entre os metais extraídos em HCl, COT, ADA, argila e silte foi realizada usando o programa SAEG 9.0, considerando apenas valores  $\geq 0,75$  pelo teste T a 1 %. As represas apresentam potencialmente formas não pontual de contaminação nos seus entornos devido ao uso de calcários e fertilizantes, além da produção de esterco pelos eqüídeos. A diferença da composição florística entre as represas pode ser explicada pelo índice de estado trófico para fósforo. A acumulação dos metais apresentou comportamento diferenciado em relação aos níveis de concentração entre amostras de sedimento, água e plantas. Os sedimentos não estão contaminados em relação à maioria dos metais. No entanto, a concentração de metais na água e plantas foi acima dos valores considerados normais em ambientes não poluídos para todos os metais analisados. *Salvinia auriculata*, *Eleocharis obtusetrigona*, *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* apresentaram para a maioria dos metais, médias superiores às concentrações normais em ambientes não contaminados, sendo consideradas acumuladoras. Existe diferença

significativa para a acumulação dos metais analisados entre grupos ecológicos vegetais distintos, submetidos às mesmas condições ambientais. Em estudos de monitoramento da contaminação de metais pesados em ecossistemas aquáticos deve ser considerado a sazonalidade como um importante fator de avaliação.

## ABSTRACT

SOARES, Célia Regina Araújo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2006. **Heavy metals concentration in sediments, water and aquatics macrophytes in two dams of Viçosa, MG.** Adviser: Liovando Marciano da Costa. Co-Advisers: Carlos Ernesto R. G. Schaefer and Rosane Maria Aguiar Euclides.

Heavy metals contamination in aquatic ecosystems can be assessed by monitoring the concentration of chemical elements in sediments, water and aquatic macrophytes. In this study, metals and P concentration in sediments, water and aquatic plants in small dams, were evaluated. The aim was to analyze contamination levels and the biogeochemistry transfer in the aquatic ecosystems from different land use of surrounding areas. The study was performed in two dams in Equideocultura watershed of the Universidade Federal de Viçosa. In the coastal areas of each dam, samples were collected of sediments, water and aquatic macrophytes in the end of dry season (oct/2003) and rainy season (apr/2004). The samplings were stratified with 30 replications randomized at each dam. The metals were extracted by triacid attack in the sediments ( $\text{HClO}_4$  (conc.) +  $\text{HF}$  (conc.) +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (conc.)) and different HCl concentrations. The metals extraction in water samples were done by

0,5 mL of HCl in 50 mL of water samples, subsequently digested on hot plate. In plants, the digestion was done using perchloric-nitric acid (3:1 v/v). The metal concentrations in extracts were determined by Inductively Coupled Plasma Spectrophotometry and P by photolorimetry using the ascorbic acid method. The biogeochemistry transfer was estimated by concentration factor (FC), being the ratio between the metals concentration in aquatic macrophytes and the concentration in the environment. For statistical analysis, were organized in a factorial scheme in developed by split plot and split-split plot design in agreement with each component characteristic of the aquatic ecosystem. The averages were compared by the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) using WinStat program and Pearson correlation analysis were calculated for HCl extracted metals, total organic carbon (TOC), water dispersible clay (ADA), clay and silt contents were correlated using the SAEG 9.0 program, only considering "r" values  $\geq 0.75$  by 1 % T test. The dams showed a potential for dispersed contamination of the surrounding areas, due to the use of limestone and fertilizers, besides horse manures. The differences in floristic composition between the dams can be explained by the trophic state index for phosphorus. The metal accumulation showed a constraining behavior in relation to the concentration levels in sediments, water and plant samples. Sediments are not contaminated regarding most metals; however, the water and plant metal concentration were higher than the normal values for unpolluted environment, for all analyzed metals. *Salvinia auriculata*, *Eleocharis obtusetrigona*, *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* showed higher means of metals concentrations compared with concentration from uncontaminated sites, being considered bioaccumulators. Significant differences were observed for metals accumulation analyzed for distinct plant ecological groups, submitted to the same environmental conditions. In monitoring studies of heavy metals contamination in aquatic ecosystems, seasonality must be considered as an important factor.

## I. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos estão sujeitos a diversas formas de contaminação natural ou antropogênica, principalmente pelos metais pesados, acumulados como poluentes, os quais oferecem riscos à flora e fauna aquática e terrestre.

Alguns metais pesados são elementos essenciais para os vegetais superiores, como o Cu e o Zn, estudados neste trabalho. Outros não participam da nutrição vegetal, como o Cd e o Pb. Independente de sua essencialidade, se presentes em níveis elevados, podem causar sérios problemas nos ecossistemas, devido à capacidade de acumulação em solos, sedimentos, animais e plantas.

Um ecossistema seja aquático ou terrestre, ou ainda, um ecótono terra/água pode ser considerado contaminado quando apresentar concentração de determinado elemento químico acima do normal em condições naturais, resultante da atividade antrópica ou da acumulação de processos biogeoquímicos ocorridos na natureza.

Por outro lado, um ecossistema é considerado como poluído quando contém concentração de determinado contaminante que chegue a afetar os componentes bióticos do ecossistema, comprometendo a funcionalidade e sustentabilidade do ecossistema. Portanto, um ambiente contaminado, não é necessariamente poluído (Accioly e Siqueira, 2000).

Os sedimentos transportam para novos locais os metais pesados oriundos dos produtos usados normalmente na agricultura ou na mineração, como alguns adubos e fertilizantes, e ainda advindos dos ecossistemas urbanos, podendo contaminar e poluir as microbacias nas quais estão inseridas. Assim, a análise das concentrações e do potencial de liberação de metais em sedimentos pode mostrar o grau de contaminação dos ambientes aquáticos.

Já algumas plantas aquáticas podem funcionar como acumuladoras dos elementos disponíveis na coluna de água, inclusive metais pesados. Desta forma, muitas espécies têm sido importantes na despoluição de ambientes aquáticos contaminados por metais pesados. No entanto, é necessário traçar um paralelo entre o grau de contaminação das represas e o uso diferenciado de entornos em relação ao sedimento, a água e a flora aquática, possibilitando a conservação dos recursos hídricos disponíveis em cada local.

Diante da possibilidade do aumento da contaminação dos cursos de água por metais pesados, devido ao uso dado ao entorno de represas, estudos que se propõem a avaliar a concentração de metais pesados em sedimento, água e plantas aquáticas são de grande importância. A acumulação de metais pesados se dá de forma diferenciada nos diversos compartimentos do ecossistema de represas (sedimento, água e planta).

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar a concentração de metais pesados em sedimentos, água e macrófitas aquáticas em duas represas, visando analisar níveis de contaminação, potencial de acumulação das macrófitas aquáticas e a transferência biogeoquímica dada pelo fator de concentração no ecossistema aquático diante do uso diferenciado do entorno. Além disso, estudou-se a variabilidade das características físico-químicas da água e sua correlação com a concentração de metais pesados em sedimentos e macrófitas, considerando que, possivelmente, as características físico-químicas do ambiente influenciam na concentração dos metais pesados amostrados nestes compartimentos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Metais pesados: aspectos gerais

A expressão "metal pesado", comumente utilizada para designar metais classificados como poluentes, na verdade aplica-se a elementos que têm densidade maior que  $5 \text{ g/cm}^3$ , ou possuem número atômico maior que 20 (Casarini et al., 2001; Alloway, 1995).

'A definição de "metais pesados" freqüentemente é associada à contaminação e/ou poluição, sendo estes, normalmente, encontrados em pequenas concentrações na litosfera.

Os metais em solos são derivados tanto do intemperismo, como de fontes naturais ou antrópicas, como a indústria e agricultura (Singh e Steinnes, 1994). A migração dos poluentes através do solo, para as águas superficiais e subterrâneas, constitui uma ameaça para a qualidade dos recursos hídricos utilizados em abastecimento público, industrial, agrícola, comercial, lazer e serviços (Casarini et al., 2001).

Levy et al. (1992), Li e Shuman (1996), Vangrosveld e Ruttens (1999), citados por Ribeiro-Filho et al. (2001), relatam que a contaminação do solo com metais pesados é cada vez mais preocupante por causa do impacto negativo desses elementos nos ecossistemas.

Dentre as propriedades do solo que afetam a retenção e mobilidade de metais pesados, estão o pH, o Eh (potencial de oxi-redução), a capacidade de troca catiônica (CTC), a porcentagem de matéria orgânica, a fração argila (argilas silicatadas e óxidos) e a competição iônica (Matos, 1995). Segundo Lindsay (1979), durante a decomposição da matéria orgânica, parte dos elétrons e prótons liberados reage com a matriz mineral circundante, causando a dissolução e redução de algumas substâncias.

Em ambientes tropicais, a alta taxa de mineralização da matéria orgânica gera CO<sub>2</sub> e promove o aumento da concentração de ácidos orgânicos em solução, tornando o meio mais ácido (Senstius, 1958). Alguns compostos da matéria orgânica formam complexos solúveis com elementos metálicos originados do intemperismo de minerais, podendo atingir as águas superficiais e depositando-se no sedimento de fundo de rios e lagos. Os sedimentos encontrados no estuário de alguns rios mostram uma concentração de metais pesados muito superior à composição média da crosta terrestre, demonstrando o papel das substâncias húmicas e argilas no transporte, na sedimentação e no acúmulo destes elementos (Rashid, 1971).

Segundo Mejáre e Bulov (2001), os solos agrícolas são contaminados principalmente com Cd devido ao uso excessivo de fertilizantes fosfatados, sendo este elemento facilmente absorvido por diversas culturas como cereais e tomates.

Alkorta e Garbisu (2001) discutiram sobre a poluição dos solos como um dos mais importantes problemas ambientais das últimas décadas, apontando a fitorremediação como uma alternativa mais barata e tecnicamente aceitável do que as formas de tratamentos físico-químicos tradicionais para remoção da poluição do solo.

O cádmio pode ser adicionado ao solo por meio de resíduos de pneus, óleo, lixo urbano, lodo de esgoto e fertilizantes fosfatados. É facilmente absorvido e translocado nas plantas e tem potencial de entrar na cadeia alimentar humana, causando sérios problemas à saúde (Dias et al., 2001).

Lewander et al. (1996) investigaram o gradiente de poluição dos metais presentes ao longo do rio Przemsza, Polônia, e determinaram a biodisponibilidade de Cd, Pb e Zn entre o fluxo de água, sedimento e macrófitas submersas. Estes autores afirmaram que partículas contaminadas com metais e íons dissolvidos na água, a ressuspensão e a precipitação, bem como o conteúdo de carbono orgânico do sedimento, são vistos como fatores que afetam a distribuição de metais pesados ao longo do rio.

A contaminação por metais pesados em uma forma dispersa no ambiente soma-se à possibilidade da sua presença de forma intensa e pontual, o que pode ocasionar sérios problemas. Nesse sentido, níveis elevados de determinados metais em sedimentos no fundo de represas, baías e rios são preocupantes, dependendo da solubilidade de cada metal (Santos, 2001).

## **2.2. Adsorção e mobilidade de metais pesados**

Os metais pesados no solo podem estar adsorvidos eletrostaticamente nos sítios de troca; incorporados na superfície da fase inorgânica; participando de reações de precipitação e dissolução; ligados a compostos orgânicos e, ainda, na solução do solo (Sposito, 1989). Assim, o intemperismo do solo pode contribuir para a contaminação dos recursos hídricos por metais pesados, principalmente os de maior mobilidade.

Os metais pesados de origem natural ou industrial, em contraste com os compostos orgânicos, não são normalmente degradados, e podem acumular na água, no solo, no sedimento e nos organismos vivos (Miretzky et al., 2004).

Pequenas variações de pH e/ou Eh podem causar grandes modificações na adsorção de metais pesados (Stumm e Morgan, 1981). Entretanto, os metais pesados apresentam maior mobilidade em condições ácidas, aumentando a toxicidade para as plantas (Pavan e Bigham, 1982; Kiekens e Cottenie, 1985; Lobersli e Steinnes, 1988; Amaral Sobrinho et al., 1992).

Schwertmann e Taylor (1988) e Gomes et al. (2001) postularam que o pH é a principal força que governa a adsorção de cátions de metais. O pH influencia o coeficiente de distribuição ( $K_d$ ). Gomes et al. (2001) discutiram o coeficiente de distribuição verificando a mobilidade e a retenção de metais pesados relacionados às diferentes características químicas e mineralógicas de diversos solos brasileiros.

Os metais com  $K_d$  baixo, tais como: Cd, Zn e Ni, mostram que, quando em competição, são trocáveis e facilmente substituídos por Cr, Cu e Pb (Gomes et al., 2001). Isto quer dizer que Cd, Ni e Zn podem representar grandes problemas ambientais, e Cr, Cu e Pb estão entre os primeiros elementos a acumular nos tecidos das plantas que crescem em ambientes contaminados. Pb e Cu são fortemente adsorvidos em solos brasileiros altamente intemperizados, tendo baixa mobilidade se comparado com Cd e Zn (Gomes et al., 2001). Solos com pH alto e CTC elevada adsorvem mais os metais que solos com baixo pH (Gomes et al., 2001).

A acidez de solos intemperizados das regiões tropicais, juntamente com a de alguns fertilizantes, a produção de agentes quelatantes e os menores valores de pH encontrados na rizosfera de algumas plantas (Powell et al., 1981) poderão contribuir para que o potencial poluidor dos metais pesados seja maior em condições tropicais (Amaral Sobrinho et al., 1992).

Solos contaminados são encontrados em todos os continentes e são, freqüentemente, associados à áreas com grande densidade populacional, áreas de manipulação e armazenamento de produtos químicos e de petróleo, áreas de mineração e processamento de metais, áreas de testes nucleares e mesmo de uso agrícola (Accioly e Siqueira, 2000).

Segundo Dias et al. (2001), a matéria orgânica, a CTC e o pH influenciam na adsorção de cádmio em solos. Nos horizontes superficiais onde é maior o teor de matéria orgânica, a adsorção do metal é mais elevada; portanto, a elevação de pH aumenta a adsorção do metal.

Rangsayatorn et al. (2002), estudando a adsorção de Cd por cianobactérias e algas verdes, verificaram que um dos principais fatores que afeta a adsorção do Cd foi o pH da solução, sendo os valores de adsorção mais altos em pH acima de 3, pois ocorre diminuição da competição com os prótons nos sítios de troca.

O pH da solução tem uma marcante influência na adsorção de cádmio em solos altamente intemperizados e manifesta-se pela mudança na densidade de carga elétrica da superfície dos minerais de carga variável (Dias et al., 2001). Assim, a elevação de pH provoca aumento das cargas negativas das superfícies dos minerais, aumentando a afinidade do íon metálico (Garcia-Miragaya e Page, 1978; Dias et al., 2001).

Outro fator importante é o efeito do pH na solubilidade dos compostos de cádmio. Em geral, ocorre diminuição na solubilidade com o aumento de pH. O Cd também pode complexar com a matéria orgânica dissolvida quando as faixas de pHs variam entre 4 e 6 (Sauvé et al., 2000; Dias et al., 2001). As menores concentrações de cádmio adsorvido foram encontradas em pHs inferiores a 5,5 sendo esses valores mais comumente encontrados em solos de regiões tropicais (Raij et al., 1985; Dias et al., 2001). Em solos ácidos, não corrigidos por calagem, que, porventura recebam altas concentrações de cádmio, espera-se baixa adsorção do metal. Neste caso, o elemento pode ser absorvido pelas plantas ou ser lixiviado para o ecossistema aquático.

Robinson et al. (1996) afirmam que a acidificação do solo aumenta a solubilidade de metais em solos derivados de rochas ultramáficas, e isto pode aumentar a absorção de metais pela planta. Robinson et al. (1999) afirmam que o carbonato de cálcio e magnésio, adicionado aos solos de ultramáficas, ricas em níquel e cobalto, causam diminuição significativa na adsorção e solubilidade destes metais no solo.

Pouco se conhece sobre a mobilização de metais pesados por raízes de plantas. A acidificação da rizosfera e a exsudação de ácidos carboxílicos aumentam a acumulação de metais de acordo com Clemens et al. (2002). Segundo Ernst (1996), plantas superiores afetam

constantemente a concentração e a especiação de metais em solos contaminados: a absorção de íons metálicos e a exsudação simultânea de prótons criam um sistema que acidifica a rizosfera e aumenta a disponibilidade de metais em solos altamente tamponados.

O comportamento dos elementos-traço, uma vez lançados ao meio ambiente, especialmente a mobilidade e a toxicidade, é altamente dependente do estado de oxidação e da estrutura da espécie metálica. Os impactos causados pela entrada dos metais ao meio ambiente dependem da concentração e da forma em que os metais se encontram ao serem lançados. Muitos metais pesados exercem uma ampla gama de efeitos tóxicos em humanos, bem como na vida terrestre e aquática (Brigden et al., 2000).

De acordo com os comentários já citados, poder-se-ia esperar problemas de contaminação nos ecossistemas aquáticos na região de Viçosa, principalmente devido ao relevo muito movimentado que favorece o processo erosivo possibilitando a entrada de contaminantes nos ecossistemas aquáticos. Estes fatores, aliados ao uso da terra, seja como pastagens ou na agricultura favorecem o aporte de metais pesados no ambiente aquático. Estudos que avaliem a concentração de metais pesados nos diversos compartimentos dos ecossistemas aquáticos tornam-se de grande importância na área de manejo e conservação dos recursos naturais.

### **2.3. Acumulação de metais pesados em sedimentos**

A agricultura intensiva, pastagens cultivadas, agroindústrias e efluentes urbanos estão entre os principais fatores antrópicos potencialmente causadores de alterações nos ecossistemas aquáticos, em relação ao aporte de sedimentos contaminados com metais pesados.

Amaral Sobrinho et al. (1992) analisaram corretivos e fertilizantes normalmente usados para o Estado de Minas Gerais (Quadro 1), alertando que o uso indiscriminado desses produtos pode acarretar problemas de contaminação com metais pesados, principalmente Cd, Ni, Pb e Zn.

Quadro 1. Valores médios de metais pesados em fertilizantes e corretivos usados em Minas Gerais (Amaral Sobrinho et al., 1992)

Produtos	Mn	Ni	Cd	Pb	Zn	Cu	Fe	Cr
Fertilizantes		µg/g						
0-30-15 + 0,2% Zn	306	21	5	55	2.220	33	6.610	0,4
0-20-20 + 0,4 % Zn	176	14	3	38	3.115	34	3.545	0,6
2-28-8 + 0,5 % Zn	792	30	15	275	5.385	73	9.225	1,6
Termofosfato	2.220	3.300	3	65	374	44	38.410	9,7
Fosfato natural	3.915	118	7	36	740	72	29.590	1,9
Superfosfato triplo	300	25	4	18	810	4.265	6.556	0,9
Calcários								
Unaí	91	16	3	23	12	5	4.085	0,4
Arcos	53	8	2	27	78	3	981	0,3
Italva	46	11	3	26	15	4	614	0,3
Pote	149	19	3	23	36	11	4.599	0,3
Coromandel	188	17	3	28	12	5	3.965	0,6
Bocaiúva	201	12	3	27	40	3	452	0,1
Formiga	221	11	2	25	17	2	376	0,3
Paracatu	2.867	11	52	2.817	10.220	122	31.610	0,6
Crosta*	900	250	0,05	10	50	50	---	50

\* Fonte: Kabata-Pendias e Pendias (2001).

A concentração dos metais pesados em sedimentos é geralmente 1000 vezes superior a da água (Esteves, 1998), denotando a importância do sedimento como indicador de impacto ambiental dos recursos hídricos. Dessa forma, a determinação da concentração de metais pesados em sedimentos pode gerar informações relacionadas ao grau de contaminação do ecossistema aquático, bem como o período e o local da fonte contaminadora.

Dependente da fonte, o sedimento pode representar importante fonte de poluentes devido ao alto fluxo difusivo dos metais pesados dentro da coluna de água (von der Hayden e New, 2004). É também um depósito de contaminantes por longos períodos, tido como principal fator de risco de poluição das águas (Baudo et al., 1999). No entanto, algumas características do sedimento podem afetar a biodisponibilidade dos

metais pesados, como por exemplo, a concentração de ferro, manganês, óxidos de alumínio e o conteúdo de matéria orgânica (Bendell-Young e Harvey, 1991; Mountouris et al., 2002).

Lin e Chen (1998) estudaram amostras de sedimentos em dois rios de Taiwan e verificaram a influência da matéria orgânica sobre a adsorção de metais pesados no período seco e chuvoso. A correlação foi positiva para todos os metais analisados. Eles sugerem o uso do conteúdo de matéria orgânica, em sedimento, como um índice simples para avaliar o grau de poluição dos sedimentos.

A distribuição espacial de metais pesados em sedimentos pode ser relatada como correspondente à distribuição na coluna de água. O efeito da acumulação é fortemente dependente da composição e estrutura do sedimento. Entretanto, quando a concentração de metais pesados na coluna de água é baixa, no sedimento é alta (Ferreira et al., 1996).

Kishe e Machiwa (2003) analisaram a distribuição de metais pesados em sedimentos do Lago Vitória, na Tanzânia, verificando que a diferença da distribuição observada na área pode ser devida a vários fatores, tais como a diferença da composição química do sedimento e conteúdo de matéria orgânica. Segundo estes autores, o sedimento serve como reserva de metais pesados e por isso merece consideração especial no estudo da poluição em ambientes aquáticos.

Calace et al. (2005) estudaram a influência de parâmetros químicos, como a presença de metais pesados e o conteúdo de matéria orgânica sobre a toxicidade de sedimentos marinhos na Itália. Os resultados obtidos colocaram em evidência que nem sempre a presença de metais pesados em sedimentos é um índice de toxicidade do ambiente. Neste caso, encontraram alta concentração total de metais, mas que estavam presentes em baixas concentrações nas formas disponíveis para Pb, Cu, Zn, Mn, Fe, Cd e Hg.

As atividades humanas perturbam o equilíbrio entre os metais no sedimento e na água, no entanto, a capacidade do sedimento em adsorver e reter contaminantes depende de sua composição (Filgueiras et al., 2004). Muitas vezes, as características físicas do sedimento são

modificadas por atividades antrópicas, como no caso das dragagens (Prokop et al., 2003).

A transformação de diferentes formas de metais e, alterações do sedimento podem ser induzidas pelas mudanças das condições ambientais como, por exemplo, a diminuição do pH que pode causar a liberação de metais dos complexos e da superfície do material sólido pelo aumento da competição nos sítios de troca por íon  $H^+$  (Prokop et al., 2003).

Gupta e Karuppiah (1996) analisaram os impactos de efluentes industriais e da erosão de áreas agrícolas na acumulação de metais em sedimentos. Eles afirmam que os sedimentos são importantes compartimentos de estoque para metais e, podem também atuar como fonte, porque liberam estes metais para a coluna de água. Por causa de sua capacidade de seqüestrar metais, os sedimentos podem refletir a qualidade da água e registrar os efeitos das emissões antropogênicas.

Os impactos das atividades humanas (criações de cabras e gado, agricultura e lavagem de roupas) sobre as características físico-químicas da água e do sedimento das represas e lagoas temporárias do Mediterrâneo foram estudados por Rhazi et al. (2001). Estes autores avaliaram como essas mudanças influenciaram na diversidade de espécies vegetais, sugerindo que o uso agrícola próximo às represas modificou as características dos sedimentos.

#### **2.4. Acumulação de metais pesados em água**

A água é um recurso peculiar, não somente pela sua amplitude de utilização, mas também por ser exímio indicador ambiental da qualidade da manipulação do solo pelo homem. As águas dos cursos, que drenam uma região, apresentam características físico-químicas próprias, que refletem as atividades do solo da respectiva bacia hidrográfica (Tonello, 2005). Um fator que altera os ecossistemas aquáticos é o uso agropastoril dos entornos que, diante dos tipos de manejos usados, podem levar à contaminação.

Segundo Guilherme et al. (2002), alguns insumos agrícolas ou subprodutos usados com a finalidade corretiva ou nutricional, na agricultura, representam uma possível fonte de contaminação com elementos-traço. Embora menos importante do ponto de vista quantitativo, estes insumos (fertilizantes, calcários, esterco e lodos de esgoto) podem se constituir em importantes fontes não pontuais de poluição de águas superficiais (Quadro 2).

O uso de agroquímicos, por longos períodos, muitas vezes indiscriminado e abusivo, vem trazendo preocupações às autoridades públicas e aos envolvidos com saúde pública e sustentabilidade dos recursos naturais, em consequência da contaminação ambiental (Dores e De-Lamonica-Freire, 2001).

Okonkwo e Mothiba (2004) afirmaram que as atividades agrícolas dos entornos do rio Dzindi, África do Sul, podem ter contribuído para o alto nível de Cd e Pb observados, já que esses metais podem ocorrer como impurezas em fertilizantes.

Visando o controle da qualidade de ambientes aquáticos, limites de concentração de elementos químicos, considerados tóxicos, foram estabelecidos para as águas superficiais brasileiras, baseado no tipo de ambiente e destino da água de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (Quadro 3).

Quadro 2. Concentração comum de metais pesados encontrados em alguns produtos utilizados na agricultura

Elemento	Lodo de esgoto	Fertilizantes fosfatados	Fertilizantes Nitrogenados	Calcários	Estercos
	mg/mg				
Cd	2-1500	0,1-170	0,04-0,1	0,05-8,5	0,3-0,8
Cr	20-40600	66-245	10-15	3-19	5,2-5,5
Cu	50-3300	1-300	2-125	1-15	2-60
Ni	16-5300	7-38	10-20	7-38	7,8-30
Zn	700-9000	50-1450	10-450	1-42	15-250

Fonte: Compilado de Kabata-Pendias e Pendias (2001).

Quadro 3. Limites máximos tolerados dos principais metais pesados em águas superficiais no Brasil

Metal total	Água Doce	
	Classes 1 e 2	Classes 3 e 4
	mg/L	
Cd	0,001	0,01
Pb	0,01	0,033
Co	0,05	0,2
Cu	0,009	0,013
Cr	0,05	0,05
Fe	0,3	5,0
Mn	0,1	0,5
Ni	0,025	0,025
Zn	0,18	5,0

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

Alguns metais pesados, como Zn, Cu, Co, são essenciais aos seres vivos e possuem importante papel no metabolismo dos ambientes aquáticos. Participa de processos fisiológicos, como no caso da fotossíntese, cadeia respiratória e fixação de nitrogênio. Por outro lado, Pb, Cd, Cr e Ni, não têm função biológica conhecida. São metais quase sempre tóxicos para a maioria dos organismos. Mesmo aqueles que têm função biológica conhecida, em alguns organismos, podem apresentar toxicidade (Esteves, 1998).

A concentração de metais pesados e seu impacto atual podem ser fortemente modificados devido as interações com os componentes naturais da água. Entretanto, o conhecimento da concentração de metais pesados é necessário para estimar o nível de poluição da água (Klavins et al., 2000).

Geralmente, as concentrações de metais pesados na água estão acima dos padrões de qualidade estabelecidos. Por outro lado, tendem a aderir-se aos materiais sólidos em suspensão que, por sua vez, sedimentam-se no fundo do corpo de água, formando um manto de

sedimentos que funcionam como um dreno desses elementos (Esteves, 1998). Estes podem retornar à solução entre os poros dos sedimentos e, ainda, para a coluna de água (Warren e Haack, 2001).

Os metais pesados, além de serem tóxicos, são cumulativos no organismo. Podem provocar diversos tipos de doenças, no ser humano, quando ingeridos em pequenas concentrações (Dias et al., 2001). A preocupação com a contaminação de ambientes aquáticos aumenta, principalmente, quando a água é usada para o consumo humano (Dores e De-Lamonica-Freire, 2001), e outros recursos desses retirados, como peixes (Warren e Haack, 2001) e plantas aquáticas.

O aumento da concentração natural de metais pesados em rios, lagos artificiais e represas ocorre em consequência do intemperismo das rochas e dos minerais dos solos do entorno desses ecossistemas, os quais entram no ambiente através dos processos erosivos das camadas superficiais dos solos adjacentes aos recursos hídricos. Por outro lado, aumento na concentração pode ser também decorrente do aporte antropogênico (dejetos industriais, atividades de mineração, esgotos domésticos), da dissolução de carbonatos, hidróxidos, óxidos e silicatos, além das reações químicas que ocorrem na rizosfera das macrófitas, possibilitando a dissolução dos metais e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade dos metais no ambiente aquático.

Segundo Stumm e Morgan (1996), a concentração dos elementos-traço, em águas continentais, é controlada pela precipitação atmosférica e pelo processo de intemperismo dos minerais de solos e rochas. Uma vez no ambiente, esses elementos podem interagir como solutos formando complexos, partículas inorgânicas e orgânicas (adsorção e assimilação). A afinidade de reatividade dos elementos com as partículas, as quais sedimentam através da coluna de água, determinam o tempo de residência desses elementos e sua concentração na água.

Nesse sentido, o pH terá grande influência no destino dos metais pesados na coluna de água. Para cátions metálicos, a concentração na forma dissolvida decresce com o aumento do pH, já que as formas precipitadas e adsorvidas são favorecidas em pHs mais básicos

(Guilherme et al., 2002). Alguns elementos dependentes de pH, como Zn (II), Pb (II) e Cd (II) tendem a diminuir sua concentração residual com o aumento do pH.

## **2.5. Acumulação de metais pesados em macrófitas aquáticas**

Plantas aquáticas emersas ou flutuantes livres, desempenham papel ecológico importante nos ecossistemas aquáticos, tanto como área de refúgio e alimento para a biota aquática como acumuladoras de nutrientes. Segundo Costa et al. (2003), a maioria das espécies de plantas aquáticas é extremamente produtiva, principalmente em locais com elevado grau de eutrofização.

Outro papel ecológico importante, discutido por Pedralli e Teixeira (2003) é o de agente filtrador de materiais particulados, sedimentos e nutrientes, exercido a partir da acumulação, em suas folhas e raízes, de metais pesados retirados da coluna de água e dos sedimentos.

Várias características físicas do ambiente podem influenciar na acumulação dos metais pesados em plantas aquáticas, no caso da temperatura, por exemplo, Miretzky et al. (2004) afirmaram que a concentração e a acumulação dos metais Cd, Cu e Zn aumentam em *Elodea canadensis*, com o aumento da temperatura da água.

Segundo Wittig (1993) são consideradas bioacumuladoras, as espécies que contém elementos com concentração superior ao ambiente onde está inserida e, ainda, com concentração superior à média encontrada em espécies de ambientes não poluídos. Segundo Camargo et al. (2003), as plantas aquáticas submersas, livres, apresentam maior grau de adaptação ao ambiente aquático, enquanto as plantas emersas, menor grau. Isso determina os gradientes de ocorrência e abundância dos diferentes tipos ecológicos nos corpos de água.

As macrófitas aquáticas emersas têm sido consideradas as mais produtivas, pois não são limitadas por CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e luz, visto que seus órgãos fotossintetizantes são emergentes. Além disso, esses vegetais retiram

nutrientes do sedimento, o qual apresenta geralmente alta concentração de nutrientes, quando comparados com outros compartimentos do ambiente aquático (Camargo et al., 2003).

A capacidade das macrófitas em concentrar elementos químicos do ambiente aquático foi revisada por Hutchinson (1975) citado por Brooks e Robinson (1998). Este autor estudou níveis de elementos potencialmente tóxicos como Cd, Pb e Hg. Posteriormente, Outridge e Noller (1991) estabeleceram valores médios para metais, em macrófitas de ambientes não contaminados, contaminados e, ainda, o fator de concentração para ambientes não contaminados, considerando a relação entre a concentração do metal na planta e água.

Muitos organismos são utilizados como biomonitores por sua capacidade de acumular íons metálicos. No entanto, o uso de macrófitas aquáticas tem sido difundido, principalmente, devido à necessidade de alternativas mais viáveis, ecológica e economicamente, de despoluição de ecossistemas aquáticos. Há uma intensa fonte de contaminação pontual e não pontual que podem aumentar rapidamente a concentração dos elementos no ecossistema, desfavorecendo o uso de algumas técnicas de fitorremediação.

Mangabeira et al. (2004) afirmaram que amostras de sedimento e água podem somente refletir a concentração momentaneamente, sendo por isso, importante o uso de biomonitoramento por oferecer maior possibilidade de avaliação do grau de poluição por metais pesados.

Os íons metais  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , e  $\text{Co}^{2+}$  são micronutrientes essenciais para as plantas. Entretanto, quando presentes em excesso, todos esses metais são tóxicos, como os não essenciais  $\text{Cd}^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ .

Cada espécie de planta tem diferentes níveis de tolerância a diferentes contaminantes (Kamal et al., 2004). Zavoda et al. (2001) consideraram plantas que toleram, absorvem e translocam altos níveis de determinados metais pesados, os quais podem ser tóxicos a muitos organismos, como hiperacumuladoras. Algumas plantas podem hiperacumular íons metálicos que são tóxicos em baixas concentrações

para outros organismos (Clemens et al., 2002). Chaney et al. (1997) afirmam que a principal característica de uma planta hiperacumuladora é a hipertolerância a metais pesados.

Visoottiviseth et al. (2002) estudaram o potencial acumulador de algumas espécies de plantas nativas, considerando espécies hiperacumuladoras como aquelas que acumulam valores acima de 1.000 µg/g de metal. Entre as espécies destacam-se as de ambientes aquáticos, *Panicum repens* e *Typha angustifolia* apresentadas como potenciais para a remoção de As.

A capacidade hiperacumuladora de algumas espécies permite o monitoramento ambiental de contaminantes em áreas de riscos. *Pistia stratiotes*, em experimento hidropônico rico em Cu apresentou maior concentração desse elemento nas raízes (300 mg/kg) do que na parte aérea (25 mg/kg) de acordo com Qian et al. (1999). Miretzky et al. (2004) usaram *P. stratiotes* em experimento para remoção de Cd, Cr, Fe, Mn, Zn e Pb da coluna de água poluída por atividades antropogênicas sendo significativa a taxa de remoção dos metais.

Kamal et al. (2004) avaliaram três espécies de plantas aquáticas com relação à capacidade de remoção de metais pesados em água contaminada obtendo resultados excelentes para Cu, Zn e Fe, ou seja, as espécies mostraram-se tolerantes a esses metais, de forma significativa.

No sentido de avaliar o potencial de plantas acumularem íons metálicos, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos, entre eles destacam-se: Raí et al. (1995) que estudaram várias espécies de macrófitas: flutuantes, submersas e emergentes. Lewander et al. (1996) investigaram a concentração dos metais pesados no sistema água-sedimento-plantas, usando duas espécies de macrófitas submersas, *Potamogeton pectinatus* e *Myriophyllum verticillatum*. Estes autores sugerem que a água da chuva causa uma contínua exposição do sedimento e plantas a altos níveis de metais adsorvido ao material particulado e dissolvido, transportado ao longo do rio estudado. Durante o experimento, os metais liberados do sedimento foram acumulados pela parte aérea e raízes das plantas, diminuindo a concentração do metal na

água. Entretanto, a acumulação do metal na raiz foi percebida apenas quando o conteúdo de matéria orgânica do sedimento foi baixo, mostrando a influência da matéria orgânica na mobilidade dos metais.

Kanhkonen et al. (1997) analisaram a concentração de metais pesados em diferentes partes de *Elodea canadensis*; os dados sugerem que a concentração do metal depende mais da parte da planta estudada do que da concentração do metal no sedimento, já que existe diferença de concentração nos diversos compartimentos da planta. Mal et al. (2002) propõem o uso de *Elodea canadensis* como um biomonitor potencial devido a sua ampla distribuição e habilidade para acumular poluente em ecossistemas aquáticos. Isto permite salientar a necessidade de estudar a concentração dos metais, em cada compartimento da planta, além da concentração na água e no sedimento.

Cardwell et al. (2002) analisaram Cd, Cu, Pb e Zn em plantas, verificando a acumulação destes metais em plantas aquáticas de rios urbanos contaminados no sul de Queensland, Austrália. Os autores enfatizam que *Typha* sp apresentou maior concentração de metais que o sedimento. Dos metais estudados, o Zn aumentou sua acumulação na planta com o incremento da concentração do metal no sedimento.

De acordo com estes autores, muitos metais pesados em sistemas aquáticos eventualmente estão associados com material particulado que é depositado e acumula no sedimento. A concentração de metais em plantas aquáticas pode ser mil vezes maior que na água onde habitam. Certas plantas aquáticas podem ser usadas como indicadoras de nível baixo de contaminação ambiental que de outra maneira poderia não ser detectado.

As plantas aquáticas submersas absorvem os poluentes do sedimento, através das raízes, e da coluna d'água pelas folhas. As macrófitas enraizadas têm mostrado ser mais sensíveis aos metais pesados que as flutuantes, as quais são comumente usadas como biomonitoras (Mal et al., 2002).

Sawidis et al. (1995) estudaram a concentração de metais pesados em várias espécies de plantas aquáticas e sedimentos de lagos e rios da

Macedônia, norte da Grécia, e concluíram que as raízes tiveram maiores concentrações de metais pesados que as folhas, caules e flores. Diferenças na bioacumulação têm sido observadas em diferentes espécies, do mesmo gênero, encontradas em condições ambientais semelhantes, o que revela que a absorção dos metais é regulada por mecanismos fisiológicos da planta e, não somente por fatores físicos do ambiente.

O conhecimento sobre a concentração de metais pesados em diferentes partes das plantas é reduzido, especialmente para as macrófitas aquáticas. As diferentes concentrações de Cr, Ni, Mn, Fe, Cu e Zn nas raízes e folhas indicam que esses metais têm diferentes rotas de absorção e mecanismos de transporte na planta. *Elodea canadensis*, acumula mais Cr nas folhas que nas raízes. Zn é um metal móvel, tendo, aproximadamente a mesma concentração em diferentes partes da planta (Kahkonen et al., 1997).

Muitas plantas vivas podem absorver metais pesados (Keskinen et al., 2004). Plantas aquáticas são capazes de remover metais pesados da água através de processos de absorção e bioacumulação (Sivaci et al., 2004). Costa et al. (2003) estudaram a remoção de metais pesados presentes na forma residual em efluentes industriais, usando plantas aquáticas secas, como por exemplo, *Salvinia* sp e *Eichhornia crassipes*, as quais foram eficientes para remoção de Cu e Zn. Schneider e Rubio (1999) e Schneider et al. (2001) demonstraram que a biomassa de macrófitas aquáticas, como as citadas acima, mesmo secas, possuem alta capacidade de acumular íons metálicos, devido a presença de grupos carboxila ocupados por cátions em maior concentração no ambiente como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$ , que são substituídos por íons como  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$ .

## **2.6. Uso de macrófitas aquáticas como alternativa para despoluição ambiental**

O potencial de muitas espécies vegetais, como acumuladoras de metais possibilitou o desenvolvimento de tecnologias efetivas que permitem remover metais pesados e poluentes orgânicos do solo e da água. A fitorremediação é uma das formas mitigadoras atualmente proposta para minimizar os problemas da poluição por metais pesados em sedimento, solo e água.

Para Alkorta et al. (2004), a fitorremediação é uma tecnologia emergente que aparece como uma promessa para a remoção de poluentes do ambiente devido ao uso da notável capacidade das plantas de concentrar elementos e compostos químicos do ambiente.

Existem diferentes processos tecnológicos de fitorremediação, sendo aplicadas de acordo com as características inerentes a cada ambiente e tipo de poluente. Assim, essa tecnologia é usada tanto em processos de descontaminação de ambientes por poluentes orgânicos como, também, de inorgânicos.

É importante dizer que as plantas utilizadas nas técnicas de fitorremediação devem ser capazes de absorver e tolerar os poluentes. O surgimento dessa tecnologia, usando plantas como forma de descontaminar os ambientes, é devido à capacidade que as mesmas apresentam de modificarem as condições ambientais ao redor da rizosfera, de tal maneira que propiciam a absorção de elementos químicos antes não disponíveis, descontaminando assim o ambiente onde estão inseridas.

Em relação à disponibilidade dos elementos na água, embora a grande maioria esteja em forma disponível, a concentração de determinado elemento no ecossistema aquático pode estar em formas iônicas livres (solúveis), complexados a outros elementos, ou em formas insolúveis também, adsorvidos ao material particulado.

Como dito anteriormente, a disponibilidade dos elementos depende dos fatores físico-químicos do ambiente aquático, tais como o pH, potencial de oxi-redução, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, além da atividade do elemento e da forma química do mesmo. Ainda que haja uma alta concentração de determinado elemento, se as condições não forem favoráveis a sua solubilização, poderá haver precipitação, indisponibilizando na coluna de água. Em um ecossistema aquático, muito produtivo, ocorrem espécies vegetais tanto flutuantes quanto enraizadas. Assim, uma ou outra espécie terá a possibilidade de retirar o elemento do ambiente quando forem substituídas no processo natural de sucessão ecológica.

Brooks e Robinson (1998) enfatizaram que fatores fisiológicos e ambientais afetam a toxicidade e absorção dos elementos pelas plantas aquáticas como, por exemplo, a geoquímica do sedimento e as características físico-químicas da água, nesse caso, controlando a especiação do metal no sedimento e na água.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição da área de estudo**

O estudo foi realizado na microbacia da Eqüideocultura do Campus da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Estado de Minas Gerais (Figura 1). Está localizada entre as coordenadas 42°51'36" a 42°51' W e 20°44'24" a 20°44' S, e possui altitude média de 721,83 m, com cota máxima de 800 m e mínima de 640 m.

A microbacia com área total de 112 hectares, possui três represas, das quais duas foram estudadas. A represa 1, denominada "Viveiro" possui 1,76 ha, com profundidade de até 200 cm e a represa 2 "Eqüideo" tem apenas 0,35 ha, com profundidade de até 189 cm. A microbacia da Eqüideocultura está inserida na Bacia do Rio Turvo Sujo (Figura 2). O rio Turvo Sujo é um dos mais importantes rios de abastecimento de água do município. Embora seja pequena a área total da microbacia estudada, uma contaminação pontual pode afetar todo o sistema aquático, não se descartando assim o interesse de monitoramento de áreas pequenas sujeitas à poluição devido aos usos de seus entornos.

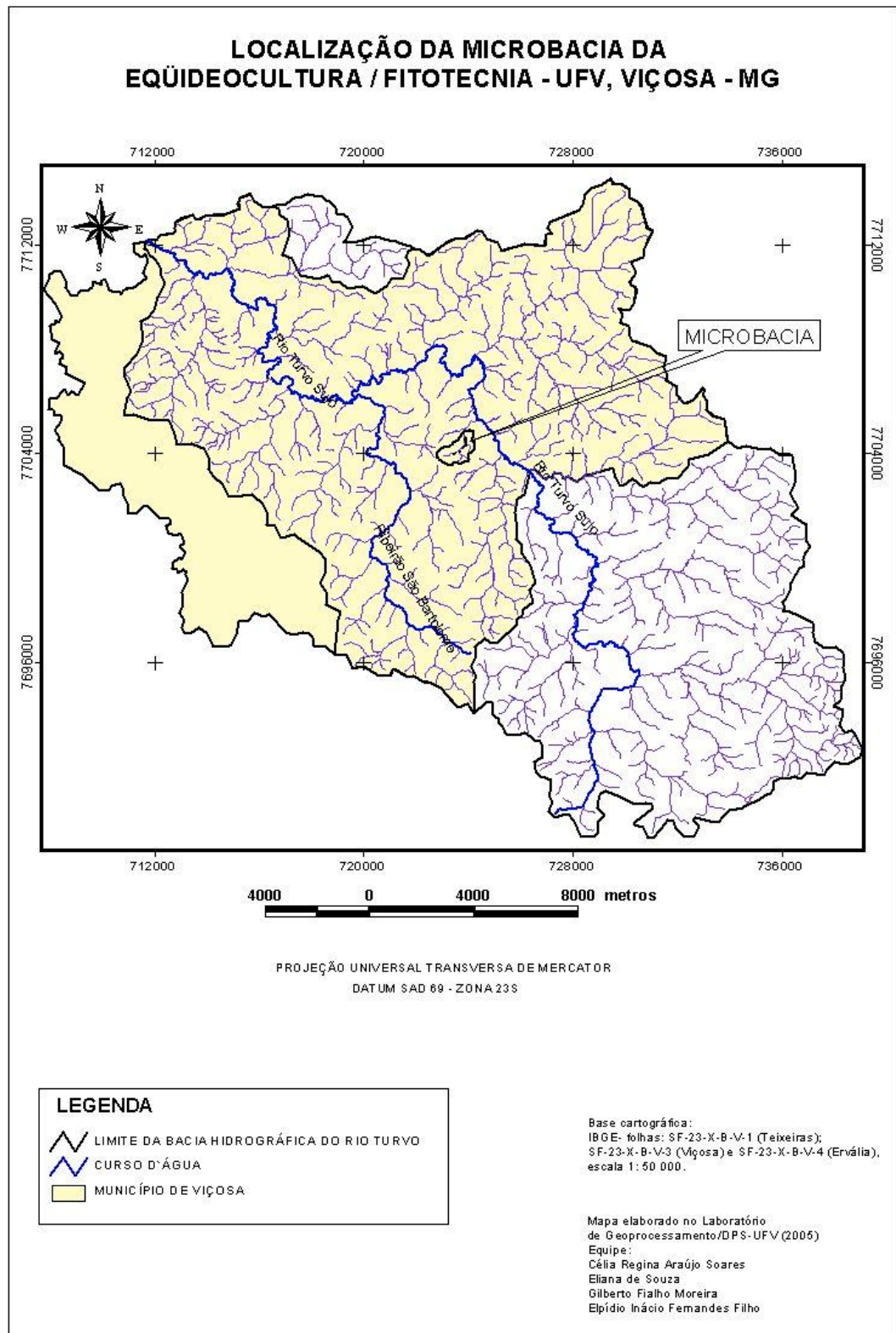


Figura 1. Mapa de drenagem da Bacia do rio Turvo Sujo, destacando a microbacia da Eqüideocultura.

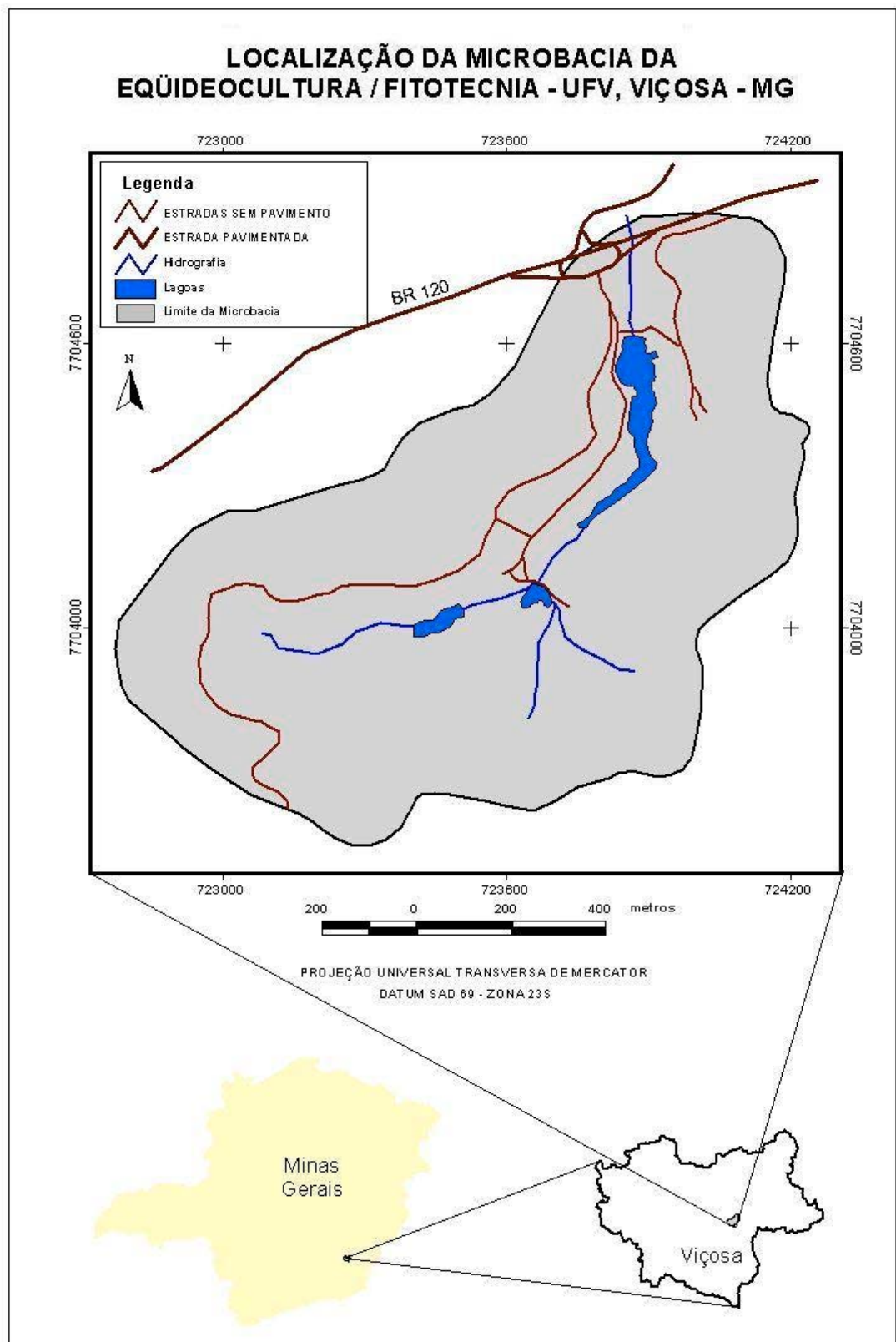


Figura 2. Mapa de localização da microbacia da Eqüideocultura.

Geologicamente, a área pertence ao Embasamento Granito-Gnaissico indiviso, com topos de morros alongados e relevo fortemente ondulado, facilitando o escoamento superficial.

A área da microbacia possui solos geralmente profundos, tendo maior destaque os Latossolos, Argissolos e Cambissolos (Figura 3). As características das classes de solos, aliadas a forma de relevo (Figura 4) e a ausência de cobertura vegetal em alguns trechos (Figura 5) favorecem a degradação por erosão dos entornos das represas. Essas características juntamente com a alta declividade do terreno e as chuvas intensas, características da zona da mata mineira, segundo Tonello (2005), possuem grande influência sobre o escoamento superficial e conseqüentemente sobre o processo de erosão, que resulta em perdas de solos, água, matéria orgânica, nutrientes, provocando assim assoreamento e eutrofização dos corpos de água.

O entorno da represa do Viveiro tem como principal uso a cultura de café, tomate, maracujá, milho e banana. Já na represa da Eqüideo, o entorno é usado para a pastagem nativa e “capineira” e criação de Eqüinos (Figura 5). A proximidade da “capineira” da região litorânea da represa da Eqüideo favorece a diminuição da entrada de partículas de solos durante as chuvas no ecossistema aquático. A área do Viveiro serve de campo experimental, e desta forma as culturas são manejadas de acordo com cada experimento. Na escala considerada, as duas represas estudadas apresentam potencialmente forma não pontual de contaminação nos seus entornos devido ao uso de calcários e fertilizantes, além da produção de esterco pelos Eqüinos.

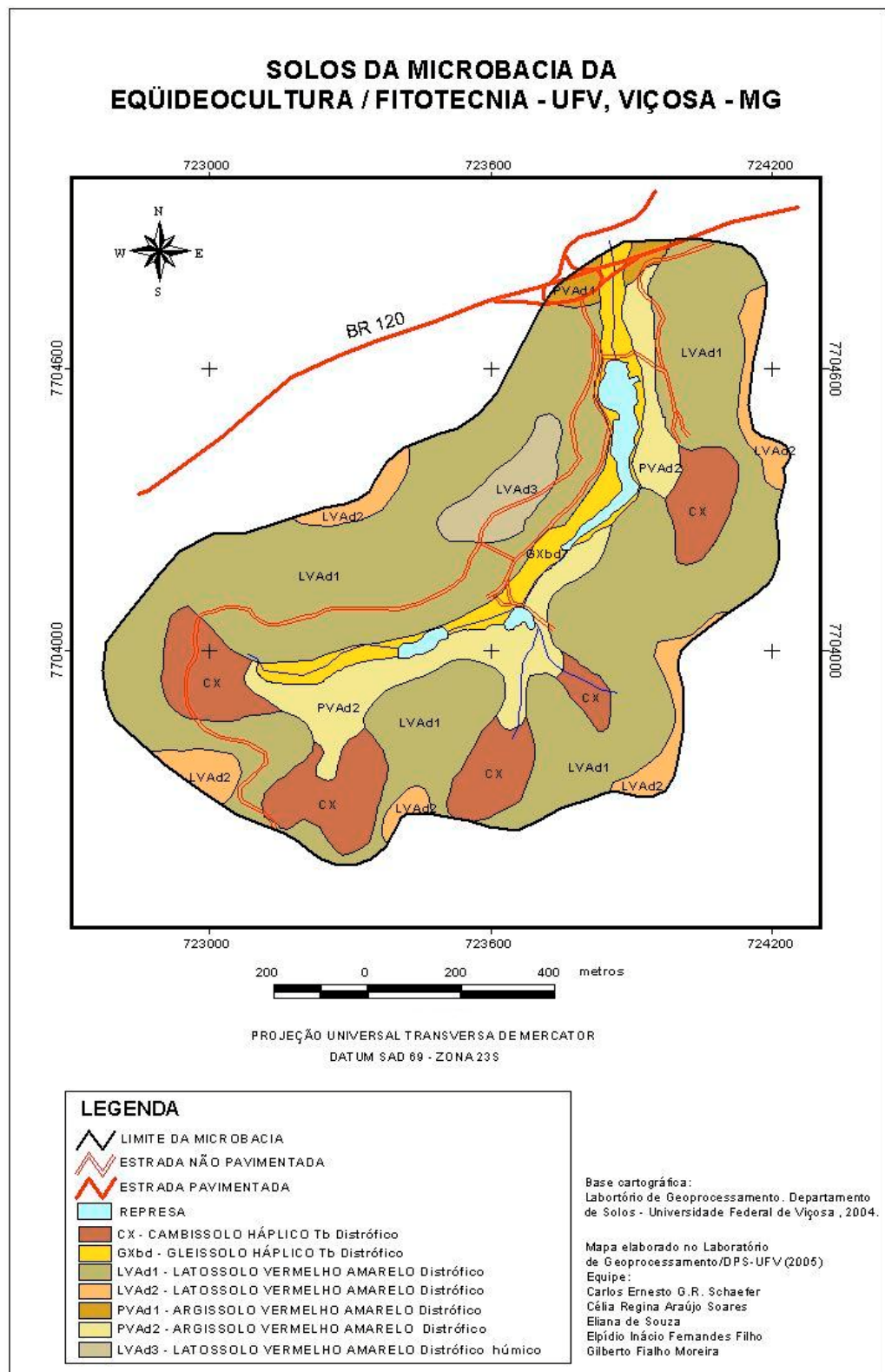


Figura 3. Mapa de solos da microbacia da Eqüideocultura.

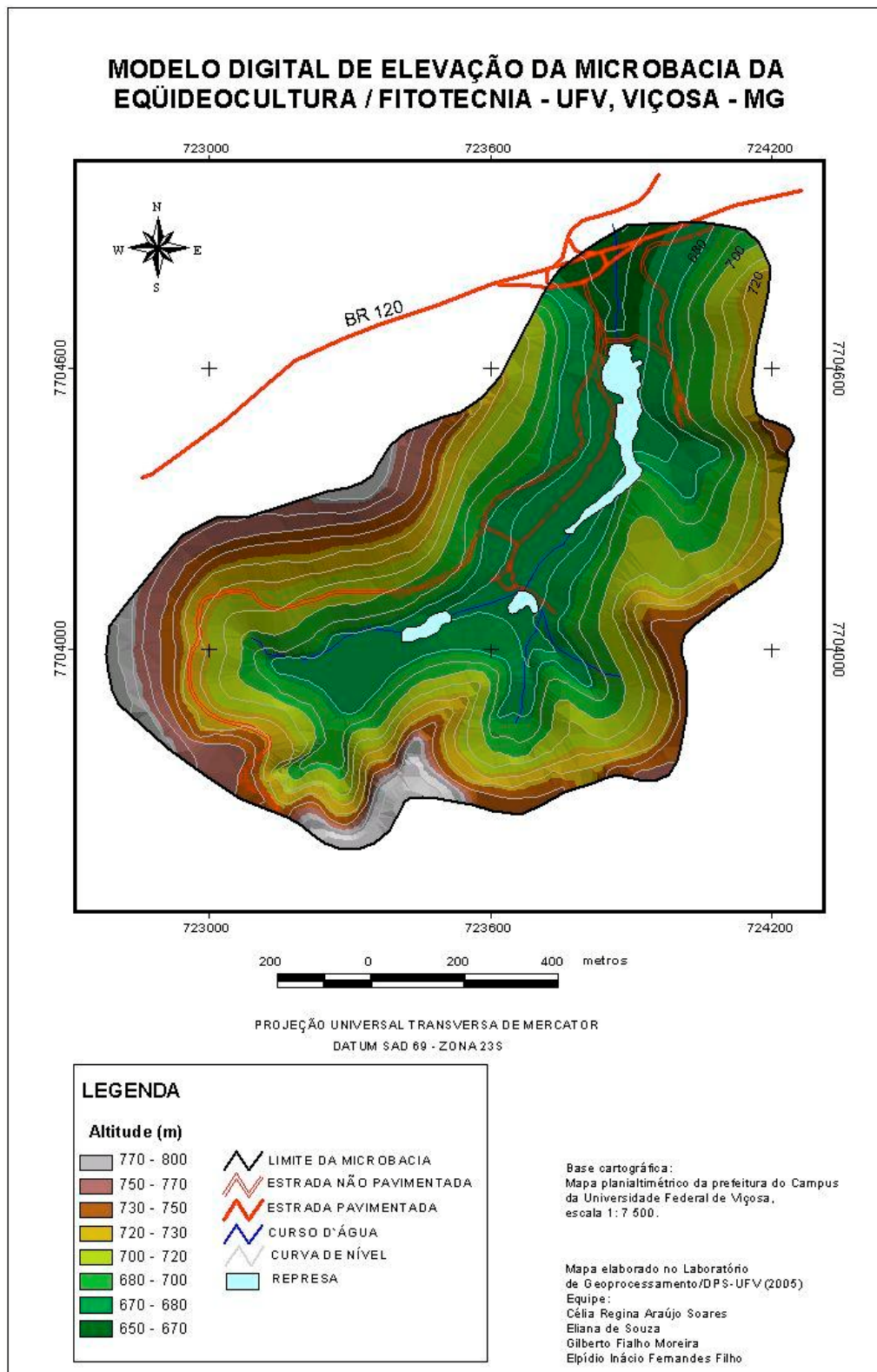


Figura 4. Modelo digital de elevação da microbacia da Equideocultura.

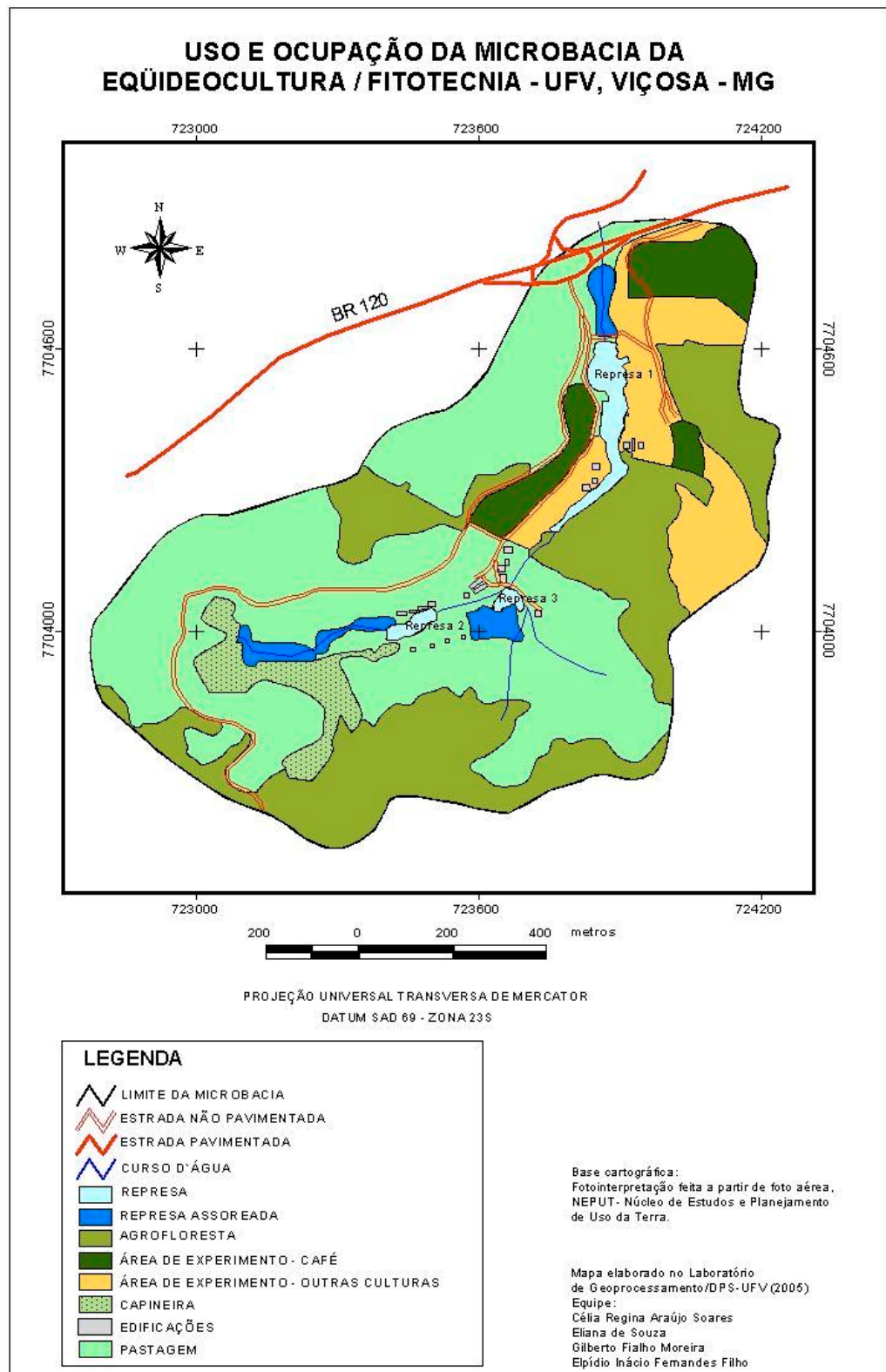


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo da microbacia da Eqüideocultura.

### 3.2. Amostragem

Na zona litorânea de cada represa foram coletadas amostras de sedimento, água e macrófitas no final do período seco (outubro de 2003) e final do período chuvoso (abril de 2004). Em cada represa foram traçados três transectos de modo a subdividi-la em seis parcelas amostrais, considerando curso superior, médio e inferior. Em cada parcela amostral foram coletadas cinco amostras de sedimento, água e macrófitas aquáticas perfazendo 30 repetições por represa em cada período (Figura 6).

As represas são aqui consideradas como ecossistemas aquáticos rasos, devido a sua profundidade não atingir valores maiores que 6 m na região limnética e 3 m na zona litorânea. Assim, a profundidade para coletar as amostras de água foi a 10 cm da superfície da lâmina de água, considerando a zona de mistura e a 1 m na região mais profunda da região litorânea, quando possível.

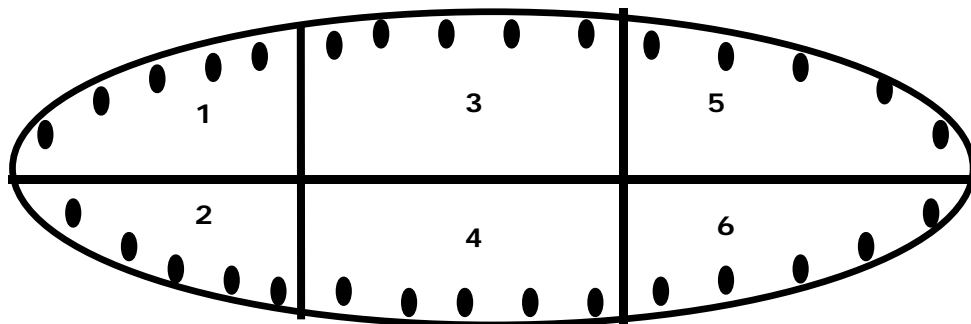


Figura 6. Esquema da amostragem em cada represa estudada.

### **3.3. Geoquímica do sedimento**

#### **3.3.1. Coleta e preparação das amostras de sedimento para análise**

As amostras de sedimento foram coletadas até 20 cm de profundidade com trado holandês, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em câmara fria a 4 °C. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente, as amostras foram secas em estufa, obtendo-se a terra fina seca em estufa (TFSE).

#### **3.3.2. Análises físicas**

Nas amostras de sedimento foram analisadas densidade de partículas, textura e argila dispersa em água, segundo métodos recomendados por Embrapa (1997).

#### **3.3.3. Análises químicas de rotina**

Para o pH do sedimento (água),  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $H + Al$ , seguiram métodos descritos no manual de análises de solo da Embrapa (1997). A partir dos valores de  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$  foram obtidos a soma de bases (SB), dos valores de  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Al$ , calcularam-se a CTC efetiva (t), dos valores de  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + H + Al$ , calcularam-se a CTC potencial (T), e com  $SB/T \times 100$  tem-se saturação de bases (V) e com valores de  $100 Al^{3+}/t$  tem-se a saturação de alumínio (m).

### **3.3.4. Determinação do carbono orgânico total e matéria orgânica leve**

Nas amostras de sedimento foram analisados: o carbono orgânico total (COT) segundo a metodologia adaptada de Yeomans e Bremner (1988), conforme o método Walkley-Black (Embrapa, 1997), utilizando na titulação indicador de Ferroin.

Na TFSA do sedimento foi também determinada a matéria orgânica leve (MOL), separadas por flotação em água, recolhida em cadinho de Gooch, seca a 85 °C por 24 horas e calcinada a 430 °C, sendo o peso da matéria orgânica determinada por diferença.

### **3.3.5. Determinação de metais pesados e P total em amostras de sedimento**

Cada amostra de 0,500 g (TFSA) foi triturada e passada em peneira de 100 mesh (0,149 mm). Colocada em cadinho de teflon e acrescida de algumas gotas de água ultrapura, em seguida adicionaram-se 5 mL de  $\text{HNO}_3$  (conc.) e aqueceu-se em banho de areia até quase securo. Depois adicionaram-se 1 mL de  $\text{HClO}_4$  (conc.), 3 mL de  $\text{HF}$  (conc.) e 1 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (conc.). Aqueceu-se em banho de areia até a suspensão ficar clara e com pouco volume. Acrescentou-se 1 mL de  $\text{HClO}_4$  e aqueceu-se até digestão total. O cadinho foi lavado com água ultrapura, filtrado em filtro rápido e elevado ao volume de 25 mL, reservando o extrato para leitura (adaptado de Embrapa, 1997). A concentração dos metais foi determinada através de Espectrometria de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP) e o P total determinado pelo método de ácido ascórbico (modificado por Braga e DeFilipo, 1974) usando Espectrofotômetro de UV Visível.

### **3.3.6. Curva de solubilização de metais em HCl adaptado de Amaral Sobrinho et al. (1992)**

As amostras foram trituradas e passadas em peneiras de 0,149 mm. De cada amostra, pesaram-se cinco subamostras com aproximadamente 2,000 g e transferiu-se para frascos Erlenmeyer de 125 mL. Em cada subamostras acrescentaram-se as soluções extratoras com diferentes concentrações de HCl. Este método desenvolvido por Amaral Sobrinho et al. (1992) foi usado para a extração de metais pesados em calcários e fertilizantes, utilizando-se de 10 g de cada amostra em frascos Erlenmeyer com 100 mL da solução extratora, agitando por 40 minutos/dia durante 15 dias e, determinado os teores dos metais em Espectrometria de Absorção Atômica.

As concentrações de HCl utilizadas foram: zero (água deionizada), 0,001; 0,01; 0,1 e 1 mol/L. Em cada frasco adicionaram-se 50 mL de solução extratora, e foram submetidos a agitação por 2 h/dia com 180 rpm durante 5 dias, consecutivos. No sexto dia, os frascos foram deixados em repouso para sedimentação. Após este período, foi medido o pH do sobrenadante, separado por filtração, em papel lento. Posteriormente, determinadas as concentrações dos metais presentes nos extratos através de Espectrometria de Plasma Acoplado Indutivamente.

## **3.4. Geoquímica da água**

### **3.4.1. Coleta, armazenamento e determinação de metais e P total em amostras de água das represas**

As amostras (volume de 700 mL) para as análises físico-químicas da água foram obtidas com garrafa de Van Dorn. Os parâmetros analisados foram temperatura, transparência, pH, Eh, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido com uso de aparelhos portáteis, disco de Secchi, condutivímetro, oxímetro e pHmetro diretamente no local de coleta.

Das amostras coletadas com garrafa de Van Dorn uma alíquota foi colocada em frascos plásticos, devidamente lavados com ácido nítrico 1% (v/v), etiquetadas e armazenadas a 4 °C. As amostras de água (50 mL) foram colocadas em frascos de vidros previamente lavadas com ácido nítrico. Acrescentou-se a cada amostra, 0,5 mL de ácido nítrico concentrado, e depois foram seco por evaporação em chapa aquecida a 100°C. O resíduo foi dissolvido em ácido nítrico a 1% (v/v) e filtrado em papel de filtro lento e levado ao volume final de 25 mL com ácido nítrico (1%), de acordo com a metodologia proposta por Sriyaraj e Shutes (2001). O fósforo total foi determinado nos extratos pelo método de ácido ascórbico (modificado por Braga e DeFilipo, 1974) usando Espectrofotômetro de UV Visível e a concentração dos metais pesados foi determinada por Espectrometria com Plasma Acoplado Indutivamente.

### **3.5. Química das macrófitas aquáticas**

#### **3.5.1. Coleta, preparação e determinação de metais e P total nas macrófitas aquáticas**

Com o auxílio de um quadrado de madeira de 0,25 m<sup>2</sup> coletaram-se todo o material vegetal de cada espécie contido no quadrado. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, para evitar a contaminação do material, e sua preservação até o laboratório.

Posteriormente, as macrófitas foram lavadas abundantemente com água destilada, para remover as partículas de sedimento aderido. As plantas foram separadas em três compartimentos: raiz, folha e morto (material em decomposição). As partes separadas foram armazenadas em sacos de papel pardo, secas em estufa a 80 °C por 72 horas. As amostras secas foram trituradas em moinho tipo Willey.

As amostras trituradas (0,500 g) foram pré-digeridas por 24 horas, em 15 mL de mistura nitro-perclórica (3:1 v/v) em frascos de vidro branco com capacidade para 100 mL. Posteriormente foram digeridas em chapa aquecedora por sete horas, sendo a temperatura elevada gradualmente, até aproximadamente 320 °C. Após a digestão a solução foi elevada ao

volume de 25 mL com água ultrapura, filtrada em filtro rápido e armazenado o extrato (adaptado de Silva, 1999). Os elementos foram determinados em Espectrometria de Plasma Acoplado Indutivamente e o P determinado pelo método de ácido ascórbico (modificado por Braga e DeFilipo, 1974) usando Espectrofotômetro de UV Visível.

Segundo Silva (1999), usam-se apenas 8 mL da mistura nítrico-perclórica, pré-digestão de 3 a 4 horas e os extratos não são filtrados. Este método é normalmente usado em plantas terrestres. No entanto, nas plantas aquáticas após alguns testes preliminares, optou-se por aumentar o tempo de pré-digestão e a quantidade de solução ácida, o que diminuiu o tempo de aquecimento em chapa. Seguindo o método conforme descrito por Silva (1999), 24 horas na chapa de aquecimento não fora suficiente para digerir o material vegetal. A filtragem foi acrescentada devido à formação de precipitados nos extratos.

### 3.5.2. Descrição das espécies

Foram escolhidas duas espécies representativas fisionomicamente em cada represa. *Salvinia auriculata* Aubl. (Pteridophyta); *Eleocharis obtusetrigona* (Lindl. e Nees) Stued (Cyperaceae) na represa do Viveiro, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae) e *Pistia stratiotes* L. (Araceae) na represa da Eqüídeo (Figura 7).

***Salvinia auriculata*** pertence a Família Salviniaceae, é uma erva aquática flutuante livre, anual ou perene. Folhas pilosas na face superior, hidrofóbicas. As raízes são folhas modificadas hidrofílicas que apresentam capacidade de acumular partículas de sedimentos em sua superfície. ***Eleocharis obtusetrigona*** pertence à Família Cyperaceae, é uma erva aquática emergente, perene, rizomatosa. Crescem na região litorânea pouco profunda. ***Eichhornia crassipes*** pertence à Família Pontederiaceae, é uma erva aquática flutuante livre, estolonífera, perene, típica de ambientes eutróficos e rasos. ***Pistia stratiotes*** pertence à Família Araceae, é uma erva aquática flutuante livre, rosulada, estolonífera, anual ou perene, folha esponjosa, típica de ambiente eutrófico.



(a) *Salvinia auriculata*



(b) *Eleocharis obtusetrigona*



(c) *Eichhornia crassipes*



(d) *Pistia stratiotes*

Figura 7. Macrófitas aquáticas selecionadas na microbacia da Equideocultura.

### 3.6. Transferência biogeoquímica, Potencial de acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ), Índice de Estado Trófico (IET).

A transferência biogeoquímica é dada pelo fator de concentração, sendo a razão entre a concentração do elemento na planta aquática (mg/kg massa seca) e a concentração do elemento no sedimento e/ou água (adaptado<sup>1</sup> de Ravera, 2001) dada pela seguinte equação:

$$FC_i = \frac{M_{i_{sp}}}{M_{i_{amb}}}$$

<sup>1</sup> O fator de concentração é usado por Ravera (2001) para fitoplâncton e zooplâncton e órgãos e/ou tecidos de peixes.

em que  $FC_i$  = fator de concentração do metal escolhido;  $M_{ispi}$  = média da concentração do metal na espécie de planta aquática amostrada,  $M_{iamb}$  = média da concentração de determinado elemento no ambiente considerado (água).

O potencial de acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ) foi calculado pela relação da concentração do metal na planta aquática e o valor considerado normal para plantas aquáticas de ambientes não contaminados, permitindo através dos resultados a escolha de espécies promissoras para o uso em processos de descontaminação de ambientes aquáticos. O potencial de acumulação está sendo proposto neste estudo.

Estabeleceu-se um critério de avaliação do Potencial de Acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ) dos metais pelas espécies, considerando-se uma relação de 1 a 10 vezes superior aos valores médios normais esperados para plantas aquáticas de ambientes não contaminados. As espécies que apresentarem valor de  $\Psi_{Ac} \leq 2$  foram consideradas como não acumuladoras do metal em questão dentro de cada período de coleta. Plantas com valores do  $\Psi_{Ac}$  entre 2,1 e 3,9 foram consideradas como tendo baixo potencial de acumulação.  $\Psi_{Ac}$  entre 4 e 5,9 como potencial médio e as que obtiveram valores do  $\Psi_{Ac} \geq 6$  foram consideradas com alto potencial de acumulação. A espécie que apresentar valor do  $\Psi_{Ac}$  médio e/ou alto pode ser sugerida para uso em fitorremediação. No entanto, a espécie de valor do  $\Psi_{Ac}$  alto é considerada mais eficiente para a remoção do metal no ambiente aquático. Com base nesses critérios acima descritos, o potencial de acumulação irá possibilitar dizer qual espécie poderá trazer melhores resultados em propostas de fitorremediação em cada período.

O índice de Estado Trófico para o fósforo foi calculado usando a equação de Carlson (1977), modificado por Toledo (1990), citado por CETESB (2005), sendo considerado para os cálculos valores de concentração do fósforo total.

$IET(P) = 10\{6 - [\ln(80,32/P_i) / \ln 2]\}$  usando  $P$  ( $\mu\text{g/L}$ ), considerando valores de IET entre 54 e 74, como ambiente eutrófico.

### **3.7. Tratamento dos dados**

Para análise do estado trófico, FC e concentração dos elementos foram calculadas as médias e desvio padrão para cada elemento por represa, independente da zona de coleta para as amostras de macrófitas aquáticas, sedimento e água.

Para a análise do grau de contaminação do sedimento foram usados os valores orientadores de referência para os solos do Estado de São Paulo de acordo com o relatório da CETESB (2001). Será considerado ambiente contaminado quando os valores médios de cada elemento em discussão exceder os valores de referência para solos. Visto que as amostras de sedimento foram coletadas até 20 cm de profundidade, sendo oriundas da deposição de partículas de solos adjacentes ao ecossistema aquático estudado.

Para a análise da curva de solubilidade dos metais em sedimento foram calculadas as médias e desvio padrão dos metais extraídos em concentrações crescentes de HCl, considerando cada represa e períodos de coleta. Foi adicionada a curva uma linha de tendência usando o programa Excel.

A contaminação da água foi analisada tendo como base valores máximos permitido pelo CONAMA 357/2005 e valores normais para ambientes não contaminados segundo Turekian (1969), citado por Outridge e Noller (1991). Para plantas, os valores normais são considerados de acordo com Outridge e Noller (1991) servindo de base para a definição das espécies acumuladoras.

Para análise da especiação iônica dos elementos amostrados nos extratos da água das represas, as médias foram submetidas à modelagem geoquímica, usando o programa Visual Minteq versão 2.32. Para os cálculos das espécies iônicas foram consideradas como variáveis fixas Eh, pH e temperatura das amostras de água.

Para efeito de tratamento estatístico os dados foram organizados em esquema fatorial, considerando um delineamento inteiramente casualizado. Para a análise dos dados da água e plantas por

compartimentos, considerou-se esquema 3 fatorial em parcelas sub-subdividida, já para a análise das plantas por espécie e sedimento foi em parcelas subdivididas. As parcelas sub-subdivididas em relação à água considerou como parcela as represas, subparcela o período de coleta e sub-subparcela a profundidade de coleta da amostra de água. Para as plantas por compartimentos, as espécies foram consideradas como parcelas, o período de coleta como subparcela e os compartimentos como sub-subparcela. Nas parcelas subdivididas para as plantas por espécie considerou-se a espécie como parcela e o período de coleta como subparcela. Para o sedimento, a represa foi considerada como parcela e o período de coleta como subparcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as interações entre os fatores desdobrados, considerando a significância pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) usando o programa WINSTAT 2.11. A análise de correlação de Pearson ( $r$ ) foi realizada no programa SAEG 9.0 considerando o nível de significância a 1% pelo teste T para valores  $r \geq 0,75$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição Florística x fósforo (Eutrofização)

Nas represas foram estudadas quatro espécies de macrófitas aquáticas, pertencentes a grupos ecológicos distintos, sendo três espécies flutuantes e apenas uma emersa.

Normalmente, as espécies aquáticas, tais como as terrestres, têm sua distribuição influenciada pelas características específicas do ambiente. *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes* são espécies indicadoras de ambientes eutrofizados (Esteves, 1998), sendo espécies estas encontradas somente na represa da Eqüideo. Segundo Xie et al. (2004), *E. crassipes* pode ser encontrada em águas ricas em nutrientes com altas taxas de decomposição. Um dos fatores que pode explicar estas diferenças na composição florística no ambiente aquático é a concentração de nutrientes, principalmente o fósforo.

De acordo com Esteves (1998), o fósforo é um fator limitante da produtividade das águas continentais, sendo apontado como principal responsável pela eutrofização desses ecossistemas. Neste estudo, o aporte de nutrientes é incorporado ao sistema como consequência dos processos erosivos dos solos, dos entornos das represas, aumentado pelas águas das chuvas. Sendo assim, a eutrofização é considerada

antrópica, devido principalmente às formas de uso dos entornos das represas, onde os solos são corrigidos com calcário e gesso para o cultivo de diversas culturas, entre elas, o café na represa do Viveiro e a pastagem (capineira) na represa da Eqüideo. Este fato pode ser percebido pela alta concentração de P nas duas represas nos dois períodos (Quadro 4). Além disso, são usados esterco bovinos e fertilizantes como o superfosfato simples e NPK (4–14–8).

Outra fonte de nutrientes é o excremento de animais. No entanto, a atividade pastoril comparada à agrícola tem efeitos reduzidos no processo de eutrofização, ainda que de acordo com Esteves (1998), excrementos animais têm baixas concentrações de fósforo, e que somente grandes populações de animais exercem influência significativa. No ano de 2003 a população de Eqüinos era de 116 animais e 96 no ano de 2004 na área, considerada alta em relação ao tamanho da represa da Eqüideo (0,35 hectare) localizada próxima aos estábulos dos Eqüinos e pastagens, ocorrendo com as maiores médias de P no período seco, corroborando com Esteves (1998).

Mainstone e Parr (2002) afirmaram que as maiores proporções de fósforo nos ecossistemas aquáticos são provenientes de excrementos animais ou de fertilizantes inorgânicos solúveis carregados pela erosão do solo logo após a aplicação. Por outro lado, o fósforo pode acumular no sedimento e continuar contribuindo com o status dos nutrientes, mesmo após o aporte ter sido reduzido, sendo liberado para a coluna de água ou para a água dos poros do sedimento, sendo absorvido pelas plantas via sedimento ou água.

A espécie enraizada *Eleocharis obtusetrigona* ocorreu somente na represa do Viveiro. A eutrofização favorece o crescimento de densas populações de algas, especialmente as filamentosas, que reduzem a penetração da luz, a ponto de impedir o crescimento de macrófitas enraizadas no sedimento. Então, a eutrofização influencia diretamente na ocorrência de espécies flutuantes em detrimento de emersas (Esteves, 1998). Tal fato pode estar favorecendo o não aparecimento de *E. obtusetrigona* na represa da Eqüideo.

Existem vários limites de concentração de fósforo visando o enquadramento de águas continentais como eutrofizadas para as regiões tropicais. O Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), modificado por Toledo (1990), citado por CETESB (2005), considera eutrófico, águas com IET entre 54 e 74. O IET utiliza valores de fósforo total.

O Quadro 4 apresenta a classificação das águas das represas em relação ao grau de eutrofização, considerando os valores de fósforo total. Os resultados apresentados sugerem que a diferença da composição florística entre as represas pode ser explicada pelo estado trófico das mesmas, como discutido anteriormente. Dentre as formas de fosfato, o fósforo inorgânico é a principal forma assimilável pelos vegetais aquáticos (Brigante et al., 2003).

Quadro 4. Concentração média e desvio padrão de P total ( $\mu\text{g/L}$ ) e valores de IET (P) para amostras de água das represas

Represa	Profundidade (cm)	P total	IET	Classificação
Final do Período Seco				
Viveiro	10	36,2 $\pm$ 3,65 b A $\alpha$	44,65	Oligotrófico
	100	54,56 $\pm$ 5,70 b A $\alpha$	54,42	Eutrófico
Eqüideo	10	87,7 $\pm$ 17,69 a A $\alpha$	61,27	Eutrófico
	100	99,6 $\pm$ 17,15 a A $\alpha$	63,10	Eutrófico
Final do Período Chuvoso				
Viveiro	10	30,55 $\pm$ 5,00 a A $\alpha$	46,05	Mesotrófico
	100	32,70 $\pm$ 6,86 a A $\alpha$	47,03	Mesotrófico
Eqüideo	10	25,42 $\pm$ 4,51 a B $\alpha$	43,40	Oligotrófico
	100	22,24 $\pm$ 3,95 a B $\alpha$	41,47	Oligotrófico

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas, considerando mesma profundidade e período de coleta. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos, considerando mesma profundidade e represa. Letras gregas minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre profundidades, considerando a mesma represa e período. IET = índice de Estado Trófico.

Conforme pode ser observado no Quadro 4, apenas a represa da Eqüideo é considerada eutrófica nas duas profundidades no período seco. Embora haja mudança do estado trófico das represas do período seco para o chuvoso, isso possivelmente não influenciou na composição florística das represas. Provavelmente, o curto espaço de tempo entre as duas coletas (final do período seco, em outubro de 2003 e final do período chuvoso, em abril de 2004) impediu que ocorresse a sucessão e o estabelecimento de espécies aquáticas típicas de ambientes oligotróficos, visto que no final do período chuvoso, espécies enraizadas não ocorreram na represa da Eqüideo.

Vários fatores podem estar contribuindo para diminuição dos valores de fósforo no ambiente, favorecendo a mudança do estado de trofia das represas, entre os períodos de coleta. O aumento da produção de biomassa de macrófitas que absorvem rapidamente o fósforo do ambiente, e o volume de água nas represas que aumenta com as chuvas, sendo nesse caso, o efeito de diluição responsável pelos menores valores de P no ambiente. Além disso, a diminuição da concentração de fósforo na água das represas pode estar sendo favorecida pela possível saída de P do sistema de represas para o rio Turvo Sujo, no qual as represas estão conectadas, além da interligação existente entre as represas que favorece a migração de água da represa da Eqüideo para a represa do Viveiro. Fato este observado principalmente nos valores de concentração de fósforo total do sedimento (Quadro 5).

Outro fator que pode ser considerado é a adsorção do fósforo pelo material particulado fino que fica nos primeiros centímetros da coluna de água (zona de mistura), já que no período das chuvas, há possibilidade do aumento de partículas de solos na água trazidos pelos processos erosivos dos entornos favorecido pela forma de uso da microbacia.

Quadro 5. Concentração de P total em macrófitas aquáticas e em sedimentos e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total

Compartimentos/Espécie	Final do Período Seco	Final do Período Chuvoso
Compartimentos/Espécie	mg/kg	
Sedimento Viveiro	186,89 Bb (428*)	280,42 Aa (642*)
Sedimento Eqüídeo	296,38 Aa (679*)	167,35 Bb (383*)
Viveiro		
<i>Salvinia auriculata</i>	136,57 Ba	128,70 Ba
<i>Eleocharis obtusetrigona</i>	337,45 Aa	296,35 Ab
Eqüídeo		
<i>Eichhornia crassipes</i>	204,16 Aa	201,62 Aa
<i>Pistia stratiotes</i>	188,69 Aa	217,56 Aa

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre compartimentos. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando mesmo compartimento/espécie. \* mg/kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

A adsorção de fósforo às argilas assume grande importância em águas continentais tropicais pelo fato de que a maioria desses corpos de água recebe considerável aporte de argilas de suas bacia de drenagem. Estas argilas ao atingirem os ecossistemas aquáticos, dependendo das condições físico-químicas do meio e de sua concentração de ferro, manganês e carbonatos, podem precipitar consideráveis quantidades de fósforo, reduzindo sua concentração na água (Wetzel, 1993; Esteves, 1998). Neste estudo, o ambiente reduzido favorece o aumento da concentração do fósforo, na coluna de água, provavelmente devido à liberação de P durante o processo de redução do ferro.

Há diferença significativa entre as médias de fósforo das represas nas duas profundidades no período seco, sendo as médias maiores apresentadas para a represa da Eqüídeo. No período chuvoso não há diferença significativa (Quadro 4).

Conforme os valores apresentados (Quadro 4) há mudança do estado trófico das represas do período seco para o chuvoso, segundo a classificação do Índice de Estado Trófico (IET), confirmando a necessidade de amostragens em diferentes períodos.

Embora a classificação do IET apresente estados de trofia diferentes entre os períodos, para as duas represas (Quadro 4), apenas para a represa da Eqüídeo esta diferença foi significativa. A represa do Viveiro não apresentou diferença significativa entre os períodos, considerando a mesma profundidade. Comparando profundidades de coleta, no mesmo período, observou-se que não houve diferença significativa para nenhuma das represas, nos dois períodos. Isso sugere que, pelo menos neste estudo, não houve necessidade de se coletar amostras de água em duas profundidades para analisar a concentração de fósforo.

Nas duas represas (Quadro 4), o fósforo apresenta valores médios de concentração acima do limite (10 µg/L) para crescimento normal de organismos aquáticos (Samecka-Cymerman e Kempers, 2004). Isso estimula o crescimento excessivo de plantas aquáticas (Cheung et al., 2003). Uma das principais evidências fisionômicas da alta produtividade constatada nestes ecossistemas é o recobrimento quase total da lâmina de água por comunidades de macrófitas, principalmente as flutuantes livres, nas duas represas (Figuras 8 e 9).

No Quadro 5, observa-se que tanto para as amostras de macrófitas aquáticas quanto para as de sedimento, os valores médios de P total foram superiores a 100 mg/kg. Entre as represas, houve diferença significativa para o sedimento independente do período, sendo que para a represa do Viveiro, a média foi significativamente maior no final do período chuvoso e para a Eqüídeo, a média foi maior no final do período seco. Houve, portanto, diferença das médias entre períodos, considerando o sedimento da mesma represa.



Figura 8. Recobrimento total da superfície da água por *Salvinia auriculata* na Represa do Viveiro (abril de 2004).



Figura 9. Recobrimento parcial da superfície da água por *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* na Represa da Eqüideo (abril 2004).

Dos valores de  $P_2O_5$  dos sedimentos (Quadro 5), somente a represa da Eqüídeo, no final do período seco, e a represa do Viveiro no final do período chuvoso, apresentaram valores dentro da faixa encontrada para os solos dos entornos das represas (500 - 1300 mg/kg) segundo Baruqui (1982) e Jorge (1984). Dessa forma, o fósforo incorporado ao sedimento do ecossistema aquático estudado, advém não só dos fertilizantes usados nas atividades agrícolas, mas possivelmente dos solos dos entornos, adsorvidos às partículas de argilas introduzidas nas represas pelos processos erosivos dos solos da microbacia.

Segundo Schaefer et al. (2002), os resultados encontrados em experimentos sobre perdas de nutrientes por chuva simulada no ambiente estudado, sugerem risco potencial de eutrofização dos recursos hídricos neste local devido à perda de P associado à perda de solos nas áreas com apenas 40 % de cobertura de solo.

Em relação às macrófitas aquáticas, o comportamento da concentração do P total parece ter sido influenciado, principalmente, pelo hábito de cada espécie. *Eleocharis obtusetrigona*, por ser planta emersa, possui maior capacidade de acumulação de P, devido à absorção pelas raízes, via sedimento, e pelas folhas, via coluna de água. Este fato foi comprovado pela obtenção de alto valor de P total nessa espécie, nos dois períodos (Quadro 5), sendo superior às médias das demais espécies. Enquanto isso, as espécies flutuantes absorvem o fósforo apenas disponível na coluna de água, visto que seu sistema radicular não entra diretamente em contato com o sedimento.

As plantas aquáticas absorvem grande quantidade de fósforo do ecossistema aquático (Quadro 5), favorecendo a permanência desse elemento no sistema límnic, quando é liberado para a coluna de água ou incorporado ao sedimento como resultado da decomposição das macrófitas. Entretanto, as plantas podem funcionar como uma fonte de empobrecimento de fósforo do ecossistema, visto que as mesmas são continuamente retiradas como forma de controle do aumento da biomassa nas represas.

Não houve diferença significativa das médias, entre períodos, para todas as espécies flutuantes livres. No entanto, comparando as espécies pertencentes a grupos ecológicos distintos, quando submetidas às mesmas condições ambientais, houve diferença significativa entre as médias de P total independente do período (Quadro 5).

Diferente de plantas terrestres, as espécies aquáticas, em sua maioria, absorvem os nutrientes tanto pelas raízes quanto pelas folhas. Marschner (1995) afirma que, em plantas aquáticas as folhas, e não as raízes, são os principais sítios de entrada de nutrientes. Existem diversas discussões a respeito do local de absorção de fósforo e de outros nutrientes em plantas aquáticas. No entanto, é mais aceito que além das raízes, as folhas também são capazes de absorver fósforo da coluna de água, variando entre espécies, e dependente da concentração dos nutrientes no sedimento e água (Wetzel, 1993; Horne e Goldman, 1994; Esteves, 1998, Mainstone e Parr, 2002).

#### **4.2. Geoquímica do sedimento**

O Quadro 6 apresenta os valores médios para todos os elementos químicos analisados nas amostras de sedimento e os valores considerados normais para Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, tendo como base solos de ambientes não contaminados. Conforme pode ser observado, a concentração de Cd, Ni e Pb foi abaixo do nível de detecção do instrumento usado, não sendo, portanto, observado para nenhuma das represas nos dois períodos. Os limites de detecção dos metais no Espectrômetro de Plasma Acoplado Indutivamente, são os seguintes em mg/kg: Cd (0,001); Cu (0,0004); Cr (0,002); Zn (0,001); Pb (0,01) e Ni (0,005).

É necessário considerar a interação entre os diversos poluentes “*in situ*” no ecossistema. Nesses termos, um fator importante é a competição pelos mesmos sítios de adsorção existentes entre o Cd, o Fe e o Mn (CETESB, 2001). Portanto, em ambiente com concentração elevada de Fe e Mn, o Cd poderá ser deslocado durante o processo de troca catiônica, sendo o Fe e Mn mais fortemente adsorvido às partículas de

argilas do sedimento. Isso pode explicar a não ocorrência de Cd no sedimento das duas represas, já que é alta a concentração de Fe no sedimento (Quadro 6), sendo então o Cd liberado para a coluna de água e disponibilizado à biota, bioacumulando nas plantas aquáticas.

O sedimento será considerado contaminado quando os valores médios dos metais ultrapassarem os valores considerados normais para os solos, visto que o mesmo é oriundo da deposição de partículas de solos provenientes dos processos erosivos do entorno das represas. Assim, as amostras retiradas na primeira camada do sedimento permitem analisar o grau de contaminação advindas das alterações recentes dos entornos do ecossistema aquático.

Quadro 6. Comparação entre médias de metais em sedimento por ataque triácido (n = 30)

Elementos	VN	Final do período seco		Final do período chuvoso	
		Viveiro	Eqüideo	Viveiro	Eqüideo
----- mg/kg -----					
Ca	--	707,23 Aa	426,47 Ba	26,09 Ab	142,14 Ab
Cd	0,5	nd*	nd	nd	nd
Cr	40	47,12 Aa	9,70 Ba	nd Ab	3,02 Ab
Cu	35	6,07 Aa	nd Aa	nd Aa	45,80 Aa
Fe	--	34584,77 Aa	30774,74Aa	6504,44 Bb	18129,49 Ab
Mg	--	126,70 Aa	163,09 Aa	12,18 Ab	82,17 Aa
Mn	--	209,23 Aa	225,34 A a	9,34 Ab	60,74 Ab
Ni	13	nd	nd	nd	nd
Pb	17	nd	nd	nd	nd
Zn	60	11,73 Aa	3,09 Ba	nd Ab	nd Aa
K	--	247,19 Ba	403,89 Aa	325,98 Aa	262,61Ab

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas considerando mesmo período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando a mesma represa. (VN = valor normal para solos não contaminados). (nd = valor abaixo do nível de detecção do aparelho usado) \* Para efeito de análise estatística, nos cálculos foram substituídos "nd" por 0,0001.

#### 4.2.1. Influência da sazonalidade

Houve uma diminuição das médias da concentração de Ca, Cr, Fe, Mg, Mn e Zn para as duas represas, do final do período seco para o final do período chuvoso (Quadro 6). Facetti et al. (1998) também encontraram variação sazonal na concentração de metais pesados em sedimentos do rio Paraguai, como apresentado neste estudo, para todos os elementos nas duas represas. Ali et al. (1999), em estudos em lagos da Índia, apresentaram valores mais baixos dos metais (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni e Pb) no período chuvoso, como apresentado nos resultados para a maioria dos metais, exceto Cu (Quadro 6). K apresentou comportamento diferenciado entre as represas. Na represa do Viveiro, a maior média é apresentada para o período chuvoso, e a represa da Eqüídeo tem a maior média de K no período seco, seguindo a tendência dos demais elementos. Destes elementos, Ca, Cr e K apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas, no período seco e apenas Fe e K no período chuvoso (Quadro 6).

É possível que o aparecimento de baixos valores dos metais no período chuvoso seja influenciado pela diluição provocada pelo aumento do volume de água nas represas e, ainda, devido ao menor tempo de residência do sedimento nas represas permitindo que os metais possam ser liberados para a coluna de água.

Em relação ao grau de contaminação, a represa do Viveiro apresenta para o Cromo (final do período seco), média acima do valor considerado normal, sendo que a diferença foi significativa entre as represas. Na Eqüídeo, o mesmo se deu para cobre (período chuvoso), não sendo significativamente diferente. Dessa forma, pode se considerar a contaminação moderada em relação ao Cr na represa do Viveiro, e Cu na Eqüídeo.

Embora a represa da Eqüídeo apresente valores médios inferiores aos valores orientadores (40 mg/kg), valores de Cr foram detectados nos dois períodos de coleta, revelando a presença de Cr independente do período coletado. Em relação ao Cu houve uma inversão do

comportamento para as represas entre os períodos, sendo que não foram detectadas concentrações de Cu para o período seco na Eqüideo e no período chuvoso para o Viveiro. A não significância entre valores tão discrepantes, possivelmente, deve-se ao fato da ocorrência pontual do cobre nas represas.

Para o Cu, o valor médio no sedimento do fundo da represa da Eqüideo (Quadro 6), excede o valor estabelecido pelo governo Holandês para sedimento (36 mg/kg de Cu), conforme citado em Samecka-Cymerman e Kempers (2004), considerando, também, sob este ponto de vista, o ambiente contaminado por Cu. Estes autores encontraram em sedimentos do Lago Legnica, sul da Polônia, valores médios de Cr, Cu, Zn e Mn acima dos limites permitidos.

Como outros metais, o cobre chega ao meio ambiente pela precipitação pluviométrica e fluxo das águas que transportam as partículas de solo. Dependendo desse fluxo, as partículas se depositam e formam os sedimentos (Azevedo e Chasin, 2003), o que favoreceria valores mais elevados de Cu no sedimento no período chuvoso, visto que as amostras de sedimento do período chuvoso foram coletadas no final das chuvas.

#### **4.2.2. Influência do uso do entorno**

No caso dos entornos das represas, o uso de fertilizantes nas culturas de café pode ser uma das fontes potenciais de contaminação na represa do Viveiro, além da descarga de esgoto doméstico. Na represa da Eqüideo, além do uso de fertilizantes, os resíduos das rações e excrementos dos Eqüideos podem contribuir para o aumento do aporte de nutrientes e, conseqüentemente, de metais pesados no ecossistema aquático. Um dos fertilizantes usados, o superfosfato simples, é uma fonte de metais pesados como o Cd, Cr, Ni e Pb, apresentando até 26 mg/kg de Cr (Gabe e Rodella, 1999), o que pode estar contribuindo para o alto valor médio de Cr na represa do Viveiro no final do período seco (Quadro 6), acima do limite normal. Os sedimentos lacustres,

normalmente, funcionam como depósitos de metais pesados de diversas fontes, que são adsorvidos rapidamente às partículas do sedimento, refletindo a composição natural do solo das áreas de entorno do ecossistema aquático, bem como das atividades humanas existentes (Dauvalter e Rognerud, 2001; Silva et al., 2002).

Muitos fertilizantes contêm altos níveis de Cr, como os nitrogenados, fosfatados, além de excrementos animais (Azevedo e Chasin, 2003). O fertilizante NPK pode apresentar até 72 mg/kg de Cr (Singh e Steines, 1994). Portanto, a contaminação por Cr nesse ecossistema aquático pode ser devido ao aporte de material das áreas de entorno favorecido pelo escoamento superficial da água, pelo relevo local e pelo uso agrícola.

Embora na represa da Eqüideo os valores médios não caracterizem o ambiente como poluído por Cr, as fontes não pontuais (fertilizantes, resíduos animais) de contaminação do entorno da mesma favorecem esta possibilidade. A represa da Eqüideo, com área de apenas 0,35 hectare, está sujeita, diariamente, a entrada de resíduos animais devido a sua proximidade com os estábulos (Figura 10).

De acordo com os resultados apresentados em Amaral Sobrinho et al. (1992), os elementos que podem apresentar maiores problemas em relação à possível contaminação do ecossistema aquático são Cd, Pb e Zn, que ocorrem com valores médios superiores aos encontrados normalmente na crosta terrestre, independentes do fertilizante ou calcário usado. Esse fato pode estar contribuindo para os valores altos de Cd na água, nas duas represas, para todos os períodos e de Pb para as represas, no final do período seco (Quadro 10). Os fertilizantes fosfatados também apresentam valores altos de Mn, Ni e Cu.



Figura 10. Represa da Eqüídeo.

#### 4.2.3. Influência dos atributos físicos e químicos do sedimento

De acordo com o Quadro 7, os valores médios para areia (incluindo areia grossa + areia fina), silte e argila, caracterizam os sedimentos das represas como textura argilosa, independente do período de coleta, com valores médios de argila acima de 35%. A análise textural, no entanto, apresenta algumas diferenças significativas entre as represas, pelo menos em um dos períodos de coleta.

Um fator que pode estar contribuindo com as diferenças entre as represas é a presença de solo parcialmente descoberto no entorno da represa do Viveiro, favorecendo o transporte de material pelas águas das chuvas, o que não ocorre com muita facilidade nos entornos da Eqüídeo, devido à presença da capineira e da população massiva de *Typha* sp (taboa) na parte assoreada da represa, ambas funcionando como verdadeiras barreiras físicas para o material mais grosseiro. O mesmo não ocorre do lado oposto da capineira, onde há muito solo desnudo abaixo da estrada.

As represas são interligadas, e a manilha que permite a saída de água da represa da Eqüídeo para o Viveiro tem alta vazão, se comparada com a do Viveiro para o rio Turvo Sujo, o que favorece um menor tempo de residência do sedimento na Eqüídeo.

Quadro 7. Caracterização dos atributos físicos e químicos do sedimento

Atributo	Final do período seco		Final do período chuvoso	
	Viveiro	Eqüídeo	Viveiro	Eqüídeo
Areia grossa (dag/kg)	21,70Ba	32,70Aa	25,50Aa	19,50Ab
Areia fina (dag/kg)	7,93Bb	15,60Aa	15,00Aa	9,23Bb
Silte (dag/kg)	20,60Aa	15,97Aa	21,10Aa	19,47Aa
Argila (dag/kg)	49,77Aa	35,73Bb	38,40Ab	51,80Ba
Argila dispersa em água (dag/kg)	37,44Aa	23,44Bb	27,03Bb	32,20Aa
Densidade partículas (g/cm <sup>3</sup> )	2,58Aa	2,65Aa	2,68Aa	2,67Aa
Grau de Dispersão	76,52Aa	64,65Ba	69,49Ab	62,93Ba
COT (dag/kg)	3,06Aa	2,22Bb	2,56Bb	3,09Aa
MOL (dag/kg)	0,067Aa	0,023Aa	0,005Ab	0,012Aa
pH (água)	4,93Bb	5,16Aa	5,16Aa	5,09Aa
Al <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,66Aa	0,46Aa	0,44Aa	0,59Aa
H+Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7,31Aa	6,47Aa	6,02Ab	6,77Aa
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,90Ab	0,95Bb	1,07Ba	1,79Aa
t (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3,56Aa	1,40Bb	1,51Bb	2,54Aa
T (cmolc/dm <sup>3</sup> )	10,21Aa	7,42Bb	7,09Bb	8,56Aa
V (%)	27,40Aa	12,65Bb	14,37Ab	19,97Aa
m (%)	26,49Aa	35,52Aa	35,59Aa	35,77Aa

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas considerando mesmo período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando a mesma represa. (n = 30).

Essas represas diferem da maioria por não possuir rios tributários contribuindo com o aumento do volume de água durante o ano, contando apenas com as nascentes. Além disso, as comportas estão fechadas há mais de 30 anos, sendo a água escoada apenas pelas manilhas existentes (mantendo o nível da água constante). Sendo assim, o comportamento é de um ambiente lântico, parecido com o de lagos naturais, não tendo, possivelmente, grandes variações de volume de água, a não ser no período das chuvas. Portanto, todo material alóctone existente nas represas é inevitavelmente advindo de seus entornos.

A diferença de pH entre as represas (Quadro 7) pode ser explicada pela presença de plantas enraizadas na represa do Viveiro, já que durante o processo de absorção de nutrientes do sedimento, as raízes eliminam o  $H^+$ , acidificando assim o sedimento. Nesse caso, além de prótons, também são liberados exsudados, ácidos orgânicos, fitoquelatinas, aminoácidos e enzimas que podem facilitar a dissolução de metais e sua mobilização, aumentando a disponibilidade e, conseqüentemente, a sua absorção pelas plantas (Yang et al., 2005), ou ainda sua liberação para a coluna de água.

Segundo Jain (2004), o pH é o principal controlador da solubilidade dos metais. Neste sentido, o pH terá grande influência na liberação dos metais para a coluna de água (Guilherme et al., 2002). Assim, o pH ácido (Quadro 7) pode influenciar o aparecimento dos baixos valores de metais no sedimento (Quadro 6), já que possivelmente, os metais adsorvidos tenham sido liberados para a água, explicando a presença de elementos na água (Quadro 10) que não foram detectados para o sedimento (Quadro 6), tais como o Cd, Ni e Pb.

#### **4.2.4. Solubilidade dos metais no sedimento**

O pH baixo facilita a liberação dos metais do sedimento para a coluna de água. Dessa forma, a análise da concentração de metais frente às mudanças de pH, possibilita o entendimento do comportamento dos metais em relação ao seu potencial de liberação.

Tanto o pH do sedimento (Quadro 7) quanto o pH (Figura 11) do extrato em água (concentração zero de HCl, submetidos a agitação, conforme o método seguido na curva de solubilidade) são ácidos, menor que 6, assim a concentração do metal na concentração 0 (zero) apresentou o grau de contaminação a que os ambientes aquáticos estão submetidos diante das diferentes características físicas dos sedimentos.

As Figuras 12 a 16 apresentam as médias e desvio padrão dos metais extraídos do sedimento em concentrações crescentes de HCl (zero (água deionizada), 0,001; 0,01; 0,1 e 1 mol/L), considerando cada represa e período de coleta.

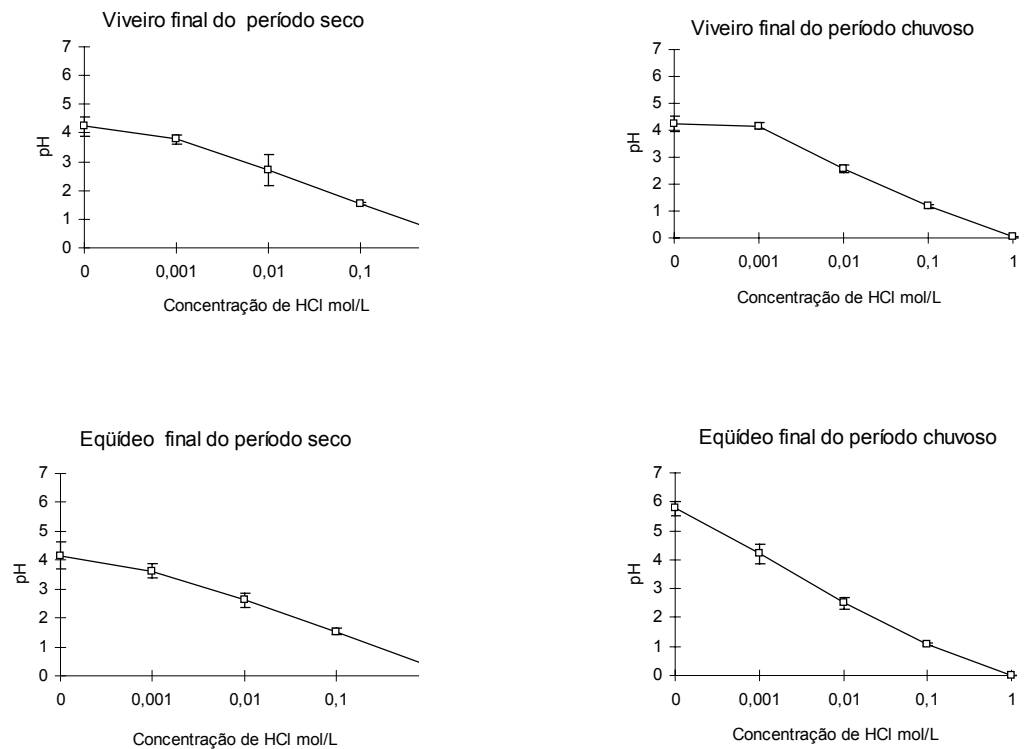


Figura 11. Variação de pH em relação às diferentes concentrações de HCl em sedimentos das represas, em dois períodos de coleta.

O pH tanto do sedimento (Quadro 7) quanto da água (Quadro 10) favorecem a contaminação do ambiente, se submetido à alta concentração de metais. Embora este fato favoreça uma maior contaminação, os valores médios de metais pesados encontrados nos sedimentos, tanto pelo ataque total (Quadro 6) quanto na curva de solubilidade (Figuras 13 a 16) é baixo, não oferecendo risco atual de poluição do ambiente aquático. No entanto, o potencial de liberação dos metais na concentração zero apresentou grande possibilidade de contaminação sendo confirmado pelas concentrações dos elementos nas amostras de água e macrófitas aquáticas, que serão apresentados nos itens posteriores.

Os valores médios dos metais pesados apresentados nas figuras 13 a 16, na concentração zero de HCl embora baixos oferecem risco de

contaminação do ambiente aquático para a maioria dos metais estudados, se comparados aos valores considerados normais em amostras de água de ambiente não contaminados segundo Turekian (1969), citado por Brooks e Robinson (1998).

Normalmente, a abundância de elementos químicos em ecossistemas de água doce não contaminados é muito baixa e na maioria dos casos na faixa de ppb (Brooks e Robinson, 1998), como também encontrados para este estudo. Na concentração zero de HCl (Figuras 13 a 16), as concentrações dos elementos foram em sua maioria (exceto Cd e Cr) mais elevadas que em ambientes não contaminados (valores entre parênteses), sendo apresentado para o final do período seco em mg/kg de Cu: 0,017 e 0,024 (0,007); Mn: 0,078 e 0,829 (0,007); Ni: 0,023 e 0,020 (0,0003); Pb: 0,142 e 0,124 (0,003); Zn: 0,051 e 0,113 (0,02) para as represas do Viveiro e Eqüideo, respectivamente. Considerando o final do período chuvoso têm - se: Cu 0,007 e 0,048; Mn: 0,009 e 0,006; Ni: 0,066 e 0,065; Pb: 0,008 e 0,025; Zn: 0,021 e 0,054 para as represas do Viveiro e Eqüideo, respectivamente. Wen e Allen (1999) estudaram a influência da liberação do metal do sedimento para a coluna de água e também encontraram valores superiores ao ambiente não impactado.

A Figura 12 apresenta as concentrações de Ca e Mg que, embora não ofereçam risco de contaminação para o ambiente, tiveram seu comportamento também avaliado. O Ca e Mg apresentaram baixa solubilidade na concentração zero em relação às demais concentrações, independente de represa e período de coleta. Isso é semelhante também para os demais elementos, de acordo com as Figuras 13 a 16.

O aumento da liberação do metal com o aumento das concentrações do extrator HCl foi semelhante para todos os elementos, considerando o final do período chuvoso, aumentando a liberação do metal a medida que aumentou-se a concentração de HCl. No entanto, no final do período seco, esta tendência não é seguida para a maioria dos elementos, conforme pode ser visualizado nas curvas de solubilidade dos metais das Figuras 12 a 16.

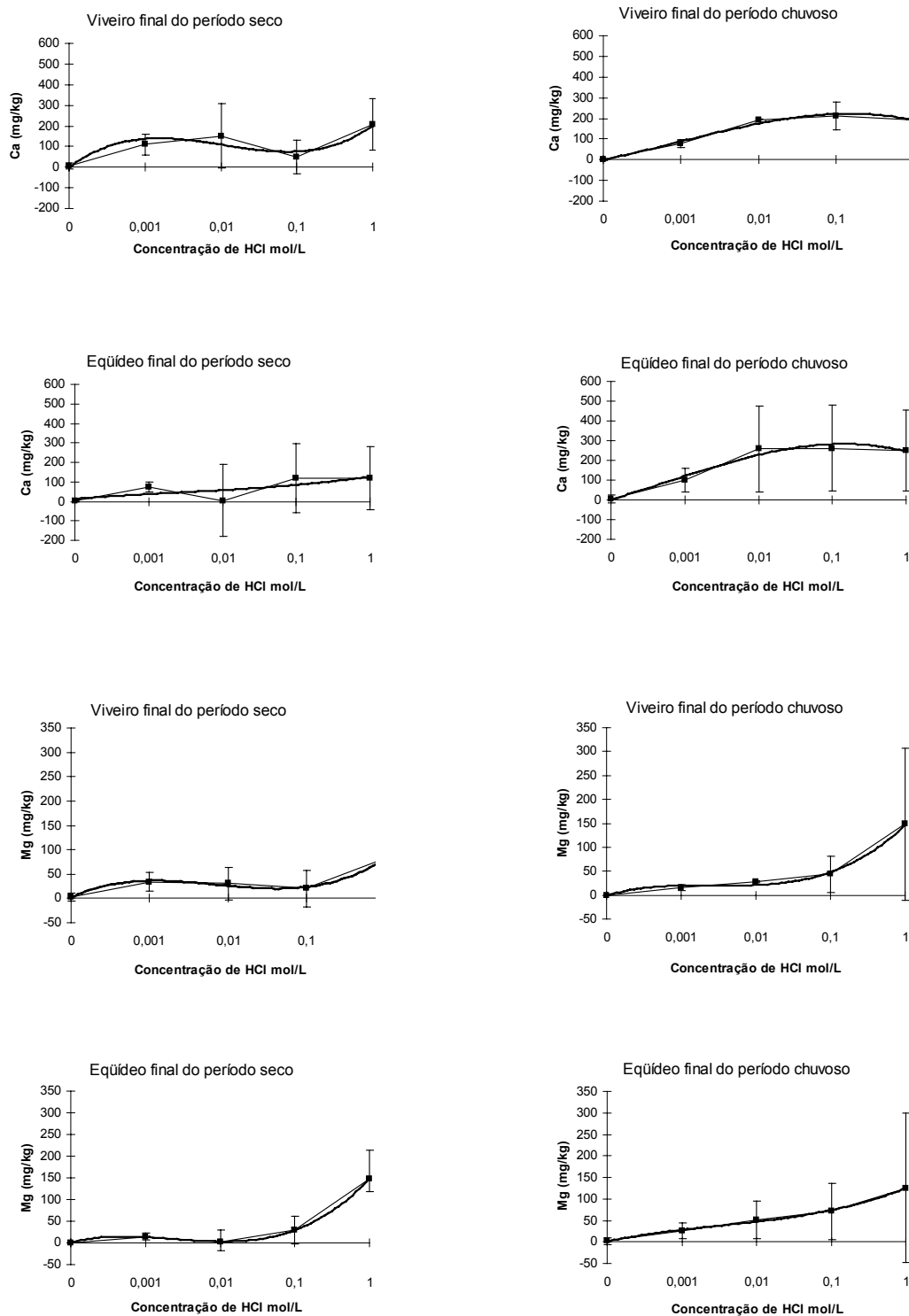


Figura 12. Potencial de liberação de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas.

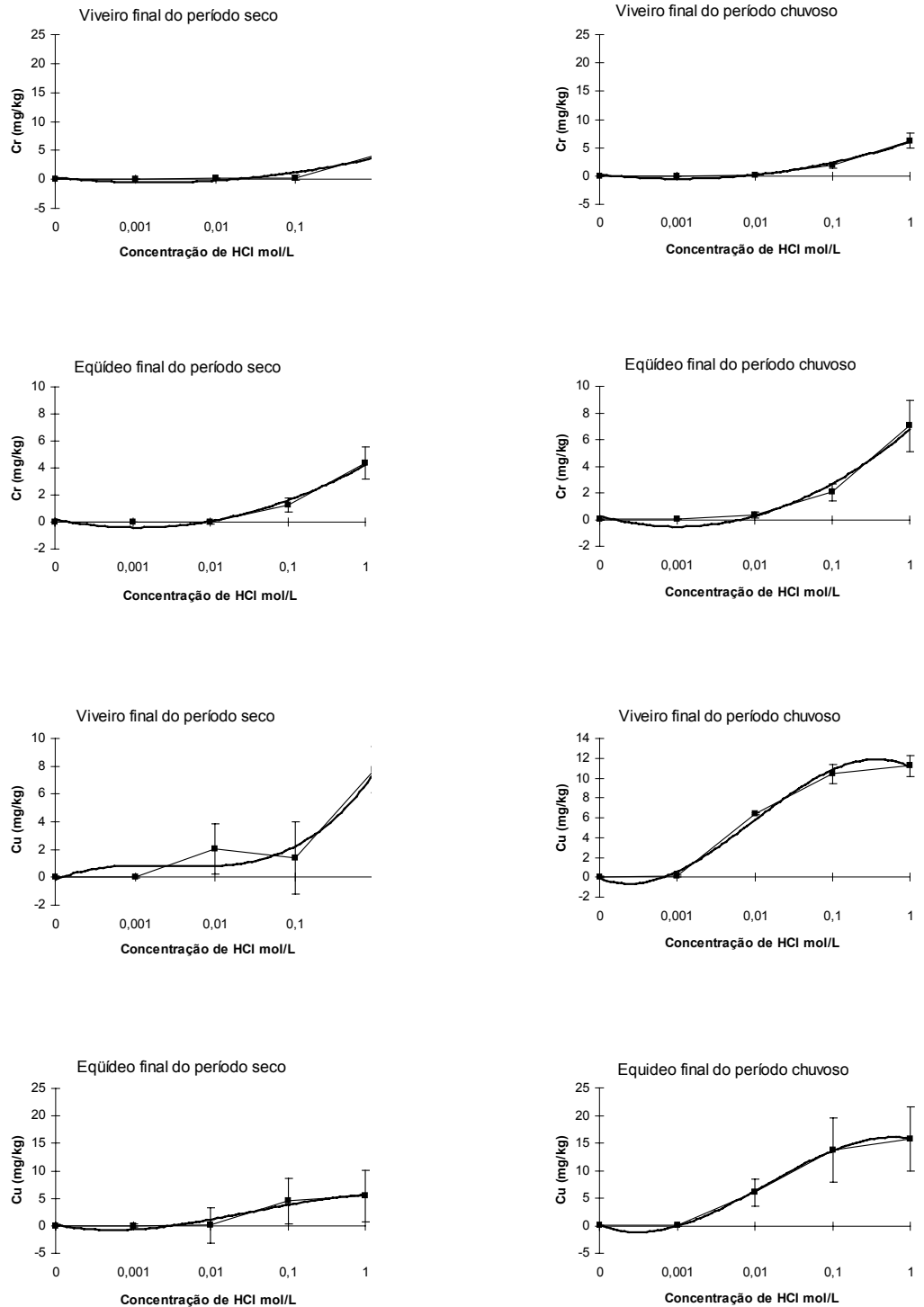


Figura 13. Potencial de liberação de Cr e Cu em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas.

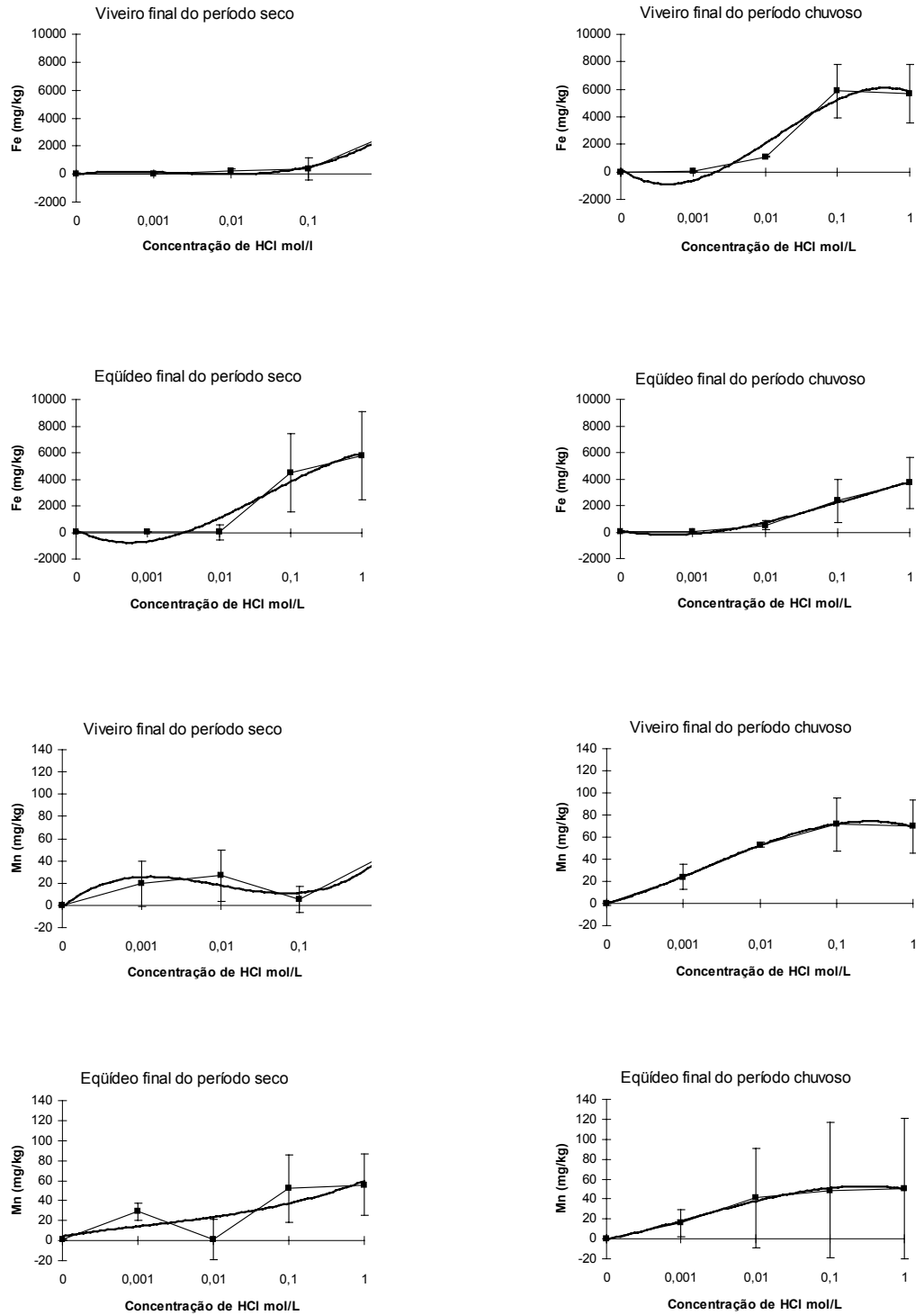


Figura 14. Potencial de liberação de Fe e Mn em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas.

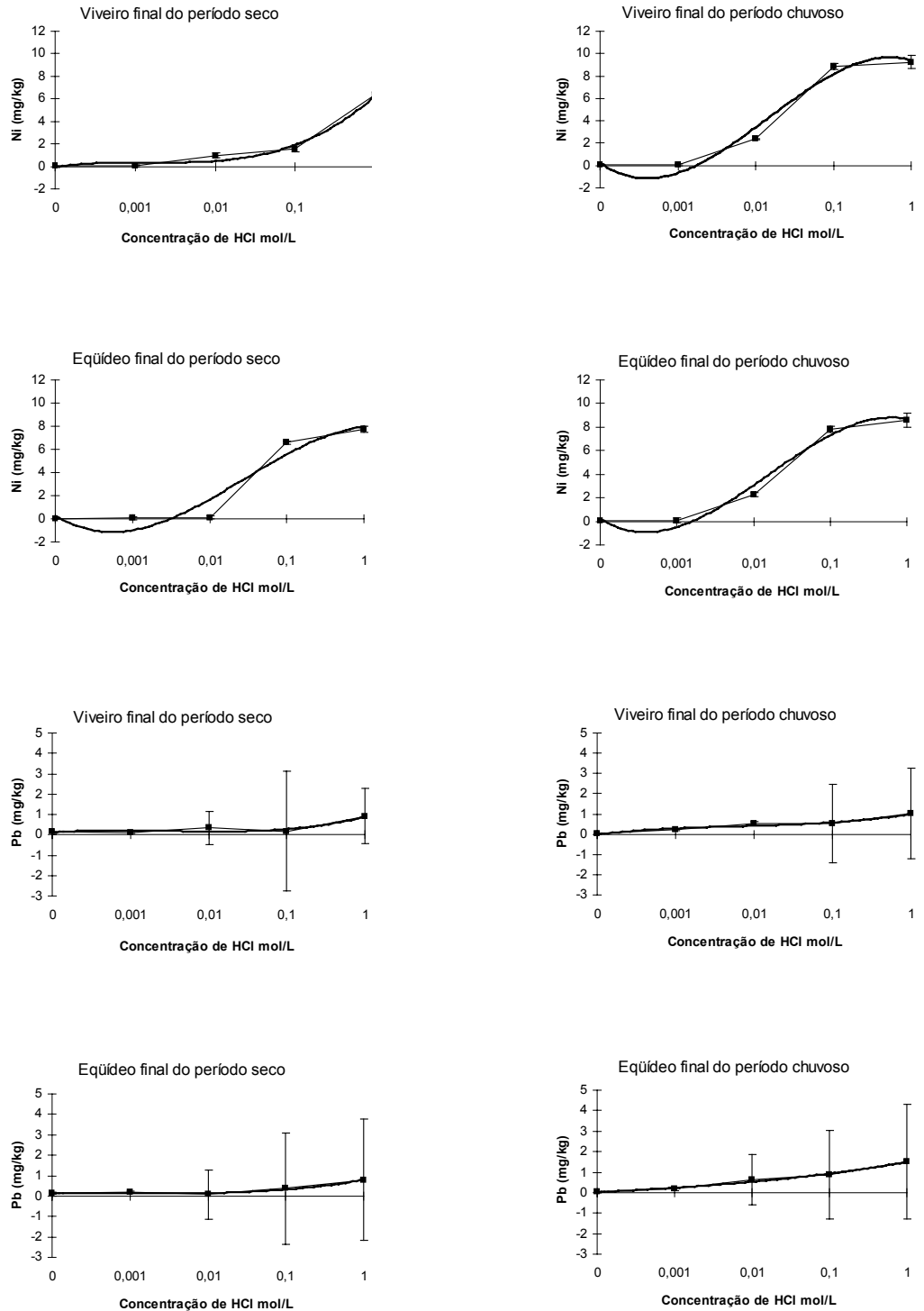


Figura 15. Potencial de liberação de Ni e Pb em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas.

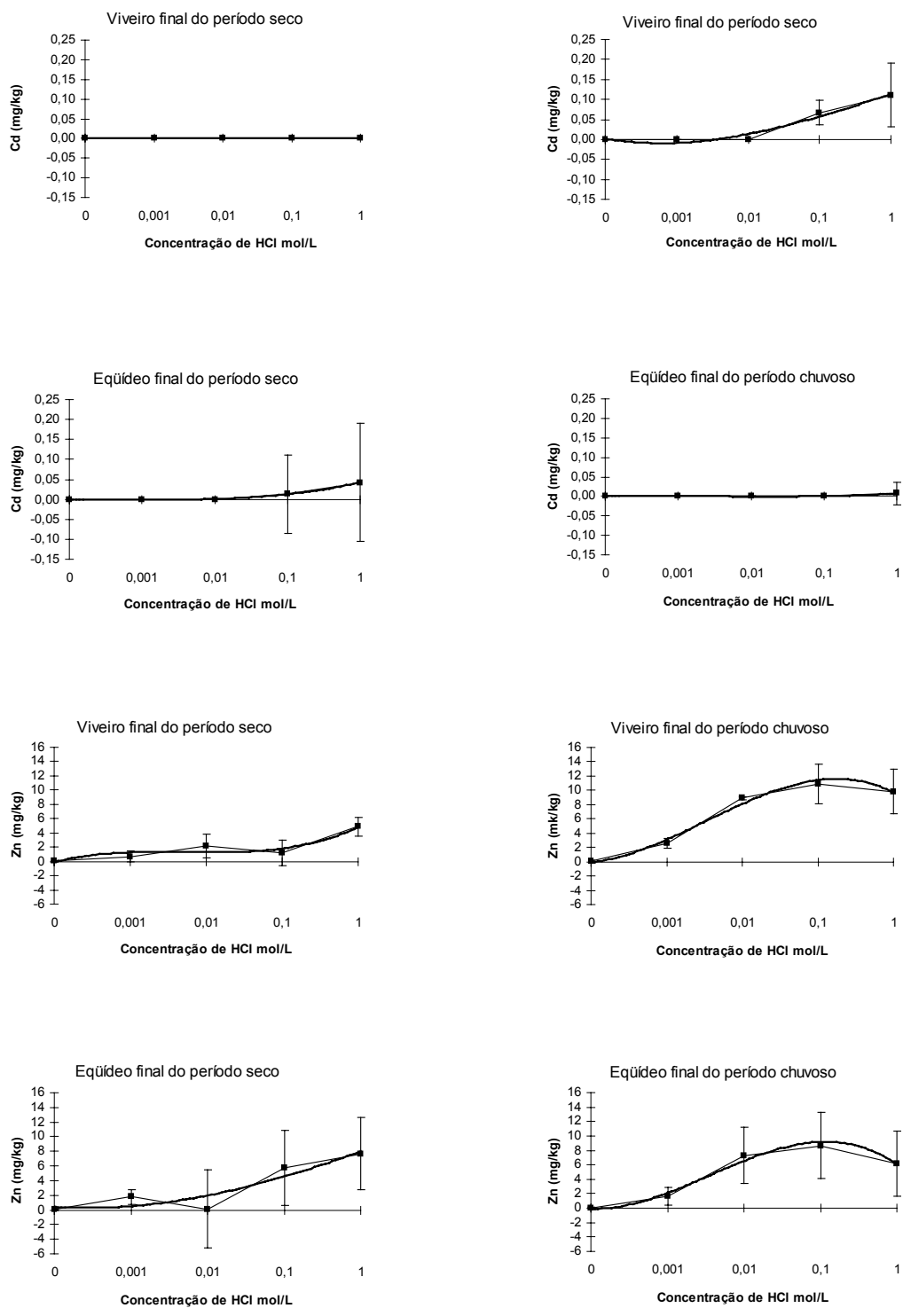


Figura 16. Potencial de liberação de Cd e Zn em relação à variação da concentração do HCl (mol/L), nos sedimentos das represas.

Os elementos Mn (Figura 15) e Zn (Figura 16) foram os mais facilmente liberados nas menores concentrações, em relação aos demais metais.

Um fator, a ser considerado em relação à baixa liberação dos metais é o elevado teor de COT aliada ao grande teor de argila do sedimento, permitindo a maior capacidade de retenção de cátions em seu complexo de troca. O aumento dos teores de argila e COT (Quadro 7), que apresentam maior número de cargas negativas superficiais e sítios de complexação, favorecem concentrações mais baixas de metais, pressupondo a necessidade de concentrações ácidas mais elevadas para promover a dessorção do metal.

Quando se verifica a concentração de Pb extraído a 1 mol/L de HCl, observada no sedimento, a concentração é mais baixa na represa do Viveiro, período seco (Figura 15), que tem maior teor de argila e COT que a represa da Eqüídeo. O Viveiro apresenta também valores mais elevados de Pb na água (Quadro 10), e pH do sedimento extraído por água mais baixo também que o da represa Eqüídeo (Quadro 7). No entanto, no período chuvoso, há a diminuição de argila e COT, conseqüentemente, a liberação do Pb observado para o sedimento extraído a 1 mol/L de HCl na represa do Viveiro. Nesse período foi ainda menor que no período seco (Figura 15). Já a represa da Eqüídeo teve seus valores de argila e COT elevados, aumentando também sua concentração de Pb extraído (Figura 15).

As partículas de argilas com alta superfície específica têm maior capacidade de retenção dos cátions, em seus complexos de troca, com o aumento dos teores de argila. As concentrações dos metais nos sedimentos mais argilosos tendem a ser maior que nos sedimentos mais arenosos. Isso pode ser verificado em relação a Cr, Fe e Mn, que apresentaram alta correlação positiva entre a concentração desses elementos no sedimento extraídos, principalmente a 0,1 mol/L de HCl (Quadro 8) e o conteúdo de argila. Moore (1994) analisou metais pesados em amostras de sedimentos em diferentes granulometrias, encontrando geralmente aumento da concentração de metais com a diminuição do tamanho das partículas.

Diante disto, represas submetidas a altas concentrações de metais pesados, e que possuam sedimentos menos argilosos, oferecem maiores riscos de poluição do ecossistema aquático como um todo. Pode se inferir que será menor seu potencial de retenção dos elementos, sendo que o elemento permanecerá solúvel na coluna de água. Por outro lado, sedimentos mais argilosos poderão reter maior concentração de metais e funcionar como depósito de metais tóxicos.

A correlação de Pearson (Quadro 8) confirma a influência dos atributos físicos e químicos do sedimento no potencial de liberação do metal diante da mudança de pH, considerando argila dispersa em água (ADA), argila, silte e carbono orgânico total (COT).

A correlação entre ADA e os metais Cr e Fe foi positiva, apresentando valores mais altos à medida que aumentou a concentração do extrator (Quadro 8). Em relação à argila, as correlações também foram positivas para Cr, Fe e Mn, destacando a concentração de HCl a 0,1 mol/L. Para COT, apenas Ca e Zn apresentaram correlação superior a 0,75, não tendo apresentado tendência em relação ao aumento da correlação e aumento da concentração do extrator, independente da represa e período de coleta. Em relação ao silte, apenas Fe e Cd apresentaram aumento da correlação com o aumento da concentração do extrator (Quadro 8), mas tal correlação ocorreu também com Mn, Ni e Cr.

A concentração dos metais no ambiente das represas e, as condições de redução/oxidação, aliadas às características físicas e COT do sedimento podem estar influenciando a maior ou menor liberação de metais do sedimento para a coluna de água. Essa relação foi observada pela análise de correlação entre esses atributos e a concentração do elemento extraído (Ca, Mg, Mn, Ni, Pb, Cu, Cd, Cr, Fe e Zn), principalmente por 0,1 mol/L de HCl (53 % do total de 28 correlações). Ou seja, esta concentração, dentre as cinco usadas para a extração dos metais do sedimento, foi a que apresentou resultados mais relevantes (Quadro 8).

Quadro 8. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a concentração de metais extraídos em diferentes concentrações de HCl (mol/L) e características do sedimento (ADA, argila, COT e silte)

Metal	Atributo	r	[HCl]	Represa	Período
Cr	ADA	0,78**	0,01	Viveiro	Seco
Fe	ADA	0,77**	0,1	Eqüídeo	Seco
Fe	ADA	0,78**	1	Eqüídeo	Seco
Cr	ADA	0,80**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Fe	ARGILA	0,80**	0,1	Eqüídeo	Seco
Mn	ARGILA	0,75**	0,1	Eqüídeo	Seco
Fe	ARGILA	0,82**	1	Eqüídeo	Seco
Cr	ARGILA	0,85**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Fe	ARGILA	0,80**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Ca	COT	0,83**	0,1	Eqüídeo	Seco
Zn	COT	0,86**	0,1	Eqüídeo	Seco
Ca	COT	0,83**	1	Eqüídeo	Seco
Zn	COT	0,84**	1	Eqüídeo	Seco
Ca	COT	0,78**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Zn	COT	0,88**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Ca	COT	0,80**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Zn	COT	0,89**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Ca	COT	0,80**	1	Viveiro	Chuvoso
Zn	COT	0,87**	1	Viveiro	Chuvoso
Fe	Silte	0,80**	0,1	Eqüídeo	Seco
Mn	Silte	0,75**	0,1	Eqüídeo	Chuvoso
Fe	Silte	0,81**	1	Eqüídeo	Seco
Fe	Silte	0,81**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Ni	Silte	0,76**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Cd	Silte	0,79**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cr	Silte	0,84**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Fe	Silte	0,86**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cd	Silte	0,83**	1	Viveiro	Chuvoso

ADA = argila dispersa em água; COT = carbono orgânico total. \*\* significativo a 1% pelo teste T.

Em relação à correlação entre as concentrações dos metais, no final do período seco, a represa do Viveiro apresentou maior número de correlação entre os metais, principalmente a 0,1 mol/L de HCl. Para a represa da Eqüídeo, o destaque foi dado para a concentração 0,01 mol/L de HCl. O sedimento apresentou maior resistência à liberação dos metais na represa do Viveiro que da Eqüídeo, possivelmente influenciado pelo maior conteúdo de argila nesse período na represa do Viveiro. Essa tendência continua no final do período chuvoso para as represas, onde a represa da Eqüídeo, com maior conteúdo de argila que o Viveiro, apresentou maior resistência na liberação dos metais, percebido principalmente pela menor ocorrência de correlações em todas as concentrações de HCl (Quadro 9).

A concentração dos metais liberados na curva de solubilidade depende da influência do potencial redox do sedimento. As condições de redução e o meio ácido favorecem a ocorrência de elementos na forma de íons livres aumentando o potencial de contaminação do ambiente aquático. Guo et al. (1997) estudaram o efeito do Eh no comportamento de Cd, Cr e Zn em sedimento de fundo. Eles afirmam que em Eh baixo, os óxidos de Fe e Mn são reduzidos para formas mais solúveis e, o Cr adsorvido aos óxidos é liberado aumentando a concentração do Cr solúvel. Espera-se que aumentando a concentração de Fe liberado pelo extrator, aumente, portanto, a concentração também do Cr, conforme é apresentado pela análise de alta correlação positiva entre esses dois elementos (Quadro 9) com  $r = 0,88$  a 0,1 mol/L de concentração de HCl na represa do Viveiro no período seco.

O sedimento apresentou alta correlação positiva para a maioria dos metais com Fe, Cr e Pb para as duas represas, assim como também encontrado por Jain e Sharma (2001). No entanto, os resultados apresentados no Quadro 9 são discordantes dos encontrados por esses autores para outras correlações, como por exemplo, entre Cr e Mn, Ni e Fe. Dos metais estudados apenas Cd não apresentou correlação positiva com Ca. Cd apresentou correlação positiva com Cr, Fe e Mn como também encontrado por Singh et al. (2005) exceto para Fe.

Quadro 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as concentrações de metais extraídos do sedimento por diferentes concentrações de HCl para valores de  $r \geq 0,75$

Elementos	r	[HCl]	Represa	Período
Ca x Mg	0,99**	0	Viveiro	Seco
Ni x Pb	0,83**	0,001	Viveiro	Seco
Ni x Zn	0,89**	0,001	Viveiro	Seco
Ca x Mg	0,99**	0,01	Viveiro	Seco
Cu x Pb	0,85**	0,01	Viveiro	Seco
Ni x Zn	0,86**	0,01	Viveiro	Seco
Ca x Cr	0,92**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Cu	0,88**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Fe	0,80**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Mg	0,88**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Ni	0,94**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Pb	0,91**	0,1	Viveiro	Seco
Ca x Zn	0,94**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Cu	0,95**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Fe	0,88**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Mg	0,85**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Ni	0,88**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Pb	0,94**	0,1	Viveiro	Seco
Cr x Zn	0,95**	0,1	Viveiro	Seco
Cu x Mg	0,91**	0,1	Viveiro	Seco
Cu x Ni	0,92**	0,1	Viveiro	Seco
Cu x Pb	0,95**	0,1	Viveiro	Seco
Cu x Zn	0,94**	0,1	Viveiro	Seco
Fe x Mn	0,88**	0,1	Viveiro	Seco
Fe x Pb	0,82**	0,1	Viveiro	Seco
Fe x Zn	0,83**	0,1	Viveiro	Seco
Mg x Ni	0,95**	0,1	Viveiro	Seco
Mg x Pb	0,93**	0,1	Viveiro	Seco
Mg x Zn	0,90**	0,1	Viveiro	Seco
Ni x Pb	0,96**	0,1	Viveiro	Seco
Ni x Zn	0,94**	0,1	Viveiro	Seco
Pb x Zn	0,97**	0,1	Viveiro	Seco
Mn x Fe	0,77**	1	Viveiro	Seco
Ca x Mg	0,85**	0,001	Viveiro	Chuvoso
Ca x Mg	0,98**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Ca x Zn	0,80**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Mg x Zn	0,80**	0,01	Viveiro	Chuvoso
Ca x Mg	0,84**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Ca x Zn	0,80**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cd x Cr	0,76**	0,1	Viveiro	Chuvoso

Continua...

Quadro 9. Continuação

Elementos	r	[HCl]	Represa	Período
Cd x Fe	0,84**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cd x Mn	0,75**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cr x Fe	0,87**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Fe x Mn	0,84**	0,1	Viveiro	Chuvoso
Cd x Mn	0,81**	1	Viveiro	Chuvoso
Cu x Zn	0,77**	1	Viveiro	Chuvoso
Ca x Mg	0,99**	0	Eqüídeo	Seco
Ca x Mn	0,79**	0	Eqüídeo	Seco
Ca x Zn	0,91**	0	Eqüídeo	Seco
Mg x Mn	0,81**	0	Eqüídeo	Seco
Mg x Zn	0,89**	0	Eqüídeo	Seco
Ca x Mg	0,87**	0,01	Eqüídeo	Seco
Ca x Ni	0,87**	0,01	Eqüídeo	Seco
Ca x Zn	0,77**	0,01	Eqüídeo	Seco
Cu x Fe	0,80**	0,01	Eqüídeo	Seco
Cu x Mn	0,77**	0,01	Eqüídeo	Seco
Cu x Ni	0,81**	0,01	Eqüídeo	Seco
Cu x Pb	0,87**	0,01	Eqüídeo	Seco
Cu x Zn	0,77**	0,01	Eqüídeo	Seco
Fe x Mn	0,96**	0,01	Eqüídeo	Seco
Ni xPb	0,82**	0,01	Eqüídeo	Seco
Ni x Zn	0,87**	0,01	Eqüídeo	Seco
Ca x Zn	0,93**	0,1	Eqüídeo	Seco
Cr x Fe	0,79**	0,1	Eqüídeo	Seco
Fe x Mn	0,87**	0,1	Eqüídeo	Seco
Mg x Ni	0,88**	0,1	Eqüídeo	Seco
Ca x Zn	0,86**	1	Eqüídeo	Seco
Cd x Fe	0,82**	1	Eqüídeo	Seco
Cr x Mg	0,77**	1	Eqüídeo	Seco
Cr x Ni	0,87**	1	Eqüídeo	Seco
Fe x Mn	0,88**	1	Eqüídeo	Seco
Mg x Ni	0,96**	1	Eqüídeo	Seco
Ca x Mg	0,99**	0	Eqüídeo	Chuvoso
Cu x Zn	0,82**	0	Eqüídeo	Chuvoso
Ca x Mg	0,88**	0,001	Eqüídeo	Chuvoso
Cu x Ni	0,91**	0,001	Eqüídeo	Chuvoso
Ca x Mg	0,93**	0,01	Eqüídeo	Chuvoso
Cu x Zn	0,78**	0,1	Eqüídeo	Chuvoso
Mg x Ni	0,85**	1	Eqüídeo	Chuvoso

(\*\*) significativo a 1% pelo teste T.

### 4.3. Geoquímica da água

As águas das represas podem ser enquadradas nas classes 1 e 2 da resolução CONAMA 357/2005, onde estão inclusas águas que podem ser usadas para o abastecimento humano e proteção das comunidades aquáticas. Além disso, essas águas também são normalmente usadas para a dessedentação de animais, e para irrigação de hortaliças e plantas frutíferas em áreas de experimentos, que as incluem nas classes 2 e 3. No entanto, para a avaliação da contaminação das águas, os valores máximos foram utilizados considerando as classes 1 e 2, pois embora essas águas não sejam usadas diretamente para o abastecimento humano, a microbacia está inserida na bacia do rio Turvo Sujo.

Ao comparar os valores médios de concentração dos metais na água (Quadro 10) ao valor máximo aceito em ambientes aquáticos pertencentes às classes 1 e 2, observa-se que a maioria dos elementos está abaixo desses valores, exceto para Fe, independentes de represas e períodos a profundidade de 10 cm, e para 100 cm de profundidade exceto na represa da Eqüídeo no final do período chuvoso. Cd atingiu o limite máximo para as duas represas, independente de período e profundidade, tendo ultrapassado esse valor apenas para a represa da Eqüídeo no final do período seco, configurando contaminação por Cd. As atividades agrícolas próximas aos ecossistemas aquáticos podem ter contribuído com parte dos valores de Cd nas amostras de água, como sugerido por Okonkwo e Mothiba (2004), que enfatizam a ocorrência de Cd como impurezas em fertilizantes.

Pb foi superior ao valor máximo no final do período seco para a represa do Viveiro nas duas profundidades. Entre os fatores que podem explicar, tem-se o aporte de Pb dos feldspatos presentes na rocha gnáissica da região, independente de possíveis aportes antrópicos. Embora a maioria das médias de Cu não tenha ultrapassado o valor máximo tolerado, exceto para o Viveiro no final do período chuvoso a 10 cm de profundidade, a concentração de Cu está próximo ao limite máximo, necessitando de monitoramento. De acordo com Costa et al. (2004), a adição de cobre ao ambiente pode ser aumentada pelo uso de fungicidas à base de cobre.

Quadro 10. Comparação entre médias dos metais para amostras de água de represas em diferentes profundidades e períodos de coleta (n = 30)

Elementos	Valor Máximo	Final do período seco		Final do período chuvoso	
		Viveiro	Eqüídeo	Viveiro	Eqüídeo
mg/L					
Profundidade (10 cm)					
Cd	0,001	0,001 Aa $\alpha$	0,002 Aa $\alpha$	0,001 Aa $\alpha$	0,001 Aa $\alpha$
Cr	0,05	0,001 Aa $\beta$	0,003 Aa $\beta$	0,002 Aa $\alpha$	0,002 Aa $\alpha$
Cu	0,009	0,013 Aa $\alpha$	0,005 Ba $\alpha$	0,006 Aa $\alpha$	0,007 Aa $\alpha$
Fe	0,3	1,442 Ba $\beta$	9,272 Aa $\beta$	0,935 Aa $\alpha$	0,808 Ab $\alpha$
Mg	--	1,738 Aa $\beta$	1,262 Ba $\alpha$	1,166 Aa $\alpha$	0,867 Bb $\alpha$
Mn	0,1	0,127 Ba $\beta$	0,346 Aa $\alpha$	0,100 Aa $\alpha$	0,066 Bb $\alpha$
Ni	0,025	0,007 Aa $\alpha$	0,008 Aa $\alpha$	0,006 Aa $\alpha$	0,007 Aa $\alpha$
Pb	0,01	0,020 Aa $\beta$	0,010 Aa $\alpha$	0,002 Ab $\alpha$	0,004 Aa $\alpha$
Zn	0,18	0,080 Aa $\beta$	0,154 Aa $\alpha$	0,035 Aa $\alpha$	0,048 Aa $\alpha$
Ca	--	0,619 Aa $\alpha$	0,416 Ba $\alpha$	0,500 Ab $\alpha$	0,325 Bb $\alpha$
K	--	10,126 Aa $\alpha$	0,481 Aa $\alpha$	0,429 Aa $\alpha$	0,450 Aa $\alpha$
Profundidade (100 cm)					
Cd	0,001	0,001 Ba $\alpha$	0,002 Aa $\alpha$	0,001 Aa $\alpha$	0,001 Ab $\alpha$
Cr	0,05	0,003 Aa $\alpha$	0,004 Aa $\alpha$	0,004 Aa $\alpha$	0,002 Bb $\alpha$
Cu	0,009	0,007 Aa $\alpha$	0,009 Aa $\alpha$	0,006 Aa $\alpha$	0,007 Aa $\alpha$
Fe	0,3	5,685 Ba $\alpha$	12,69 Aa $\alpha$	1,256 Ab $\alpha$	0,466 Ab $\alpha$
Mg	--	1,869 Aa $\alpha$	1,296 Ba $\alpha$	1,113 Ab $\alpha$	0,914 Bb $\alpha$
Mn	0,1	0,478 Aa $\alpha$	0,353 Aa $\alpha$	0,085 Ab $\alpha$	0,011 Ab $\alpha$
Ni	0,025	0,009 Aa $\alpha$	0,009 Aa $\alpha$	0,006 Ab $\alpha$	0,007 Ab $\alpha$
Pb	0,01	0,020 Aa $\alpha$	0,010 Aa $\alpha$	0,002 Aa $\alpha$	0,002 Aa $\alpha$
Zn	0,18	0,345 Aa $\alpha$	0,226 Aa $\alpha$	0,040 Ab $\alpha$	0,037 Aa $\alpha$
Ca	--	0,682 Aa $\alpha$	0,405 Aa $\alpha$	0,505 Aa $\alpha$	0,338 Bb $\alpha$
K	--	18,687 Aa $\alpha$	0,375 Ba $\alpha$	0,415 Ab $\alpha$	0,410 Aa $\alpha$

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas considerando mesmo período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando a mesma represa. Letras gregas minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as profundidades considerando mesmo período de coleta e represa (Valor máximo para águas classe 1 e 2 pela resolução do CONAMA 357/2005).

Mesmo com baixas concentrações, todos os metais foram detectados nas amostras de água (Quadro 10), independente de represas e períodos de coletas, mesmo quando apresentaram abaixo do nível de detecção para o sedimento (Quadro 6). Para a maioria dos elementos, exceto Mn e Fe, a profundidade não apresentou influência na concentração do elemento, visto principalmente no final do período chuvoso, onde não houve diferença entre profundidades para nenhum dos elementos analisados (Quadro 11). Assim, a sazonalidade parece exercer maior influência combinada com as diferenças existentes entre as variáveis físico-químicas (Quadro 11).

Embora a concentração dos metais em sua maioria não tenha ultrapassado o valor máximo estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005, conforme já discutido anteriormente, as diferenças significativas entre as represas caracterizam influência do uso do entorno como fonte de adição de metais nas represas. Por outro lado, o ambiente está contaminado (Quadro 10) de acordo com os valores médios para ecossistemas aquáticos de água doce não contaminados (Turekian, 1969, citado por Brooks e Robinson, 1998), valores entre parênteses para Cd (0,0002), Cr (0,001), Cu (0,007), Mn (0,007), Ni (0,0003), Pb (0,003) e Zn (0,02). Essa contaminação é refletida nos altos valores dos elementos nas macrófitas aquáticas estudadas.

Diante do exposto, o ambiente foi considerado contaminado em relação à profundidade de coleta, visto que os valores máximos para ambientes não contaminados tenha sido ultrapassado em pelo menos em uma das profundidades para a maioria dos metais.

Para a maioria dos metais houve uma diminuição das médias do final do período seco ao final do período chuvoso, independente de profundidade para as duas represas, exceto Cr, que apresentou aumento nas médias nas duas profundidades para a represa do Viveiro. Somente Cu apresentou comportamento diferenciado das médias entre as profundidades nos períodos, considerando a represa da Eqüideo. A ocorrência de valores mais baixos no final do período chuvoso pode ter sido influenciada pela diluição, ou seja, a diminuição da concentração,

possivelmente, está relacionada ao aumento do volume de água nas represas devido ao período de chuvas.

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 10, as diferenças entre as concentrações dos metais foram significativas principalmente a 100 cm de profundidade para a maioria dos metais nas duas represas entre períodos de coleta. Essas diferenças permitem inferir que a sazonalidade influencia, principalmente, às reações químicas na interface água-sedimento. Na represa do Viveiro a 10 cm de profundidade, apenas Pb e Ca apresentaram diferença significativa entre os períodos, já a 100 cm, houve diferença significativa para Fe, Mg, Mn, Ni, Zn e K. Para a represa da Eqüídeo, a 10 cm de profundidade houve diferença entre períodos para Fe, Mg, Mn e Ca, já a 100 cm houve diferença para Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni e Ca.

Esses fatos vêm reforçar a importância do monitoramento sazonal da concentração de metais para avaliar a contaminação de ecossistemas aquáticos, independentes da profundidade usada para coleta de amostras, já que em qualquer profundidade considerada, houve diferenças significativas entre as concentrações de metais entre os períodos de coleta (Quadro 10). Além do monitoramento sazonal, a coleta de amostras em diferentes profundidades torna-se importante para a avaliação do grau de contaminação e/ou poluição de um ambiente aquático, visto que houve diferenças significativas entre as profundidades para as concentrações de alguns metais como Fe, Cr, Mg, Mn, Pb e Zn no final do período seco na represa do Viveiro.

As diferenças entre as concentrações de metais na coluna de água possivelmente é influenciada pelas características físico-químicas da água. Loska et al. (1997) afirmam que a concentração de metais na água pode estar sujeita a mudanças repentinas, resultante do aumento de descarga de esgoto, aumento da erosão do solo, diluição ou concentração da poluição por chuvas ácidas.

Quadro 11. Médias das variáveis físico-químicas da água das represas (n = 30) em duas profundidades, no final do período seco e final do período chuvoso

Variáveis	Final do período seco		Final do período chuvoso	
	Viveiro	Eqüídeo	Viveiro	Eqüídeo
Profundidade (10 cm)				
pH	7,18Aa $\alpha$	6,31Ba $\alpha$	6,36Ab $\alpha$	6,12Bb $\alpha$
Oxigênio dissolvido (%)	51,10Aa $\alpha$	32,5Bb $\alpha$	40,97Ab $\alpha$	38,97Aa $\alpha$
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,10Aa $\alpha$	2,48Bb $\alpha$	3,28Ab $\alpha$	3,10Aa $\alpha$
Cond. elétrica ( $\mu$ S/cm)	74,05Aa $\alpha$	49,52Ba $\alpha$	57,18Ab $\alpha$	40,57Bb $\alpha$
Temperatura ( $^{\circ}$ C)	22,72Ba $\alpha$	24,87Aa $\alpha$	22,87Aa $\alpha$	23,05Ab $\alpha$
Eh (mV)	-13,62Bb $\alpha$	65,10Ab $\alpha$	142,87Ba $\alpha$	171,47Aa $\alpha$
Profundidade (100 cm)				
pH	7,24Aa $\alpha$	6,17Ba $\beta$	6,33Ab $\alpha$	6,11Ba $\alpha$
Oxigênio dissolvido (%)	45,46Aa $\alpha$	20,12Ba $\beta$	30,40Ab $\beta$	24,00Aa $\beta$
Oxigênio dissolvido (mg/L)	3,72Aa $\alpha$	1,63Ba $\alpha$	2,49Ab $\beta$	1,94Ba $\beta$
Cond. elétrica ( $\mu$ S/cm)	72,01Aa $\alpha$	46,17Ba $\alpha$	60,37Ab $\alpha$	43,48Ba $\alpha$
Temperatura ( $^{\circ}$ C)	22,47Aa $\alpha$	23,53Ba $\beta$	22,10Aa $\beta$	22,28Ab $\beta$
Eh (mV)	-6,95Bb $\alpha$	72,03Ab $\alpha$	120,17Aa $\beta$	119,80Aa $\beta$
Disco de Secchi (cm)	92,5Aa	29,33Ba	16,17Bb	40,83Aa
Profundidade da represa (cm)	200,17Aa	176,33Aa	140,5Bb	189,33Aa

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as represas considerando mesmo período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando a mesma represa. Letras gregas minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as profundidades considerando mesmo período de coleta e represa.

#### 4.3.1. Influência das características físico-químicas da água

As represas são caracterizadas como ambientes lênticos, eutróficos, pouco profundos na zona litorânea, atingindo média máxima de 2 m na represa do Viveiro e de 1,89 m para a represa da Eqüídeo (Quadro 11). As diferenças entre profundidades das represas foram significativas apenas para o final do período chuvoso. A transparência, dada pela leitura do Disco de Secchi, também foi baixa, considerando a

profundidade. Na represa do Viveiro, a transparência foi significativamente maior que da Eqüídeo, no final do período seco, já em relação ao final do período chuvoso esta relação foi inversa.

A represa da Eqüídeo apresentou pH ligeiramente ácido (Quadro 11) independente do períodos e da profundidade. Entre os períodos houve diminuição do valor de pH e aumento da transparência (Quadro 11). Entretanto, na represa do Viveiro ocorrem o inverso. Entre os períodos houve diminuição do pH e também da transparência da água (Quadro 11). Embora a diferença entre as médias de pH do período seco para o chuvoso tenha sido maior para a represa do Viveiro do que para a represa da Eqüídeo, esta diferença não influenciou no aumento de transparência da água na represa do Viveiro. É importante salientar que, na represa da Eqüídeo as médias de pH mantiveram-se sempre dentro da faixa de acidez (Quadro 11), diferente do Viveiro. Águas ácidas (pH 3), normalmente, apresentam transparência elevada, resultante, principalmente, do fato de que em pH baixo, há aumento da solubilidade de íons (Esteves, 1998) e da floculação das argilas. Além disso, alguns elementos podem formar compostos e precipitar aumentando a transparência da água.

Existem alguns fatores que podem estar influenciando essas características da represa do Viveiro. Primeiro, em relação à ocorrência de pH neutro, pode ser devido à entrada de águas de chuvas ricas em nutrientes, principalmente, carbonato de cálcio, advindo do calcário aplicado nos entornos, dias antes da coleta. Mesmo sendo o período seco, ocorrem chuvas esporádicas, como ocorrido no dia anterior à coleta, o que aliado ao relevo local, favorece a entrada de calcário no ecossistema aquático, aumentando o pH. Em pH alto, os carbonatos precipitam juntamente com outros elementos, o que pode explicar a maior transparência da água no final do período seco, mesmo com pH neutro (Quadro 11).

O segundo fator que pode estar interferindo é a presença massiva de comunidades de algas e macrófitas aquáticas submersas que, devido à assimilação de CO<sub>2</sub> durante os processos fotossintéticos, elevam o pH (Esteves, 1998). As plantas, também, nesse caso, contribuem para que,

mesmo com pH elevado, a transparência seja maior que na outra represa, pois as plantas submersas, emersas e flutuantes livres conseguem remover o material em suspensão na coluna de água através da aderência das partículas de argilas na superfície externa das folhas, raízes e caules da maioria das espécies. É nítido, em ecossistemas aquáticos com grande quantidade de material em suspensão, a diferença da transparência da água nas proximidades das plantas aquáticas. A aderência de partículas de solo nas plantas também é percebida durante o processo de lavagem do material para posterior digestão.

Entretanto, a presença de plantas submersas também prejudica a coleta das medidas de transparência em alguns trechos, por não permitir a leitura do disco de Secchi em maior profundidade, podendo ser um dos fatores que contribuiu com a diminuição da transparência no final do período chuvoso, quando deveria ter sido aumentada, já que houve também diminuição de pH, diante do que já foi discutido anteriormente. Por último, tem-se o aumento da entrada de partículas de argilas dos entornos devido à erosão no período chuvoso.

As médias do pH das represas (Quadro 11) estão dentro do limite estipulado pela Resolução do CONAMA 357/2005 (pH entre 6 a 9) independente dos períodos e das profundidades. De acordo com Singh et al. (2005), o pH do sistema aquático é um importante indicador da qualidade da água e do grau de poluição da microbacia estudada.

O oxigênio dissolvido (mg/L) está abaixo do mínimo aceitável (6 mg/L) conforme CONAMA 357/2005, independente de represas, períodos e profundidade (Quadro 11). Segundo Wetzel (1993), o baixo nível de oxigênio dissolvido favorece a liberação de nutrientes inorgânicos do sedimento, principalmente aqueles que mudam de valência (Fe, Mn, Cr), o que pode, possivelmente, explicar a concentração de metais na água que estavam abaixo do nível de detecção nas amostras de sedimento.

Normalmente, os lagos de regiões tropicais apresentam déficit de oxigênio dissolvido, principalmente na zona mais profunda e em temperaturas elevadas (Esteves, 1998), o que foi observado também neste estudo, independente de represas e períodos. As médias de

oxigênio (mg/L e % de saturação de O<sub>2</sub>) das duas represas apresentaram diminuição em profundidade (Quadro 11).

A influência da temperatura na concentração de oxigênio dissolvido é nitidamente percebida. Quando há aumento de temperatura ocorre diminuição do oxigênio nas represas entre períodos, ou ainda, considerando, valores médios para as represas em um mesmo período (Quadro 11). Segundo Esteves (1998) a alta temperatura atua como um fator controlador direto da concentração de oxigênio dissolvido em lagos tropicais, visto que a temperatura influencia diretamente tanto na respiração dos organismos aquáticos como no aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica por microorganismos, aumentando, conseqüentemente, o consumo de oxigênio dissolvido devido a maior rapidez da decomposição, diminuindo a taxa de oxigênio dissolvido no ecossistema aquático.

Em relação à temperatura (Quadro 11), as represas apresentam estratificação térmica, havendo diminuição de temperatura em profundidade, não sendo diferentes estatisticamente apenas para a represa do Viveiro no final do período seco. No entanto, a pequena variação existente de temperatura na coluna de água, pode influenciar na composição química do ambiente, podendo ser observadas diferenças no comportamento do metal no sistema (Quadro 12), também relacionada às mudanças de pH entre os períodos.

Em relação à diferença entre profundidades de coleta, no final do período seco, apenas a represa da Eqüídeo apresentou diferença estatística para pH, oxigênio dissolvido (%) e temperatura. No final do período chuvoso, houve diferença para oxigênio dissolvido (% e mg/L), temperatura e Eh nas duas represas (Quadro 11). As diferenças dessas variáveis na coluna de água influenciaram na concentração dos metais, visto que houve diferença estatística entre as concentrações dos metais em profundidade, exceto no final do período chuvoso (Quadro 10).

No final do período seco houve diferença estatística entre represas para todas as variáveis (Quadro 11), exceto em relação à profundidade da represa, o que refletiu em diferenças na concentração de alguns

elementos (Quadro 10), e ainda na especiação iônica dos metais na coluna de água, denotando interferência do uso dos entornos na qualidade da água. Houve diferença entre represas apenas para pH e CE, independentes de profundidade. Já Eh e oxigênio dissolvido (mg/L) apresentaram diferença em profundidade, exceto no final do período chuvoso a 100 cm para o Eh e oxigênio dissolvido (mg/L) a 10 cm de profundidade. Os valores negativos do Eh caracterizam o ambiente como redutor o que pode influenciar diretamente na disponibilidade dos metais principalmente o Fe e Mn.

Houve diferença significativa entre a maioria das variáveis analisadas, considerando a sazonalidade, independentes da represa e profundidade (Quadro 11). Comparando estes resultados (Quadro 11) com os do Quadro 12, observa-se que estas diferenças influenciam na especiação dos metais.

Os resultados da concentração quando comparados entre as represas considerando o mesmo período de coleta e mesma profundidade, observam-se no Quadro 10, no período seco, que as concentrações de Ca, Mg e K são maiores na represa do Viveiro que na represa Eqüideo. Nesse caso, a represa do Viveiro pode ser considerada mais rica quimicamente em relação a estes elementos, importantes na maioria dos processos biológicos dos ecossistemas aquáticos. Segundo Esteves (1998), estes íons estão entre os principais no ecossistema límnic, participando de processos fisiológicos importantes nas comunidades aquáticas.

Se a maior riqueza química caracteriza um ambiente eutrofizado, então a represa do Viveiro poderia ser assim considerada. Dentro dos aspectos limnológicos considera-se nesse processo, o fósforo, como um dos elementos mais importantes, como já discutido anteriormente, o que caracterizou a represa da Eqüideo como eutrofizada. A liberação do íon fosfato para a coluna de água ocorre mais facilmente em condições de pH abaixo de 7,5, baixas concentrações de oxigênio e baixo potencial redox (Esteves, 1998). Se por um lado, a riqueza química em relação aos macronutrientes é favorecida na represa do Viveiro, os baixos valores de

Eh e OD favorecem a liberação do fosfato para a coluna de água. No ambiente eutrofizado, normalmente ocorre aumento da produção de biomassa vegetal e, conseqüentemente, gera maior quantidade de material orgânico para decomposição no final do ciclo de vida das plantas. Dessa forma, há aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica, o que consome maior quantidade de oxigênio, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água, tornando o ambiente redutor. Segundo Esteves (1998), nas condições acima descritas, não ocorre precipitação do fosfato devido ao ferro estar na forma reduzida e, ainda o processo de redução do ferro libera P ligado a ele. As características físico-químicas do ambiente bem como a concentração dos elementos e sua especiação podem também ser incluídas como importantes fatores a serem considerados como influenciadores da riqueza química do ambiente e conseqüentemente da condição de eutrofização do ecossistema aquático.

#### **4.3.2. Especiação iônica dos metais na água**

Na especiação iônica apresentada no Quadro 12, os componentes  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Cu^{2+}$ , e  $Cd^{2+}$  ocorrem majoritariamente na forma de íons livres, não complexados, pois não são estabelecidos equilíbrios importantes que dão origem a concentrações apreciáveis de outras espécies em solução, exceto para  $Cr^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  e  $CO_3^{2-}$  que apresentam formas complexadas significantes. Dessa forma, é permitido inferir que os elementos tóxicos, tais como Cd, Cr e Pb, principalmente, apresentam-se como dominantes no sistema, aumentando sua toxicidade. Embora o  $CO_2$  ocorra normalmente no ambiente aquático devido, principalmente, aos processos de decomposição e respiração da biota aquática, o mesmo não foi quantificado nesse estudo. Sendo assim, o componente  $CO_3^{2-}$  é introduzido no sistema (Programa Minteq) quando se adiciona o  $CO_2$  atmosférico, em equilíbrio com a solução, considerando o sistema aberto.

Normalmente, a concentração de íons hidratados livres diminui com o aumento do pH e com a disponibilidade e afinidade com outros ligantes existentes na água para formarem complexos (Korfali e Davies, 2004), o que não ocorre conforme os resultados contido no Quadro 12.

A variação de pH parece estar influenciando o sistema em relação ao componente  $\text{CO}_3^{2-}$ , como pode ser observado comparando o Quadro 11 e o Quadro 12. Considerando a represa do Viveiro, no final do período seco, os valores de porcentagem do total dos componentes são maiores que do final do período chuvoso, diminuindo à medida que o meio torna-se mais ácido. Quando observadas as porcentagens em todas as profundidades, independentes da represa e período de coleta notam-se que quanto maior o pH, maior a importância no sistema, da espécie  $\text{HCO}_3^-$  (Quadros 11 e 12).

O componente  $\text{CO}_3^{2-}$  forma complexos pouco expressivos com a maioria dos cátions presentes no sistema. Embora outros fatores influenciem o equilíbrio dos carbonatos e bicarbonatos, a maior influência é exercida pelo pH, onde na represa do Viveiro, nas duas profundidades do final do período seco, pH abaixo de 8,3, ocorrem as maiores proporções de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), já que somente em pH acima de 8,3, o carbonato normalmente predomina no sistema.

No ecossistema aquático considerado, a represa do Viveiro, no final do período seco, apresenta maiores valores relacionados à formação de complexos de Cu e Pb com  $\text{OH}^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$  (Quadro 12). Embora, a maioria dos elementos ocorra como íons livres, além dos já citados anteriormente, muitos formam complexos em pequenas proporções, como no caso do zinco, níquel, manganês e cádmio. Por um lado, a baixa porcentagem dos componentes na forma complexada torna o ambiente aquático mais susceptível à poluição. Por outro lado, a disponibilidade dos elementos para serem absorvidos pelas espécies aquáticas é facilitada, possibilitando às macrófitas aquáticas concentrarem os elementos em seus tecidos com valores acima do encontrado no ambiente (Quadro 13).

Quadro 12. Especificação iônica dos metais nas amostras de água (Minteq)

Componentes	Espécies	Período seco				Período chuvoso			
		Viveiro		Eqüideo		Viveiro		Eqüideo	
		10	100	10	100	10	100	10	100
		%							
Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	99.89	99.88	99.99	99.99	99.98	99.99	99.99	99.99
	CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.10	0.11	0.01	--	0.01	0.01	--	--
	CaCO <sub>3</sub> (aq)	--	0.01	--	--	--	--	--	--
Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	99.55	99.49	99.95	99.98	99.95	99.95	99.97	99.97
	CdOH <sup>+</sup>	0.10	0.10	0.02	--	0.02	0.01	--	--
	CdHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.24	0.26	0.03	0.01	0.04	0.03	0.02	0.02
	CdCO <sub>3</sub> (aq)	0.12	0.15	--	--	--	--	--	--
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0.06	0.07	--	--	--	--	--	--
	MnCO <sub>3</sub> (aq)	--	0.03	--	--	--	--	--	--
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	86.92	88.13	47.99	44.36	50.41	47.97	36.51	36.31
	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (aq)	12.84	11.51	51.87	55.56	49.54	51.98	63.47	63.67
	PbCO <sub>3</sub> (aq)	0.01	--	--	--	--	--	--	--
	ZnCO <sub>3</sub> (aq)	--	0.02	--	--	--	--	--	--
	ZnHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	--	0.01	--	--	--	--	--	--
	CuCO <sub>3</sub> (aq)	0.04	0.02	--	--	--	--	--	--
	FeHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.02	0.09	0.09	0.06	--	0.01	--	--
	MnHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	--	0.01	--	--	--	--	--	--
	MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.06	0.06	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
CaHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.02	0.02	--	--	--	--	--	--	
Cr <sup>2+</sup>	Cr <sup>2+</sup>	0.85	0.77	6.09	12.84	5.23	5.68	8.85	8.87
	CrOH <sup>+</sup>	99.15	99.23	93.91	87.16	94.77	94.32	91.15	91.13
Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	57.75	54.29	93.81	97.43	93.30	94.08	96.22	96.27
	CuOH <sup>+</sup>	23.52	24.11	5.59	2.39	5.93	5.27	3.51	3.45
	Cu(OH) <sup>2</sup> (aq)	0.55	0.61	0.02	--	0.02	0.02	--	--
	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	0.07	0.04	--	--	--	--	--	--
	CuCO <sub>3</sub> (aq)	17.83	20.66	0.51	0.14	0.68	0.57	0.23	0.22
	CuHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.27	0.28	0.06	0.03	0.07	0.06	0.04	0.04
Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	99.43	99.38	99.91	99.97	99.91	99.92	99.95	99.95
	FeOH <sup>+</sup>	0.48	0.52	0.08	0.03	0.08	0.07	0.04	0.04
	FeHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.09	0.10	0.01	--	0.02	0.01	--	--
K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	99.91	99.90	99.99	100.00	99.99	99.99	99.99	99.99
	MgHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.08	0.09	0.01	--	0.01	0.01	--	--
Mn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	99.56	99.48	99.97	99.99	99.90	99.97	99.98	99.98
	MnCO <sub>3</sub> (aq)	0.26	0.32	--	--	--	--	--	--
	MnOH <sup>+</sup>	0.03	0.03	--	--	--	--	--	--
	MnHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.15	0.17	0.02	--	0.09	0.02	0.01	0.01
Ni <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	98.74	98.60	99.85	99.94	99.83	99.85	99.90	99.90
	NiOH <sup>+</sup>	0.15	0.17	0.02	--	0.02	0.02	0.01	0.01
	NiCO <sub>3</sub> (aq)	0.19	0.24	--	--	--	--	--	--
	NiHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.91	1.00	0.12	0.05	0.14	0.13	0.08	0.08
Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	63.50	60.45	94.47	97.63	93.83	94.46	96.48	96.51
	PbOH <sup>+</sup>	21.33	22.22	4.48	1.95	4.91	4.41	2.88	2.85
	Pb(OH) <sub>2</sub> (aq)	0.11	0.13	--	--	--	--	--	--
	PbCO <sub>3</sub> (aq)	11.28	13.24	0.30	0.08	0.39	0.33	0.13	0.13
	PbHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	3.78	3.96	0.75	0.34	0.87	0.79	0.51	0.50
Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	98.02	97.77	99.77	96.48	99.76	99.79	99.87	99.87
	ZnOH <sup>+</sup>	1.19	--	0.19	2.88	0.19	0.16	0.11	0.11
	Zn(OH) <sub>2</sub> (aq)	0.27	--	--	--	--	--	--	--
	ZnCO <sub>3</sub> (aq)	0.30	--	--	0.13	--	--	--	--
	ZnHCO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0.23	--	0.03	0.51	0.04	0.03	0.02	0.02

Quadro 13. Comparação entre médias (n = 30) para os elementos químicos nas plantas, considerando o final dos períodos seco e chuvoso nas represas do Viveiro e Eqüideo. (VN = valor normal segundo Outdrige e Noller, 1991)

Elementos	VN	Final do período seco		Final do período chuvoso	
		Viveiro			
		<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eleocharis obtusetrigona</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eleocharis obtusetrigona</i>
mg/kg					
Ca	--	11518,22Aa	3049,51Ba	7068,90Ab	1869,87Bb
Cd	1	2,60Bb	5,52Ab	8,28Aa	8,19Aa
Cr	4	0,23Bb	7,51Ab	12,09Aa	11,10Aa
Cu	7,9	19,91Bb	26,21Aa	27,76Aa	24,16Aa
Fe	--	7664,73Aa	9362,30Aa	7200,76Aa	5034,55Bb
Mg	--	2897,03Aa	1376,11Ba	1899,50Aa	835,87Bb
Mn	370	1269,89Aa	312,91Ba	1114,53Aa	303,49Ba
Ni	4,2	3,37Ab	15,48Ab	23,64Aa	22,60Aa
Pb	6,1	22,91Ab	28,73Aa	52,45Aa	33,18Aa
Zn	52	79,57Ab	54,19Ba	166,75Aa	62,18Ba
K	--	1896,68Aa	1901,90Aa	1870,34Aa	1852,41Ab

Elementos	VN	Eqüideo			
		<i>Eichhornia crassipes</i>		<i>Pistia stratiotes</i>	
		<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
Ca	--	10634,76Ba	15789,30Aa	9656,54Ba	15033,38Aa
Cd	1	6,04Ab	6,45Ab	8,26Aa	7,89Aa
Cr	4	11,41Aa	11,87Aa	11,65Aa	10,89Bb
Cu	7,9	26,67Aa	28,02Aa	30,08Aa	24,28Ba
Fe	--	9875,35Aa	10707,82Aa	6561,80Ab	5387,78Ab
Mg	--	3952,54Bb	6701,59Aa	3276,55Ba	5732,77Ab
Mn	370	2347,35Aa	2197,54Ba	1239,79Ab	860,81Ab
Ni	4,2	22,10Ab	22,16Aa	23,10Aa	21,82Ba
Pb	6,1	40,28Aa	38,10Aa	36,42Aa	36,34Aa
Zn	52	80,98Aa	83,37Aa	89,52Aa	70,84Bb
K	--	1901,49Aa	1893,18Aa	1872,01Aa	1862,41Aa

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as espécies considerando mesmo período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando a mesma espécie.

O Índice de Saturação (IS) calculado pelo programa Minteq com base em equilíbrios químicos, considerando as reações de precipitação e dissolução permitiu verificar dentro das condições ambientais existentes nas represas e da concentração dos elementos no sistema, quais minerais têm sua formação favorecida a partir dos cálculos estequiométricos. Entretanto, o ambiente apresentou-se insaturado em relação a todos os minerais propostos pelo Minteq (Quadros A e B em anexo), independentes de profundidade, período de coleta e represa, possivelmente não havendo precipitação e, conseqüentemente, pouca possibilidade de formação de minerais. Isto significa dizer que os elementos, possivelmente, estão todos em solução, como também apresentado nos quadros sobre a especiação iônica, estando, estes elementos disponíveis na coluna de água para serem absorvidos pelas espécies aquáticas e/ou adsorvidos pelo material particulado presente na água.

#### **4.4. Concentração de metais nas macrófitas aquáticas**

Segundo Wittig (1993), são consideradas como bioacumuladoras, espécies que contém elementos com concentração superior ao ambiente onde estão inseridas e, ainda, com concentração superior à média encontrada em espécies de ambientes não poluídos. Diante desse conceito, todas as espécies estudadas são consideradas como acumuladoras independentes do metal analisado e do período de coleta, tendo em vista os valores médios das concentrações dos metais na água e dos valores considerados normais para as macrófitas aquáticas (Quadro 13). Segundo Outdrige e Noller (1991), normalmente, as plantas aquáticas apresentam-se como acumuladoras de metais, até mesmo, em ambiente não contaminado, levando em conta que os metais no ambiente, geralmente, são encontrados em valores muito baixos (ppb).

Embora apresentado no Quadro 13, Ca, Fe, Mg e K não são discutidos de forma detalhada, visto que para os mesmos não foram encontrados na literatura disponível, valores considerados normais para as plantas. Sendo assim, destaque foi dado para Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn e Pb.

*Salvinia auriculata* e *Eleocharis obtusetrigona* apresentaram concentração acima dos valores normais (Quadro 13) para a maioria dos metais, exceto Cr e Ni no final do período seco para *S. auriculata* e Mn nos dois períodos para *E. obtusetrigona*. As espécies, *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* apresentaram concentração de todos os elementos acima dos valores reportados para macrófitas aquáticas de ambientes não contaminados. Esse fato sugere que as plantas estão removendo os elementos da coluna de água, descontaminando o ambiente, visto que as concentrações dos metais na água, embora acima dos valores considerados normais para ecossistemas de água doce, não ultrapassaram os limites máximos estabelecidos pelo CONAMA para a maioria dos metais, como já discutido anteriormente.

A alta correlação entre a concentração final dos metais na água e nas macrófitas ratifica que o principal processo de remoção dos metais da água é a absorção pelas macrófitas (Miretzky et al., 2004). O aumento da concentração dos metais nas plantas parece refletir o aumento da concentração dos metais no ambiente segundo Szymanowska et al. (1999), principalmente para espécies aquáticas que não possuem o sistema radicular associado ao sedimento, visto que nesse caso a água é indubitavelmente a principal fonte dos nutrientes destas espécies (Miretzky et al., 2004).

Um fator que favorece a absorção e remoção dos metais da coluna de água pelas macrófitas aquáticas, mesmo quando estes elementos apresentam baixa concentração no ambiente onde elas estão inseridas é a ocorrência de alta porcentagem dos elementos na forma de íons livres como apresentados no Quadro 12. Sendo assim, uma espécie pode ser acumuladora de um determinado elemento, sem que o mesmo esteja em altas concentrações.

Ser uma espécie acumuladora não significa que a mesma pode ser usada como indicadora de contaminação, principalmente, como sugerido acima, quando as espécies estão servindo de remediadoras na descontaminação do ambiente de um determinado metal. Neste estudo, as espécies apresentaram alta concentração para a maioria dos metais,

mesmo quando no ambiente (água e/ou sedimento), o metal foi detectado em baixas concentrações ou até mesmo não detectado, como no caso de alguns elementos no sedimento.

Para que uma espécie seja considerada como indicadora de contaminação é necessário que a concentração dos metais reflita as condições do ambiente. Nesse contexto, as espécies *S. auriculata* e *E. obtusetrigona* podem ser consideradas como bioindicadoras de contaminação por Cr e Pb (Quadro 13) em ecossistemas aquáticos, por refletirem as condições ambientais, visto que a concentração desses elementos na água em alguns casos foi superior ao limite máximo permitido pelo CONAMA (Quadro 10). Considerando o mesmo critério anterior, todas as espécies podem ser usadas como indicadoras de contaminação por Cd (Quadro 13).

Houve diferença significativa na acumulação de metais pelas macrófitas em relação à influência da sazonalidade (Quadro 13). Entretanto, as diferenças dependeram da espécie e do metal. Por exemplo, *S. auriculata* apresentou diferença significativa entre as estações para Ca, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, não sendo, entretanto, significativa para Fe, Mg, Mn e K. *E. obtusetrigona* foi diferente significativamente, entre os períodos, para Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Ni e K, mas não foi significativa para Cu, Mn, Pb e Zn. *E. crassipes* e *P. stratiotes* apresentaram diferenças significativas para Cd, Fe, Mg e Mn, mas não foram significativas para Ca, Cu, Pb, e K. O Cr apresentou diferença apenas para *E. crassipes* e Zn apenas para *P. stratiotes* (Quadro 13). Segundo Deng et al. (2004), espécies de plantas e populações diferem largamente em sua capacidade de acumular metais pesados.

No mesmo período (Quadro 13), as espécies *S. auriculata* e *E. obtusetrigona* foram diferentes significativamente na acumulação de Ca, Cd, Cr, Cu, Mg, Mn e Zn no final do período chuvoso, e apenas Ca, Fe, Mg e Zn no final do período chuvoso. *E. crassipes* e *P. stratiotes* apresentaram diferenças de acumulação entre si, no final do período seco, apenas para Ca, Fe e Mn. No final do período chuvoso as diferenças entre as espécies foram para Ca, Cr, Cu, Mg, Ni e Zn.

As diferenças de concentração dos metais entre as espécies estudadas, em um mesmo período, ocorreram principalmente entre espécies pertencentes a grupos ecológicos distintos, como no caso de *S. auriculata* e *E. obtusetrigona*, porém entre plantas do mesmo grupo ecológico, *E. crassipes* e *P. stratiotes* o comportamento foi semelhante, conforme apresentado anteriormente para a maioria dos metais. Isso permite afirmar que mesmo quando espécies aquáticas estão submetidas às mesmas condições ambientais podem acumular concentrações diferentes do mesmo metal, quando pertencentes a grupos ecológicos distintos. Outridge e Noller (1991) afirmaram que as espécies emergentes apresentam concentrações mais elevadas que plantas flutuantes livres, principalmente para Mn, Ni e Pb, o que também foi observado neste estudo, exceto para o Mn (Quadro 13).

A capacidade das plantas de absorver e acumular metais do ecossistema aquático pode ser observada pelo seu potencial de acumulação, dado pela relação da concentração do metal na planta e a concentração do valor normal do metal em plantas aquáticas de ambientes não poluídos (Quadro 14), que pode ser acumulado através do fator de concentração, em relação à transferência do metal da água para os tecidos das plantas (Quadro 15).

A necessidade de avaliar o potencial de acumulação nos períodos é reforçada, principalmente, por ter sido observado que há diferenças entre as concentrações dos metais nas espécies de acordo com a sazonalidade. Dessa forma, uma espécie que é eficiente na descontaminação de um ambiente aquático, por um determinado metal, no período seco pode não apresentar a mesma resposta no período chuvoso, principalmente levando-se em conta que, as mudanças que, possivelmente ocorrerão no ambiente podem desfavorecer a continuidade daquela espécie no local. Williams (2002) afirma que a sucessão das comunidades de plantas de ecossistemas aquáticos altera as características da fitorremediação, visto que ocorrem mudanças na composição das espécies locais e a eficiência pode ser diferente. Além da disponibilidade do metal no ecossistema aquático, segundo Deng et al.

(2004), muitos fatores afetam a acumulação de metais em plantas aquáticas, entre eles, destaca-se a variação das espécies, que resulta na remoção de metais do ambiente aquático mais eficiente pela seleção de espécies.

É importante dizer que, as plantas utilizadas nas técnicas de fitorremediação devem ser capazes de absorver e tolerar os poluentes. O surgimento dessa tecnologia, usando plantas como forma de descontaminar os ambientes, é devido à capacidade que as mesmas apresentam de modificar as condições ambientais ao redor da rizosfera, de tal maneira que propicia a absorção de elementos químicos antes não disponíveis, aumentando a absorção/adsorção dos mesmos, descontaminando assim o ambiente onde estão inseridas.

Quadro 14. Relação entre a concentração do metal na planta e o valor considerado normal para ambientes não contaminados ( $\Psi_{Ac}$ )

Elementos	VN	Final do período seco		Final do período chuvoso	
		Viveiro			
		<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eleocharis obtusetrigona</i>	<i>Salvinia auriculata</i>	<i>Eleocharis obtusetrigona</i>
Cd	1	2,60	5,52	8,28	8,19
Cr	4	0,06	1,88	3,02	2,78
Cu	7,9	2,52	3,32	3,51	3,06
Mn	370	3,43	0,85	3,01	0,82
Ni	4,2	0,80	3,69	5,63	5,38
Pb	6,1	3,76	4,71	8,60	5,44
Zn	52	1,53	1,04	3,21	1,20

Eqüideo					
Elementos	VN	<i>Eichhornia crassipes</i>		<i>Pistia stratiotes</i>	
		<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
Cd	1	6,04	6,45	8,26	7,89
Cr	4	2,85	2,97	2,91	2,72
Cu	7,9	3,38	3,55	3,81	3,07
Mn	370	6,34	5,94	3,35	2,33
Ni	4,2	5,26	5,28	5,50	5,20
Pb	6,1	6,60	6,25	5,97	5,96
Zn	52	1,56	1,60	1,72	1,36

\* valor normal mg/kg segundo Outdrige e Noller (1991).

Quadro 15. Fator de concentração para metal na planta/metal na água

Elementos	Final do período seco		Final do período chuvoso	
	Viveiro			
	<i>S.auriculata</i>	<i>E. obtusetrigona</i>	<i>S.auriculata</i>	<i>E. obtusetrigona</i>
Ca	17555,62	4645,43	14143,18	3747,48
Cd	2605,35	5281,95	8928,66	8846,41
Cr	215,25	4807,17	6786,18	6512,55
Cu	5098,84	6567,16	4435,05	3867,89
Fe	4461,22	5099,24	14828,62	10978,34
Mg	1564,86	750,60	1717,67	756,94
Mn	12079,50	3206,09	74355,35	20282,47
Ni	409,26	1935,14	4113,35	3939,78
Pb	153910,83	145928,40	3527013,10	3217254,49
Zn	2422,30	1563,15	4504,93	1736,96
K	4280,64	4288,68	4501,08	4457,48
P	3449,16	8744,39	7039,35	15477,43

Elementos	Eqüideo			
	<i>E.crassipes</i>	<i>P. stratiotes</i>	<i>E. crassipes</i>	<i>P. stratiotes</i>
	Ca	27041,56	40028,52	28966,82
Cd	4408,16	4527,50	9623,00	9172,67
Cr	4562,79	4731,96	7167,53	6688,72
Cu	4649,68	4811,91	4572,00	3684,50
Fe	1728,95	1770,72	18216,00	16926,12
Mg	3083,73	5220,81	3605,74	6330,41
Mn	10161,22	9699,17	149588,63	155538,09
Ni	2761,39	2773,20	3870,92	3640,82
Pb	8600,74	7879,65	30418,03	31750,85
Zn	2734,87	2659,74	2605,30	2006,72
K	5077,72	5055,80	4570,30	4546,07
P	3487,18	2998,42	15228,38	16052,55

A composição das espécies em um ambiente aquático está diretamente relacionada às características físicas e químicas do ambiente. Assim, dependendo das condições naturais do local e das interferências antrópicas a que o ecossistema aquático está sujeito, podem ocorrer

espécies emersas ou flutuantes. Desse modo, um estudo preliminar do grau de atenuação natural do local deve ser considerado, a partir da análise das concentrações dos elementos químicos nas espécies, sedimento e coluna de água, visando selecionar dentre as espécies disponíveis quais poderiam ser utilizadas como modelo para a fitorremediação.

Neste contexto, para a descontaminação em relação aos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn de um determinado ecossistema aquático de represas, sugere-se apenas o uso de espécies que apresentam alto potencial de acumulação, para cada metal, em cada período, seguindo os critérios estabelecidos. Dessa forma, todas as espécies selecionadas neste trabalho são sugeridas para a descontaminação do ecossistema aquático por Cd (Quadro 14), exceto *S. auriculata*, no final do período seco, por ter apresentado baixo potencial de acumulação naquele período. Nenhuma das espécies apresentou alto potencial para descontaminação de Cr, Cu, Ni e Zn dentro do critério estabelecido (Quadro 14), já que o potencial de acumulação foi inferior a 6. Entretanto, sugere-se que para a descontaminação de Ni, as espécies *E. crassipes* e *P. stratiotes* poderiam ser utilizadas independente do período, visto que as mesmas apresentaram potencial de acumulação médio. Em relação ao Pb, apenas *E. crassipes* e *P. stratiotes* apresentaram alto potencial de acumulação, no final do período seco e para o final do período chuvoso, apenas *S. auriculata* apresentou potencial de acumulação (Quadro 14).

#### **4.4.1. Transferência biogeoquímica**

O Quadro 15 apresenta o fator de concentração para as espécies das duas represas apenas para a relação entre a concentração do metal na planta (planta inteira) e a concentração do metal a 100 cm de profundidade, considerando que a maioria das espécies estudadas é flutuante livre, tendo como principal fonte de nutrientes aqueles dissolvidos na coluna de água, e ainda que a concentração dos metais na água não apresentou diferenças significativas entre as profundidades de coleta das amostras de água.

Os elevados valores do fator de concentração (FC) para a maioria dos metais apresentados pelas espécies *S. auriculata*, *E. obtusetrigona*, *E. crassipes* e *P. stratiotes* sugerem boa capacidade de remoção simultânea de metais da coluna de água (Quadro 15). Um dos grandes problemas da humanidade é a contaminação dos recursos hídricos que afeta todos os setores produtivos, por isso a descontaminação de ambientes aquáticos necessita de uma atenção especial. Segundo Miretzky et al. (2004), o fato de que estas espécies apresentam capacidade de remover simultaneamente vários metais constitui forte indicação de seu potencial para uso no tratamento de águas poluídas.

Conforme observado no Quadro 15, apenas Cr e Ni em *S. auriculata* (final do período seco) e Mg em *E. obtusetrigona* (nos dois períodos) apresentaram fator de concentração menor que 1000, os demais FC para todas as espécies independentes de períodos de coleta, caracterizaram as espécies como hiperacumuladoras em relação à concentração do elemento na água, como também sugerido para ambientes não contaminados por Outridge e Noller (1991).

Como apresentada pelos altos valores do fator de concentração (Quadro 15), a concentração final dos metais na planta é significativamente maior que na coluna de água de acordo com Ernst et al. (1992), citados por Miretzky et al. (2004).

Para *S. auriculata* e *E. obtusetrigona*, dos metais pesados, o Pb foi o elemento mais fortemente absorvido por essas espécies, seguido por Mn e Cd. Já para *E. crassipes* e *P. stratiotes* foram Mn, seguido por Pb e Cd. Independentemente da espécie considerada (Quadro 15). Outridge e Noller (1991) afirmam que o Mn seguido por Zn, Cu e Pb foram os elementos mais absorvidos pelas plantas aquáticas, considerando os valores do fator de concentração.

#### 4.4.2. Distribuição dos metais por compartimentos das macrófitas aquáticas

Em estudos sobre a acumulação de metais pesados em plantas é importante avaliar em que parte do vegetal ocorre maior concentração de determinado elemento. Sendo assim, a concentração foi determinada separadamente considerando, raízes, folhas e morto.

*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Eleocharis obtuse-trigona* apresentaram maior concentração de Mn nas raízes que nos demais compartimentos, nos dois períodos (Quadros 16 e 17), como encontrado por Soltan e Rashed (2003) em *E. crassipes*. As espécies que apresentaram maior concentração de manganês nas raízes são aquelas nas quais ocorrem a formação de gel de Fe e, ou Mn ao redor do sistema radicular, visto nitidamente “in loco” pela presença de um líquido viscoso de cor ferruginosa ao redor da rizosfera, principalmente de *P. stratiotes* e *E. crassipes*. De acordo com Soltan e Rashed (2003), a co-precipitação de metais no gel de ferro e manganês nas raízes é um dos processos que pode explicar esta elevada concentração encontrada nas raízes. A formação de material gelatinoso de Fe/Mn na superfície das raízes ocorre devido à liberação de oxigênio na rizosfera (Christensen e Wigand, 1998).

Segundo Fargasová & Beinrhon (1998), citados por Azevedo e Chasin (2003), em plantas aquáticas, o Mn tende a acumular, em concentrações maiores, na parte aérea do que na raiz. Além disso, a acumulação na raiz é inibida pela presença concomitante do Cu. Este fato não foi comprovado por este estudo, visto que para todas as espécies estudadas o acúmulo de Mn e Cu foi maior nas raízes.

Os resultados apresentados nos Quadros 16 e 17 confirmam que a concentração de metais pesados em plantas aquáticas varia consideravelmente, de acordo com a parte da planta, bem como, com as características químicas do elemento (Baldatoni et al., 2004). Os maiores valores de cromo (Quadros 16 e 17) ocorrem nas raízes de *Salvinia auriculata*, *Eleocharis obtuse-trigona*, e os menores em *Pistia stratiotes* e

*Eichhornia crassipes*, conforme também encontrado para *E. crassipes* por Mangabeira et al. (2004). Esses autores consideram que a alta capacidade de acumulação de Cr em *E. crassipes* é devido a sua capacidade de redução do Cr (VI) tóxico, para o Cr (III) não tóxico, nas raízes, e transporte do Cr (III) para a parte aérea.

Para cobre, os maiores valores são encontrados em ordem decrescente no compartimento “morto” de *S. auriculata*, nas raízes de *P. stratiotes* e *E. crassipes* e nas folhas de *E. obtusetrigona*. O zinco apresenta os maiores valores nas raízes de *E. obtusetrigona*, em “morto” de *S. auriculata*, e nas raízes de *E. crassipes* e *P. stratiotes* (Quadros 16 e 17). A alta concentração de cobre e zinco no compartimento “morto” de *S. auriculata* traz uma grande preocupação em relação ao destino final dado ao material vegetal dessa espécie, quando retirada do ecossistema aquático e usada como composto orgânico para algumas culturas, visto que existe a possibilidade dos metais contaminarem o ambiente para o qual foi deslocado. Segundo Baldatoni et al. (2004), as plantas aquáticas podem absorver grandes quantidades de nutrientes e metais pesados do ambiente, liberando-os quando são decompostas.

Espécies que mostram alta capacidade para acumular metais pesados nas raízes aparecem como tendo alto potencial para uso em fitorremediação em ecossistemas aquáticos (Baldatoni et al., 2004), devido à diminuição dos riscos de biomagnificação dos poluentes na cadeia trófica. A complexação de metais pelas reações da rizosfera e tecidos das plantas pode resultar em variação na toxicidade (Willians, 2002), principalmente, as reações redox do Fe e Mn. Para todas as espécies estudadas, as raízes acumularam as maiores concentrações para a maioria dos metais, como descrito também por Sawidis et al. (1995); Cardwell et al. (2002) e Deng et al. (2004). Segundo Soltan e Rashed (2003), *Eichhornia crassipes* apresenta maior capacidade de acumular metais pesados nas raízes do que na parte aérea. A grande superfície específica das raízes (Raskin et al. 1997) em detrimento da menor superfície foliar, aliada à presença de aerênquima que possibilita o aumento da liberação de oxigênio no ambiente da rizosfera (Pilon-Smits,

2005), além do mecanismo de exclusão existente na planta, por meio do qual o transporte do metal da raiz para a parte aérea é restringido (MacGrath et al., 2001) podem ser razões suficientes para permitir que as plantas aquáticas apresentem maiores concentrações de metais pesados nas raízes do que na parte aérea.

Os resultados em relação aos compartimentos das espécies apresentam diferenças na concentração dos metais pesados entre os compartimentos de uma mesma espécie, e entre as espécies para a maioria dos metais (Quadro 16 e 17). Sawidis et al. (1995) também encontraram diferenças significativas na concentração de metais entre espécies diferentes no mesmo ambiente. As diferenças maiores foram para o Mn e, principalmente, para o Fe, ambos sujeitos aos processos redox (formação de gel de Fe e, ou Mn em torno das raízes). A remoção desse material nunca é completa, por mais cuidados que se tenha durante a limpeza do material vegetal, principalmente as raízes.

As plantas aquáticas têm importante papel no sucesso da fitorremediação, não só pela remoção dos poluentes através da absorção dos mesmos, mas também pela capacidade que as mesmas possuem de adsorver e acumular os metais em seus tecidos.

O monitoramento da especiação química nesse sistema de tratamento é importantíssimo, devido às possibilidades de aumento da disponibilidade de alguns elementos, ao invés de haver a redução, quando formam espécies mais solúveis nas condições do ambiente. Considerando que os recursos hídricos na maioria dos países estão sujeitos a entrada de poluentes por vias antrópicas, a poluição por metais pesados torna-se um sério problema ambiental, ameaçando não só os ecossistemas aquáticos, mas também a saúde humana. Assim, é necessário que cada vez mais, pesquisadores de diversas áreas trabalhem de forma conjunta para resolver esse problema, e uma das maneiras mais promissoras é através da melhoria do conhecimento em relação às características de muitas espécies de plantas existentes, e outras que ainda possam ser descobertas, para que se tornem efetivas na descontaminação ambiental.

Quadro 16. Comparação entre médias para os elementos químicos em compartimentos de plantas considerando final do período seco e final do período chuvoso para a represa do Viveiro

	Ca	Mg	Mn	Fe	K	P
----- mg/kg -----						
<i>Salvinia auriculata</i>						
Final do período seco						
Raiz	11586,14 Aa $\alpha$	2920,24 Aa $\alpha$ $\beta$	2235,67 Aa $\alpha$	15992,12 Ba $\alpha$	1916,93 Aa $\alpha$ $\beta$	184,48 Ba $\alpha$
Morto	13870,10 Aa $\beta$	3016,55 Aa $\alpha$	1007,11 Aa $\beta$	4682,52 Aa $\beta$	1847,52 Ba $\beta$	102,39 Ba $\beta$
Folha	9098,42 Aa $\gamma$	2754,32 Aa $\beta$	566,90 Aa $\gamma$	2334,55 Aa $\beta$	1925,60 Aa $\alpha$	122,84 Ba $\beta$
Final do período chuvoso						
Raiz	7134,62 Ab $\alpha$	1653,62 Ab $\beta$	1594,47 Ab $\alpha$	14967,09 Aa $\alpha$	1819,31 Ab $\beta$	166,62 Ba $\alpha$
Morto	7970,05 Ab $\alpha$	2005,95 Ab $\alpha$	1099,09 Aa $\beta$	4602,27 Aa $\beta$	1887,14 Aa $\alpha$ $\beta$	108,94 Ba $\beta$
Folha	6102,02 Ab $\beta$	2038,93 Ab $\alpha$	650,02 Aa $\gamma$	2032,93 Aa $\beta$	1904,57 Aa $\alpha$	110,53 Ba $\beta$
<i>Eleocharis obtusetrigona</i>						
Final do período seco						
Raiz	2947,85 Ba $\alpha$	1136,13 Ba $\beta$	438,14 Ba $\alpha$	24836,27 Aa $\alpha$	1901,07 Aa $\alpha$	335,85 Aa $\alpha$
Morto	3727,18 Ba $\alpha$ $\beta$	1616,34 Ba $\alpha$	286,60 Ba $\alpha$	2031,34 Aa $\beta$	1911,47 Aa $\alpha$	321,14 Aa $\alpha$
Folha	2473,48 Ba $\beta$	1375,60 Ba $\alpha$ $\beta$	213,98 Ba $\alpha$	1219,24 Aa $\beta$	1893,14 Aa $\alpha$	356,87 Aa $\alpha$
Final do período chuvoso						
Raiz	1513,59 Bb $\alpha$	510,82 Bb $\gamma$	397,36 Ba $\alpha$	13105,24 Ab $\alpha$	18212,31 Ab $\alpha$	279,09 Ab $\beta$
Morto	2283,31 Bb $\alpha$	789,19 Bb $\beta$	375,20 Ba $\alpha$	1658,16 Ba $\beta$	1870,41 Aa $\alpha$	235,47 Ab $\beta$
Folha	1812,71 Ba $\alpha$	1207,61 Ba $\alpha$	137,92 Ba $\alpha$	340,24 Aa $\beta$	1874,70 Aa $\alpha$	374,50 Aa $\alpha$

Continua...

Quadro 16. Continuação

	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb
mg/kg						
<i>Salvinia auriculata</i>						
Final do período seco						
Raiz	2,91 Bb $\alpha$	0,42 Bb $\alpha$	23,88 Ba $\alpha$	4,17 Bb $\alpha$	122,83 Ab $\alpha$	25,45 Ba $\alpha$
Morto	2,50 Bb $\alpha$	0,26 Bb $\alpha$	18,60 Ab $\alpha$	3,60 Bb $\alpha$	72,63 Ab $\beta$	28,75 Ab $\alpha$
Folha	2,38 Bb $\alpha$	0,02 Bb $\alpha$	17,25 Ab $\alpha$	2,34 Bb $\alpha$	43,26 Ab $\beta$	14,52 Aa $\alpha$
Final do período chuvoso						
Raiz	8,30 Aa $\alpha$	13,47 Aa $\alpha$	27,21 Aa $\alpha$	23,26 Aa $\alpha$	247,45 Aa $\alpha$	37,91 Aa $\beta$
Morto	8,34 Aa $\alpha$	11,91 Aa $\alpha$	31,08 Aa $\alpha$	24,72 Aa $\alpha$	146,83 Aa $\beta$	84,75 Aa $\alpha$
Folha	8,21 Aa $\alpha$	10,89 Aa $\alpha$	24,98 Aa $\alpha$	22,94 Aa $\alpha$	105,98 Aa $\beta$	34,68 Aa $\beta$
<i>Eleocharis obtusetrigona</i>						
Final do período seco						
Raiz	5,97 Ab $\alpha$	8,33 Ab $\alpha$	36,79 Aa $\alpha$	16,51 Ab $\alpha$	72,38 Ba $\alpha$	34,39 Aa $\alpha$
Morto	5,31 Ab $\alpha$	7,15 Ab $\alpha$	21,42 Aa $\beta$	15,10 Ab $\alpha$	49,13 Ba $\alpha$	26,25 Aa $\alpha$
Folha	5,26 Ab $\alpha$	7,04 Ab $\alpha$	20,43 Aa $\beta$	14,85 Ab $\alpha$	41,04 Aa $\alpha$	25,55 Aa $\alpha$
Final do período chuvoso						
Raiz	8,51 Aa $\alpha$	13,21 Aa $\alpha$	26,40 Ab $\alpha$	23,49 Aa $\alpha$	73,62 Ba $\alpha$	35,21 Aa $\alpha$
Morto	8,06 Aa $\alpha$	10,16 Aa $\beta$	23,32 Ba $\alpha$	22,24 Aa $\alpha$	61,75 Ba $\alpha$	34,04 Ba $\alpha$
Folha	7,98 Aa $\alpha$	9,95 Aa $\beta$	22,78 Aa $\alpha$	22,11 Aa $\alpha$	52,97 Ba $\alpha$	30,29 Aa $\alpha$

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as espécies considerando mesmo compartimento e período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando mesmo compartimento e espécie. Letras gregas minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre compartimentos considerando mesmo período de coleta e espécie.

Quadro 17. Comparação entre médias para os elementos químicos em compartimentos de plantas considerando final do período seco e final do período chuvoso para a represa da Equídeo

	Ca	Mg	Mn	Fe	K	P
----- mg/kg -----						
<i>Eichhornia crassipes</i>						
Final do período seco						
Raiz	5458,45 Ba $\gamma$	3691,71 Ba $\beta$	3889,05 Aa $\alpha$	23861,83 Ba $\alpha$	1908,33 Aa $\beta$	233,21 Aa $\beta$
Morto	12627,88 Ba $\beta$	2680,78 Ba $\gamma$	1453,10 Aa $\gamma$	3502,30 Aa $\beta$	1867,27 Aa $\gamma$	135,13 Aa $\gamma$
Folha	13817,94 Ba $\alpha$	5485,14 Aa $\alpha$	1699,91 Aa $\beta$	2261,94 Aa $\gamma$	1928,88 Aa $\alpha$	244,15 Aa $\alpha$
Final do período chuvoso						
Raiz	3117,34 Bb $\gamma$	2253,45 Bb $\gamma$	1786,89 Ab $\alpha$	17988,80 Ab $\alpha$	1907,15 Aa $\alpha$	246,19 Aa $\alpha$
Morto	12272,16 Ba $\beta$	2752,65 Ba $\beta$	931,27 Aa $\gamma$	1329,76 Aa $\beta$	1812,67 Aa $\gamma$	157,57 Ba $\gamma$
Folha	13580,12 Ba $\alpha$	4823,55 Ba $\alpha$	1001,42 Ab $\beta$	366,83 Aa $\gamma$	1896,20 Aa $\beta$	201,09 Ab $\beta$
<i>Pistia stratiotes</i>						
Final do período seco						
Raiz	9443,96 Aa $\gamma$	6544,64 Aa $\gamma$	4097,81 Aa $\alpha$	27903,43 Aa $\alpha$	1848,67 Aa $\gamma$	240,67 Aa $\alpha$
Morto	20383,05 Aa $\alpha$	6714,56 Aa $\beta$	1301,78 Aa $\beta$	3032,90 Aa $\beta$	1903,78 Aa $\beta$	136,78 Ab $\gamma$
Folha	17540,89 Aa $\beta$	6845,12 Ba $\alpha$	1193,02 Aa $\gamma$	1187,12 Aa $\gamma$	1927,08 Aa $\alpha$	188,63 Ba $\beta$
Final do período chuvoso						
Raiz	6996,00 Ab $\gamma$	4427,88 Ab $\gamma$	1457,46 Ab $\alpha$	14975,34 Ab $\alpha$	1916,66 Aa $\alpha$	242,92 Aa $\alpha$
Morto	20243,51 Aa $\alpha$	5765,70 Ab $\beta$	514,07 Ab $\gamma$	726,86 Aa $\beta$	1825,27 Aa $\gamma$	208,24 Aa $\beta$
Folha	17860,05 Aa $\beta$	7008,72 Aa $\alpha$	610,91 Ab $\beta$	461,13 Aa $\gamma$	1845,35 Aa $\beta$	201,35 Aa $\gamma$

Continua...

Quadro 17. Continuação

	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Pb
mg/kg						
<i>Eichhornia crassipes</i>						
	Final do período seco					
Raiz	6,75 Ab $\alpha$	13,44 Aa $\alpha$	33,45 Aa $\alpha$	23,33 Aa $\alpha$	116,89 Ab $\alpha$	50,97 Aa $\alpha$
Morto	6,35 Ab $\beta$	10,25 Ba $\beta$	25,09 Aa $\beta$	21,65 Aa $\beta$	57,51 Ba $\beta$	36,17 Aa $\beta$
Folha	5,02 Ab $\gamma$	10,54 Ab $\beta$	21,45 Aa $\gamma$	21,32 Aa $\beta$	68,53 Aa $\beta$	33,68 Aa $\gamma$
	Final do período chuvoso					
Raiz	8,74 Aa $\alpha$	14,10 Aa $\alpha$	39,93 Aa $\alpha$	24,26 Aa $\alpha$	136,21 Aa $\alpha$	40,67 Ab $\alpha$
Morto	8,02 Aa $\beta$	10,44 Aa $\beta$	26,10 Aa $\beta$	22,51 Aa $\beta$	65,34 Aa $\gamma$	32,87 Aa $\beta$
Folha	8,00 Aa $\beta$	24,21 Aa $\beta$	24,21 Aa $\gamma$	22,54 Aa $\beta$	67,00 Aa $\beta$	35,73 Aa $\gamma$
<i>Pistia stratiotes</i>						
	Final do período seco					
Raiz	7,12 Aa $\alpha$	13,89 Aa $\alpha$	38,21 Aa $\alpha$	22,49 Aa $\alpha$	105,55 Aa $\alpha$	45,24 Aa $\alpha$
Morto	6,47 Ab $\gamma$	11,24 Aa $\beta$	22,95 Aa $\beta$	22,65 Aa $\alpha$	74,01 Aa $\beta$	36,04 Aa $\beta$
Folha	5,77 Ab $\beta$	10,48 Aa $\gamma$	22,89 Aa $\beta$	21,34 Aa $\beta$	70,55 Aa $\gamma$	33,03 Aa $\gamma$
	Final do período chuvoso					
Raiz	8,11 Aa $\alpha$	12,50 Bb $\alpha$	29,37 Bb $\alpha$	22,39 Ba $\alpha$	90,28 Bb $\alpha$	39,48 Aa $\alpha$
Morto	7,81 Aa $\alpha$	10,09 Ab $\beta$	22,72 Aa $\beta$	21,48 Aa $\beta$	59,97 Ab $\gamma$	36,41 Aa $\beta$
Folha	7,76 Aa $\alpha$	10,07 Aa $\beta$	20,74 Aa $\gamma$	21,58 Aa $\beta$	62,29 Aa $\beta$	33,14 Aa $\gamma$

Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as espécies considerando mesmo compartimento e período de coleta. Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre períodos considerando mesmo compartimento e espécie. Letras gregas minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre compartimentos considerando mesmo período de coleta e espécie.

## 5. CONCLUSÕES

As represas estudadas podem ser consideradas como ecossistemas aquáticos lênticos, com características ambientais distintas em relação à composição florística, aspectos físico-químicos da água e sedimento, como consequência principalmente da forma diferenciada do uso dos entornos.

A diferença da composição florística entre as represas pode ser confirmada pelo estado trófico.

A forma de uso, o relevo local e os processos erosivos do entorno, aliados aos baixos valores de oxigênio dissolvido e de Eh possibilitaram ao fosfato ocorrer em altas concentrações em todos os compartimentos, favorecendo a eutrofização dos ecossistemas aquáticos estudados.

A alta concentração de Fe e Mn no sedimento possivelmente contribuiu para a ausência de Cd neste meio, devido a competição pelos sítios de adsorção existente entre esses elementos, favorecendo a ocorrência de Cd na coluna de água.

Embora o sedimento possivelmente não esteja contaminado por metais, dentro dos critérios estabelecidos, o mesmo apresenta potencial de contaminação da coluna de água, devido a alta capacidade de liberação de metais em baixas concentrações de HCl atribuída

principalmente ao pH ácido dos sedimentos e água, além do elevado teor de argila.

Mesmo apresentando a concentração dentro do limite máximo estabelecido pelo CONAMA, a água está contaminada pela maioria dos metais, considerando os valores normais estabelecidos para ecossistemas de água doce não contaminado e, ainda, a elevada concentração dos elementos nas macrófitas aquáticas.

Os resultados sugerem que as macrófitas aquáticas *Salvinia auriculata*, *Eleocharis obtusetrigona*, *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* são capazes de absorver e acumular metais, mesmo quando os elementos se encontram em baixas concentrações no ambiente, apresentando potencial para uso na remoção de poluentes em ecossistemas aquáticos, dependendo da produtividade da biomassa. Além do fator de concentração, o potencial de acumulação ( $\Psi_{Ac}$ ) proposto neste trabalho é um importante instrumento para escolha da espécie adequada para o uso em projetos de fitorremediação em ecossistemas aquáticos.

Todas as espécies podem ser consideradas como indicadoras para contaminação por Cd em ecossistemas aquáticos devido à concentração do metal nas plantas ter refletido as condições ambientais.

Existe diferença significativa para a acumulação dos metais analisados entre grupos ecológicos vegetais diferentes, submetidos a condições ambientais semelhantes, dado pelo fator de concentração.

A sazonalidade apresenta-se como um fator importante na avaliação do grau de contaminação em ambientes aquáticos, a ser levado em conta em programas de monitoramento ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Editores), Tópicos em Ciência do Solo, Vol 1, Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.299-352.
- ALI, M.B.; TRIPATHI, R.D.; RAI, U.N.; PAL, A.; SINGH, S.P. Physico-chemical characteristics and pollution level of Lake Nanital (UP, India): role of macrophytes and phytoplankton in biomonitoring and phytoremediation of toxic metals ions. **Chemos.**, 39(12):2171-2182, 1999.
- ALKORTA, I.; GARBISU, C. Phytoremediation of organic contaminants in soils. **Bioresource Techn.**, 79:273-276, 2001.
- ALKORTA, I.; HERNÁNDEZ-ALLICA, J.; BECERRIL, J.M.; AMEZAGA, I.; ALBIZU, I.; GARBISU, C. Recent finding on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. **Rev. Env. Sci. Bio/Techn.**, 3:71-90, 2004.
- ALLOWAY, B.J (ed). Heavy metals in soils. 2<sup>a</sup> ed. London: Blackie Academic e Professional (1995), Chapman & Hall, 1997. 368p.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; COSTA, L.M.; OLIVEIRA, C.; VELLOSO, A.C.X. Metais pesados em alguns fertilizantes e corretivos. **R. Bras. Ci. Solo**, 16:271-276, 1992.

- AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. Metais: gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 554p.il.
- BALDATONI, D.; ALTANI, A.; DI TOMASI, P.; BARTOLI, G.; DE SANTO, A.V. Assesment of macro and microelement accumulation capability of two aquatic plants. **Env. Pollut.**, 130:149-156, 2004.
- BARUQUI, F.M. Inter-relações solo-pastagens nas regiões Mata e Rio Doce do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1982. p.??? (Tese de Mestrado).
- BAUDO, R.; BELTRAMI, M.; ROSSI, D. "In situ" tests to assess the potential of aquatic sediments. **Aq. Ecos. Health and Manag.**, 2:361-365, 1999.
- BENDELL-YOUNG, L.; HARVEY, H.H. Metal concentrations in chironomids in relation to the geochemical characteristics of surficial sediments. **Arch. Environ. Cont. Toxic.**, 21:202-211, 1991.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. **R. Ceres**, 21(1):73-85, 1974.
- BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G.; PAVINELLI, J.; NOGUEIRA, A.M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E.L.G. (Ed.) Limnologia fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, 2003. 278p.
- BRIGDEN, K., STRINGER, R.; LABUNSKA, I. Poluição por organoclorados e metais pesados associada ao fundidor de ferro da Gerdau em Sapucaia do Sul, Brasil, 2000. Laboratórios de Pesquisa do Greenpeace, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Exeter, Exeter, Reino Unido. Tradução: Michael Duncan, Cristina Bonfiglioli. 2000. (Nota Técnica: 21/00).
- BROOKS, R.R.; ROBINSON, B.H. Aquatic phytoremediation by accumulator plants. p.203-226. In: BROOKS, R.R. (Ed.) Plants that hyperaccumulate heavy metals – their role in phytoremediation, microbiology, mineral exploration and phytomining. CAB International, Cambridge, 1998. 380p.
- CALACE, N., CIARDULLO, S.; PETRONIO, B.M.; PIETRANTONIO, M.; ABBONDANZI, F.; CAMPISI, T. CARDELLICCHIO, N. Influence of chemical parameters (heavy metals, organic matter, sulphur and nitrogen) on toxicity of sediments from the Mar Piccolo (Taranto, Ionian Sea, Italy). **Microchem. J.**, 79:243-248, 2005.

- CAMARGO, A.F.M.; HENRY-SILVA, G.G.; PEZZATO, M.M. Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. In: HENRY, R. (Org.) Ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas aquáticos. São Carlos: RiMa, 2003. p.213-232.
- CARDWELL, A.J.; HAWKER, D.W.; GREENWAU, M. Metal accumulation in aquatic macrophytes from southeast Queensland, Australia. **Chemos.**, 48:653-663, 2002.
- CASARINI, D.C.P.; DIAS, C.L.; LEMOS, M.M.G. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2001. 730p.il.
- CETESB. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2001. 73p.il. (Séries Relatórios Ambientais).
- CETESB. Água: rios e reservatórios. [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios). Acesso em 10/05/2005.
- CHANEY, R.L.; MALIK, M.; LI, Y.M.; BROWN, S.L.; BREWER, E.P.; ANGLE, J.S.; BAKER, A.J. Phytoremediation of soil metals. **Curr. Op. Biotechn.**, 8 (3):279-284, 1997.
- CHEUNG, K.C.; POOM, B.H.T.; LAN, C.Y.; WONG, M.H. Assessment of metal and nutrient concentration in river water and sediment collected from the cities in the Pearl River Delta, South China. **Chemos.**, 52:1431-1440, 2003.
- CHRISTENSEN, K.K.; WIGAND, C. Formation of root plaques and their influence on tissue phosphorus content in *Lobelia dortmanna*. **Aquatic Bot.**, 61:111-122, 1998.
- CLEMENS, S.; PALMGREN, M. G.; KRAMER, U. A long way ahead: understanding and engineering plant metal accumulation. **Trends in Plant Science**, v. 7:309-315, 2002.
- CONAMA 357/2005. Classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Disponível em:< [www.lei.adv/357/2005.htm](http://www.lei.adv/357/2005.htm) > Acesso em 5 Jan.2006.
- COSTA, C.A.; SCHNEIDER, I.A.H.; RUBIO, J. Plantas aquáticas secas: uma alternativa moderna para remoção de metais pesados de efluentes industriais. Disponível em <<http://www.lapes.ufrgs.br>> Acesso em 20 ago. 2003.

- COSTA, C.N.; MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; SELBACH, P.A. Contaminantes e poluentes do solo e do ambiente p.239-281. In: MEURER, E.J. (Ed.). Fundamentos de Química do Solo. 2.ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 290p.
- DAUVALTER, V.; ROGNERUD, S. Heavy metal pollution in sediments of the Pasvik river drainage. **Chemos.**, 42:9-18, 2001.
- DENG, H.; YE, Z.H.; WONG, M.H. Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium, by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China. **Env. Poll.**, 132:29-40, 2004.
- DIAS, N.M.P.; ALLEONI, L.R.F.; CASAGRANDE, J.C.; CAMARGO, O.A. Adsorção de cádmio em dois Latossolos ácricos e um Nitossolo. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:297-304, 2001.
- DORES, E.F.G.C. & DE-LAMONICA-FREIRE, E.M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – análise preliminar. **Quím. Nova**, 24:27-36, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. Rio de Janeiro, RJ, Embrapa, 1997. 212p.
- ERNST, W.H.O. Bioavailability of heavy metals and descontamination of soils by plants. **Appl. Geochem.**, 11:163-167, 1996.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 602p.
- FACETTI, J.; DEKOV, V.M.; VAN GRIEKEN, R. Heavy metals in sediments from the Paraguay River: a preliminar study. **Sci. Total Env.**, 209:78-86, 1998.
- FERREIRA, M.F.; CHIU, W.S.; CHEOK, H.K; CHEANG, F.; SUN, W. Accumulation of nutrients and heavy metals in surface sediments near Macao. **Marine Poll. Bull.**, 32:420-425, 1996.
- FILGUEIRAS, A.V.; LAVILLA, I.; BENDICHO, C. Evaluation of distribution, mobility and binding behaviour of heavy metals in surficial sediments of Louro River (Galicia, Spain) using chemometric analysis: a case study. **Sci. Total Environ.**, 330:115-129, 2004.
- GABE, U.; RODELLA, A.A. Trace elements in brazilian agricultural limestones and mineral fertilizers. **Comm. Soil Sci, Plant Anal.**, 30:605-620, 1999.

- GARCIA-MIRAGAYA, J.; PAGE, A.L. Sorption of trace quantities of cadmium by soils with different chemical and mineralogical composition. **Water Air Soil Poll.**, 9:289-299, 1978.
- GOMES, P.C.; FONTES, M.P.F.; SILVA, A.G.; MENDONÇA, E.; NETTO, A.R. Selectivity sequence and competitive adsorption of heavy metals by Brazilian soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 65:1115-1121, 2001.
- GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.; PIERANGELE, M.P.; ZULIANI, D.Q. & CAMPOS, M. Elementos-traço em solos, sedimentos e água. In: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de áreas degradadas. Belo Horizonte, 2002. Anais. Belo Horizonte, 2002.
- GUO, T.; DELAUNE, R.D.; PATRICK Jr., W.H. The influence of sediment redox chemistry on chemically active forms of arsenic, cadmium, chromium, and zinc in estuarine sediment. **Env. Int.**, 23(3):305-316, 1997.
- GUPTA, G.; KARUPPIAH, M. Heavy metals in sediments of two Chesapeake Bay tributaries-Wicomico and Pocomoke Rivers. **J. Hazardous Mat.**, 50:15-29. 1996.
- HORNE, A.J.; GOLDMAN, C.R. Limnology. 2.ed. Ney York, McGraw-Hill Inc., 1994. 575p.il.
- JAIN, C.K. Metal fractionation study on bed sediments of river Yamuna, India. **Water Res.**, 38:569-578, 2004.
- JAIN, C.K.; SHARMA, M.K. Distribution of trace metals in the Hindon River system, India. **J. Hydrol.**, 253:81-90, 2001.
- JORGE, H.D. Caracterização dos principais constituintes mineralógicos responsáveis pela adsorção do fosfato em três Latossolos Brasileiros. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1984. p.??? (Tese de Mestrado)
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. Trace elements in soil and plants. 3 ed. Boca Raton . CRC Press, 2001. 413p.
- KANHKONEN, M. A.; PANTSAR-KALLIO, M; MANNINEN, P.K.G. Analysing heavy metal concentrations in the different parts of *Elodea canadensis* and surface sediment with PCA in two Boreal Lakes in Southern Finland. **Chemos.**, 35(11):2645-2656. 1997.
- KAMAL, H.; GHALY, A.E.; MAHMOUD, N.; CÔTÉ, R. Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. **Env. Int.**, 29:1029-1039, 2004.

- KESKINKAN, O.; GOKSU, M.Z.L.; BASIBUYUK, M.; FOSTER, C.F. Heavy metal adsorption properties of submerged aquatic plant (*Ceratophyllum demersum*). **Bios. Tech.**, 92:197-200, 2004.
- KIEKENS, L.; COTTENIE, A. Principles of investigation on the mobility and plant uptake of heavy metals. IN: LESCHBER, R.; DAVIS, R.D.; L'HERMITE, P. (Eds). Chemical methods for assessing bio-available metals in sludges and soils. New York, Elsevier, 1985. p:21-32.
- KISHE, M.A.; MACHIWA, J.F. Distribution of heavy metals in sediments of Mwanza Gulf of Lake Victoria, Tanzania. **Env. Int.**, 28:619-625, 2003.
- KLAVINS, M.; BRIEDE, A.; RODINOV, V.; KOKORITE, I.; PARELE, E.; KLAVINA, I. Heavy metals in rivers of Latvia. **Sci. Total Env.**, 262:175-183, 2000.
- KORFALI, S.I.; DAVIES, B.E. Speciation of metals in sediment and water in a river underlain by limestone: role of carbonate species for purification capacity of rivers. **Adv. Env. Res.**, 8:599-612, 2004.
- LEWANDER, M.; GREGER, M.; KAUTSKY, L.; SZAREK, E. Macrophytes as indicators of bioavailable Cu, Pb and Zn flow in the river Przemsza, Katowice Region. **Appl. Geochem.**, 11:169-173, 1996.
- LIN, J.G.; CHEN, S.Y. The relationship between adsorption of heavy metals and organic matter in river sediments. **Env. Int.**, 24(3):345-352, 1998.
- LINDSAY, W.L. Chemical equilibria in soils. New York, John Wiley e Sons, 1979. 449p.
- LOBERSLI, E.M.; STEINNES, E. Metal uptake in plants from a birch forest area near a copper smelter in Norway. **Water Air Soil Poll.**, 37:25-39, 1988.
- LOSKA, K.; CEBULA, J.; PELCZAR, J.; WIECHULA, D.; KWAPULNSKI, J. Use of enrichment and contamination factors together with geoaccumulation indexes to evaluate the content of Cd, Cu and Ni in the Rybnik water Reservoir in Poland. **Water, Air, Soil Poll.**, 93:347-365, 1997.
- MACGRATH, S.P.; ZHAO, F.J.; LOMBI, E. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. **Plant Soil**, 232:207-214, 2001.
- MAINSTONE, C.P.; PARR, W. Phosphorus in rivers – ecology and management. **Sci. Total Env.**, 282-283:25-47, 2002.

- MANGABEIRA, P.A.O.; LABEJOF, L.; LAMPERTI, A.; ALMEIDA, A.A.F.; OLIVEIRA, A.H.; ESCAIG, F.; SEVERO, M.I.G.; SILCA, D.C.; SALOES, M.S.; MIELKE, M.S.; LUCENA, E.R.; MARTINS, M.C.; SANTANA, K.B.; GAVRILOV, K.L.; GALLE, P.; LEVI-SETTI, R. Accumulation of chromium in root tissues of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. In Cachoeira river – Brazil. **Appl. Surf. Sci.**, 231-232:497-5001, 2004.
- MAL, T.K.; ADORJAN, P.; CORBETT, A.L. Effect of copper on growth of an aquatic macrophyte, *Elodea canadensis*. **Env. Poll.**, (x):1- 5, 2002.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London, Academic Press Limited, 1995. 889p.il.
- MATOS, A.T. Fatores de retardamento e coeficientes de dispersão-difusão dos metais zinco, cádmio, cobre e chumbo em solos do município de Viçosa - MG. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 110p. (Tese de Doutorado).
- MEJÁRE, M.; BULOV, L. Metal-binding proteins and peptides in bioremediation and phytoremediation of heavy metals. **Trends in Biotech.**, 19(2):67-68, 2001.
- MIRETZKY, P.; SARALEGUI, A.; CIRELLI, A.F. Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). **Chemos.**, 57:997-1005, 2004.
- MOORE, J.N. Contamination mobilization resulting from redox pumping in a metal-contaminated river – reservoir system. p.451-471. In: Baker, L. (Ed.) Environmental Chemistry of lakes and reservoirs. (Advances in Chemistry Series, 237). Washington, DC: American Chemical Society, 1994. 267p.
- MOUNTOURIS, A.; VOUTSAS, E.; TASSIOS, D. Bioconcentration of heavy metals in aquatic environments: the importance of bioavailability. **Marine Poll. Bull.**, 44:1136-1141, 2002.
- OKONKWO, O.J.; MOTHIBA, M. Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandou, South Africa. **J. Hyd.**, XX:1-6, 2004.
- OUTTRIDGE, P.M.; NOLLER, B.N. Accumulation of toxic trace elements by freshwater vascular plants. **Rev. Env. Cont. Toxicol.**, 121:1-63, 1991.
- PAVAN, M.A.; BIGHAM, F.T. Toxidez de metais em plantas. II. Caracterização da toxidez de níquel em cafeeiros. **Pesq. Agrop. Bras.**, 17:323-328, 1982.

- PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M.C.B. Macrófitas aquáticas como agentes filtradores de materiais particulados, sedimentos e nutrientes. p.177-194. In: HENRY, R. (Org), Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos, RiMa, 2003.349p.
- PILON-SMITS, E. Phytoremediation. **Annu, Rev. Plant. Biol.**, 56:15-39, 2005.
- POWELL, P.E.; CLINE, G.R.; REID, C.P.P. Occurrence of hydroximath siderophore iron chelators in soils. **Nat.**, 287:833-834, 1981.
- PROKOP, Z.; VANGHELUWE, M.L.; Van SPRANG, P.A.; JANSSEN, C.R.; HOLOUBEK, I. Mobility and toxicity of metals in sandy sediments deposited on land. **Ecotoxic. Env. Saf.**, 54:65-73, 2003.
- QIAN, J.H.; ZAYED, A.; ZHU, M.L.; YU, M.; TERRY, N. Phytoaccumulation of trace elements by wetlands plants: III. Uptake and accumulation of ten trace elements by twelve plant species. **J. Env. Qual.**, 28(5):1448-1456, 1999.
- RAI, U.N.; SARITA-SINHA, R.D.; TRIPATHI, P.C. Waste treatability potential of some aquatic macrophytes: removal of heavy metals. **Ecol. Eng.**, 5:5-12, 1995.
- RAIJ, B. van; SILVA, N.M. BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R., CANTARELLA, H.; BELINAZZI Jr., R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, Campinas, IAC, 1985, 107p.
- RANGSAYATORN, N.; UPATHAM, E.S.; KRUATRACHUE, M.; POKETHITIYOOK, P.; LANZA, G.R. Phytoremediation potential of *Spirulina (Arthrospira) platensis*: biosorption and toxicity studies of cadmium. **Env. Poll.**, 119:45-53, 2002.
- RASHID, M.A. Role of humic acid of marine origin and their different molecular weight fractions in complexing di and tri valent metal. **Soil Sci.**, 111:298-306, 1971.
- RASKIN, I.; SMITH, R.D.; SALT, D.E. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. **Curr. Op. Biotech.**, 8:221-226, 1997.
- RAVERA, O. Monitoring of the aquatic environment by species accumulator of pollutants: a review. **J. Limnol.**, 60(1):63-78, 2001.
- RHAZI, L.; GRILLAS, P.; TOURE, A.; HAM, L.T. Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of Mediterranean temporary pools. **Life Sci.**, 324:165-177, 2001.

- RIBEIRO-FILHO, M.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; SIMÃO, J.B.P. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubado com materiais orgânicos e inorgânicos. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:495-507, 2001.
- ROBINSON, B.H.; BROOKS, R.R., KIRKMAN, J.H., GREGG, P.E.H., GREGMIGNI, P. Plant-available elements in soil and their influence on the vegetation over ultramafic ("serpentine") rocks in New Zealand. **J. Royal Soc. New Zealand.**, 26:457-468, 1996.
- ROBINSON, B.H.; BROOKS, R.R.; COTHIER, B.E. Soil amendments affecting nickel and cobalt uptake by *Berkheya coddii* potential use for phytomining and phytoremediation. **Annals of Bot.**, 84:689-694, 1999.
- SAMECKA-CYMERMAN, A.; KEMPERS, A.J. Toxic metals in aquatic plants surviving in surface water polluted by copper mining industry. **Ecotoxicol. Env. Saf.**, 59:64-69, 2004.
- SANTOS, G.C. Sorção e labilidade de metais pesados em Latossolos de Minas Gerais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 75p. (Tese de Mestrado).
- SAUVÉ, S. NORVELL, W.A.; McBRIGE, M.; HENDERSHOT, W. Speciation and complexation of cadmium in extracted soil solutions. **Env. Sci. Tech.**, 34:291-296, 2000.
- SAWIDIS, T.C.; HETTRI, M.K.; ZACHARIADIS, G.; STRATIS, J.A. Heavy metals in aquatic plants and sediments from water systems in Macedonia, Greece. **Ecotoxic. Env. Saf.**, 32:73-80.1995.
- SCHAEFER, C.E.R.; SILVA, D.D.; PAIVA, K.W.N.; PRUSKI, F.F.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; ALBUQUERQUE, M.A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesq. Agrop. Bras.**, 37:5, 2002.
- SCHNEIDER, I.A.H.; RUBIO, J. Sorption of heavy metal ions by the non living biomass of freshwater macrophytes. **Env. Sci. Tech.**, 33:2213-2217, 1999.
- SCHNEIDER, I.A.H.; RUBIO, J. SMITH, R.W. Biosorption of metals onto plant biomass. Exchange adsorption or surface precipitation. **Int. J. Mineral Proc.**, 62:111-120, 2001.
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron oxides. P.379-438. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B. (Eds). Minerals in soil environments. ASA and SSSA, Madison, WI., 1988.

- SENSTIUS, W.W. Climax forms of rock weathering. **Am. Scient.**, 46:355-367, 1958.
- SILVA, F.C. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília, DF, Embrapa, 1999. 370p.
- SILVA, M.A.L.; REZENDE, C.R. Behavior of selected micro and trace elements and organics matter in sediments of freshwater system in South-east Brazil. **Sci. Total Env.**, 292:121-128, 2002.
- SILVA, I.S.; ABATE, G.; LICHTIG, J.; MASINI, J.C. Heavy metal distribution in recent sediments of the Tietê- Pinheiros river system in São Paulo state, Brazil. **Appl. Geochem.**, 17:105-116, 2002.
- SINGH, B.E.R.; STEINNES, E. Soil and water contamination by heavy metals. In: LAI, R.; STEWART, B.A. (Eds.) *Advances in Soil Science: soil process and water quality*. USA: Lewis, 1994. p.233-237.
- SINGH, P.K.; MOHAN, D.; SINGH, V.K.; MALIK, A. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments a tributary of the Ganges, India. **J. Hydrol.**, 312:14-27, 2005.
- SIVACI, E.R.; SIVACI, A.; SÖKMEN, M. Biosorption of cadmium by *Myriophyllum spicatum* L. and *Myriophyllum triphyllum* orchard. **Chemos**, 56:1043-1048, 2004.
- SOLTAN, M.E.; RASHED, M.N. Laboratory study on the survival of water hyacinth under several conditions of heavy metal concentrations. **Adv. Env. Res.**, 7:321-334, 2003.
- SPOSITO, G. *The chemistry of soils*. New York, Oxford University Press, 1989. 234p.
- SRIYARAJ, K.; SHUTES, R.B.E. An assessment of the impact of motorway runoff on a pond, wetland and stream. **Env. Int.**, 26:433-439, 2001.
- STUMM, W.; MORGAN, J.J. *Aquatic chemistry – an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters*. 2 ed. New York, John Wiley, 1981. 780p.
- STUMM, W.; MORGAN, J. *Aquatic chemistry – Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. 3.ed. Environmental Science and Technology – Wiley –Interscience series of Texts and Monographs. New York, John Wiley, 1996. 1022p.il.
- SZYMANOWSKA, A.; SAMECKA-CYMERMAN, A. KEMPERS, A.J. Heavy metals in three lakes in West Poland. **Ecotox. Env. Saf.**, 43:21-29, 1999.

- TONELLO, K.C. Análise hidroambiental da Bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões. MG. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 69p. (Tese de Mestrado)
- VON DER HAYDEN, C.J.; NEW, M.G. Sediment chemistry: a history of mine contaminant remediation and an assessment of process and pollution potential. **J. Geochem. Exploration**, 82:35-57, 2004.
- VISOOTTIVISETH, P.; FRANCESCONI, K.; SRIDOKCHAN, W. The potential of Thai indigenous plant species for the phytoremediation of arsenic contaminated land. **Env. Poll.**, 118:453-461, 2002.
- WARREN, L.A. & HAACK, E.A. Biogeochemical controls on metal behaviour in freshwater environments. **Earth-Sci. Ver.**, 54:261-320, 2001.
- WEN, X.; ALLEN, H.E. Mobilization of heavy metals from the Le Na River sediment. **Sci. Total Env.**, 227:101-108, 1999.
- WETZEL, R.G. Limnologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian. 1993. 915p.il.
- WILLIAMS, J.R. Phytoremediation in wetland Ecosystems: Progress, Problems and potential. **Critical Reviews in Plant Sci.**, 21:607-635, 2002.
- WITTIG, R. General aspects of biomonitoring heavy metals by plants. p.3-27. In: MARKET, B. (Ed.). Plant as biomonitors – indicators for heavy metals in the terrestrial environment. Weiheim, VCH, 1993. 644p.il.
- XIE, Y.; WEN, M.; YU, D.; LI, Y. Growth and resource allocation of water hyacinth as affected by gradually increasing nutrient concentrations. **Aquatic Bot.**, 79:257-266, 2004.
- YANG, X.; FENG, Y.; HE, Z.; STOFFTELLA, P.J. Molecular mechanism of heavy metal hyperaccumulation and phytoremediation. **J. Trace Elem. Med. and Biol.**, 18:339-353, 2005.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determinations of organic carbon soil. **Comm. Soil Sci. Plant. Anal.**, 19:1467-1476, 1988.
- ZAVODA, J.; CUTRIGHT, T.; SZPAK, J.; FALLON, E. Uptake, selectivity, and inhibition of hydroponics treatment of contaminants. **J. Env. Eng.**, 127(6):502-508, 2001.

## **ANEXO**

Quadro A. Índice de saturação para todos os sólidos previstos pelo Minteq.

Profundidade (cm)	Final do período seco				Final do período chuvoso			
	Viveiro		Eqüideo		Viveiro		Eqüideo	
	10	100	10	100	10	100	10	100
Mineral	Índice de saturação							
Aragonita	-3.76	-3.63	-5.67	-6.26	-5.48	-5.55	-6.15	-6.14
Artinita	-11.00	-10.77	-14.63	-15.84	-14.59	-14.84	-15.82	-15.80
Azurita	-3.68	-4.24	-9.45	-10.39	-8.93	-9.07	-10.11	-10.14
Brucita	-7.06	-6.96	-8.82	-9.46	-8.85	-9.00	-9.46	-9.46
CaCO <sub>3</sub> xH <sub>2</sub> O	-4.96	-4.83	-6.87	-7.46	-6.68	-6.75	-7.35	-7.34
Calcita	-3.62	-3.49	-5.53	-6.12	-5.34	-5.41	-6.01	-6.00
Cd metal (α)	-21.27	-21.41	-23.65	-24.16	-26.53	-25.75	-27.53	-25.78
Cd metal (γ)	-21.37	-21.51	-23.75	-24.27	-26.64	-25.86	-27.64	-25.88
Cd(OH) <sub>2</sub>	-7.52	-7.33	-8.96	-9.53	-9.09	-9.20	-9.65	-9.65
Cerrusita	-1.17	-1.19	-3.03	-3.69	-3.70	-3.86	-3.90	-4.25
Cr metal	-39.94	-39.88	-41.25	-41.38	-44.19	-43.22	-44.92	-43.19
Cr(OH) <sub>2</sub>	-6.19	-5.77	-6.76	-6.82	-6.76	-6.61	-7.07	-7.07
Cu(OH) <sub>2</sub>	-1.96	-2.15	-3.84	-4.18	-3.71	-3.77	-4.10	-4.11
CuCO <sub>3</sub>	-2.71	-2.89	-4.65	-4.95	-4.46	-4.50	-4.85	-4.86
Dolomita (mal cristalizada)	-7.04	-6.79	-10.79	-11.97	-10.55	-10.75	-11.85	-11.82
Dolomita (bem cristalizada)	-6.48	-6.23	-10.24	-11.41	-9.99	-10.18	-11.29	-11.26
Fe(OH) <sub>2</sub> (am)	-3.87	-3.2	-4.70	-5.20	-5.67	-5.66	-6.22	-6.48
Fe(OH) <sub>2</sub> (c)	-3.15	-2.46	-4.09	-4.52	-4.96	-4.91	-5.51	-5.76
Hausmannita	-21.61	-19.34	-24.13	-26.17	-23.06	-24.59	-24.60	-28.76
Huntita	-16.54	-16.06	-24.00	-26.34	-23.65	-24.07	-26.18	-26.13
Hidrocerrusita	-2.83	-2.91	-8.35	-10.39	-10.43	-10.95	-11.04	-12.08
Hidromagnesita	-27.05	-26.47	-36.23	-39.19	-36.02	-36.62	-39.11	-39.04
Hidrozincita	-10.20	-6.60	-17.20	-19.42	-20.08	-20.25	-21.82	-22.47
Calcário	-23.44	-23.33	-25.12	-25.85	-25.14	-25.30	-25.80	-25.81
Litharge	-5.57	-5.60	-7.32	-8.058	-8.09	-8.29	-8.29	-8.64
Magnesita	-3.93	-3.814	-5.85	-6.39	-5.74	-5.83	-6.36	-6.34
Malachita	-1.40	-1.78	-5.23	-5.87	-4.90	-5.00	-5.69	-5.71
Manganita	-9.69	-8.86	-10.56	-11.13	-9.57	-10.16	-10.03	-11.68
“Massicot”	-5.77	-5.80	-7.53	-8.259	-8.3	-8.49	-8.49	-8.85
Mg(OH) <sub>2</sub> (ativo)	-8.60	-8.48	-10.50	-11.06	-10.40	-10.50	-11.03	-11.01

Quadro B. Índice de saturação para todos os sólidos previstos pelo Minteq

Profundidade (cm)	Final do período seco				Final do período chuvoso			
	Viveiro		Eqüideo		Viveiro		Eqüideo	
	10	100	10	100	10	100	10	100
Mineral	Índice de saturação							
MgCO <sub>3</sub> ·5H <sub>2</sub> O	-6.88	-6.76	-8.778	-9.33	-8.68	-8.78	-9.30	-9.28
MnCO <sub>3</sub> (am)	-2.418	-1.752	-3.734	-4.29	-4.14	-4.29	-4.81	-5.59
Mg(OH) <sub>2</sub> (ativa)	-8.60	-8.48	-10.50	-11.06	-10.40	-10.50	-11.03	-11.01
Nesquehonita	-6.78	-6.67	-8.64	-9.22	-8.58	-8.69	-9.20	-9.18
Ni(OH) <sub>2</sub> (am)	-5.61	-5.41	-7.20	-7.79	-7.3	-7.40	-7.73	-7.73
Ni(OH) <sub>2</sub> (c)	-3.38	-3.16	-5.09	-5.61	-5.07	-5.13	-5.52	-5.50
NiCO <sub>3</sub>	-3.05	-2.85	-4.71	-5.27	-4.75	-4.83	-5.19	-5.18
Otavita	-3.34	-3.14	-4.90	-5.40	-4.92	-4.98	-5.49	-5.48
Pb metal	-10.94	-11.29	-13.69	-14.33	-17.16	-16.45	-17.80	-16.39
Pb(OH) <sub>2</sub>	-1.02	-1.05	-2.78	-3.51	-3.54	-3.745	-3.74	-4.1
Pb <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub> O(CO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	-48.83	-49.08	-67.21	-74.00	-74.15	-75.86	-76.16	-79.64
Pb <sub>2</sub> O(OH) <sub>2</sub>	-11.77	-11.82	-15.45	-16.81	-16.84	-17.17	-17.24	-17.93
Pb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-32.71	-32.43	-35.49	-36.88	-34.09	-35.31	-34.06	-36.50
Pb <sub>2</sub> OCO <sub>3</sub>	-6.69	-6.74	-10.32	-11.70	-11.75	-12.11	-12.15	-12.85
Pb <sub>3</sub> O <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-11.15	-11.24	-16.53	-18.65	-18.74	-19.30	-19.33	-20.39
PbO·0.3H <sub>2</sub> O	-5.77	-5.79	-7.61	-8.29	-8.30	-8.47	-8.50	-8.85
Periclase	-11.60	-11.50	-13.30	-13.98	-13.39	-13.55	-13.99	-13.99
Portlandita	-13.35	-13.24	-15.12	-15.80	-15.06	-15.19	-15.73	-15.73
Pyrochroita	-6.63	-5.98	-7.83	-8.46	-8.35	-8.54	-9.01	-9.80
Pyrolusita	-19.14	-18.19	-19.21	-20.02	-17.16	-18.31	-17.37	-19.94
Rhodochrosita	-1.92	-1.25	-3.23	-3.79	-3.64	-3.8	-4.32	-5.10
Siderita	-1.29	-0.60	-2.22	-2.66	-3.10	-3.05	-3.65	-3.90
Tenorita(am)	-1.18	-1.37	-3.04	-3.39	-2.92	-2.99	-3.31	-3.33
Tenorita(c)	-0.33	-0.52	-2.19	-2.54	-2.07	-2.14	-2.46	-2.48
Vaterita	-4.19	-4.06	-6.10	-6.69	-5.91	-5.98	-6.58	-6.57
Zincita	-2.94	-2.22	-4.29	-4.76	-4.91	-4.96	-5.26	-5.39
Zn metal	-31.49	-31.12	-33.67	-34.16	-37.14	-36.3	-37.92	-36.31
Zn(OH) <sub>2</sub> (am)	-4.18	-3.46	-5.53	-6.01	-6.15	-6.20	-6.5	-6.63
Zn(OH) <sub>2</sub> (β)	-3.45	-2.74	-4.81	-5.28	-5.43	-5.48	-5.77	-5.91
Zn(OH) <sub>2</sub> (δ)	-3.43	-2.70	-4.9	-5.30	-5.41	-5.42	-5.77	-5.89
Zn(OH) <sub>2</sub> (ε)	-3.23	-2.51	-4.59	-5.06	-5.20	-5.25	-5.55	-5.68
Zn(OH) <sub>2</sub> (γ)	-3.43	-2.72	-4.79	-5.26	-5.40	-5.45	-5.75	-5.89
ZnCO <sub>3</sub>	-2.40	-1.67	-3.86	-4.26	-4.38	-4.39	-4.73	-4.86
ZnCO <sub>3</sub> ·1H <sub>2</sub> O	-2.94	-2.21	-4.40	-4.81	-4.92	-4.93	-5.27	-5.4

Quadro C. Concentração de Cd, Cr, Cu e Fe das amostras de água das represas Viveiro (represa 1 ) e Eqüideo (represa 2)

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
1	1	1	1	1	1	0,000745	0,000839	0,004623	0,667032
2	1	1	1	2	1	0,000808	0,001306	0,006602	0,590428
3	1	1	1	3	1	0,002141	0,001166	0,003676	0,925806
4	1	1	1	4	1	0,000869	0,001184	0,003981	0,534986
5	1	1	1	5	1	0,000745	0,001002	0,000765	0,401552
6	1	1	2	1	1	0,000818	0,001621	0,228694	0,77422
7	1	1	2	2	1	0,000706	0,000885	0,002973	0,423017
8	1	1	2	3	1	0,0007	0,000685	0,002114	0,467129
9	1	1	2	4	1	0,000702	0,000417	0,003234	0,396857
10	1	1	2	5	1	0,000805	0,000622	0,004251	0,691079
11	1	1	3	1	1	0,000804	0,000776	0,051289	0,821544
12	1	1	3	2	1	0,000863	0,000874	0,005111	3,051353
13	1	1	3	3	1	0,00085	0,000771	0,003876	0,851764
14	1	1	3	4	1	0,00087	0,007398	0,005769	0,634124
15	1	1	3	5	1	0,000801	0,001804	0,001381	0,723012
16	1	1	4	1	1	0,000781	0,000563	0,003025	0,592702
17	1	1	4	2	1	0,00076	0,000935	0,004714	0,469754
18	1	1	4	3	1	0,000934	0,000855	0,004125	0,850688
19	1	1	4	4	1	0,000705	0,000869	0,005372	0,772749
20	1	1	4	5	1	0,000849	0,00116	0,002741	0,548934
21	1	1	5	1	1	0,002864	0,001342	0,005287	3,23098
22	1	1	5	2	1	0,000851	0,000866	0,003485	2,845953
23	1	1	5	3	1	0,000934	0,003753	0,003767	3,158057
24	1	1	5	4	1	0,00097	0,000954	0,004714	1,28153
25	1	1	5	5	1	0,000803	0,002454	0,004756	2,083329
26	1	1	5	1	1	0,000976	0,001275	0,003672	6,019554
27	1	1	6	2	1	0,000821	0,001511	0,002832	0,955948
28	1	1	6	3	1	0,000984	0,001025	0,001205	3,504628
29	1	1	6	4	1	0,000819	0,000632	0,002398	2,971803
30	1	1	6	5	1	0,000999	0,001158	0,005169	2,027888
31	1	1	1	1	2	0,002436	0,020238	0,007869	35,64257
32	1	1	1	2	2	0,00093	0,001185	0,006411	3,732866
33	1	1	1	3	2	0,000804	0,000662	0,004065	1,900108
34	1	1	1	4	2	0,000563	0,021543	0,003867	0,514721
35	1	1	1	5	2	0,001085	0,000924	0,002375	8,429294
36	1	1	2	1	2	0,000821	0,00071	0,003087	0,411303
37	1	1	2	2	2	0,000995	0,002621	0,005064	5,3522
38	1	1	2	3	2	0,000953	0,001357	0,002343	4,704679
39	1	1	2	4	2	0,000724	0,000667	0,007215	0,426658
40	1	1	2	5	2	0,000954	0,003148	0,003436	2,892194
41	1	1	3	1	2	0,00121	0,001569	0,002193	9,315242

Continua...

Quadro C. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
						mg/L			
42	1	1	3	2	2	0,000877	0,000942	0,002283	1,413362
43	1	1	3	3	2	0,00091	0,002495	0,003522	4,451428
44	1	1	3	4	2	0,002046	0,005706	0,005523	26,03224
45	1	1	3	5	2	0,001197	0,003685	0,008931	3,271295
46	1	1	4	1	2	0,000946	0,001397	0,007145	3,465844
47	1	1	4	2	2	0,000923	0,001547	0,003989	3,123395
48	1	1	4	3	2	0,001621	0,001742	0,005223	10,04684
49	1	1	4	4	2	0,000937	0,001128	0,004239	4,695845
50	1	1	4	5	2	0,001664	0,004547	0,088718	4,616258
51	1	1	5	1	2	0,000981	0,000967	0,002438	4,44336
52	1	1	5	2	2	0,000793	0,000931	0,005143	0,969996
53	1	1	5	3	2	0,000815	0,002022	0,005585	1,304221
54	1	1	5	4	2	0,001685	0,003915	0,003699	19,97359
55	1	1	5	5	2	0,000757	0,00117	0,005358	1,944858
56	1	1	6	1	2	0,000843	0,003101	0,003055	1,409882
57	1	1	6	2	2	0,005237	0,000838	0,004298	1,013556
58	1	1	6	3	2	0,000768	0,001247	0,003514	0,632686
59	1	1	6	4	2	0,000802	0,002017	0,003603	0,997978
60	1	1	6	5	2	0,000998	0,001528	0,003205	3,414562
61	1	2	1	1	1	0,000719	0,000859	0,001902	0,514555
62	1	2	1	2	1	0,000824	0,001122	0,003983	0,631426
63	1	2	1	3	1	0,001468	0,001036	0,007155	0,796474
64	1	2	1	4	1	0,002119	0,001159	0,004638	0,780478
65	1	2	1	5	1	0,000833	0,000881	0,004725	1,580341
66	1	2	2	1	1	0,000923	0,002089	0,011724	2,368831
67	1	2	2	2	1	0,000755	0,00125	0,004907	0,862637
68	1	2	2	3	1	0,000851	0,000896	0,003193	0,780492
69	1	2	2	4	1	0,000704	0,001267	0,003649	0,69615
70	1	2	2	5	1	0,000798	0,001093	0,003304	1,30496
71	1	2	3	1	1	0,002229	0,001723	0,005077	31,03805
72	1	2	3	2	1	0,003685	0,002745	0,004034	20,0958
73	1	2	3	3	1	0,00113	0,00183	0,00422	8,386311
74	1	2	3	4	1	0,001175	0,002036	0,005652	10,83236
75	1	2	3	5	1	0,001032	0,002063	0,002932	5,384418
76	1	2	4	1	1	0,000759	0,002989	0,003766	0,65076
77	1	2	4	2	1	0,000891	0,003493	0,004674	2,1834
78	1	2	4	3	1	0,000882	0,000802	0,007208	1,730782
79	1	2	4	4	1	0,000826	0,001692	0,004083	0,767911
80	1	2	4	5	1	0,001273	0,004724	0,005269	12,21471
81	1	2	5	1	1	0,00345	0,005637	0,012257	26,45902
82	1	2	5	2	1	0,005332	0,008938	0,004821	90,13918

Continua...

Quadro C. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
						mg/L			
83	1	2	5	3	1	0,001044	0,000919	0,004179	6,950252
84	1	2	5	4	1	0,003333	0,011227	0,013804	20,54067
85	1	2	5	5	1	0,001315	0,002435	0,004529	12,70858
86	1	2	6	1	1	0,001081	0,003152	0,005496	5,631807
87	1	2	6	2	1	0,000885	0,001432	0,002542	1,374313
88	1	2	6	3	1	0,001874	0,00212	0,00461	9,335104
89	1	2	6	4	1	0,000828	0,00484	0,002353	0,919609
90	1	2	6	5	1	0,000798	0,001513	0,003452	0,508965
91	1	2	1	1	2	0,000874	0,0016	0,002834	2,804121
92	1	2	1	2	2	0,001804	0,001607	0,006995	4,408323
93	1	2	1	3	2	0,000911	0,006928	0,002421	1,589681
94	1	2	1	4	2	0,000991	0,001587	0,0053	4,504993
95	1	2	1	5	2	0,001421	0,00326	0,00618	10,32671
96	1	2	2	1	2	0,002994	0,001175	0,004558	5,539614
97	1	2	2	2	2	0,00451	0,00942	0,073476	23,35799
98	1	2	2	3	2	0,001261	0,001727	0,00783	9,236861
99	1	2	2	4	2	0,001909	0,00446	0,004644	22,49802
100	1	2	2	5	2	0,002907	0,007749	0,011176	42,08286
101	1	2	3	1	2	0,001089	0,005009	0,003445	6,820473
102	1	2	3	2	2	0,001763	0,003364	0,004354	24,24305
103	1	2	3	3	2	0,001179	0,001637	0,003893	8,204671
104	1	2	3	4	2	0,002105	0,006392	0,008077	27,80103
105	1	2	3	5	2	0,001009	0,002655	0,005944	4,993623
106	1	2	4	1	2	0,002283	0,004113	0,006446	13,71136
107	1	2	4	2	2	0,001832	0,008953	0,012955	11,30344
108	1	2	4	3	2	0,000824	0,000536	0,005196	1,338801
109	1	2	4	4	2	0,001174	0,002797	0,008686	10,40826
110	1	2	4	5	2	0,002496	0,004837	0,00341	36,82793
111	1	2	5	1	2	0,002163	0,002209	0,003977	4,550634
112	1	2	5	2	2	0,001095	0,002748	0,004354	6,109305
113	1	2	5	3	2	0,001323	0,004435	0,006217	10,98907
114	1	2	5	4	2	0,000815	0,003625	0,004065	2,143328
115	1	2	5	5	2	0,00099	0,004268	0,010262	4,929973
116	1	2	6	1	2	0,001461	0,003329	0,009486	12,31029
117	1	2	6	2	2	0,001084	0,00167	0,017803	5,470525
118	1	2	6	3	2	0,003368	0,002543	0,009276	16,22989
119	1	2	6	4	2	0,001337	0,002728	0,004649	12,83976
120	1	2	6	5	2	0,002639	0,020094	0,016369	33,15778
121	2	1	1	1	1	0,001195	0,00457	0,00649	5,620989
122	2	1	1	2	1	0,001017	0,00193	0,006003	0,514741
123	2	1	1	3	1	0,000907	0,003892	0,004847	0,538408
124	2	1	1	4	1	0,000809	0,004098	0,008687	0,529449

Continua...

Quadro C. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
						mg/L			
125	2	1	1	5	1	0,000976	0,001857	0,004891	1,48318
126	2	1	2	1	1	0,000977	0,002648	0,005249	4,173719
127	2	1	2	2	1	0,000791	0,00112	0,007459	0,327642
128	2	1	2	3	1	0,000807	0,001912	0,005164	0,341298
129	2	1	2	4	1	0,000854	0,002837	0,006527	0,716847
130	2	1	2	5	1	0,002355	0,002005	0,005244	0,647379
131	2	1	3	1	1	0,000866	0,002165	0,004352	0,307601
132	2	1	3	2	1	0,000797	0,000819	0,00603	0,535354
133	2	1	3	3	1	0,001134	0,002912	0,006156	0,637574
134	2	1	3	4	1	0,000832	0,00323	0,006709	0,179717
135	2	1	3	5	1	0,000819	0,001644	0,007489	0,207962
136	2	1	4	1	1	0,000905	0,003969	0,003294	1,952514
137	2	1	4	2	1	0,002683	0,001966	0,005904	0,202659
138	2	1	4	3	1	0,000934	0,002139	0,005223	2,653525
139	2	1	4	4	1	0,000799	0,001474	0,006588	0,862485
140	2	1	4	5	1	0,00125	0,004954	0,006247	0,572138
141	2	1	5	1	1	0,000863	0,002693	0,00583	0,150646
142	2	1	5	2	1	0,000895	0,00271	0,004205	0,964608
143	2	1	5	3	1	0,001517	0,002444	0,00582	0,650033
144	2	1	5	4	1	0,000822	0,003833	0,005204	0,253941
145	2	1	5	5	1	0,000803	0,000912	0,007698	0,377435
146	2	1	6	1	1	0,000866	0,003272	0,006539	0,554327
147	2	1	6	2	1	0,000907	0,001453	0,007621	0,601122
148	2	1	6	3	1	0,000821	0,002042	0,005035	0,571805
149	2	1	6	4	1	0,000878	0,001296	0,005814	0,459692
150	2	1	6	5	1	0,000794	0,001614	0,006798	0,448343
151	2	1	1	1	2	0,00071	0,000596	0,004988	0,306569
152	2	1	1	2	2	0,000749	0,002121	0,005268	0,673772
153	2	1	1	3	2	0,000859	0,002068	0,006155	0,259435
154	2	1	1	4	2	0,001021	0,002112	0,005737	0,334218
155	2	1	1	5	2	0,000824	0,003024	0,004323	0,678827
156	2	1	2	1	2	0,002057	0,003318	0,007066	2,412722
157	2	1	2	2	2	0,001375	0,000719	0,0103	0,4947
158	2	1	2	3	2	0,000757	0,00059	0,0049	0,281588
159	2	1	2	4	2	0,000771	0,001166	0,00584	1,430853
160	2	1	2	5	2	0,000947	0,002412	0,007373	3,89792
161	2	1	3	1	2	0,001007	0,005435	0,006114	2,271224
162	2	1	3	2	2	0,000804	0,001129	0,006459	0,307864
163	2	1	3	3	2	0,000816	0,001595	0,003563	0,2044
164	2	1	3	4	2	0,001408	0,003332	0,006827	12,60829
165	2	1	3	5	2	0,000836	0,004414	0,006399	0,273162

Continua...

Quadro C. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
						mg/L			
166	2	1	4	1	2	0,000701	0,003473	0,005559	0,234921
167	2	1	4	2	2	0,000811	0,002347	0,006202	0,45721
168	2	1	4	3	2	0,000852	0,005238	0,004325	0,66124
169	2	1	4	4	2	0,000759	0,000869	0,008052	0,614195
170	2	1	4	5	2	0,002664	0,00406	0,005752	2,162562
171	2	1	5	1	2	0,000885	0,005209	0,009242	0,567804
172	2	1	5	2	2	0,000762	0,001527	0,007086	0,60063
173	2	1	5	3	2	0,001985	0,006951	0,008505	3,189779
174	2	1	5	4	2	0,000912	0,003675	0,007903	0,524966
175	2	1	5	5	2	0,00083	0,000876	0,00608	0,369431
176	2	1	6	1	2	0,002699	0,00419	0,006659	0,205779
177	2	1	6	2	2	0,000802	0,04201	0,005658	0,419723
178	2	1	6	3	2	0,000862	0,00119	0,007994	0,190134
179	2	1	6	4	2	0,000785	0,001576	0,007534	0,469283
180	2	1	6	5	2	0,000836	0,003142	0,005707	0,592829
181	2	2	1	1	1	0,001322	0,004598	0,008179	0,156658
182	2	2	1	2	1	0,001406	0,003257	0,008951	8,438729
183	2	2	1	3	1	0,000935	0,00093	0,006592	0,330936
184	2	2	1	4	1	0,000839	0,00195	0,008715	0,149263
185	2	2	1	5	1	0,000731	0,000761	0,005985	0,150463
186	2	2	2	1	1	0,000858	0,000849	0,006888	0,42608
187	2	2	2	2	1	0,000828	0,002078	0,005678	0,165029
188	2	2	2	3	1	0,001555	0,002644	0,009253	1,951463
189	2	2	2	4	1	0,000724	0,005873	0,004917	0,317715
190	2	2	2	5	1	0,000746	0,000646	0,005301	0,856175
191	2	2	3	1	1	0,00082	0,000845	0,007068	0,218085
192	2	2	3	2	1	0,000749	0,00104	0,005593	0,333216
193	2	2	3	3	1	0,000756	0,003477	0,007811	0,164165
194	2	2	3	4	1	0,000788	0,002847	0,006468	0,208199
195	2	2	3	5	1	0,000773	0,003945	0,007853	0,303651
196	2	2	4	1	1	0,000698	0,003057	0,0083	0,159769
197	2	2	4	2	1	0	0	0	0
198	2	2	4	3	1	0,000841	0,002564	0,007443	1,492061
199	2	2	4	4	1	0,00131	0,002229	0,005568	0,167543
200	2	2	4	5	1	0,000799	0,002173	0,007001	0,18602
201	2	2	5	1	1	0,000807	0,001917	0,010306	0,340695
202	2	2	5	2	1	0,000831	0,00224	0,006967	0,216982
203	2	2	5	3	1	0,000817	0,00169	0,008051	0,241393
204	2	2	5	4	1	0,000892	0,003253	0,006273	0,095795
205	2	2	5	5	1	0,000753	0,001683	0,004928	0,241463
206	2	2	6	1	1	0,00091	0,000965	0,00721	1,984867

Continua...

## Quadro C. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profo. <sup>(2)</sup>	Cd	Cr	Cu	Fe
						mg/L			
207	2	2	6	2	1	0,000938	0,002793	0,018689	2,116442
208	2	2	6	3	1	0,000762	0,001819	0,0073	0,43022
209	2	2	6	4	1	0,00089	0,002098	0,007004	1,460371
210	2	2	6	5	1	0,000757	0,002088	0,006775	0,925147
211	2	2	1	1	2	0,000859	0,003506	0,007021	0,210724
212	2	2	1	2	2	0,000802	0,0009	0,006154	0,284279
213	2	2	1	3	2	0,000901	0,002826	0,005871	0,321157
214	2	2	1	4	2	0,000803	0,004678	0,00714	0,182094
215	2	2	1	5	2	0,000848	0,002909	0,00737	0,257326
216	2	2	2	1	2	0,000703	0,001656	0,007977	0,374004
217	2	2	2	2	2	0,000788	0,001993	0,005955	0,305642
218	2	2	2	3	2	0,000724	0,001189	0,00534	0,237444
219	2	2	2	4	2	0,000884	0,003238	0,017501	0,409381
220	2	2	2	5	2	0,000775	0,001159	0,004958	0,192788
221	2	2	3	1	2	0,000844	0,001067	0,007814	0,360954
222	2	2	3	2	2	0,000875	0,002395	0,006157	0,535349
223	2	2	3	3	2	0,000824	0,002315	0,004133	0,4036
224	2	2	3	4	2	0,000839	0,001745	0,006091	0,472714
225	2	2	3	5	2	0,000795	0,001901	0,006406	0,374678
226	2	2	4	1	2	0,000892	0,003425	0,005708	0,176462
227	2	2	4	2	2	0,002264	0,0021	0,005338	0,303907
228	2	2	4	3	2	0,000781	0,002145	0,006772	0,597689
229	2	2	4	4	2	0,000778	0,001415	0,005968	0,516565
230	2	2	4	5	2	0,000829	0,001567	0,00649	0,514297
231	2	2	5	1	2	0,00084	0,001005	0,007038	0,258784
232	2	2	5	2	2	0,000867	0,000846	0,006555	0,337903
233	2	2	5	3	2	0,00088	0,001385	0,008031	0,414134
234	2	2	5	4	2	0,000738	0,00088	0,004887	0,331563
235	2	2	5	5	2	0,000775	0,00104	0,005959	0,413879
236	2	2	6	1	2	0,001222	0,005037	0,005933	2,673419
237	2	2	6	2	2	0,001052	0,005683	0,013566	0,729541
238	2	2	6	3	2	0,000776	0,001944	0,008408	0,150203
239	2	2	6	4	2	0,000879	0,000715	0,006669	0,723518
240	2	2	6	5	2	0,001137	0,004577	0,012162	0,92302

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo; <sup>(2)</sup> Profundidade de coleta.

Quadro D. Concentração de Mg, Mn, Ni e Pb e das amostras de água das represas Viveiro (represa 1 ) e Eqüideo (represa 2)

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
1	1	1	1	1	1	1,678928	0,065548	0,008383	0,001699
2	1	1	1	2	1	1,726863	0,048362	0,007773	0,006668
3	1	1	1	3	1	1,603236	0,118239	0,008587	0,005358
4	1	1	1	4	1	1,652907	0,013924	0,006943	0,004519
5	1	1	1	5	1	1,543544	0,03426	0,006245	0
6	1	1	2	1	1	1,74576	0,040544	0,005905	0,653709
7	1	1	2	2	1	1,599865	0,011151	0,006479	0,000825
8	1	1	2	3	1	1,61491	0,026376	0,00871	0,001259
9	1	1	2	4	1	1,61667	0,021101	0,006704	0,002607
10	1	1	2	5	1	1,56282	0,068924	0,005901	0,000263
11	1	1	3	1	1	1,604051	0,111486	0,006528	0,005678
12	1	1	3	2	1	1,689131	0,492762	0,005687	0,00459
13	1	1	3	3	1	1,689181	0,059037	0,007402	0,001809
14	1	1	3	4	1	1,566973	0,049399	0,008154	0,003325
15	1	1	3	5	1	1,920243	0,05739	0,006479	0,001245
16	1	1	4	1	1	1,640237	0,062562	0,007953	0,002915
17	1	1	4	2	1	1,716414	0,028204	0,007605	0,000735
18	1	1	4	3	1	1,638127	0,055817	0,006805	0,001927
19	1	1	4	4	1	1,687296	0,080214	0,006195	0,002735
20	1	1	4	5	1	1,573935	0,035543	0,005992	0,002213
21	1	1	5	1	1	1,907035	0,153082	0,00914	0,004681
22	1	1	5	2	1	1,711743	0,146527	0,00652	0,000772
23	1	1	5	3	1	1,788585	0,17645	0,00796	0,003953
24	1	1	5	4	1	1,750046	0,069094	0,007519	0,004512
25	1	1	5	5	1	2,486288	0,370674	0,008394	0,001779
26	1	1	5	1	1	2,212537	0,960953	0,007128	0,002298
27	1	1	6	2	1	1,694077	0,032755	0,005216	0,003137
28	1	1	6	3	1	1,772275	0,15898	0,006833	0,003261
29	1	1	6	4	1	1,798102	0,15068	0,007064	0,002694
30	1	1	6	5	1	1,96322	0,110467	0,007675	0,006102
31	1	1	1	1	2	2,373465	3,356978	0,016401	0,008054
32	1	1	1	2	2	1,732764	0,333273	0,008035	0,007458
33	1	1	1	3	2	1,671794	0,189196	0,006427	0,002415
34	1	1	1	4	2	1,587559	0,043702	0,021411	0,003789
35	1	1	1	5	2	1,725541	0,106346	0,007664	0,002647
36	1	1	2	1	2	1,691703	0,016445	0,00689	0,000522
37	1	1	2	2	2	2,350433	0,851713	0,009638	0,003269
38	1	1	2	3	2	2,129665	0,836048	0,006317	0,001839
39	1	1	2	4	2	1,659134	0,033702	0,007122	3,91E-06
40	1	1	2	5	2	1,88443	0,561088	0,007518	0,002661
41	1	1	3	1	2	1,873942	1,639841	0,00654	0,003282

Continua...

Quadro D. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
42	1	1	3	2	2	1,773883	0,149851	0,006512	0,001007
43	1	1	3	3	2	1,852953	0,564844	0,007311	0,007267
44	1	1	3	4	2	1,903141	0,500597	0,00974	0,013069
45	1	1	3	5	2	1,215775	0,244519	0,008564	0,004597
46	1	1	4	1	2	1,93814	0,489598	0,010504	0,005131
47	1	1	4	2	2	2,015697	0,492275	0,006692	0,003434
48	1	1	4	3	2	2,661389	1,659339	0,007958	0,003342
49	1	1	4	4	2	2,031762	0,775742	0,006539	0,004365
50	1	1	4	5	2	2,077172	0,688207	0,03	0,110486
51	1	1	5	1	2	1,953828	0,246174	0,006503	0,001734
52	1	1	5	2	2	1,946449	0,033723	0,008219	0,010149
53	1	1	5	3	2	1,66269	0,069689	0,018516	0,356277
54	1	1	5	4	2	1,632745	0,069762	0,010022	0,00477
55	1	1	5	5	2	1,751504	0,087957	0,007074	0,000505
56	1	1	6	1	2	1,891434	0,063287	0,007585	0,004989
57	1	1	6	2	2	1,797517	0,056435	0,007126	0,014926
58	1	1	6	3	2	1,669214	0,033349	0,007487	0,004089
59	1	1	6	4	2	1,732774	0,054708	0,008253	0,003909
60	1	1	6	5	2	1,888269	0,092187	0,005325	0,002686
61	1	2	1	1	1	1,111997	0,038793	0,006459	0,002802
62	1	2	1	2	1	1,3017	0,072816	0,007508	0,017936
63	1	2	1	3	1	1,158322	0,056232	0,006936	0,002274
64	1	2	1	4	1	1,196723	0,067958	0,007259	0,001104
65	1	2	1	5	1	1,311743	0,110657	0,007152	0,006106
66	1	2	2	1	1	1,211973	0,15907	0,008267	0,002139
67	1	2	2	2	1	1,165858	0,096783	0,006666	0,092569
68	1	2	2	3	1	1,268668	0,075955	0,00647	0,004073
69	1	2	2	4	1	1,110365	0,064349	0,007247	0,004542
70	1	2	2	5	1	1,229334	0,116729	0,009072	0,039334
71	1	2	3	1	1	1,58894	1,212203	0,007487	0,008049
72	1	2	3	2	1	1,4115	0,840233	0,007968	0,005444
73	1	2	3	3	1	1,34946	0,469529	0,006925	0,004516
74	1	2	3	4	1	1,169545	0,700622	0,006366	0,028979
75	1	2	3	5	1	1,244264	0,411158	0,008047	0,007046
76	1	2	4	1	1	1,166366	0,051014	0,010988	0,080502
77	1	2	4	2	1	1,171577	0,226915	0,006798	0,01097
78	1	2	4	3	1	1,195988	0,13959	0,00854	0,005981
79	1	2	4	4	1	1,03986	0,043323	0,006731	0,00575
80	1	2	4	5	1	1,223874	0,682094	0,007393	0,008389
81	1	2	5	1	1	1,700066	0,599481	0,009633	0,006301
82	1	2	5	2	1	1,621895	1,854601	0,011971	0,011709

Continua...

Quadro D. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
83	1	2	5	3	1	1,305119	0,187899	0,006549	0,003372
84	1	2	5	4	1	1,354778	0,330727	0,009023	0,00865
85	1	2	5	5	1	1,42983	0,251443	0,010038	0,001346
86	1	2	6	1	1	1,340439	0,34852	0,00754	0,010846
87	1	2	6	2	1	1,085209	0,068403	0,007219	0,01393
88	1	2	6	3	1	1,140381	0,930098	0,00761	0,006685
89	1	2	6	4	1	1,106635	0,118316	0,007504	0,003258
90	1	2	6	5	1	1,156496	0,059599	0,006583	0,004134
91	1	2	1	1	2	1,247866	0,093379	0,007317	0,003368
92	1	2	1	2	2	1,145739	0,308291	0,006758	0,001089
93	1	2	1	3	2	1,212742	0,13326	0,006075	0,001869
94	1	2	1	4	2	1,193077	0,187825	0,007157	0,002693
95	1	2	1	5	2	1,474657	0,16048	0,008022	0,033637
96	1	2	2	1	2	1,139772	0,179949	0,006379	0,004498
97	1	2	2	2	2	1,47143	0,291773	0,008605	0,036669
98	1	2	2	3	2	1,155293	0,149845	0,006472	0,003335
99	1	2	2	4	2	1,301901	0,231681	0,01085	0,005838
100	1	2	2	5	2	1,26022	0,248452	0,009149	0,011694
101	1	2	3	1	2	1,214359	0,362737	0,006867	0,015564
102	1	2	3	2	2	1,323648	1,463378	0,008156	0,002894
103	1	2	3	3	2	1,235964	0,415005	0,006432	0,009678
104	1	2	3	4	2	1,278496	0,911844	0,007328	0,010567
105	1	2	3	5	2	1,169621	0,277578	0,007087	0,009771
106	1	2	4	1	2	1,162362	0,149459	0,007078	0,011926
107	1	2	4	2	2	1,284057	0,257537	0,006885	0,02832
108	1	2	4	3	2	1,724628	0,153836	0,006687	0,002172
109	1	2	4	4	2	1,159393	0,399539	0,006806	0,002621
110	1	2	4	5	2	1,09558	0,65556	0,011122	0,005117
111	1	2	5	1	2	1,236249	0,194816	0,007569	0,004504
112	1	2	5	2	2	1,356152	0,205905	0,009251	0,003978
113	1	2	5	3	2	1,300175	0,289159	0,00756	0,004972
114	1	2	5	4	2	1,248494	0,135305	0,007558	0,00536
115	1	2	5	5	2	1,401892	0,167845	0,017261	0,00705
116	1	2	6	1	2	1,891896	0,385016	0,014961	0,006823
117	1	2	6	2	2	1,320039	0,27283	0,007866	0,038831
118	1	2	6	3	2	1,269445	0,705999	0,01484	0,006261
119	1	2	6	4	2	1,171205	0,743764	0,007229	0,009137
120	1	2	6	5	2	1,425899	0,460995	0,014107	0,0157
121	2	1	1	1	1	1,262681	0,797963	0,006544	0,001985
122	2	1	1	2	1	1,182931	0,091775	0,004823	0
123	2	1	1	3	1	1,110132	0,053889	0,009858	0,00044

Continua...

## Quadro D. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
124	2	1	1	4	1	1,134322	0,11122	0,006154	0,000332
125	2	1	1	5	1	1,147929	0,082528	0,005586	0,001679
126	2	1	2	1	1	1,968479	0,296022	0,00592	0,000698
127	2	1	2	2	1	1,146668	0,018882	0,006581	0,001531
128	2	1	2	3	1	1,146976	0,099131	0,005131	0,000539
129	2	1	2	4	1	1,211514	0,151302	0,006079	0,000922
130	2	1	2	5	1	1,162918	0,071122	0,005398	0,007072
131	2	1	3	1	1	1,013937	0,015769	0,005551	0,000933
132	2	1	3	2	1	1,125986	0,023087	0,005261	0,00141
133	2	1	3	3	1	1,047603	0,224853	0,007328	0,0002
134	2	1	3	4	1	1,191861	0,003187	0,007214	0,001535
135	2	1	3	5	1	1,154858	0,005508	0,006293	0,001942
136	2	1	4	1	1	1,003337	0,283753	0,004622	0,000974
137	2	1	4	2	1	1,117754	0,038176	0,005163	0,001174
138	2	1	4	3	1	1,132048	0,258925	0,004861	0,001045
139	2	1	4	4	1	1,130662	0,024647	0,005071	0,000605
140	2	1	4	5	1	1,136368	0,034552	0,00832	0,00189
141	2	1	5	1	1	1,113922	0,007296	0,006014	0,002362
142	2	1	5	2	1	1,01385	0,058365	0,005478	0,000499
143	2	1	5	3	1	1,706198	0,094233	0,006241	0,025983
144	2	1	5	4	1	1,000637	0,010091	0,006667	0,000219
145	2	1	5	5	1	1,08381	0,015382	0,004458	0,001103
146	2	1	6	1	1	1,280086	0,060536	0,006741	0,001329
147	2	1	6	2	1	1,105117	0,009948	0,004901	0,002701
148	2	1	6	3	1	1,017036	0,030757	0,005688	0
149	2	1	6	4	1	1,125877	0,0282	0,004747	0,000674
150	2	1	6	5	1	1,005879	0,015037	0,006771	0,000177
151	2	1	1	1	2	1,141456	0,013204	0,004709	3,18E-05
152	2	1	1	2	2	1,201462	0,012392	0,005437	0,00191
153	2	1	1	3	2	1,15135	0,011038	0,005508	0,000495
154	2	1	1	4	2	1,187367	0,025732	0,005893	0,002299
155	2	1	1	5	2	1,133587	0,02753	0,006382	0,000224
156	2	1	2	1	2	1,309248	0,272241	0,006141	0,002641
157	2	1	2	2	2	1,157949	0,005234	0,004518	0,000365
158	2	1	2	3	2	0,894316	0,01317	0,003742	0,003853
159	2	1	2	4	2	1,209632	0,26125	0,004082	0,000241
160	2	1	2	5	2	1,286636	0,404444	0,005721	0,001636
161	2	1	3	1	2	0,936473	0,046362	0,006029	0,000688
162	2	1	3	2	2	1,095431	0,006761	0,004698	0,001583
163	2	1	3	3	2	0,87035	0,006696	0,004516	0
164	2	1	3	4	2	0,963722	0,939418	0,005011	0,00175

Continua...

Quadro D. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
165	2	1	3	5	2	1,118436	0,008129	0,007497	0,001103
166	2	1	4	1	2	1,085623	0,006581	0,0075	0,000335
167	2	1	4	2	2	1,12478	0,015442	0,005662	0,001678
168	2	1	4	3	2	1,099261	0,043408	0,007882	0,000684
169	2	1	4	4	2	1,05567	0,138926	0,004676	0,000848
170	2	1	4	5	2	1,120389	0,156845	0,005494	0,001057
171	2	1	5	1	2	1,003108	0,009544	0,010306	0,002049
172	2	1	5	2	2	1,189911	0,013689	0,005867	0
173	2	1	5	3	2	1,171914	0,04769	0,006888	0,006394
174	2	1	5	4	2	1,141065	0,011604	0,014103	0,00357
175	2	1	5	5	2	1,149046	0,006792	0,004156	0
176	2	1	6	1	2	1,200075	0,003864	0,006451	0,001156
177	2	1	6	2	2	1,210715	0,016901	0,010545	0,003117
178	2	1	6	3	2	1,146699	0,006069	0,006237	0,005626
179	2	1	6	4	2	1,069202	0,005765	0,005359	0,001241
180	2	1	6	5	2	0,959946	0,007655	0,005856	0,003123
181	2	2	1	1	1	0,922433	0,01005	0,007571	0,00155
182	2	2	1	2	1	0,937134	0,84386	0,005479	0,003209
183	2	2	1	3	1	0,946554	0,049249	0,005361	0,007615
184	2	2	1	4	1	0,999916	0,005803	0,009402	0,000838
185	2	2	1	5	1	0,933126	0,007192	0,004386	0
186	2	2	2	1	1	0,963046	0,048224	0,004174	0,001576
187	2	2	2	2	1	0,905528	0,019719	0,005692	0,001066
188	2	2	2	3	1	1,27272	0,188242	0,018729	0,002751
189	2	2	2	4	1	0,965066	0,008833	0,00994	0,001343
190	2	2	2	5	1	1,186217	0,111758	0,003408	0
191	2	2	3	1	1	0,946732	0,009175	0,005879	0,001603
192	2	2	3	2	1	0,967098	0,013312	0,005106	0,005209
193	2	2	3	3	1	0,88189	0,007092	0,007066	0,001209
194	2	2	3	4	1	0,902799	0,011272	0,009151	0,001932
195	2	2	3	5	1	0,882101	0,012689	0,007174	0,000767
196	2	2	4	1	1	0,87056	0,014194	0,011734	0,051569
197	2	2	4	2	1	0	0	0	0
198	2	2	4	3	1	0,883768	0,015806	0,006321	0,003217
199	2	2	4	4	1	0,946571	0,010789	0,005565	0,000122
200	2	2	4	5	1	0,951473	0,005736	0,005399	0,000277
201	2	2	5	1	1	0,795053	0,007678	0,005326	0,003251
202	2	2	5	2	1	0,7555	0,006454	0,005325	0
203	2	2	5	3	1	0,747085	0,006371	0,006831	0,007929
204	2	2	5	4	1	0,778111	0,007041	0,006652	0,00124
205	2	2	5	5	1	0,736264	0,005325	0,006445	0

Continua...

## Quadro D. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Mg	Mn	Ni	Pb
						mg/L			
206	2	2	6	1	1	0,789517	0,25873	0,004812	0,002986
207	2	2	6	2	1	0,633521	0,101017	0,006828	0,005333
208	2	2	6	3	1	0,626223	0,116987	0,006288	0,002032
209	2	2	6	4	1	0,972122	0,060834	0,005113	0,003204
210	2	2	6	5	1	0,905775	0,024943	0,009155	0,006061
211	2	2	1	1	2	0,916747	0,008725	0,007836	0,0015
212	2	2	1	2	2	0,951062	0,005528	0,008061	0,001218
213	2	2	1	3	2	0,960193	0,008315	0,008243	0,001368
214	2	2	1	4	2	0,969124	0,007071	0,007135	0
215	2	2	1	5	2	0,855787	0,015251	0,007293	0,002306
216	2	2	2	1	2	0,886696	0,011117	0,004997	0,000548
217	2	2	2	2	2	0,851171	0,022313	0,005458	0,001749
218	2	2	2	3	2	0,997513	0,008827	0,006525	0,000973
219	2	2	2	4	2	0,962145	0,02883	0,012795	0,001314
220	2	2	2	5	2	0,944932	0,008063	0,003967	0,001201
221	2	2	3	1	2	0,975848	0,007055	0,004881	0,00046
222	2	2	3	2	2	0,860233	0,004707	0,00539	0,001058
223	2	2	3	3	2	0,85632	0,005185	0,005074	0,000344
224	2	2	3	4	2	0,884136	0,010137	0,004871	0,002041
225	2	2	3	5	2	0,965218	0,008404	0,005669	0,000273
226	2	2	4	1	2	0,824282	0,015922	0,008791	0,005489
227	2	2	4	2	2	0,909121	0,00561	0,004874	0,00081
228	2	2	4	3	2	0,999401	0,016576	0,005091	0,001546
229	2	2	4	4	2	1,081797	0,014191	0,020404	0
230	2	2	4	5	2	0,991708	0,008213	0,006541	0,002487
231	2	2	5	1	2	1,079571	0,003453	0,00508	0,003823
232	2	2	5	2	2	0,839257	0,006615	0,003744	0,002457
233	2	2	5	3	2	0,887124	0,005407	0,005385	0,000487
234	2	2	5	4	2	0,773708	0,00347	0,004432	0,001679
235	2	2	5	5	2	0,805011	0,007497	0,00458	0,001047
236	2	2	6	1	2	0,797194	0,037729	0,006685	0,001951
237	2	2	6	2	2	0,87201	0,010385	0,01605	0,004466
238	2	2	6	3	2	1,005204	0,005896	0,009287	0,001867
239	2	2	6	4	2	0,813654	0,005645	0,00441	0,003576
240	2	2	6	5	2	0,905353	0,025911	0,005659	0,005299

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo; <sup>(2)</sup> Profundidade de coleta.

Quadro E. Concentração de Zn, Ca, P e K das amostras de água das represas Viveiro (represa 1 ) e Eqüideo (represa 2)

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						mg/L			
1	1	1	1	1	1	0,123328	0,557	0,024	1,276203
2	1	1	1	2	1	0,019586	0,6	0,029	1,29595
3	1	1	1	3	1	1,333689	0,5485	0,019	0,383657
4	1	1	1	4	1	0,022238	0,6005	0,024	0,385159
5	1	1	1	5	1	0,011997	0,5525	0,026	0,383657
6	1	1	2	1	1	0,054408	0,589	0,031	0,385159
7	1	1	2	2	1	0,013806	0,553	0,026	0,385159
8	1	1	2	3	1	0,016606	0,554	0,02	0,384794
9	1	1	2	4	1	0,013784	0,5685	0,023	0,396444
10	1	1	2	5	1	0,024243	0,523	0,025	0,383657
11	1	1	3	1	1	0,071611	0,569	0,048	1,231586
12	1	1	3	2	1	0,016703	0,6035	0,077	1,216791
13	1	1	3	3	1	0,048703	0,554	0,028	0,394954
14	1	1	3	4	1	0,022537	0,607	0,039	0,385517
15	1	1	3	5	1	0,20644	0,7105	0,031	0,385517
16	1	1	4	1	1	0,016965	0,578	0,031	0,393103
17	1	1	4	2	1	0,022459	0,595	0,023	0,392612
18	1	1	4	3	1	0,021668	0,6205	0,038	0,39405
19	1	1	4	4	1	0,020146	0,6335	0,04	0,392108
20	1	1	4	5	1	0,017189	0,4835	0,028	0,384422
21	1	1	5	1	1	0,03387	0,769	0,071	168,0133
22	1	1	5	2	1	0,021113	0,636	0,051	118,9256
23	1	1	5	3	1	0,026852	0,6365	0,047	1,243674
24	1	1	5	4	1	0,016718	0,6445	0,041	0,386215
25	1	1	5	5	1	0,033583	0,904	0,043	1,216791
26	1	1	5	1	1	0,030006	0,7	0,101	1,216791
27	1	1	6	2	1	0,056674	0,6195	0,024	0,384422
28	1	1	6	3	1	0,020196	0,653	0,087	0,386555
29	1	1	6	4	1	0,020513	0,67	0,049	0,386215
30	1	1	6	5	1	0,03336	0,729	0,058	0,391851
31	1	1	1	1	2	0,148745	0,9645	0,132	0,389084
32	1	1	1	2	2	0,567741	0,603	0,031	1,285057
33	1	1	1	3	2	0,044937	0,5925	0,025	0,389379
34	1	1	1	4	2	0,024841	0,5625	0,025	0,383657
35	1	1	1	5	2	3,851709	0,5745	0,028	0,386215
36	1	1	2	1	2	0,036784	0,596	0,024	0,385159
37	1	1	2	2	2	0,354446	0,698	0,083	0,393103
38	1	1	2	3	2	0,049158	0,72	0,082	0,389379

Continua...

Quadro E. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						----- mg/L -----			
39	1	1	2	4	2	0,01978	0,611	0,03	0,382861
40	1	1	2	5	2	0,028247	0,662	0,069	0,387542
41	1	1	3	1	2	0,022377	0,6555	0,057	0,387542
42	1	1	3	2	2	0,018531	0,6175	0,025	0,385159
43	1	1	3	3	2	0,948923	0,683	0,049	1,245848
44	1	1	3	4	2	2,916393	0,6745	0,061	0,388173
45	1	1	3	5	2	0,043569	0,35	0,05	0,372428
46	1	1	4	1	2	0,026591	0,642	0,069	0,387542
47	1	1	4	2	2	0,020146	0,742	0,077	0,389955
48	1	1	4	3	2	0,028843	0,9295	0,095	0,392612
49	1	1	4	4	2	0,020557	0,729	0,089	1,220025
50	1	1	4	5	2	0,371488	1,2365	0,114	0,391851
51	1	1	5	1	2	0,024539	0,6855	0,075	0,390238
52	1	1	5	2	2	0,023945	0,7085	0,022	1,241426
53	1	1	5	3	2	0,024933	0,6205	0,03	545,9373
54	1	1	5	4	2	0,030428	0,5925	0,016	0,39685
55	1	1	5	5	2	0,03916	0,6265	0,029	0,388481
56	1	1	6	1	2	0,025315	0,7675	0,045	0,386555
57	1	1	6	2	2	0,022682	0,611	0,032	0,391591
58	1	1	6	3	2	0,022449	0,6105	0,032	0,383263
59	1	1	6	4	2	0,57203	0,6115	0,037	0,386889
60	1	1	6	5	2	0,034142	0,798	0,078	0,385159
61	1	2	1	1	1	0,019769	0,3585	0,017	0,386215
62	1	2	1	2	1	0,023256	0,3615	0,03	0,386555
63	1	2	1	3	1	0,025598	0,3325	0,024	0,384794
64	1	2	1	4	1	0,01954	0,3625	0,034	0,374386
65	1	2	1	5	1	0,0153	0,376	0,027	0,379316
66	1	2	2	1	1	0,039773	0,375	0,04	0,373102
67	1	2	2	2	1	0,026819	0,342	0,027	0,368664
68	1	2	2	3	1	0,026737	0,365	0,021	0,369476
69	1	2	2	4	1	0,020569	0,26	0,022	0,366008
70	1	2	2	5	1	0,02472	0,274	0,037	0,378321
71	1	2	3	1	1	0,038311	0,603	0,081	0,383657
72	1	2	3	2	1	0,037101	0,398	0,142	0,382861
73	1	2	3	3	1	0,048875	0,452	0,051	0,388785
74	1	2	3	4	1	0,024228	0,343	0,085	0,366933
75	1	2	3	5	1	0,029766	1,258	0,047	0,399139
76	1	2	4	1	1	0,020202	0,346	0,023	0,367817
77	1	2	4	2	1	0,016053	0,279	0,04	0,377804
78	1	2	4	3	1	0,037405	0,3875	0,038	0,367817
79	1	2	4	4	1	0,022476	0,326	0,028	0,366933

Continua...

Quadro E. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						----- mg/L -----			
80	1	2	4	5	1	0,021811	0,3905	0,153	0,380263
81	1	2	5	1	1	0,04586	0,5735	0,309	2,549672
82	1	2	5	2	1	3,779544	0,7135	0,327	0,385159
83	1	2	5	3	1	0,043942	0,481	0,072	0,377804
84	1	2	5	4	1	0,060893	0,4105	0,365	0,369476
85	1	2	5	5	1	0,023743	0,502	0,15	0,383657
86	1	2	6	1	1	0,034638	0,403	0,139	0,383263
87	1	2	6	2	1	0,015152	0,3345	0,037	0,370256
88	1	2	6	3	1	0,026673	0,3605	0,206	0,379316
89	1	2	6	4	1	0,024581	0,239	0,027	0,369476
90	1	2	6	5	1	0,030339	0,2865	0,032	1,315774
91	1	2	1	1	2	0,017015	0,349	0,033	0,390238
92	1	2	1	2	2	0,017093	0,342	0,053	0,367817
93	1	2	1	3	2	0,022157	0,442	0,033	0,379316
94	1	2	1	4	2	0,025146	0,3205	0,053	0,37173
95	1	2	1	5	2	0,026786	0,509	0,175	0,390516
96	1	2	2	1	2	0,019563	0,366	0,048	0,364017
97	1	2	2	2	2	0,186903	0,3755	0,418	0,373102
98	1	2	2	3	2	0,02916	0,363	0,139	0,376168
99	1	2	2	4	2	4,280727	0,363	0,05	0,368664
100	1	2	2	5	2	0,051921	0,429	0,271	0,372428
101	1	2	3	1	2	0,020274	0,3215	0,038	0,375592
102	1	2	3	2	2	0,041655	0,4385	0,151	0,375592
103	1	2	3	3	2	0,020098	0,3535	0,064	0,370256
104	1	2	3	4	2	0,027706	0,313	0,072	0,376729
105	1	2	3	5	2	0,023365	0,3315	0,058	0,391328
106	1	2	4	1	2	0,026723	0,335	0,074	0,381167
107	1	2	4	2	2	0,047407	0,462	0,307	0,369476
108	1	2	4	3	2	0,054603	0,591	0,034	0,385869
109	1	2	4	4	2	0,019745	0,334	0,06	0,368664
110	1	2	4	5	2	1,447991	0,345	0,043	0,366933
111	1	2	5	1	2	0,031757	0,374	0,067	0,367817
112	1	2	5	2	2	0,0274	0,461	0,092	0,373754
113	1	2	5	3	2	0,062672	0,4325	0,077	0,371006
114	1	2	5	4	2	0,020297	0,4315	0,038	0,369476
115	1	2	5	5	2	0,037177	0,555	0,095	0,37173
116	1	2	6	1	2	0,034281	0,5815	0,048	0,382451
117	1	2	6	2	2	0,052045	0,3985	0,042	0,368664
118	1	2	6	3	2	0,024923	0,4085	0,028	0,373102
119	1	2	6	4	2	0,035467	0,4065	0,086	0,372428
120	1	2	6	5	2	0,048299	0,4185	0,241	0,372428

Continua...

Quadro E. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						----- mg/L -----			
121	2	1	1	1	1	0,031684	0,531	0,091	0,419542
122	2	1	1	2	1	0,032976	0,504	0,019	0,421778
123	2	1	1	3	1	0,03156	0,506	0,016	0,415334
124	2	1	1	4	1	0,024544	0,508	0,004	0,415688
125	2	1	1	5	1	0,025344	0,513	0,024	0,415334
126	2	1	2	1	1	0,088549	0,5695	0,034	0,417378
127	2	1	2	2	1	0,030176	0,4845	0,019	0,41638
128	2	1	2	3	1	0,02854	0,494	0,014	0,416037
129	2	1	2	4	1	0,021108	0,507	0,012	0,416037
130	2	1	2	5	1	0,025797	0,5455	0,015	0,415688
131	2	1	3	1	1	0,031642	0,463	0,033	0,4177
132	2	1	3	2	1	0,026192	0,4805	0,035	0,415688
133	2	1	3	3	1	0,026642	0,4495	0,022	0,41638
134	2	1	3	4	1	0,029656	0,5155	0,007	0,413472
135	2	1	3	5	1	0,048812	0,5615	0,021	0,416037
136	2	1	4	1	1	0,023606	0,4255	0,051	0,413079
137	2	1	4	2	1	0,034072	0,4975	0,014	0,413472
138	2	1	4	3	1	0,025461	0,479	0,09	0,821127
139	2	1	4	4	1	0,027121	0,489	0,019	0,41705
140	2	1	4	5	1	0,033265	0,5075	0,014	0,415688
141	2	1	5	1	1	0,023267	0,449	0,014	0,412272
142	2	1	5	2	1	0,036861	0,4525	0,046	0,41638
143	2	1	5	3	1	0,061849	0,5135	0,028	0,418018
144	2	1	5	4	1	0,030947	0,439	0,015	0,411003
145	2	1	5	5	1	0,030252	0,454	0,019	0,41268
146	2	1	6	1	1	0,047528	0,5915	0,118	0,416718
147	2	1	6	2	1	0,059533	0,546	0,051	0,415334
148	2	1	6	3	1	0,029235	0,4935	0,026	0,414236
149	2	1	6	4	1	0,03406	0,5445	0,018	0,414608
150	2	1	6	5	1	0,040786	0,494	0,011	0,410114
151	2	1	1	1	2	0,026671	0,496	0,126	0,421778
152	2	1	1	2	2	0,03123	0,506	0,016	0,41705
153	2	1	1	3	2	0,034641	0,544	0,008	0,416718
154	2	1	1	4	2	0,031577	0,5105	0,015	0,419246
155	2	1	1	5	2	0,056671	0,5195	0,027	0,414974
156	2	1	2	1	2	0,031521	0,54	0,038	0,41638
157	2	1	2	2	2	0,031712	0,5225	0,01	0,415334
158	2	1	2	3	2	0,036784	0,383	0,011	0,409187
159	2	1	2	4	2	0,034725	0,563	0,025	0,41705
160	2	1	2	5	2	0,029909	0,5225	0,008	0,418332
161	2	1	3	1	2	0,029131	0,4255	0,041	0,414974

Continua...

Quadro E. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						----- mg/L -----			
162	2	1	3	2	2	0,038685	0,5195	0,014	0,414236
163	2	1	3	3	2	0,041027	0,404	0,01	0,411003
164	2	1	3	4	2	0,048675	0,4165	0,099	0,411858
165	2	1	3	5	2	0,042497	0,4965	0,012	0,414236
166	2	1	4	1	2	0,039687	0,485	0,016	0,418018
167	2	1	4	2	2	0,022594	0,4845	0,019	0,414974
168	2	1	4	3	2	0,024599	0,473	0,015	0,415688
169	2	1	4	4	2	0,042405	0,485	0,02	0,417378
170	2	1	4	5	2	0,056702	0,525	0,03	0,415334
171	2	1	5	1	2	0,08586	0,622	0,027	0,414974
172	2	1	5	2	2	0,041234	0,5595	0,187	0,414236
173	2	1	5	3	2	0,037295	0,486	0,054	0,412272
174	2	1	5	4	2	0,103963	0,697	0,031	0,413472
175	2	1	5	5	2	0,024945	0,5125	0,01	0,414974
176	2	1	6	1	2	0,036307	0,5465	0,023	0,4177
177	2	1	6	2	2	0,03449	0,5095	0,028	0,422303
178	2	1	6	3	2	0,046895	0,4705	0,02	0,414608
179	2	1	6	4	2	0,030671	0,506	0,036	0,413857
180	2	1	6	5	2	0,033225	0,424	0,024	0,413857
181	2	2	1	1	1	0,045533	0,33	0,015	1,979533
182	2	2	1	2	1	0,056339	0,3765	0,084	0,410114
183	2	2	1	3	1	0,024854	0,3385	0,042	0,411435
184	2	2	1	4	1	0,03532	0,3835	0,016	0,410563
185	2	2	1	5	1	0,040029	0,34	0,008	0,411003
186	2	2	2	1	1	0,036308	0,3575	0,012	0,409187
187	2	2	2	2	1	0,024271	0,316	0,008	0,409187
188	2	2	2	3	1	0,048843	0,514	0,101	0,415334
189	2	2	2	4	1	0,051172	0,4475	0,013	0,411435
190	2	2	2	5	1	0,020191	0,3355	0,012	0,413857
191	2	2	3	1	1	0,030359	0,3465	0,014	0,411435
192	2	2	3	2	1	0,026423	0,3525	0,019	0,41268
193	2	2	3	3	1	0,026888	0,296	0,015	0,408219
194	2	2	3	4	1	0,049239	0,359	0,005	0,409656
195	2	2	3	5	1	0,025874	0,3115	0,015	0,407206
196	2	2	4	1	1	0,158671	0,324	0,019	0,408709
197	2	2	4	2	1	0	0	0,019	0
198	2	2	4	3	1	0,045373	0,321	0,063	0,418945
199	2	2	4	4	1	0,027213	0,297	0,015	0,415334
200	2	2	4	5	1	0,03026	0,29	0,022	0,41705
201	2	2	5	1	1	0,279432	0,3265	0,095	0,401953
202	2	2	5	2	1	0,038189	0,2995	0,012	0,405026

Continua...

## Quadro E. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	Repetição	Profco <sup>(2)</sup>	Zn	Ca	P	K
						----- mg/L -----			
203	2	2	5	3	1	0,049667	0,298	0,016	0,401953
204	2	2	5	4	1	0,02923	0,2885	0,013	0,409187
205	2	2	5	5	1	0,032583	0,332	0,021	0,408709
206	2	2	6	1	1	0,025436	0,2425	0,012	0,410114
207	2	2	6	2	1	0,049077	0,2785	0,018	0,413472
208	2	2	6	3	1	0,040931	0,3225	0,032	0,418945
209	2	2	6	4	1	0,047475	0,4125	0,023	0,419542
210	2	2	6	5	1	0,033636	0,3135	0,015	0,420689
211	2	2	1	1	2	0,046322	0,3415	0,042	0,411003
212	2	2	1	2	2	0,033449	0,358	0,013	0,407718
213	2	2	1	3	2	0,037791	0,3505	0,018	0,410114
214	2	2	1	4	2	0,041633	0,3615	0,006	0,408709
215	2	2	1	5	2	0,036201	0,3365	0,018	0,405592
216	2	2	2	1	2	0,048714	0,347	0,016	0,407718
217	2	2	2	2	2	0,031335	0,3045	0,007	0,406143
218	2	2	2	3	2	0,031663	0,373	0,015	0,410114
219	2	2	2	4	2	0,030513	0,3095	0,015	0,413472
220	2	2	2	5	2	0,023371	0,295	0,014	0,417378
221	2	2	3	1	2	0,037749	0,368	0,014	0,408709
222	2	2	3	2	2	0,031093	0,3005	0,012	0,407206
223	2	2	3	3	2	0,027933	0,318	0,009	0,406143
224	2	2	3	4	2	0,041203	0,3195	0,01	0,406143
225	2	2	3	5	2	0,0372	0,341	0,049	0,406143
226	2	2	4	1	2	0,031406	0,342	0,01	0,406681
227	2	2	4	2	2	0,042297	0,3115	0,013	0,411435
228	2	2	4	3	2	0,037009	0,376	0,041	0,422042
229	2	2	4	4	2	0,044458	0,411	0,028	0,422815
230	2	2	4	5	2	0,046092	0,4125	0,005	0,406143
231	2	2	5	1	2	0,03484	0,453	0,009	0,414236
232	2	2	5	2	2	0,031779	0,301	0,012	0,410114
233	2	2	5	3	2	0,033132	0,3155	0,027	0,401953
234	2	2	5	4	2	0,03664	0,3195	0,017	0,401953
235	2	2	5	5	2	0,021637	0,2925	0,008	0,400592
236	2	2	6	1	2	0,040301	0,25	0,06	0,407206
237	2	2	6	2	2	0,054652	0,421	0,02	0,409187
238	2	2	6	3	2	0,035813	0,3365	0,028	0,412272
239	2	2	6	4	2	0,03204	0,2775	0,015	0,414236
240	2	2	6	5	2	0,038468	0,302	0,108	0,41705

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo; <sup>(2)</sup> Profundidade de coleta.

Quadro F. Concentração de Ca, Cr, Cu e Fe das amostras de sedimento

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Ca	Cr	Cu	Fe
					mg/kg			
1	1	1	1	1	676,1767	44,1128	0,0010	32114,6277
2	1	1	1	2	587,3598	0,0010	0,0010	38708,1548
3	1	1	1	3	436,9413	52,0351	0,0010	38524,0326
4	1	1	1	4	492,2631	43,0173	0,0010	36967,7516
5	1	1	1	5	1071,5169	70,3455	20,2919	48489,7434
6	1	1	2	6	1143,4291	60,9654	2,1747	52441,7563
7	1	1	2	7	461,9265	77,0826	30,1880	4407,6685
8	1	1	2	8	731,3190	65,3451	22,4377	49592,4612
9	1	1	2	9	1632,5053	64,2373	21,2458	47329,5127
10	1	1	2	10	961,9378	64,4361	14,9793	50282,6629
11	1	1	3	11	517,5987	64,8934	0,0010	47842,3912
12	1	1	3	12	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
13	1	1	3	13	394,7107	69,1719	8,9073	36768,6298
14	1	1	3	14	442,3388	71,8485	9,9781	36783,1443
15	1	1	3	15	620,3672	57,4033	4,9058	34175,8149
16	1	1	4	16	446,9530	39,8527	5,1040	48514,0659
17	1	1	4	17	224,4929	37,9570	2,8587	34650,5412
18	1	1	4	18	681,0660	48,0666	1,9610	5478,3010
19	1	1	4	19	778,0644	43,4375	3,3072	41924,6797
20	1	1	4	20	584,1996	52,8544	14,3620	1116,7799
21	1	1	5	21	1428,1692	43,9199	0,0010	35970,8561
22	1	1	5	22	1165,3593	27,7023	6,7296	34629,3185
23	1	1	5	23	394,3281	37,4170	0,0010	30408,3850
24	1	1	5	24	729,3470	34,4873	1,8845	25627,4474
25	1	1	5	25	1014,6723	30,6336	0,0010	38848,1484
26	1	1	6	26	547,4282	45,5074	0,0010	42000,8082
27	1	1	6	27	1021,4876	55,2396	3,7186	38693,0692
28	1	1	6	28	797,2620	47,1738	6,9462	40390,4142
29	1	1	6	29	495,3762	36,1163	0,0010	37189,0834
30	1	1	6	30	738,3545	28,2588	0,0010	27672,8790
31	1	2	1	1	424,7120	14,4099	0,0010	35829,3686
32	1	2	1	2	528,6019	28,0481	0,0010	42974,8829
33	1	2	1	3	578,5816	27,6674	0,0010	42761,8527
34	1	2	1	4	609,1097	24,0900	0,0010	41514,6732
35	1	2	1	5	747,8907	20,6480	0,0010	35064,3756
36	1	2	2	6	2413,2105	25,6389	0,0010	41003,8275
37	1	2	2	7	472,6412	13,9562	0,0010	32121,8589
38	1	2	2	8	232,5871	0,0010	0,0010	21432,7343
39	1	2	2	9	447,1532	6,8670	0,0010	37355,0230
40	1	2	2	10	329,5540	2,9295	0,0010	29254,5317
41	1	2	3	11	440,5626	17,4567	0,0010	45760,7572
42	1	2	3	12	382,2008	13,3765	0,0010	39634,4733
43	1	2	3	13	119,9934	7,1044	0,0010	36136,4303

Continua...

Quadro F. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Ca	Cr	Cu	Fe
					mg/kg			
44	1	2	3	14	372,2928	18,1038	0,0010	39009,0760
45	1	2	3	15	910,0275	26,2869	0,0010	51299,9972
46	1	2	4	16	390,2699	6,0955	0,0010	32878,5582
47	1	2	4	17	790,7630	0,0010	0,0010	27489,1761
48	1	2	4	18	187,5104	13,0545	0,0010	36113,6935
49	1	2	4	19	270,6468	6,2241	0,0010	31268,3148
50	1	2	4	20	464,5153	0,0010	0,0010	27732,4667
51	1	2	5	21	202,6171	10,5064	0,0010	28668,1690
52	1	2	5	22	291,8604	5,9137	0,0010	33152,2660
53	1	2	5	23	310,5118	2,5484	0,0010	33312,3627
54	1	2	5	24	72,0870	0,0010	0,0010	16310,8169
55	1	2	5	25	83,7998	0,0010	0,0010	21083,5605
56	1	2	6	26	346,5120	0,0010	0,0010	22009,4061
57	1	2	6	27	245,0105	0,0010	0,0010	18662,5075
58	1	2	6	28	0,0010	0,0010	0,0010	8717,7182
59	1	2	6	29	128,8388	0,0010	0,0010	14689,2047
60	1	2	6	30	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
61	2	1	1	1	242,4538	0,0010	0,0010	19843,8585
62	2	1	1	2	246,3331	0,0010	0,0010	18792,5066
63	2	1	1	3	134,5449	0,0010	0,0010	21845,0073
64	2	1	1	4	56,0623	0,0010	0,0010	19413,4378
65	2	1	1	5	2,5358	0,0010	0,0010	5944,2405
66	2	1	2	6	0,0010	0,0010	0,0010	2012,8239
67	2	1	2	7	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
68	2	1	2	8	0,0010	0,0010	0,0010	4868,0813
69	2	1	2	9	0,0010	0,0010	0,0010	4797,6854
70	2	1	2	10	0,0010	0,0010	0,0010	3939,6741
71	2	1	3	11	0,0010	0,0010	0,0010	6014,1855
72	2	1	3	12	0,0010	0,0010	0,0010	4336,9104
73	2	1	3	13	0,0010	0,0010	0,0010	9514,6312
74	2	1	3	14	0,0010	0,0010	0,0010	10280,6692
75	2	1	3	15	0,0010	0,0010	0,0010	41,3585
76	2	1	4	16	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
77	2	1	4	17	0,0010	0,0010	0,0010	5312,4461
78	2	1	4	18	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
79	2	1	4	19	0,0010	0,0010	0,0010	3558,3619
80	2	1	4	20	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
81	2	1	5	21	42,8831	0,0010	0,0010	1753,4264
82	2	1	5	22	58,0194	0,0010	0,0010	7607,9793
83	2	1	5	23	0,0010	0,0010	0,0010	8244,4755
84	2	1	5	24	0,0010	0,0010	0,0010	5942,4325
85	2	1	5	25	0,0010	0,0010	0,0010	4335,9832
86	2	1	6	26	0,0010	0,0010	0,0010	8501,3525

Continua...

## Quadro F. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Ca	Cr	Cu	Fe
					mg/kg			
87	2	1	6	27	0,0010	0,0010	0,0010	2948,0273
88	2	1	6	28	0,0010	0,0010	0,0010	5194,4095
89	2	1	6	29	0,0010	0,0010	0,0010	9812,4512
90	2	1	6	30	0,0010	0,0010	0,0010	276,9604
91	2	2	1	1	0,0010	0,0010	0,0010	709,6864
92	2	2	1	2	0,0010	0,0010	0,0010	13813,7552
93	2	2	1	3	160,2795	0,0010	0,0010	18707,9460
94	2	2	1	4	0,0010	8,4937	0,0010	21021,1902
95	2	2	1	5	261,4920	8,5130	0,0010	23152,2805
96	2	2	2	6	143,1181	1,0461	0,0010	16797,6750
97	2	2	2	7	100,3710	7,1767	0,0010	20374,8090
98	2	2	2	8	255,2852	5,2219	0,0010	19400,3302
99	2	2	2	9	283,9407	13,7863	0,0010	27978,2874
100	2	2	2	10	108,7394	4,8166	38,6565	22896,9129
101	2	2	3	11	333,9730	5,5074	0,0010	22744,7395
102	2	2	3	12	296,7592	4,6035	0,0010	21400,9732
103	2	2	3	13	181,4570	5,7853	1151,98	17565,5677
104	2	2	3	14	76,1093	0,0010	0,0010	12125,0157
105	2	2	3	15	346,4726	3,7999	183,4059	15133,7100
106	2	2	4	16	84,9784	5,5991	0,0010	17260,0931
107	2	2	4	17	0,0010	7,9307	0,0010	15834,4554
108	2	2	4	18	1,4576	0,0010	0,0010	15110,8258
109	2	2	4	19	104,4427	0,0010	0,0010	27135,7007
110	2	2	4	20	11,7610	0,0010	0,0010	23943,2955
111	2	2	5	21	41,3914	0,0010	0,0010	22112,8840
112	2	2	5	22	212,5241	0,0010	0,0010	20377,2279
113	2	2	5	23	34,2259	0,0010	0,0010	10066,1411
114	2	2	5	24	600,8831	8,2519	0,0010	18761,8293
115	2	2	5	25	0,0010	0,0010	0,0010	12444,8596
116	2	2	6	26	124,1035	0,0010	0,0010	10650,0551
117	2	2	6	27	261,5897	0,0010	0,0010	16207,9405
118	2	2	6	28	156,4746	0,0010	0,0010	17007,7691
119	2	2	6	29	40,3896	0,0010	0,0010	20874,3315
120	2	2	6	30	42,2394	0,0010	0,0010	22274,3737

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo.

Quadro G. Concentração de Mg, Mn, Zn e K das amostras de sedimento

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Mg	Mn	Zn	K
					mg/kg			
1	1	1	1	1	79,0793	199,0101	0,0010	97,5503
2	1	1	1	2	8,4115	132,0244	0,0010	101,8177
3	1	1	1	3	22,2921	189,5890	0,0010	96,9783
4	1	1	1	4	49,6374	142,6994	0,0010	104,7171
5	1	1	1	5	51,4165	156,6728	47,0705	105,7366
6	1	1	2	6	57,5091	107,9346	31,4587	110,5264
7	1	1	2	7	0,0010	312,9069	6,1438	89,1427
8	1	1	2	8	12,9856	141,2784	16,1181	98,7026
9	1	1	2	9	166,2630	386,8843	69,9572	97,6212
10	1	1	2	10	75,9453	281,7432	3,5874	99,5167
11	1	1	3	11	0,0010	168,7677	0,0010	101,5114
12	1	1	3	12	0,0010	0,0010	0,0010	107,5321
13	1	1	3	13	0,0010	79,9564	4,2140	103,7585
14	1	1	3	14	74,4661	93,0015	0,0010	490,0555
15	1	1	3	15	87,1695	72,1033	24,9873	100,9498
16	1	1	4	16	8,8639	148,1670	4,8927	101,0290
17	1	1	4	17	17,2333	119,3654	0,0010	100,4759
18	1	1	4	18	64,8278	624,2346	0,0010	90,8477
19	1	1	4	19	24,4420	341,9892	0,0010	105,9595
20	1	1	4	20	4,7063	650,0026	0,0010	96,1907
21	1	1	5	21	471,3295	332,9820	20,3012	542,3796
22	1	1	5	22	334,9914	182,4137	56,0456	466,2056
23	1	1	5	23	83,8083	282,2524	0,0010	502,4707
24	1	1	5	24	280,6747	141,2126	0,0010	504,6982
25	1	1	5	25	493,9554	458,4246	13,2301	497,0079
26	1	1	6	26	248,1845	119,9557	0,0010	483,5481
27	1	1	6	27	259,9528	104,0411	50,9719	467,4368
28	1	1	6	28	324,8518	118,0831	2,9768	519,9884
29	1	1	6	29	271,8450	112,1178	0,0010	522,5484
30	1	1	6	30	226,2418	77,2297	0,0010	505,8126
31	1	2	1	1	49,2293	169,9134	0,0010	472,4898
32	1	2	1	2	209,4190	377,5784	33,2419	490,7617
33	1	2	1	3	154,5945	286,0768	28,6702	495,5891
34	1	2	1	4	228,7719	316,3399	0,0010	469,5832
35	1	2	1	5	448,7000	282,8395	0,0010	541,2933
36	1	2	2	6	1599,6985	288,1612	0,0010	497,4720
37	1	2	2	7	9,9396	219,8446	0,0010	100,3390
38	1	2	2	8	0,0010	169,4010	0,0010	100,2669
39	1	2	2	9	37,8752	418,9203	0,0010	100,4377
40	1	2	2	10	17,4688	320,3609	0,0010	101,9422
41	1	2	3	11	79,0043	245,9093	0,0010	503,4177
42	1	2	3	12	59,5582	184,0572	0,0010	546,4221
43	1	2	3	13	2,9248	157,7382	0,0010	108,3455

Continua...

Quadro G. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Mg	Mn	Zn	K
					mg/kg			
44	1	2	3	14	80,8236	252,9091	0,0010	507,2373
45	1	2	3	15	177,6004	191,1185	30,9380	102,5607
46	1	2	4	16	19,2387	242,1829	0,0010	94,7321
47	1	2	4	17	235,7040	341,8951	0,0010	475,2649
48	1	2	4	18	49,4757	175,8555	0,0010	506,0871
49	1	2	4	19	160,9036	284,6946	0,0010	503,1234
50	1	2	4	20	652,6074	244,3960	0,0010	528,3180
51	1	2	5	21	20,1708	99,5601	0,0010	451,2859
52	1	2	5	22	6,4801	134,3990	0,0010	474,7328
53	1	2	5	23	84,2954	139,0269	0,0010	465,9239
54	1	2	5	24	0,0010	56,0520	0,0010	479,4612
55	1	2	5	25	6,1324	55,7300	0,0010	457,8177
56	1	2	6	26	159,1473	318,2444	0,0010	475,3433
57	1	2	6	27	166,2846	333,7051	0,0010	514,3204
58	1	2	6	28	52,3059	96,2623	0,0010	481,4430
59	1	2	6	29	124,5943	356,9214	0,0010	540,2149
60	1	2	6	30	0,0010	0,0010	0,0010	530,4384
61	2	1	1	1	183,9515	126,7328	0,0010	455,2252
62	2	1	1	2	55,4102	87,2349	0,0010	453,4296
63	2	1	1	3	125,9683	38,3908	0,0010	444,1001
64	2	1	1	4	0,0010	27,8486	0,0010	453,0057
65	2	1	1	5	0,0010	0,0010	0,0010	440,6671
66	2	1	2	6	0,0010	0,0010	0,0010	458,2019
67	2	1	2	7	0,0010	0,0010	0,0010	90,6239
68	2	1	2	8	0,0010	0,0010	0,0010	89,8821
69	2	1	2	9	0,0010	0,0010	0,0010	89,2375
70	2	1	2	10	0,0010	0,0010	0,0010	88,6744
71	2	1	3	11	0,0010	0,0010	0,0010	439,3701
72	2	1	3	12	0,0010	0,0010	0,0010	448,6763
73	2	1	3	13	0,0010	0,0010	0,0010	434,7638
74	2	1	3	14	0,0010	0,0010	0,0010	438,0875
75	2	1	3	15	0,0010	0,0010	0,0010	92,5018
76	2	1	4	16	0,0010	0,0010	0,0010	450,7268
77	2	1	4	17	0,0010	0,0010	0,0010	89,0015
78	2	1	4	18	0,0010	0,0010	0,0010	89,9822
79	2	1	4	19	0,0010	0,0010	0,0010	89,6335
80	2	1	4	20	0,0010	0,0010	0,0010	442,6477
81	2	1	5	21	0,0010	0,0010	0,0010	448,6763
82	2	1	5	22	0,0010	0,0010	0,0010	86,1882
83	2	1	5	23	0,0010	0,0010	0,0010	446,5802
84	2	1	5	24	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
85	2	1	5	25	0,0010	0,0010	0,0010	444,4264
86	2	1	6	26	0,0010	0,0010	0,0010	459,4236

Continua...

## Quadro G. Continuação

Unexp	Coleta	Represa <sup>(1)</sup>	Zona	REP	Mg	Mn	Zn	K
					mg/kg			
87	2	1	6	27	0,0010	0,0010	0,0010	449,8243
88	2	1	6	28	0,0010	0,0010	0,0010	456,5093
89	2	1	6	29	0,0010	0,0010	0,0010	463,2614
90	2	1	6	30	0,0010	0,0010	0,0010	446,0633
91	2	2	1	1	0,0010	0,0010	0,0010	92,5526
92	2	2	1	2	181,2170	127,7559	0,0010	91,0067
93	2	2	1	3	233,1582	136,0374	0,0010	91,1573
94	2	2	1	4	99,1030	32,2613	0,0010	92,6888
95	2	2	1	5	30,3146	62,7205	0,0010	92,0675
96	2	2	2	6	0,0010	36,0174	0,0010	88,5673
97	2	2	2	7	25,8380	54,3642	0,0010	88,3926
98	2	2	2	8	53,0755	26,0078	0,0010	91,5751
99	2	2	2	9	0,0010	114,9196	0,0010	91,8173
100	2	2	2	10	38,1201	165,6248	0,0010	91,3935
101	2	2	3	11	49,8196	82,3952	0,0010	92,2338
102	2	2	3	12	7,5920	94,3655	0,0010	452,0357
103	2	2	3	13	0,0010	0,0010	0,0010	444,7867
104	2	2	3	14	170,8060	50,3222	0,0010	469,2575
105	2	2	3	15	0,0000	0,0010	0,0010	469,3234
106	2	2	4	16	58,8875	0,5924	0,0010	451,5362
107	2	2	4	17	0,4635	0,0010	0,0010	450,2352
108	2	2	4	18	1,0153	0,0010	0,0010	0,0010
109	2	2	4	19	0,0010	48,7077	0,0010	453,6268
110	2	2	4	20	0,0010	31,9152	0,0010	438,1082
111	2	2	5	21	0,0010	307,1932	0,0010	452,5719
112	2	2	5	22	0,0010	82,1265	0,0010	91,8905
113	2	2	5	23	248,9854	42,5253	0,0010	441,6534
114	2	2	5	24	0,0010	0,0010	0,0010	455,9697
115	2	2	5	25	143,3206	51,1218	0,0010	443,6026
116	2	2	6	26	140,6375	50,5096	0,0010	0,0010
117	2	2	6	27	120,7273	91,6937	0,0010	0,0010
118	2	2	6	28	142,2590	5,3777	0,0010	458,2019
119	2	2	6	29	167,5001	14,5553	0,0010	448,2403
120	2	2	6	30	552,3040	113,2168	0,0010	453,9121

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo.

Quadro H. Concentração de Ca, Cd, Cr e Cu em plantas por parte

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
1	1	1	1	1	1	14485,04323	4,10569	1,2406	18,6362
2	1	1	1	1	2	16245,42711	5,57546	0,0000	21,1168
3	1	1	1	1	3	16823,05518	3,37502	0,3067	32,1561
4	1	1	1	2	1	11480,1331	3,79991	0,0000	21,9977
5	1	1	1	2	2	14569,85614	3,65927	0,0000	15,7809
6	1	1	1	2	3	9380,224515	3,31014	0,0000	22,6809
7	1	1	1	3	1	12351,9396	3,91568	3,2931	19,5784
8	1	1	1	3	2	13968,24269	3,33953	2,3524	41,3606
9	1	1	1	3	3	8060,32213	3,11727	0,0000	15,2185
10	1	1	1	4	1	10931,09196	3,5381	0,0000	53,9739
11	1	1	1	4	2	10570,78177	3,0281	0,0000	18,9444
12	1	1	1	4	3	7875,61023	2,89014	0,0000	11,2181
13	1	1	1	5	1	12831,85452	3,4012	0,0000	30,6749
14	1	1	1	5	2	17824,36858	2,94742	0,0000	31,4166
15	1	1	1	5	3	7905,145275	2,80872	0,0000	11,4133
16	1	1	1	1	1	11175,94666	3,24523	0,9019	25,0684
17	1	1	1	1	2	15306,52035	2,81002	0,0000	11,8158
18	1	1	1	1	3	9323,45138	2,84595	0,0000	19,8335
19	1	1	1	2	1	11848,26649	3,14828	0,1830	20,9112
20	1	1	1	2	2	14539,85022	3,34859	0,0000	12,0785
21	1	1	1	2	3	11270,07323	2,85103	0,0000	45,2201
22	1	1	1	3	1	10902,88916	3,23093	2,3116	22,3421
23	1	1	1	3	2	14618,58133	2,63231	1,3333	34,4200
24	1	1	1	3	3	8387,81424	2,37865	0,0000	27,0303
25	1	1	1	4	1	11472,93981	2,96231	0,0000	15,5765
26	1	1	1	4	2	9630,284055	2,35608	0,0000	15,7020
27	1	1	1	4	3	10348,51322	2,16473	0,0000	47,2302
28	1	1	1	5	1	606,878963	2,43136	0,0000	6,5189
29	1	1	1	5	2	15472,82925	2,47919	0,0000	19,8304
30	1	1	1	5	3	7088,45515	2,2626	0,0000	10,7837
31	1	1	1	1	1	10898,01909	4,8005	0,9742	21,0799
32	1	1	1	1	2	14489,56193	2,58425	0,0000	39,7181
33	1	1	1	1	3	10833,68396	2,32781	0,0000	15,6474
34	1	1	1	2	1	10640,2973	2,70184	0,0000	18,5284
35	1	1	1	2	2	22967,02294	2,53658	0,0000	40,7248
36	1	1	1	2	3	7079,54728	2,26819	0,0000	13,8013
37	1	1	1	3	1	10080,72738	2,43577	0,0000	22,5630
38	1	1	1	3	2	13460,27479	2,28432	0,0000	15,4802
39	1	1	1	3	3	9291,755335	2,06868	0,0000	13,3606
40	1	1	1	4	1	22892,73368	3,57358	0,0000	17,2569
41	1	1	1	4	2	6105,21538	2,12694	0,0000	12,6780
42	1	1	1	4	3	8169,15225	2,33612	0,0000	13,8780
43	1	1	1	5	1	11805,37686	2,47746	0,0000	43,4696

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
44	1	1	1	5	2	18856,41202	1,89013	0,0000	9,9683
45	1	1	1	5	3	8944,12355	2,01981	0,0000	12,6880
46	1	1	1	1	1	11312,14687	2,71545	3,4258	23,7796
47	1	1	1	1	2	0	0	0,0000	0,0000
48	1	1	1	1	3	7186,687245	2,24205	0,0000	20,2733
49	1	1	1	2	1	11101,94742	2,47915	0,0000	14,5037
50	1	1	1	2	2	11427,60118	2,31384	0,0000	21,2500
51	1	1	1	2	3	9793,60144	2,20504	0,0000	14,8195
52	1	1	1	3	1	16967,49476	2,78394	0,0000	22,7586
53	1	1	1	3	2	22930,96582	2,46518	0,0000	31,3355
54	1	1	1	3	3	7839,796315	2,25101	0,0000	7,8763
55	1	1	1	4	1	11793,87132	2,24771	0,0000	18,8794
56	1	1	1	4	2	15800,44477	2,11654	1,4986	10,8144
57	1	1	1	4	3	9751,44277	2,14788	0,0000	12,8874
58	1	1	1	5	1	11955,20817	2,54561	0,0000	20,8891
59	1	1	1	5	2	14694,55824	2,44528	0,4901	12,7007
60	1	1	1	5	3	7935,174935	2,03875	0,0000	8,7795
61	1	1	1	1	1	10876,50169	2,70917	0,0000	15,8839
62	1	1	1	1	2	13499,05323	2,04647	0,0000	5,7489
63	1	1	1	1	3	7731,154195	1,91154	0,0000	7,6322
64	1	1	1	2	1	11510,32535	2,22304	0,0000	12,2747
65	1	1	1	2	2	14435,05453	2,07568	0,0000	21,5000
66	1	1	1	2	3	8958,724895	1,92052	0,0000	13,5381
67	1	1	1	3	1	11337,03172	2,63553	0,0000	14,3123
68	1	1	1	3	2	14369,56296	2,30964	0,0000	9,5030
69	1	1	1	3	3	8360,8072	2,29353	0,0000	9,7183
70	1	1	1	4	1	10476,89182	2,42299	0,0000	31,7771
71	1	1	1	4	2	13412,43922	2,2648	0,0000	14,2452
72	1	1	1	4	3	11972,70901	2,11219	0,0000	44,0909
73	1	1	1	5	1	9580,66777	2,70432	0,0000	52,9687
74	1	1	1	5	2	13624,07304	2,14671	1,9974	16,5176
75	1	1	1	5	3	8849,543345	2,21339	0,0000	11,4033
76	1	1	1	1	1	11015,77149	2,1172	0,0000	14,1889
77	1	1	1	1	2	13288,08203	2,11619	0,0000	10,0364
78	1	1	1	1	3	7848,421115	2,32096	0,0000	7,3541
79	1	1	1	2	1	11626,10322	2,54675	0,0000	25,6521
80	1	1	1	2	2	13284,97138	2,16432	0,0000	10,5760
81	1	1	1	2	3	8951,77055	2,08064	0,0000	8,9098
82	1	1	1	3	1	10122,10153	2,44329	0,0000	31,6345
83	1	1	1	3	2	9471,796585	2,28135	0,0000	12,2065
84	1	1	1	3	3	8210,61639	2,3221	0,0000	13,5424
85	1	1	1	4	1	12265,10896	2,54799	0,0000	42,3684
86	1	1	1	4	2	14519,83636	2,2186	0,0000	27,6177

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
87	1	1	1	4	3	9531,73814	2,10461	0,0000	13,1264
88	1	1	1	5	1	11238,94182	2,32092	0,0000	16,4333
89	1	1	1	5	2	12719,30499	2,45738	0,0000	12,9682
90	1	1	1	5	3	9249,61797	2,21285	0,0000	11,3073
91	1	2	1	1	1	3403,198917	2,72512	0,0000	79,2676
92	1	2	1	1	2	3953,718759	2,24148	0,0000	13,3644
93	1	2	1	1	3	2394,729625	2,14935	0,0000	8,8486
94	1	2	1	2	1	4306,580654	2,64811	0,5105	31,9734
95	1	2	1	2	2	4227,310368	2,33938	0,0000	12,5470
96	1	2	1	2	3	3615,065809	2,26196	0,0000	9,5491
97	1	2	1	3	1	5072,91301	2,53954	0,0000	15,2648
98	1	2	1	3	2	4220,817654	2,51986	0,0000	9,8500
99	1	2	1	3	3	2009,099723	2,16757	0,0000	7,0667
100	1	2	1	4	1	2957,148951	2,71983	4,5909	32,0646
101	1	2	1	4	2	5660,60406	1,9884	0,0000	8,1624
102	1	2	1	4	3	2519,463377	2,08507	0,0000	8,6166
103	1	2	1	5	1	9109,346638	7,40487	0,0000	68,7806
104	1	2	1	5	2	4224,723459	2,3682	0,0000	11,7346
105	1	2	1	5	3	2376,125286	2,08889	0,0000	11,0056
106	1	2	1	1	1	2858,910292	2,62036	0,0000	25,2650
107	1	2	1	1	2	4707,949303	2,35501	0,0000	13,9048
108	1	2	1	1	3	2232,738758	2,15206	0,0000	9,6014
109	1	2	1	2	1	1622,44204	3,45558	0,0000	50,6151
110	1	2	1	2	2	5527,93507	1,98691	0,0000	12,7740
111	1	2	1	2	3	2039,586596	2,40104	0,0000	5,1210
112	1	2	1	3	1	3650,534017	3,14211	0,2026	76,5137
113	1	2	1	3	2	3649,208351	2,28471	0,0000	9,8541
114	1	2	1	3	3	2111,260427	2,26431	0,0000	13,4499
115	1	2	1	4	1	2693,801156	2,91858	0,8290	57,9113
116	1	2	1	4	2	4954,359161	2,34553	0,0000	17,3755
117	1	2	1	4	3	2359,830954	2,27195	0,0000	15,3369
118	1	2	1	5	1	2362,885805	2,76053	0,0000	19,8462
119	1	2	1	5	2	4496,713286	2,37249	0,0000	12,3639
120	1	2	1	5	3	2776,058924	2,42344	0,0000	11,7508
121	1	2	1	1	1	1516,12976	9,49386	11,0283	32,1315
122	1	2	1	1	2	2170,334603	8,30607	10,2946	23,1964
123	1	2	1	1	3	3798,662406	8,28643	10,7205	21,9497
124	1	2	1	2	1	2392,745969	12,0955	18,2783	29,1654
125	1	2	1	2	2	4631,735219	8,48858	12,7338	22,1418
126	1	2	1	2	3	3123,270288	7,63946	10,8619	21,3157
127	1	2	1	3	1	2020,536607	8,87923	10,6909	23,2111
128	1	2	1	3	2	4591,083054	7,62372	10,5792	24,2752
129	1	2	1	3	3	2476,134757	7,51663	10,8324	73,4024

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
130	1	2	1	4	1	2626,400482	8,75598	11,0694	36,9436
131	1	2	1	4	2	3624,577328	7,6373	9,9953	19,5544
132	1	2	1	4	3	1915,636665	7,505	10,4288	17,9320
133	1	2	1	5	1	1590,667331	8,5659	13,8242	28,9676
134	1	2	1	5	2	2278,552169	7,563	10,7112	21,1019
135	1	2	1	5	3	2246,130566	7,54292	10,6277	27,5498
136	1	2	1	1	1	1660,391589	0,0000	14,3863	76,3048
137	1	2	1	1	2	3057,306223	7,4446	10,5177	27,0411
138	1	2	1	1	3	2133,567069	0,0000	10,4333	24,3312
139	1	2	1	2	1	3700,318305	0,0000	10,4200	42,7885
140	1	2	1	2	2	2019,869761	0,0000	12,9880	62,8533
141	1	2	1	2	3	2999,91159	7,74834	12,7543	45,8555
142	1	2	1	3	1	3899,970155	7,49314	10,5880	22,0348
143	1	2	1	3	2	2333,399086	7,42529	10,6022	25,8029
144	1	2	1	3	3	2252,877444	7,77866	10,6199	25,3559
145	1	2	1	4	1	1873,564171	8,45475	10,8947	21,1320
146	1	2	1	4	2	3287,425215	7,44335	10,4857	34,2683
147	1	2	1	4	3	2196,955448	7,43709	10,2584	18,4259
148	1	2	1	5	1	3584,703667	9,0175	14,7706	30,6220
149	1	2	1	5	2	3460,363965	7,4808	11,2572	25,6245
150	1	2	1	5	3	2385,139787	7,51732	10,8593	27,6165
151	1	2	1	1	1	2681,548791	8,15082	12,0673	26,2017
152	1	2	1	1	2	4116,269417	7,47977	11,1002	24,3496
153	1	2	1	1	3	2447,998171	7,41139	10,5558	18,2542
154	1	2	1	2	1	3180,219622	7,80016	11,5959	36,2889
155	1	2	1	2	2	4236,430916	7,53411	10,9073	21,3059
156	1	2	1	2	3	2504,489948	7,35273	10,2078	17,4674
157	1	2	1	3	1	2493,554729	8,08563	10,5134	18,4587
158	1	2	1	3	2	3789,326583	7,42971	10,2004	18,7609
159	1	2	1	3	3	2359,17043	7,44915	10,0069	20,0423
160	1	2	1	4	1	1629,223559	8,4829	10,7067	67,1961
161	1	2	1	4	2	2539,216059	7,43671	10,2049	18,3286
162	1	2	1	4	3	1955,199042	7,43844	9,7435	19,9869
163	1	2	1	5	1	3139,333271	8,68591	15,0024	26,7825
164	1	2	1	5	2	3121,013131	7,54017	10,5709	16,9412
165	1	2	1	5	3	2152,987395	7,41583	9,5784	19,0759
166	1	2	1	1	1	2815,025053	7,68751	11,9361	24,7925
167	1	2	1	1	2	3376,989904	7,34206	10,1020	26,2100
168	1	2	1	1	3	2114,436913	7,39825	10,2117	22,7189
169	1	2	1	2	1	2069,049263	8,09587	10,9279	32,0533
170	1	2	1	2	2	3555,653521	7,43106	10,1189	17,5082
171	1	2	1	2	3	2072,960657	7,33178	10,1810	21,7353
172	1	2	1	3	1	2266,803775	0,0000	11,0368	17,8213

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
173	1	2	1	3	2	3379,22427	0,0000	10,4842	32,5343
174	1	2	1	3	3	2231,890567	0,0000	10,4186	22,3864
175	1	2	1	4	1	1917,591271	8,32819	10,7625	30,9685
176	1	2	1	4	2	3428,299058	7,497	10,0758	26,9579
177	1	2	1	4	3	3974,493843	7,41482	11,8852	23,9553
178	1	2	1	5	1	3340,009956	8,16796	13,1100	22,3758
179	1	2	1	5	2	3195,076221	7,47807	10,3569	31,7968
180	1	2	1	5	3	2428,677474	7,44252	10,0449	23,1772
181	1	3	2	1	1	6819,51425	7,6989	11,8665	32,5489
182	1	3	2	1	2	15248,31676	7,35337	10,1887	22,5792
183	1	3	2	1	3	12861,43401	7,39516	9,4363	25,5094
184	1	3	2	2	1	5011,00008	8,80437	15,7967	34,9615
185	1	3	2	2	2	13581,75586	7,58377	10,1899	45,0554
186	1	3	2	2	3	15246,5882	7,45453	10,6480	25,4315
187	1	3	2	3	1	5751,95081	0,0000	13,5848	32,9256
188	1	3	2	3	2	12107,50158	7,52045	10,3490	20,9792
189	1	3	2	3	3	15075,82819	0,0000	10,4278	20,4475
190	1	3	2	4	1	6603,927665	8,35157	13,0108	26,0583
191	1	3	2	4	2	12276,28427	0,0000	11,6972	84,7256
192	1	3	2	4	3	12697,29774	7,42571	10,3263	26,0788
193	1	3	2	5	1	5992,71567	8,9612	14,0513	24,4900
194	1	3	2	5	2	12938,90009	7,5807	10,3627	27,5873
195	1	3	2	5	3	46290,43114	0,0000	19,1832	38,6612
196	1	3	2	1	1	6024,96637	0,0000	14,8454	26,4370
197	1	3	2	1	2	13205,62569	7,49498	10,0982	20,4308
198	1	3	2	1	3	12977,12786	7,48352	10,4376	21,5363
199	1	3	2	2	1	5442,28094	0,0000	12,9806	105,3363
200	1	3	2	2	2	12906,11686	7,54188	10,2288	20,6912
201	1	3	2	2	3	13753,91472	7,41133	9,6227	20,7350
202	1	3	2	3	1	4819,310973	8,01291	13,9693	24,3266
203	1	3	2	3	2	14989,2531	7,48976	9,7797	20,5869
204	1	3	2	3	3	11011,11934	0,0000	9,2854	17,5256
205	1	3	2	4	1	5285,453015	8,39458	15,3270	33,1822
206	1	3	2	4	2	13175,52515	7,45033	9,6375	30,8833
207	1	3	2	4	3	13441,37617	7,31558	9,6825	20,7994
208	1	3	2	5	1	5351,08996	0,0000	14,7217	53,5704
209	1	3	2	5	2	13147,48964	0,0000	10,1978	27,6087
210	1	3	2	5	3	13805,45013	0,0000	10,1952	22,5796
211	1	3	2	1	1	9807,503475	8,46637	12,3681	35,8132
212	1	3	2	1	2	13208,74393	7,45622	10,0089	25,5872
213	1	3	2	1	3	14622,56975	7,3545	10,0567	25,0005
214	1	3	2	2	1	5701,38402	8,7488	14,2438	28,6200
215	1	3	2	2	2	14599,33419	7,52385	10,1917	34,3130

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
216	1	3	2	2	3	14908,97556	7,47681	9,9836	22,2111
217	1	3	2	3	1	4501,198162	8,76424	15,8591	32,8823
218	1	3	2	3	2	13061,86832	7,58438	10,0142	22,2538
219	1	3	2	3	3	13826,65159	0,0000	9,9954	21,7347
220	1	3	2	4	1	6938,8074	8,2186	10,4997	33,7254
221	1	3	2	4	2	13366,51378	7,5404	9,8610	17,0913
222	1	3	2	4	3	10936,65231	7,44308	10,1616	19,7433
223	1	3	2	5	1	5100,565205	8,11948	14,7862	26,9000
224	1	3	2	5	2	10830,01869	0,0000	10,7065	20,1419
225	1	3	2	5	3	12348,77909	0,0000	9,9579	20,5196
226	1	3	2	1	1	4476,180342	8,43023	12,8797	26,1170
227	1	3	2	1	2	12304,17098	7,5152	10,3001	17,4913
228	1	3	2	1	3	12869,22624	7,45992	10,4321	18,1071
229	1	3	2	2	1	5524,455545	7,71173	12,6709	21,1046
230	1	3	2	2	2	8755,31298	9,071	9,8463	19,0020
231	1	3	2	2	3	13821,37688	7,39336	10,2853	20,4149
232	1	3	2	3	1	4338,654971	7,7033	13,7382	35,4167
233	1	3	2	3	2	10987,75967	7,43793	10,5858	19,4473
234	1	3	2	3	3	14863,11093	7,47436	10,0432	19,7513
235	1	3	2	4	1	5295,267565	8,39906	17,9444	27,1752
236	1	3	2	4	2	14649,94894	7,5034	10,2284	20,0181
237	1	3	2	4	3	14493,51388	7,5214	10,3180	20,2672
238	1	3	2	5	1	5642,65902	7,6871	10,0885	20,2538
239	1	3	2	5	2	16295,90703	7,4003	10,1603	18,8833
240	1	3	2	5	3	13912,89296	7,41459	9,8766	18,0995
241	1	3	2	1	1	5243,162305	0,0000	13,0990	20,2154
242	1	3	2	1	2	12019,87897	0,0000	10,6028	18,0116
243	1	3	2	1	3	11481,36647	0,0000	10,1853	16,9622
244	1	3	2	2	1	4995,638235	9,41666	12,8321	70,8210
245	1	3	2	2	2	9993,332825	7,75254	10,1775	18,1952
246	1	3	2	2	3	10558,6413	0,0000	10,4353	18,0496
247	1	3	2	3	1	4646,53827	9,05788	11,2571	43,0378
248	1	3	2	3	2	10831,22998	7,7942	10,6230	19,0460
249	1	3	2	3	3	11103,09622	0,0000	10,4020	23,3269
250	1	3	2	4	1	4197,546386	8,73756	13,2048	26,5945
251	1	3	2	4	2	11930,81039	7,56265	9,9362	20,0839
252	1	3	2	4	3	4807,379106	9,33691	14,4184	24,2570
253	1	3	2	5	1	4753,721151	9,07288	14,2192	24,4689
254	1	3	2	5	2	10079,78415	7,76966	10,6660	29,4640
255	1	3	2	5	3	10622,61553	7,4043	10,1737	19,0427
256	1	3	2	1	1	4495,121499	0,0000	13,6104	24,2852
257	1	3	2	1	2	14274,17528	0,0000	10,0893	24,5542
258	1	3	2	1	3	13341,25909	7,36151	9,7334	20,1448

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
259	1	3	2	2	1	5259,51082	8,18134	13,2868	26,5838
260	1	3	2	2	2	13705,49434	7,5362	9,9224	19,4539
261	1	3	2	2	3	14550,30312	7,40213	9,7784	21,0136
262	1	3	2	3	1	5710,371135	8,61079	12,1585	30,3421
263	1	3	2	3	2	11122,47877	7,68919	10,4124	32,0461
264	1	3	2	3	3	12239,71557	7,548	10,3648	18,8185
265	1	3	2	4	1	5268,9155	8,32257	13,1065	22,4794
266	1	3	2	4	2	15554,99275	7,5843	10,3321	18,5793
267	1	3	2	4	3	13075,1119	7,39209	10,2151	18,0632
268	1	3	2	5	1	4754,066824	8,64358	11,3313	32,9052
269	1	3	2	5	2	7687,97816	7,78933	10,1225	18,0086
270	1	3	2	5	3	8994,36169	0,0000	10,2778	18,7789
271	1	4	2	1	1	7314,091735	7,87445	11,5348	22,4457
272	1	4	2	1	2	6711,477565	23,5796	9,8347	18,5536
273	1	4	2	1	3	5398,531785	7,50799	9,4933	19,3579
274	1	4	2	2	1	10139,07014	8,05793	14,4264	28,9290
275	1	4	2	2	2	21015,95818	7,57518	11,3738	20,4233
276	1	4	2	2	3	18681,15491	7,48202	11,0881	23,8977
277	1	4	2	3	1	9571,62655	8,43012	16,1486	26,6872
278	1	4	2	3	2	22470,50527	7,51011	10,3956	19,8394
279	1	4	2	3	3	17185,61314	7,51131	9,9077	18,4173
280	1	4	2	4	1	10026,15413	8,44092	16,7325	50,7365
281	1	4	2	4	2	23086,3671	7,6216	11,3050	30,1517
282	1	4	2	4	3	13303,70459	7,41582	10,0822	23,1853
283	1	4	2	5	1	8449,50837	0,0000	13,4233	41,9837
284	1	4	2	5	2	21979,48652	7,52759	10,5967	20,8750
285	1	4	2	5	3	19788,12992	0,0000	9,9021	39,2644
286	1	4	2	1	1	10327,10696	8,03828	15,2747	19,5884
287	1	4	2	1	2	21541,35105	7,60557	11,4904	27,1585
288	1	4	2	1	3	18674,27141	7,44265	10,0119	17,9325
289	1	4	2	2	1	9530,56571	8,35593	14,9166	34,2454
290	1	4	2	2	2	22948,36808	7,67572	11,2188	21,2776
291	1	4	2	2	3	20849,68209	7,52187	10,4678	20,9853
292	1	4	2	3	1	10952,45622	8,50563	15,7192	24,6934
293	1	4	2	3	2	22290,29515	0,0000	10,5458	19,7096
294	1	4	2	3	3	21359,19707	7,55588	10,7013	19,5724
295	1	4	2	4	1	9537,79137	8,25578	14,7791	23,1978
296	1	4	2	4	2	22979,3801	7,59349	10,0076	27,5254
297	1	4	2	4	3	19897,83579	7,45603	10,0695	32,1683
298	1	4	2	5	1	11243,69711	0,0000	15,3662	22,9307
299	1	4	2	5	2	24254,70745	0,0000	10,3620	22,7288
300	1	4	2	5	3	21156,22953	0,0000	10,8577	22,5362
301	1	4	2	1	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
302	1	4	2	1	2	19157,38279	0,0000	10,4826	19,1674
303	1	4	2	1	3	4876,364566	7,50135	9,7861	17,5126
304	1	4	2	2	1	9095,05841	8,09772	12,9661	30,8891
305	1	4	2	2	2	17980,78671	7,5774	10,2292	18,0679
306	1	4	2	2	3	19818,70939	7,51108	10,0844	18,8566
307	1	4	2	3	1	7267,715595	8,85508	18,0702	46,0907
308	1	4	2	3	2	22360,36681	14,595	19,9846	35,5397
309	1	4	2	3	3	20094,10376	7,49237	10,5253	21,3964
310	1	4	2	4	1	7682,250365	9,68042	14,5081	109,9316
311	1	4	2	4	2	21238,67418	7,53375	10,5453	18,3028
312	1	4	2	4	3	19554,38145	7,52927	10,1080	18,7057
313	1	4	2	5	1	9956,56803	8,63055	12,0706	65,4583
314	1	4	2	5	2	47750,76195	0,0000	14,8679	50,4138
315	1	4	2	5	3	20212,10985	0,0000	9,9541	19,4532
316	1	4	2	1	1	9623,23493	8,2074	13,0505	96,6736
317	1	4	2	1	2	223,1985216	0,0000	9,7085	24,2357
318	1	4	2	1	3	18180,5049	7,54503	10,1681	31,0993
319	1	4	2	2	1	7891,735565	8,14184	15,5324	50,0221
320	1	4	2	2	2	7662,046465	7,44648	10,3924	18,1579
321	1	4	2	2	3	20274,4641	7,46923	10,4638	22,1756
322	1	4	2	3	1	12234,5373	8,1967	13,2127	97,4074
323	1	4	2	3	2	20851,16418	0,0000	10,2765	19,3277
324	1	4	2	3	3	18864,28355	7,62067	10,4998	20,7772
325	1	4	2	4	1	9877,837595	8,67165	25,5697	39,1113
326	1	4	2	4	2	22046,52349	0,0000	10,8929	24,9666
327	1	4	2	4	3	22034,15375	0,0000	10,8750	23,9154
328	1	4	2	5	1	9456,058715	7,94803	10,5619	20,6946
329	1	4	2	5	2	22929,28067	7,55022	10,4739	21,1938
330	1	4	2	5	3	18996,17221	7,51705	10,0558	25,7755
331	1	4	2	1	1	8689,4489	9,0927	11,3503	20,9179
332	1	4	2	1	2	17341,35085	0,0000	10,5010	22,8605
333	1	4	2	1	3	22547,36861	0,0000	12,7418	22,0216
334	1	4	2	2	1	17072,11904	0,0000	18,9632	57,6618
335	1	4	2	2	2	16752,69503	7,66379	10,3169	22,3185
336	1	4	2	2	3	14946,87398	0,0000	10,2897	19,1311
337	1	4	2	3	1	9287,10848	9,00149	11,4255	20,2598
338	1	4	2	3	2	20424,53024	17,491	11,1085	20,0318
339	1	4	2	3	3	13677,34583	7,54958	10,8970	22,1284
340	1	4	2	4	1	10007,7677	0,0000	11,9830	19,8840
341	1	4	2	4	2	20730,94654	0,0000	13,7035	20,3987
342	1	4	2	4	3	15386,60522	0,0000	12,1089	19,9973
343	1	4	2	5	1	7097,18534	8,84078	12,0334	27,6615
344	1	4	2	5	2	26016,88474	9,49781	12,4973	23,7077

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
345	1	4	2	5	3	13359,71339	7,54304	10,4972	33,9228
346	1	4	2	1	1	10919,52449	8,071	15,5933	26,9311
347	1	4	2	1	2	21012,10539	7,55945	11,4396	19,0529
348	1	4	2	1	3	21900,12196	7,54272	11,0910	22,2199
349	1	4	2	2	1	8595,824355	8,55264	10,8144	46,4000
350	1	4	2	2	2	21349,47916	7,55409	10,6545	19,5221
351	1	4	2	2	3	17539,87734	7,5476	10,2964	20,3361
352	1	4	2	3	1	8188,91798	9,08811	11,3909	24,0940
353	1	4	2	3	2	13924,07141	7,58352	10,8143	23,4311
354	1	4	2	3	3	15235,4744	7,56232	10,3124	21,1938
355	1	4	2	4	1	7522,71729	8,88091	10,7442	20,8550
356	1	4	2	4	2	19848,26349	7,67017	9,9791	19,1893
357	1	4	2	4	3	16129,92163	7,63971	10,5071	24,0239
358	1	4	2	5	1	15761,14704	9,49325	18,6350	30,0131
359	1	4	2	5	2	22613,20049	7,65558	11,3273	20,3885
360	1	4	2	5	3	16303,88479	7,53707	10,5136	24,8157
361	2	1	1	1	1	5484,180325	9,09236	12,9224	38,3342
362	2	1	1	1	2	7280,762235	8,62795	12,0744	22,2394
363	2	1	1	1	3	4032,112809	8,34022	9,6236	22,0672
364	2	1	1	2	1	7218,66045	9,6757	14,1734	27,0315
365	2	1	1	2	2	6853,55832	8,85452	12,7491	24,2594
366	2	1	1	2	3	6813,87177	8,69762	12,3375	25,8008
367	2	1	1	3	1	7484,38259	9,02028	14,5176	32,6922
368	2	1	1	3	2	7715,46474	8,47102	11,3433	25,0755
369	2	1	1	3	3	5393,331705	8,2561	10,7617	22,0675
370	2	1	1	4	1	8184,99718	9,03841	35,3132	25,3243
371	2	1	1	4	2	8729,04192	8,39585	13,0001	28,8678
372	2	1	1	4	3	6237,04667	8,32526	10,3319	19,4008
373	2	1	1	5	1	7267,581975	9,4608	13,7564	46,6908
374	2	1	1	5	2	6148,0353	8,52382	11,2160	22,7742
375	2	1	1	5	3	5496,78138	8,24313	11,3096	43,3067
376	2	1	1	1	1	8087,612045	8,97771	14,2622	20,0835
377	2	1	1	1	2	7520,260395	8,2556	17,2291	37,4925
378	2	1	1	1	3	6594,81552	8,31148	11,3010	19,5128
379	2	1	1	2	1	8007,9904	8,77256	14,7760	28,9798
380	2	1	1	2	2	9546,929455	8,33807	11,8035	176,2834
381	2	1	1	2	3	5548,49379	8,15098	10,4077	28,4995
382	2	1	1	3	1	8527,88489	8,98132	12,4675	27,3602
383	2	1	1	3	2	6303,06411	8,45094	11,0832	24,0157
384	2	1	1	3	3	7427,16962	8,44442	10,7886	24,6878
385	2	1	1	4	1	8216,700395	9,39355	16,2942	25,8978
386	2	1	1	4	2	8212,557885	8,44252	12,1261	19,4167
387	2	1	1	4	3	5593,619125	8,1519	10,9793	22,9420

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
388	2	1	1	5	1	9243,719585	10,0761	17,6035	28,0320
389	2	1	1	5	2	7382,5376	8,40631	11,9408	34,6547
390	2	1	1	5	3	5888,531585	8,32334	11,2734	39,7920
391	2	1	1	1	1	7033,22665	8,6943	12,9930	24,6541
392	2	1	1	1	2	6122,84689	8,18088	10,9988	24,6007
393	2	1	1	1	3	5044,187175	8,25979	10,2620	58,7384
394	2	1	1	2	1	6400,339175	8,61901	12,6932	30,3877
395	2	1	1	2	2	8137,34634	8,36261	11,7468	31,7637
396	2	1	1	2	3	4636,579868	8,17179	10,9337	21,2673
397	2	1	1	3	1	7930,70226	8,70448	13,6201	31,2251
398	2	1	1	3	2	8294,02561	8,29344	10,7182	24,0834
399	2	1	1	4	1	6668,802955	8,15878	10,6946	21,4967
400	2	1	1	4	2	6732,582125	9,12129	16,4623	31,9485
401	2	1	1	4	3	7477,867645	8,32038	12,9788	24,6381
402	2	1	1	4	3	6007,166565	8,1129	11,3135	20,5793
403	2	1	1	5	1	7980,998715	8,83003	14,2085	24,0834
404	2	1	1	5	2	8516,06087	8,25655	11,3438	60,1685
405	2	1	1	5	3	6337,339345	8,21406	10,5560	19,3047
406	2	1	1	1	1	8860,57392	9,20402	12,6087	25,7386
407	2	1	1	1	2	8231,064475	8,39931	11,1932	20,9793
408	2	1	1	1	3	6790,51866	8,27671	11,0227	21,1126
409	2	1	1	2	1	8191,80491	9,42301	15,8185	42,2641
410	2	1	1	2	2	9182,667755	8,32996	12,0175	21,2674
411	2	1	1	2	3	6494,77319	8,07886	10,9798	19,5714
412	2	1	1	3	1	7627,88901	8,96803	12,7797	32,1822
413	2	1	1	3	2	8585,26877	8,40975	11,4662	22,3500
414	2	1	1	3	3	7988,08402	8,34163	11,4011	23,1340
415	2	1	1	4	1	6594,311245	8,95885	15,8346	36,1334
416	2	1	1	4	2	9425,09931	8,34815	11,3089	25,1501
417	2	1	1	4	3	6221,00573	8,22302	10,7769	25,6225
418	2	1	1	5	1	9937,25408	8,8739	12,7378	29,5343
419	2	1	1	5	2	8311,850845	8,29998	11,1541	22,4992
420	2	1	1	5	3	7777,0266	8,22521	11,3181	20,0674
421	2	1	1	1	1	7068,108675	8,66767	12,9246	25,6088
422	2	1	1	1	2	8855,40896	8,16284	11,1210	22,2007
423	2	1	1	1	3	5576,27712	8,08626	10,3392	24,4460
424	2	1	1	2	1	8672,40872	8,78695	15,2946	28,5423
425	2	1	1	2	2	8045,446685	8,11995	10,8808	21,4967
426	2	1	1	2	3	6587,915565	8,12396	10,6948	23,0008
427	2	1	1	3	1	7741,29763	8,5589	16,0094	26,9050
428	2	1	1	3	2	9367,29774	8,2244	12,1818	24,0301
429	2	1	1	3	3	6127,57309	8,20116	10,4822	20,1421
430	2	1	1	4	1	8681,76664	8,53436	13,5738	32,5427

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
431	2	1	1	4	2	10297,14809	8,15556	13,1419	23,9715
432	2	1	1	4	3	7233,024635	7,95004	10,7746	27,2089
433	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
434	2	1	1	5	2	6572,22874	8,06175	11,4400	21,8455
435	2	1	1	5	3	5644,255495	8,11481	10,8954	20,2008
436	2	1	1	1	1	6448,015485	8,33243	11,6636	24,8088
437	2	1	1	1	2	6471,11383	8,09124	10,9820	22,8301
438	2	1	1	1	3	4187,93618	8,23218	10,3636	21,4008
439	2	1	1	2	1	4209,167336	8,26675	10,3344	20,2754
440	2	1	1	2	2	8431,15886	8,26271	11,9874	33,0389
441	2	1	1	2	3	5811,97425	7,95203	10,5971	24,9795
442	2	1	1	3	1	8156,547445	8,62596	12,6555	31,6841
443	2	1	1	3	2	8012,28643	8,04665	11,1257	20,3501
444	2	1	1	3	3	6342,757415	7,99563	10,3648	21,3849
445	2	1	1	4	1	8111,615535	8,29243	11,5996	27,9343
446	2	1	1	4	2	7938,50381	8,09608	10,7159	22,0461
447	2	1	1	4	3	6334,4868	7,97948	10,0058	24,4620
448	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
449	2	1	1	5	2	7879,801595	8,08174	10,8868	20,7127
450	2	1	1	5	3	5414,19949	8,04998	11,4701	20,1421
451	2	2	1	1	1	1851,000415	8,69263	17,0526	42,9325
452	2	2	1	1	2	2881,853327	7,98528	11,0503	19,1932
453	2	2	1	1	3	2126,946922	7,94143	10,2838	18,5788
454	2	2	1	2	1	1983,60179	8,58039	17,8019	47,1526
455	2	2	1	2	2	2706,879324	8,01954	11,3245	22,3991
456	2	2	1	2	3	2155,36347	7,96673	10,6254	19,6826
457	2	2	1	3	1	1708,963457	8,56758	15,9218	24,1721
458	2	2	1	3	2	2612,828335	8,03082	10,8581	19,0754
459	2	2	1	3	3	2581,374871	7,94954	10,1416	18,5658
460	2	2	1	4	1	933,5019215	8,16805	9,9136	18,7127
461	2	2	1	4	2	2682,419204	8,00316	10,5711	18,8460
462	2	2	1	4	3	1810,116429	7,94044	10,0498	20,0804
463	2	2	1	5	1	2164,531966	8,67748	14,5206	24,1676
464	2	2	1	5	2	3009,669361	7,95783	10,8958	19,2935
465	2	2	1	5	3	2155,656607	7,94437	10,6542	19,0499
466	2	2	1	1	1	2636,481178	8,36084	11,6050	19,6465
467	2	2	1	1	2	2009,898516	7,98249	11,1424	17,5501
468	2	2	1	1	3	2178,181807	7,92355	10,1278	18,1540
469	2	2	1	2	1	1720,447853	8,20458	12,4387	29,1859
470	2	2	1	2	2	3180,07327	7,87668	11,2108	30,3405
471	2	2	1	2	3	2014,942571	7,95511	9,6652	18,5745
472	2	2	1	3	1	180,0356254	7,92344	9,9686	19,3833
473	2	2	1	3	2	1745,141289	7,99627	10,6060	21,0290

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
474	2	2	1	3	3	2148,298763	7,99989	10,9606	19,7314
475	2	2	1	4	1	1984,356089	8,31229	11,8024	19,7047
476	2	2	1	4	2	3228,589009	8,12137	10,6855	18,9906
477	2	2	1	4	3	1962,07102	7,99148	10,7668	29,7978
478	2	2	1	5	1	1465,584515	8,71276	12,1250	34,0802
479	2	2	1	5	2	1935,616511	8,3577	10,1749	20,6776
480	2	2	1	5	3	1847,705715	7,9441	14,1770	20,7733
481	2	2	1	1	1	1211,421105	9,15575	14,4978	27,5809
482	2	2	1	1	2	2523,815837	8,18165	11,5954	26,6570
483	2	2	1	1	3	2091,142899	7,89443	10,0043	18,2417
484	2	2	1	2	1	1670,850725	8,84838	14,5285	22,6168
485	2	2	1	2	2	2347,513958	8,0134	10,3667	17,5874
486	2	2	1	2	3	2026,852053	7,94229	9,9988	18,4918
487	2	2	1	3	1	2819,99368	8,44023	12,1375	23,9847
488	2	2	1	3	2	1406,482288	8,03202	11,3761	18,2381
489	2	2	1	3	3	1901,811348	7,87576	10,4960	18,0855
490	2	2	1	4	1	1410,424136	9,00449	11,7393	29,6452
491	2	2	1	4	2	2476,35983	8,05414	10,5047	18,9421
492	2	2	1	4	3	1846,913387	7,96192	10,5878	20,7592
493	2	2	1	5	1	1796,042232	8,13476	11,7273	20,2540
494	2	2	1	5	2	2239,949311	8,05703	10,0252	22,0437
495	2	2	1	5	3	1709,28565	7,99854	10,1592	19,2593
496	2	2	1	1	1	1303,065368	9,22494	14,7453	21,6233
497	2	2	1	1	2	2146,545685	7,95863	10,0958	18,2008
498	2	2	1	1	3	1428,832939	7,89577	10,1300	19,4031
499	2	2	1	2	1	1403,336082	10,0511	19,7437	33,1480
500	2	2	1	2	2	2454,607071	8,36853	11,5698	21,4054
501	2	2	1	2	3	1742,78828	7,86714	9,9870	20,4128
502	2	2	1	3	1	2479,126931	8,37377	11,5024	19,4374
503	2	2	1	3	2	2340,936679	8,01519	9,6332	19,5606
504	2	2	1	3	3	1579,088305	8,03465	9,8493	19,8461
505	2	2	1	4	1	2137,745326	7,89877	36,5162	21,4487
506	2	2	1	4	2	2722,259487	8,02697	9,8349	18,9534
507	2	2	1	4	3	1331,998636	7,96458	9,0355	16,8737
508	2	2	1	5	1	1090,220051	8,07647	9,4244	18,5635
509	2	2	1	5	2	4265,065001	7,9573	9,8292	23,5355
510	2	2	1	5	3	2158,017792	7,87491	10,0829	17,9222
511	2	2	1	1	1	831,534515	8,30174	9,2038	20,0232
512	2	2	1	1	2	1991,842004	8,08384	9,1353	18,3715
513	2	2	1	1	3	1404,881646	8,07139	8,8674	18,4469
514	2	2	1	2	1	768,274105	8,26383	9,9242	38,6553
515	2	2	1	2	2	1523,910018	8,15499	8,7058	20,6309
516	2	2	1	2	3	1716,667935	8,04436	9,2280	19,2001

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
517	2	2	1	3	1	1767,029925	8,04972	9,0127	20,3715
518	2	2	1	3	2	1829,264184	7,98281	8,9383	20,8834
519	2	2	1	3	3	1316,053033	8,12077	8,6878	20,5115
520	2	2	1	4	1	1299,574232	9,03051	20,0237	48,0123
521	2	2	1	4	2	2176,976071	8,10269	9,9439	18,8173
522	2	2	1	4	3	1371,969293	8,10584	9,6013	20,7389
523	2	2	1	5	1	460,540299	8,18842	9,5353	19,8009
524	2	2	1	5	2	1125,801234	8,09316	8,5655	17,4754
525	2	2	1	5	3	1345,290719	8,02361	9,3510	19,4164
526	2	2	1	1	1	981,3621875	8,28066	9,0970	27,9716
527	2	2	1	1	2	2068,772699	8,09089	9,0519	17,0648
528	2	2	1	1	3	1811,044344	8,10188	8,9932	16,3524
529	2	2	1	2	1	1545,721987	8,8964	11,4069	32,7133
530	2	2	1	2	2	2001,770775	8,07118	10,0328	19,4755
531	2	2	1	2	3	2447,309697	8,07562	10,1169	20,5816
532	2	2	1	3	1	1449,7471	8,61865	9,5664	22,7831
533	2	2	1	3	2	1881,024657	8,14416	9,2599	18,1422
534	2	2	1	3	3	1650,17537	8,05054	8,5935	20,2755
535	2	2	1	4	1	1463,711215	8,03296	9,2735	18,4955
536	2	2	1	4	2	1091,747846	8,01025	8,3195	117,0950
537	2	2	1	4	3	1110,442991	8,01404	8,3865	117,2201
538	2	2	1	5	1	889,518208	8,2858	9,4076	25,7583
539	2	2	1	5	2	1891,579054	8,17223	9,3606	19,0094
540	2	2	1	5	3	1410,200261	8,0378	8,7626	18,3127
541	2	3	2	1	1	2249,741176	8,35057	10,5120	30,8465
542	2	3	2	1	2	8358,02948	8,14753	9,8131	18,5207
543	2	3	2	1	3	10374,09361	7,98733	9,8693	22,5869
544	2	3	2	2	1	2745,474394	8,4835	11,2106	21,3955
545	2	3	2	2	2	12153,6096	8,21964	11,1479	18,7129
546	2	3	2	2	3	13221,28468	8,065	10,1377	21,5826
547	2	3	2	3	1	3970,408314	8,79868	14,8984	44,4454
548	2	3	2	3	2	1361,957683	8,00493	8,5602	19,1128
549	2	3	2	3	3	14662,84018	8,22928	14,4130	34,3139
550	2	3	2	4	1	3310,408378	8,41644	12,9809	24,5961
551	2	3	2	4	2	12480,73906	7,98995	10,5523	19,4383
552	2	3	2	4	3	12576,1711	8,08734	10,2907	19,2032
553	2	3	2	5	1	2601,161157	8,86647	13,6697	142,5374
554	2	3	2	5	2	9512,39024	8,09442	9,3636	19,1929
555	2	3	2	5	3	13375,59812	7,90522	10,0270	23,1773
556	2	3	2	1	1	2815,364459	9,54687	14,9489	104,1138
557	2	3	2	1	2	13073,1401	8,12334	10,0948	18,7287
558	2	3	2	1	3	15297,63169	8,07203	10,3792	17,8561
559	2	3	2	2	1	3380,307147	8,59098	15,7181	61,5602

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
560	2	3	2	2	2	12189,75625	8,09846	11,7018	56,6056
561	2	3	2	2	3	14804,22716	7,98044	10,3386	21,8218
562	2	3	2	3	1	2969,920254	8,24121	11,5213	19,7581
563	2	3	2	3	2	11948,40539	7,95335	10,0760	19,2039
564	2	3	2	3	3	14703,83084	8,0895	10,2628	39,9023
565	2	3	2	4	1	2945,735332	8,51847	14,0076	39,8718
566	2	3	2	4	2	11421,28327	7,983	10,1589	18,8007
567	2	3	2	4	3	14150,99316	7,98551	9,9688	18,3166
568	2	3	2	5	1	3341,169579	8,54909	12,1714	22,5162
569	2	3	2	5	2	13277,77119	7,95786	10,6053	18,0990
570	2	3	2	5	3	20185,81695	8,14541	13,0228	26,4779
571	2	3	2	1	1	2434,025925	8,71667	13,3192	22,6542
572	2	3	2	1	2	12635,64149	7,8726	10,6240	19,2835
573	2	3	2	1	3	13355,79118	7,97523	10,1763	21,8233
574	2	3	2	2	1	2610,220845	8,60789	12,6602	23,4542
575	2	3	2	2	2	11887,75587	8,05739	10,6386	24,0836
576	2	3	2	2	3	12226,18094	7,9426	10,2754	21,4735
577	2	3	2	3	1	3404,781174	8,91554	20,1246	45,9438
578	2	3	2	3	2	18437,65425	7,97686	11,0221	20,5964
579	2	3	2	3	3	17665,29716	7,97289	10,6766	22,3777
580	2	3	2	4	1	3473,366897	9,23439	16,6075	25,7490
581	2	3	2	4	2	11149,99427	8,07437	10,3290	20,1050
582	2	3	2	4	3	14800,14365	7,99988	11,3658	22,0557
583	2	3	2	5	1	2431,208348	8,38354	12,8815	26,8837
584	2	3	2	5	2	11756,18958	7,9191	10,5481	19,1128
585	2	3	2	5	3	10271,30339	7,92618	9,4474	18,3174
586	2	3	2	1	1	3079,495129	8,8257	15,3218	24,1209
587	2	3	2	1	2	12340,92038	7,98021	10,4853	18,8088
588	2	3	2	1	3	14338,28799	8,01853	10,7465	20,8192
589	2	3	2	2	1	2755,427242	8,34037	12,6329	22,1049
590	2	3	2	2	2	13918,75473	7,93549	10,8183	17,8383
591	2	3	2	2	3	15215,9718	7,9867	10,4002	19,3232
592	2	3	2	3	1	3082,942614	8,89237	17,6687	32,3610
593	2	3	2	3	2	13831,81182	7,98662	10,6629	147,7607
594	2	3	2	3	3	16012,72867	7,98511	10,2952	33,0414
595	2	3	2	4	1	3325,445533	8,83369	14,3753	35,6314
596	2	3	2	4	2	14456,38952	7,95569	9,6437	24,0551
597	2	3	2	4	3	14440,2487	7,95282	10,1545	18,6266
598	2	3	2	5	1	3403,264096	8,31269	12,3335	31,1720
599	2	3	2	5	2	11726,51436	8,04342	12,6573	20,1407
600	2	3	2	5	3	13295,98163	8,02088	9,8061	24,4336
601	2	3	2	1	1	2319,10154	9,01007	13,9302	34,3254
602	2	3	2	1	2	19805,71134	8,05014	11,7135	24,2383

Continua...

Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
603	2	3	2	1	3	12493,25532	7,97609	9,7116	45,4785
604	2	3	2	2	1	12452,38039	7,98482	10,0633	18,3089
605	2	3	2	2	2	12422,6192	8,00702	10,1398	19,7403
606	2	3	2	2	3	14298,09846	7,84933	9,7892	18,5569
607	2	3	2	3	1	59,1749608	8,11156	6,4441	16,2548
608	2	3	2	3	2	11032,78454	8,03369	11,5497	30,0088
609	2	3	2	3	3	12605,70666	7,86485	10,5080	22,8918
610	2	3	2	4	1	2462,255643	9,23491	18,9215	73,9785
611	2	3	2	4	2	12678,18123	8,03741	11,3413	20,2969
612	2	3	2	4	3	10813,19302	7,95546	9,1501	18,9216
613	2	3	2	5	1	2293,147725	8,90262	14,3275	47,9530
614	2	3	2	5	2	11684,81554	8,05276	10,3425	30,3880
615	2	3	2	5	3	12803,3091	7,96521	9,8776	40,2693
616	2	3	2	1	1	2229,163343	9,24976	16,3003	45,4016
617	2	3	2	1	2	12713,51362	7,96453	10,3209	23,3244
618	2	3	2	1	3	13249,95915	8,0003	9,8889	19,0238
619	2	3	2	2	1	4370,363113	9,26418	15,4821	21,9714
620	2	3	2	2	2	13727,52307	8,06216	10,3322	18,6168
621	2	3	2	2	3	12605,47298	8,01847	10,1717	17,1650
622	2	3	2	3	1	2299,314373	8,66516	11,2132	53,5755
623	2	3	2	3	2	11623,82097	8,05378	10,0716	19,5128
624	2	3	2	3	3	14428,33082	8,07647	10,2550	18,8673
625	2	3	2	4	1	2225,833825	9,34386	23,7561	52,0479
626	2	3	2	4	2	11445,96213	8,04845	9,1931	18,0224
627	2	3	2	4	3	9043,876695	7,9733	9,3198	21,7048
628	2	3	2	5	1	2479,637351	8,98795	13,0836	32,3272
629	2	3	2	5	2	13111,16416	8,06238	10,3230	20,5422
630	2	3	2	5	3	10088,0616	8,02442	9,5455	35,7721
631	2	4	2	1	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
632	2	4	2	1	2	21383,9929	8,02496	9,9830	19,6805
633	2	4	2	1	3	16941,80893	8,04956	9,5987	19,5217
634	2	4	2	2	1	8343,116225	8,64887	16,4190	30,8183
635	2	4	2	2	2	21609,71768	8,02729	10,4389	29,7126
636	2	4	2	2	3	19023,42456	8,01559	10,8372	22,4649
637	2	4	2	3	1	10659,63236	8,59617	15,0262	48,7275
638	2	4	2	3	2	21728,20967	8,01166	9,9435	18,4583
639	2	4	2	3	3	14566,62094	7,81276	9,4084	21,1078
640	2	4	2	4	1	7587,915125	8,47347	15,6783	27,8515
641	2	4	2	4	2	20602,78321	8,05462	10,4329	20,1035
642	2	4	2	4	3	19179,0956	8,00115	10,5138	20,5448
643	2	4	2	5	1	5259,81002	8,87824	15,2045	34,7505
644	2	4	2	5	2	20111,34848	8,00749	9,6856	18,3716
645	2	4	2	5	3	18022,85084	8,00956	10,8444	21,9916

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Ca	Cd	Cr	Cu
						mg/kg			
646	2	4	2	1	1	5721,367175	8,41585	10,9176	19,7997
647	2	4	2	1	2	25065,22376	7,99395	10,2886	38,1224
648	2	4	2	1	3	17545,37272	7,92084	9,3806	18,2084
649	2	4	2	2	1	9971,630955	8,31182	11,6059	24,3283
650	2	4	2	2	2	24384,29684	7,96524	10,0092	20,4785
651	2	4	2	2	3	21119,76298	7,97232	9,6680	18,5311
652	2	4	2	3	1	6228,514	8,43089	12,9121	30,6664
653	2	4	2	3	2	28573,10707	7,97483	10,4285	19,9003
654	2	4	2	3	3	13760,4461	7,95083	9,3016	21,3191
655	2	4	2	4	1	8380,1605	8,09534	11,2724	28,8997
656	2	4	2	4	2	17830,14414	7,99448	9,5361	17,9129
657	2	4	2	4	3	17045,00564	8,02109	9,7224	19,6796
658	2	4	2	5	1	5543,94184	8,458	11,1452	39,0680
659	2	4	2	5	2	19134,77599	7,91235	10,0915	19,9129
660	2	4	2	5	3	17579,83304	8,01904	10,0960	19,2826
661	2	4	2	1	1	9215,72112	8,8876	17,4164	38,0844
662	2	4	2	1	2	21143,84589	8,03503	10,2839	24,6525
663	2	4	2	1	3	19017,39901	8,04236	10,2093	19,8257
664	2	4	2	2	1	8035,46887	8,69435	14,5367	23,0080
665	2	4	2	2	2	25685,18508	8,14214	10,3056	37,4210
666	2	4	2	2	3	15683,01348	8,07886	9,2895	20,9745
667	2	4	2	3	1	5753,451545	8,24833	11,4402	19,6248
668	2	4	2	3	2	22131,29468	8,02061	10,0651	20,0585
669	2	4	2	3	3	13554,122	7,99981	9,1830	18,5589
670	2	4	2	4	1	6160,677775	8,48141	12,3796	105,1688
671	2	4	2	4	2	23735,49843	7,98983	9,6483	48,3691
672	2	4	2	4	3	19079,58071	7,96905	9,8908	22,2054
673	2	4	2	5	1	0	0	0,0000	0,0000
674	2	4	2	5	2	24652,65658	8,04702	10,3705	36,3540
675	2	4	2	5	3	20063,19289	7,95258	9,9585	24,1021
676	2	4	2	1	1	10015,91317	8,73857	16,1172	25,8405
677	2	4	2	1	2	19020,7914	8,05239	9,4259	19,6746
678	2	4	2	1	3	19149,49892	7,97247	9,8008	20,4711
679	2	4	2	2	1	9740,543035	8,24462	12,5945	21,9875
680	2	4	2	2	2	22560,16912	8,8762	13,1011	24,5765
681	2	4	2	2	3	17237,49979	8,4312	11,6137	30,0524
682	2	4	2	3	1	6526,332085	8,59636	12,9626	25,4544
683	2	4	2	3	2	20706,8548	8,171	11,5146	19,1306
684	2	4	2	3	3	18460,22821	8,05017	11,2484	20,6760
685	2	4	2	4	1	8034,85343	8,31014	12,1078	21,9344
686	2	4	2	4	2	15523,64109	8,15147	10,1726	18,9796
687	2	4	2	4	3	15687,79702	8,04466	10,3769	21,4800
688	2	4	2	5	1	7707,9682	8,25216	12,2321	19,6836

Continua...

## Quadro H. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Ca	Cd	Cr	Cu
689	2	4	2	5	2	364,392997	8,04107	10,4976	17,1500
690	2	4	2	5	3	16348,51632	8,124	10,6476	19,1503
691	2	4	2	1	1	6372,07797	9,12086	13,6672	24,7308
692	2	4	2	1	2	25312,61875	8,08704	10,4938	22,0424
693	2	4	2	1	3	22973,86046	8,07422	11,0303	28,5894
694	2	4	2	2	1	8031,395225	9,05552	12,2969	26,2420
695	2	4	2	2	2	19705,87435	8,08393	10,3087	21,6676
696	2	4	2	2	3	24148,94893	8,0794	10,6689	20,2527
697	2	4	2	3	1	8560,477945	8,30275	12,9837	32,6386
698	2	4	2	3	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
699	2	4	2	3	3	20554,4844	8,0624	15,2401	19,1267
700	2	4	2	4	1	7874,9935	8,3084	11,0769	21,2463
701	2	4	2	4	2	28035,3910	8,1719	11,8413	24,4816
702	2	4	2	4	3	22168,8849	8,0126	10,5660	20,0012
703	2	4	2	5	1	5601,5145	9,5314	15,2583	24,8011
704	2	4	2	5	2	25289,0095	8,0677	10,7227	19,5354
705	2	4	2	5	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
706	2	4	2	1	1	9014,59663	8,50288	11,9120	28,2059
707	2	4	2	1	2	22723,19611	8,01203	10,6630	25,0027
708	2	4	2	1	3	20518,04095	7,99095	10,6866	20,2629
709	2	4	2	2	1	5228,064465	10,1726	21,0473	46,4225
710	2	4	2	2	2	25578,42144	8,11384	10,5726	20,0000
711	2	4	2	2	3	24044,89584	8,05964	11,4352	27,5333
712	2	4	2	3	1	6183,932875	9,83097	12,6060	27,1205
713	2	4	2	3	2	23979,8151	8,13994	11,1420	20,7622
714	2	4	2	3	3	17498,87168	8,013	10,1382	24,7482
715	2	4	2	4	1	9041,48806	9,29677	12,8516	38,5640
716	2	4	2	4	2	346,636084	8,06248	10,1788	20,8448
717	2	4	2	4	3	16749,94006	8,05309	10,5906	20,3079
718	2	4	2	5	1	5102,392365	8,31792	9,3889	25,5504
719	2	4	2	5	2	20386,34611	8,10489	10,5730	18,1453
720	2	4	2	5	3	18078,41499	8,08361	10,2391	21,1548

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo.

Parte: 1 = raiz; 2 = morto; 3 = folha. Espécie: 1 = *Salvinia auriculata*; 2 = *Eleocharis obtusetrigona*; 3 = *Eichhornia crassipes* e 4 = *Pistia stratiotes*.

Quadro I. Concentração de Fe, Mg, Mn e Ni em plantas por parte

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Fe	Mg	Mn	Ni
						mg/kg			
1	1	1	1	1	1	11945,5323	3858,8234	1642,8771	5,3457
2	1	1	1	1	2	4766,3141	4510,0807	1111,9986	6,2737
3	1	1	1	1	3	4721,1383	4817,8966	1072,6839	4,8148
4	1	1	1	2	1	19824,9417	3038,4424	2915,9804	6,1020
5	1	1	1	2	2	7174,6515	3493,3454	1433,2891	4,2955
6	1	1	1	2	3	2719,5145	2889,2322	743,7244	3,7991
7	1	1	1	3	1	25024,5108	3133,8097	2625,6435	8,4431
8	1	1	1	3	2	8862,8330	3121,3824	1386,5144	6,0395
9	1	1	1	3	3	2645,7486	2467,8178	680,8501	3,0391
10	1	1	1	4	1	20083,8415	2860,4683	2513,0702	5,8119
11	1	1	1	4	2	4747,8932	2812,0238	1785,8823	4,4487
12	1	1	1	4	3	2572,5057	2785,7902	1028,3915	2,7818
13	1	1	1	5	1	19896,0281	2937,7946	3750,6971	3,6231
14	1	1	1	5	2	6172,7707	3523,5935	1427,3770	3,4470
15	1	1	1	5	3	2474,6500	2239,8209	568,9537	4,2345
16	1	1	1	1	1	21504,0709	2840,6829	3705,6949	4,1987
17	1	1	1	1	2	1960,5270	2980,2260	226,0231	4,2991
18	1	1	1	1	3	3761,7730	2727,5072	1132,7798	2,5491
19	1	1	1	2	1	21057,0548	3363,7560	2630,2374	5,8050
20	1	1	1	2	2	5793,3082	3549,2257	1622,6252	4,5930
21	1	1	1	2	3	5047,9248	3561,8467	927,6670	3,3635
22	1	1	1	3	1	24387,4610	3541,6409	3067,8931	8,5240
23	1	1	1	3	2	14450,7837	4332,0061	1744,2201	4,4950
24	1	1	1	3	3	3671,7596	3127,2284	898,5619	1,7835
25	1	1	1	4	1	20803,6398	3240,8836	4250,2218	3,3950
26	1	1	1	4	2	6645,4548	2482,5510	1696,7625	2,1830
27	1	1	1	4	3	5692,3683	3133,4429	1483,7553	2,4564
28	1	1	1	5	1	1278,6107	298,3661	199,2079	0,2954
29	1	1	1	5	2	6772,1939	3722,4741	2266,0788	3,8944
30	1	1	1	5	3	842,2792	1866,0986	318,7471	2,7017
31	1	1	1	1	1	22922,2993	2331,4222	3789,3277	4,9196
32	1	1	1	1	2	7285,7334	2754,0319	2296,3960	3,0986
33	1	1	1	1	3	4511,7739	2559,0054	1589,0166	1,6515
34	1	1	1	2	1	19470,0167	2326,7192	3417,9797	5,1561
35	1	1	1	2	2	8195,3615	3920,2265	1832,9834	3,7489
36	1	1	1	2	3	2147,4782	1886,0222	555,3431	1,7735
37	1	1	1	3	1	17093,5506	2099,2578	2402,1926	2,7407
38	1	1	1	3	2	4348,7148	2381,9039	777,0208	2,0500
39	1	1	1	3	3	2555,0741	2276,3443	503,2964	1,9487
40	1	1	1	4	1	22807,5000	4599,7431	3649,8403	3,8637
41	1	1	1	4	2	1278,3234	1406,2639	295,4315	2,0976
42	1	1	1	4	3	1713,0387	1901,7622	392,0699	2,1436
43	1	1	1	5	1	8926,4416	2346,6529	1920,1657	4,8612

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
44	1	1	1	5	2	2890,4488	3039,7050	989,7576	3,6925
45	1	1	1	5	3	1462,0623	2044,3443	409,8634	2,8722
46	1	1	1	1	1	22015,6292	3444,5490	2164,7173	7,3051
47	1	1	1	1	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
48	1	1	1	1	3	3082,5759	2514,3122	698,0155	2,3319
49	1	1	1	2	1	20040,9749	3426,8036	3271,3906	2,9078
50	1	1	1	2	2	5212,8765	2839,8341	1186,3381	4,7992
51	1	1	1	2	3	4082,5245	3113,9143	859,9040	2,0024
52	1	1	1	3	1	28533,7710	3950,0350	4930,2291	3,3303
53	1	1	1	3	2	12008,5904	4397,4525	2494,5851	4,7622
54	1	1	1	3	3	2615,4996	2067,6562	596,0574	0,6874
55	1	1	1	4	1	14510,7528	2918,1190	2949,1586	3,0924
56	1	1	1	4	2	4376,5127	2927,9887	1052,1090	3,8123
57	1	1	1	4	3	2021,6191	2630,4737	547,8358	1,3779
58	1	1	1	5	1	15583,8396	2881,4457	2801,5015	3,9163
59	1	1	1	5	2	4456,6857	3214,4017	1394,9714	3,8140
60	1	1	1	5	3	1801,6883	2307,2516	642,5049	3,6267
61	1	1	1	1	1	10871,6930	3007,2217	629,8486	3,1850
62	1	1	1	1	2	2249,1770	3421,8861	197,9583	1,8838
63	1	1	1	1	3	1075,9117	2793,4741	104,6728	0,3541
64	1	1	1	2	1	10817,5803	2901,3976	731,4497	3,2591
65	1	1	1	2	2	3662,7377	3152,1988	301,8949	8,1271
66	1	1	1	2	3	1589,5877	2782,1984	140,4878	1,7686
67	1	1	1	3	1	15226,2665	3009,3499	1077,3904	3,1425
68	1	1	1	3	2	2915,1036	3175,8441	239,7387	2,5505
69	1	1	1	3	3	1006,3997	2842,1554	108,3130	2,6091
70	1	1	1	4	1	11396,0826	2701,0013	809,0663	2,4651
71	1	1	1	4	2	1682,0445	2332,6797	753,6429	3,0818
72	1	1	1	4	3	816,5195	3175,4098	119,3997	2,4017
73	1	1	1	5	1	22211,6123	2397,6416	1045,5976	3,3350
74	1	1	1	5	2	4183,5373	2731,3592	287,9611	3,8640
75	1	1	1	5	3	1828,3633	3059,2699	147,1085	1,0195
76	1	1	1	1	1	3583,3633	2983,9662	479,1472	2,7631
77	1	1	1	1	2	1023,8384	3399,3399	182,8242	1,6627
78	1	1	1	1	3	373,1995	2798,9207	83,7351	2,9055
79	1	1	1	2	1	12243,2849	2593,2926	1238,8305	2,7739
80	1	1	1	2	2	2159,2620	2716,4981	265,9926	0,9159
81	1	1	1	2	3	820,2922	3012,9548	143,4181	2,2761
82	1	1	1	3	1	4120,0704	2682,4793	700,6257	2,4792
83	1	1	1	3	2	1218,6322	2368,7408	234,1606	2,7295
84	1	1	1	3	3	651,8549	3476,9417	138,4412	0,8516
85	1	1	1	4	1	6148,3250	3255,9338	1027,1497	3,5587
86	1	1	1	4	2	2627,1031	3179,0623	472,6872	3,4711

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
87	1	1	1	4	3	1149,5555	3113,2237	236,8429	1,6604
88	1	1	1	5	1	5434,7786	2635,3995	732,4891	4,6194
89	1	1	1	5	2	1354,2101	2610,0509	256,1901	3,7172
90	1	1	1	5	3	581,8414	2657,3197	134,4606	2,3473
91	1	2	1	1	1	11218,0632	1894,3456	302,6017	3,3834
92	1	2	1	1	2	687,9039	1757,8807	287,3111	3,2809
93	1	2	1	1	3	488,1788	1432,9950	199,2721	2,0631
94	1	2	1	2	1	17563,8847	1141,6891	635,7918	3,6328
95	1	2	1	2	2	962,7343	1582,1267	347,2155	3,1496
96	1	2	1	2	3	1152,3858	1328,2990	334,7911	1,8574
97	1	2	1	3	1	13265,0681	1392,9647	818,6590	3,5304
98	1	2	1	3	2	1461,2744	1848,2783	325,5926	1,1548
99	1	2	1	3	3	321,4725	1198,6592	283,6921	1,6179
100	1	2	1	4	1	21007,3152	1205,4188	609,3904	6,5771
101	1	2	1	4	2	1293,8292	2155,6093	483,4226	2,1522
102	1	2	1	4	3	439,8239	1478,9257	225,9678	1,9395
103	1	2	1	5	1	43559,5203	3423,4688	1688,6691	6,5060
104	1	2	1	5	2	759,0407	2420,4069	375,9141	1,8425
105	1	2	1	5	3	192,0132	1311,8397	275,4799	1,3625
106	1	2	1	1	1	16446,1895	1179,8944	228,8338	2,8555
107	1	2	1	1	2	679,7472	1787,5492	487,2666	2,3141
108	1	2	1	1	3	310,6010	1265,6993	261,1922	1,4412
109	1	2	1	2	1	36855,1604	771,6714	389,6463	2,1738
110	1	2	1	2	2	983,8976	1800,3419	438,2230	1,9955
111	1	2	1	2	3	332,0771	1037,3300	267,0623	0,5485
112	1	2	1	3	1	27832,3878	1118,7604	665,3916	7,3820
113	1	2	1	3	2	845,6039	1515,2742	340,2992	1,9537
114	1	2	1	3	3	331,4685	1211,5484	218,7157	7,5833
115	1	2	1	4	1	19339,0098	1067,2977	498,1305	7,5479
116	1	2	1	4	2	1118,3867	2124,2524	444,3693	2,8419
117	1	2	1	4	3	318,5699	1314,8877	213,7299	1,4753
118	1	2	1	5	1	20134,0218	842,5229	305,8322	4,2784
119	1	2	1	5	2	924,6982	1711,3249	370,5863	1,6178
120	1	2	1	5	3	328,9721	1365,1968	203,6239	1,5617
121	1	2	1	1	1	24305,7464	720,0023	283,5857	22,6740
122	1	2	1	1	2	562,8676	1254,3089	298,2470	22,7137
123	1	2	1	1	3	1376,0313	1704,9486	512,2483	21,9834
124	1	2	1	2	1	79897,7940	1015,8859	389,9317	26,3439
125	1	2	1	2	2	5088,5488	2115,6526	443,4643	23,3397
126	1	2	1	2	3	1568,4529	1794,4665	439,6811	21,2051
127	1	2	1	3	1	30303,9869	814,9577	622,5142	21,4875
128	1	2	1	3	2	2454,7470	1831,1658	335,6776	21,0988
129	1	2	1	3	3	1039,0690	1344,5669	256,0770	21,7849

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
130	1	2	1	4	1	32383,2701	862,8165	764,8948	22,5109
131	1	2	1	4	2	1861,7486	1282,1683	387,9353	20,9975
132	1	2	1	4	3	889,6346	1043,7955	225,1804	21,0586
133	1	2	1	5	1	27931,7499	875,5772	208,9309	21,8570
134	1	2	1	5	2	1284,4021	1362,0641	199,2958	21,3125
135	1	2	1	5	3	1092,0483	1199,3731	254,1640	21,3701
136	1	2	1	1	1	45126,9210	864,3608	178,2446	23,9860
137	1	2	1	1	2	1366,7525	1458,9338	227,9639	21,3426
138	1	2	1	1	3	616,8510	1178,5087	189,8982	21,3902
139	1	2	1	2	1	976,8751	1944,7795	277,2554	22,2943
140	1	2	1	2	2	17545,8339	1334,7222	249,8149	23,0690
141	1	2	1	2	3	7542,0488	1967,4500	287,3900	21,9214
142	1	2	1	3	1	1133,5042	1550,4995	396,5439	21,3633
143	1	2	1	3	2	354,9690	1294,8716	192,9092	21,4092
144	1	2	1	3	3	10912,6489	1178,2514	213,6533	21,3578
145	1	2	1	4	1	24169,3428	755,3634	240,3403	21,7660
146	1	2	1	4	2	1136,7271	1499,5438	287,5464	21,4755
147	1	2	1	4	3	477,5748	1242,1408	165,1026	20,9569
148	1	2	1	5	1	40827,9485	1001,8732	1124,3556	25,5611
149	1	2	1	5	2	2073,2955	1498,1279	346,2312	21,9944
150	1	2	1	5	3	560,3119	1399,4755	259,3579	21,6059
151	1	2	1	1	1	20707,1183	924,5402	136,2238	22,8868
152	1	2	1	1	2	4163,6180	1250,1315	112,3276	21,3684
153	1	2	1	1	3	683,1526	1441,7034	69,6495	21,3315
154	1	2	1	2	1	11185,5003	1039,4906	247,0089	21,3443
155	1	2	1	2	2	841,2929	1775,9433	112,1486	21,3217
156	1	2	1	2	3	427,4855	1563,6414	63,7450	20,4412
157	1	2	1	3	1	17922,9086	1025,7900	146,0727	21,1012
158	1	2	1	3	2	1652,1787	1401,6580	106,0759	20,9207
159	1	2	1	3	3	625,0252	1259,3480	68,8531	20,8344
160	1	2	1	4	1	23684,1297	845,4006	90,7803	20,6630
161	1	2	1	4	2	1395,3287	977,0746	94,0759	21,2268
162	1	2	1	4	3	530,0190	1167,6799	58,6739	20,7316
163	1	2	1	5	1	33937,2601	912,8737	212,3320	22,8218
164	1	2	1	5	2	4393,6106	1298,3116	85,9024	20,8553
165	1	2	1	5	3	1806,2061	1214,4768	67,7012	20,6642
166	1	2	1	1	1	11016,6784	1005,2617	267,8519	22,4285
167	1	2	1	1	2	597,9862	1525,8922	148,8954	20,7361
168	1	2	1	1	3	339,1375	1471,0266	96,0134	21,4896
169	1	2	1	2	1	17590,2880	961,9827	186,3557	21,8630
170	1	2	1	2	2	888,0250	1482,3062	168,8145	20,7476
171	1	2	1	2	3	354,8077	1112,1525	160,3155	21,0339
172	1	2	1	3	1	30712,1261	823,3606	806,1593	20,5618

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
173	1	2	1	3	2	864,9919	1606,4163	314,9409	21,5407
174	1	2	1	3	3	357,8624	1383,8798	196,7074	21,1606
175	1	2	1	4	1	21402,3440	1021,3172	143,1035	21,1051
176	1	2	1	4	2	1049,9368	2046,7588	370,0690	22,2592
177	1	2	1	4	3	449,1222	2286,3378	220,8779	20,7600
178	1	2	1	5	1	22652,1320	1079,6345	278,8673	22,7012
179	1	2	1	5	2	1647,6448	1498,5815	215,3300	20,8222
180	1	2	1	5	3	714,2405	1369,5418	130,7198	20,9153
181	1	3	2	1	1	7708,7387	5882,9013	3777,7781	23,6290
182	1	3	2	1	2	1222,3887	2767,8917	1184,6931	21,6530
183	1	3	2	1	3	408,2272	4777,2043	999,3194	21,0568
184	1	3	2	2	1	34633,9306	3126,8838	9298,5565	25,5296
185	1	3	2	2	2	2531,1615	2458,8445	1944,2240	21,1355
186	1	3	2	2	3	1297,9523	6358,9638	2577,1175	21,1193
187	1	3	2	3	1	18998,7285	3232,5970	5476,1177	23,7419
188	1	3	2	3	2	2432,4843	2494,3222	2136,8230	20,9119
189	1	3	2	3	3	1327,6481	6939,4252	2159,3225	21,6375
190	1	3	2	4	1	22244,9665	3078,5296	4792,4657	23,0848
191	1	3	2	4	2	6085,5800	2040,6386	3895,7114	21,9052
192	1	3	2	4	3	1581,7029	6219,4859	2677,3729	25,9121
193	1	3	2	5	1	37360,2513	3346,4370	2654,7053	22,3552
194	1	3	2	5	2	3334,5009	2136,9597	1417,1177	20,9081
195	1	3	2	5	3	2242,8172	16719,8247	6069,1961	22,1671
196	1	3	2	1	1	14755,1313	6329,4140	6505,0588	23,5073
197	1	3	2	1	2	1180,3702	4032,3689	1486,8158	21,6110
198	1	3	2	1	3	504,4435	5599,6325	1623,3323	21,2810
199	1	3	2	2	1	19853,2258	3697,3823	5281,9701	22,7357
200	1	3	2	2	2	1245,0111	2206,5882	1063,6234	21,8072
201	1	3	2	2	3	425,5865	5352,5040	956,9184	20,9500
202	1	3	2	3	1	15074,1250	4532,9902	6325,3356	23,5343
203	1	3	2	3	2	2253,1993	3147,3658	1231,9366	20,8092
204	1	3	2	3	3	835,2783	4609,2069	1116,3956	20,7040
205	1	3	2	4	1	26196,5886	3896,5354	7236,8910	25,7523
206	1	3	2	4	2	1463,2655	2870,5659	989,1186	31,5048
207	1	3	2	4	3	404,1184	4727,1713	1086,3499	20,7301
208	1	3	2	5	1	13641,4787	3577,6176	9615,5476	24,5285
209	1	3	2	5	2	1756,7464	2547,0546	1461,7180	24,3753
210	1	3	2	5	3	720,5474	5300,4215	2091,8128	21,0827
211	1	3	2	1	1	25896,0769	5351,3902	3211,5865	22,5365
212	1	3	2	1	2	1950,4363	2764,7560	1567,2522	21,1039
213	1	3	2	1	3	565,0299	6198,4752	1865,7804	21,0851
214	1	3	2	2	1	28260,6985	4120,7188	4304,5364	23,7156
215	1	3	2	2	2	1633,4061	2685,6109	1592,1761	21,3817

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
216	1	3	2	2	3	688,8113	5556,1638	1701,8942	21,1973
217	1	3	2	3	1	32966,0459	2507,1726	7014,9692	24,9090
218	1	3	2	3	2	3314,9685	2289,1767	1625,9277	21,3310
219	1	3	2	3	3	964,1826	5870,7286	1713,7924	20,9866
220	1	3	2	4	1	19310,6017	3453,2524	862,9333	21,0312
221	1	3	2	4	2	2428,2158	2564,5627	1250,8088	21,2394
222	1	3	2	4	3	1520,1231	4029,6414	1737,5613	20,6030
223	1	3	2	5	1	17795,5371	3717,7075	4971,0747	24,2785
224	1	3	2	5	2	5446,4918	2480,2490	1093,6236	22,2656
225	1	3	2	5	3	948,7227	5495,3436	1167,2079	20,7354
226	1	3	2	1	1	20856,8623	2923,2799	3472,9329	22,9768
227	1	3	2	1	2	1385,4309	2396,5116	1258,3733	21,1431
228	1	3	2	1	3	897,0047	5922,1931	1384,7411	20,8016
229	1	3	2	2	1	7329,4980	5234,3980	3552,6371	22,5857
230	1	3	2	2	2	772,3479	2979,9308	476,5748	20,9177
231	1	3	2	2	3	483,0921	5478,7313	853,3983	20,9896
232	1	3	2	3	1	5528,2317	4528,0424	2206,6620	23,6393
233	1	3	2	3	2	1517,5785	3955,3860	672,9541	21,2383
234	1	3	2	3	3	585,1717	5474,4824	886,5516	20,8085
235	1	3	2	4	1	21846,2334	3775,8421	3398,6613	25,5262
236	1	3	2	4	2	2407,1419	2980,1791	1502,1803	20,8326
237	1	3	2	4	3	564,4952	6558,4582	1161,8546	21,3007
238	1	3	2	5	1	7858,7370	3366,3439	586,2635	21,0677
239	1	3	2	5	2	440,6305	3021,3733	765,9689	20,7104
240	1	3	2	5	3	165,1201	3524,6486	568,0312	20,6706
241	1	3	2	1	1	40189,5146	2644,2797	1568,3301	23,1061
242	1	3	2	1	2	9141,4966	2974,7484	1699,8777	20,9018
243	1	3	2	1	3	784,8665	4048,2699	1445,2314	20,5181
244	1	3	2	2	1	45709,8076	2610,7151	2127,8629	23,5032
245	1	3	2	2	2	7816,6321	2267,0513	1159,7360	21,0754
246	1	3	2	2	3	1302,6998	4538,5677	1809,6029	21,5107
247	1	3	2	3	1	40891,6841	2386,2245	1959,1239	22,5508
248	1	3	2	3	2	9230,4495	2500,9258	2103,7035	21,4258
249	1	3	2	3	3	1375,8752	4840,3240	2010,7570	20,9669
250	1	3	2	4	1	36149,7762	2156,5689	1092,4392	23,0507
251	1	3	2	4	2	4683,7986	2163,7245	873,0362	20,8777
252	1	3	2	4	3	41724,6401	2109,0446	2336,3784	24,4781
253	1	3	2	5	1	41893,5510	2092,5870	2317,5973	25,0519
254	1	3	2	5	2	8976,2240	2899,4298	2325,0557	21,0373
255	1	3	2	5	3	1242,4894	4652,3483	1152,0908	21,2808
256	1	3	2	1	1	9113,0630	3902,1022	2876,9579	22,8977
257	1	3	2	1	2	1196,3331	3793,2515	916,3758	21,3638
258	1	3	2	1	3	411,1251	4810,4925	1252,0452	20,9480

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
259	1	3	2	2	1	22442,8853	4285,8665	3812,0810	22,2991
260	1	3	2	2	2	1590,7896	2845,6575	1068,5070	21,6260
261	1	3	2	2	3	861,6352	4947,7425	1469,1372	21,1312
262	1	3	2	3	1	28027,2871	3621,0464	1462,9270	21,8714
263	1	3	2	3	2	6209,3434	1903,6417	1788,7240	21,1240
264	1	3	2	3	3	1012,8528	5168,7066	1822,9347	21,0702
265	1	3	2	4	1	21219,9656	4766,0032	3670,5750	22,2103
266	1	3	2	4	2	2321,9528	2493,4942	1892,3077	20,8527
267	1	3	2	4	3	986,0916	4874,9740	1938,0296	20,9005
268	1	3	2	5	1	32101,5685	2606,3963	1236,9108	22,6502
269	1	3	2	5	2	9100,5166	1761,2300	1148,1155	20,5353
270	1	3	2	5	3	1025,8292	3850,9702	1363,0390	20,8812
271	1	4	2	1	1	10312,6750	4290,5492	2780,7935	22,4166
272	1	4	2	1	2	1245,3172	2222,1701	246,2441	20,7659
273	1	4	2	1	3	372,9798	1925,5613	173,4352	20,6797
274	1	4	2	2	1	15295,5527	6300,7498	4667,7477	24,2167
275	1	4	2	2	2	2098,1975	5670,7122	797,4198	21,1066
276	1	4	2	2	3	1573,1584	6191,3056	733,2424	22,7667
277	1	4	2	3	1	26696,0845	6974,6685	7964,7598	24,9502
278	1	4	2	3	2	1994,9274	7170,3306	1147,1562	21,4164
279	1	4	2	3	3	675,5200	6864,1644	794,5587	20,6864
280	1	4	2	4	1	27320,8662	6774,6959	7839,4295	25,3945
281	1	4	2	4	2	4145,8134	8529,1068	2075,4460	23,4385
282	1	4	2	4	3	695,8690	5571,4362	950,7499	21,8026
283	1	4	2	5	1	29130,3229	6118,7789	6299,6015	23,5535
284	1	4	2	5	2	2391,9693	7268,6153	1280,9293	20,7176
285	1	4	2	5	3	1078,6445	7101,7994	1170,9337	21,2207
286	1	4	2	1	1	15941,9586	6423,7082	5817,8362	22,3378
287	1	4	2	1	2	2790,6506	7106,8303	1278,7847	20,8199
288	1	4	2	1	3	1117,8842	7351,0025	1066,4957	21,1802
289	1	4	2	2	1	21701,5418	6867,6449	8991,5258	23,5403
290	1	4	2	2	2	4312,5734	7460,3067	1467,3702	21,0765
291	1	4	2	2	3	1373,4348	8485,3552	1225,4747	21,4289
292	1	4	2	3	1	23631,4363	7471,1981	11288,5104	25,0747
293	1	4	2	3	2	3995,2704	7217,4662	1227,8768	21,3818
294	1	4	2	3	3	1353,4782	8244,9832	1123,2913	21,6769
295	1	4	2	4	1	19990,6445	7317,7076	9818,7427	24,6700
296	1	4	2	4	2	1794,4248	6986,2581	815,9416	22,6086
297	1	4	2	4	3	1007,8997	8304,6111	861,2350	21,5385
298	1	4	2	5	1	16570,1464	6995,7744	6137,7365	22,6723
299	1	4	2	5	2	1863,5797	7535,7751	847,8521	20,8213
300	1	4	2	5	3	1527,2316	6994,9402	790,8173	21,6428
301	1	4	2	1	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
302	1	4	2	1	2	4650,1058	5714,8327	2452,8572	40,7367
303	1	4	2	1	3	271,4858	1519,6928	390,8316	20,6318
304	1	4	2	2	1	15804,9962	6856,6458	3846,4236	24,2271
305	1	4	2	2	2	1412,2366	5719,3494	704,3529	21,8262
306	1	4	2	2	3	1014,9151	8213,7329	1158,7806	21,6306
307	1	4	2	3	1	37114,5656	5630,8468	6431,2714	23,8247
308	1	4	2	3	2	7051,2982	9222,5308	2110,0037	40,2276
309	1	4	2	3	3	1402,9836	8426,2344	1835,0557	22,1157
310	1	4	2	4	1	42675,5063	5185,8270	1426,2811	23,2255
311	1	4	2	4	2	2240,9267	7443,6127	1159,4440	21,1173
312	1	4	2	4	3	908,4613	6927,0838	1153,0703	20,9099
313	1	4	2	5	1	26720,9131	6768,1297	2669,0605	22,1402
314	1	4	2	5	2	5688,0659	14074,8718	2345,7607	21,3272
315	1	4	2	5	3	642,9305	7260,9535	1382,1975	21,2460
316	1	4	2	1	1	19021,7008	6802,7553	5741,8529	23,2522
317	1	4	2	1	2	107,4610	52,1725	35,7956	20,6486
318	1	4	2	1	3	1050,0840	7375,2974	876,2132	21,9583
319	1	4	2	2	1	14930,0867	5243,0434	2401,7848	23,0226
320	1	4	2	2	2	814,2463	2850,9782	311,5399	20,9706
321	1	4	2	2	3	920,3221	7772,1550	605,0330	20,8159
322	1	4	2	3	1	16992,2340	6846,9714	5455,4555	23,1819
323	1	4	2	3	2	1588,0763	6774,9447	756,3648	20,7031
324	1	4	2	3	3	1022,2171	8586,0318	1011,3113	20,7741
325	1	4	2	4	1	32958,2012	6673,1796	3150,7689	23,7142
326	1	4	2	4	2	3216,7584	6745,8981	1593,3587	20,8008
327	1	4	2	4	3	949,8540	7851,5223	1813,3267	21,1088
328	1	4	2	5	1	13435,0000	6486,8809	613,0964	20,8928
329	1	4	2	5	2	1384,8898	7278,5635	770,7692	20,6042
330	1	4	2	5	3	610,4698	7318,3977	849,3093	21,4449
331	1	4	2	1	1	40373,2665	6291,1559	923,8669	21,2874
332	1	4	2	1	2	5045,9361	5586,6707	1830,6207	20,8636
333	1	4	2	1	3	3280,1947	8119,3275	2217,7178	21,8862
334	1	4	2	2	1	101187,3177	11532,5514	1604,2509	25,0128
335	1	4	2	2	2	4338,7304	6421,9211	1628,9048	21,1205
336	1	4	2	2	3	1863,9534	6574,0819	1724,9813	20,7076
337	1	4	2	3	1	35468,4441	6639,5397	1150,0137	21,9011
338	1	4	2	3	2	5271,9295	6235,6402	2751,0799	21,0216
339	1	4	2	3	3	1003,9867	5206,3045	1240,6450	21,2876
340	1	4	2	4	1	40900,9284	6992,0889	952,7201	22,0484
341	1	4	2	4	2	5400,4507	6594,0185	1981,1469	21,6563
342	1	4	2	4	3	1467,8237	6435,6951	1717,6425	22,2137
343	1	4	2	5	1	34148,6568	5427,5769	792,4701	21,8401
344	1	4	2	5	2	2853,6751	9375,4685	1445,0229	26,0055

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
345	1	4	2	5	3	1502,7469	5584,9053	1262,1131	20,9368
346	1	4	2	1	1	13663,9842	7335,9276	6080,8231	24,4788
347	1	4	2	1	2	2013,3562	6795,6355	1061,7825	21,3491
348	1	4	2	1	3	1319,0779	8530,7033	1137,5435	21,9576
349	1	4	2	2	1	24892,4592	6472,4232	1452,9760	23,0891
350	1	4	2	2	2	2645,7570	8049,1702	1026,0350	21,0664
351	1	4	2	2	3	1032,7147	7452,3763	1127,4570	20,8573
352	1	4	2	3	1	37104,4368	6671,9951	822,4058	21,4793
353	1	4	2	3	2	1521,1484	4827,6698	846,0557	21,0836
354	1	4	2	3	3	921,3171	6529,4968	1799,7195	21,5286
355	1	4	2	4	1	32060,3457	6321,7984	783,4675	22,3297
356	1	4	2	4	2	2540,4765	6594,4787	952,6337	20,5825
357	1	4	2	4	3	1885,6331	6919,5096	1769,9662	20,9313
358	1	4	2	5	1	51058,5495	10624,4628	5028,6984	25,0633
359	1	4	2	5	2	4568,8035	7910,9381	2104,9715	21,6884
360	1	4	2	5	3	1766,2356	5728,3702	1827,5679	20,6056
361	2	1	1	1	1	13030,2358	1413,9451	1944,8201	26,7321
362	2	1	1	1	2	4789,2220	2154,3289	1520,3160	24,7901
363	2	1	1	1	3	1001,9035	1547,5147	449,1086	24,0448
364	2	1	1	2	1	25349,8271	1577,6662	2704,5882	25,8510
365	2	1	1	2	2	12208,0952	1933,2808	3526,0955	23,8336
366	2	1	1	2	3	8831,7716	2296,3298	3035,0770	23,7557
367	2	1	1	3	1	17501,9527	1682,6620	2712,5836	26,5452
368	2	1	1	3	2	2597,7979	1828,0336	836,0409	24,2386
369	2	1	1	3	3	1491,8403	1707,3836	418,9953	23,5591
370	2	1	1	4	1	17346,8108	1472,4258	2062,0650	29,7875
371	2	1	1	4	2	5084,5968	2066,9287	1226,5587	24,3314
372	2	1	1	4	3	1474,1208	1662,7322	785,8956	22,7647
373	2	1	1	5	1	20323,0203	1681,6801	3790,2641	25,1892
374	2	1	1	5	2	3575,9457	1335,7963	990,9402	23,5421
375	2	1	1	5	3	1874,0043	1899,6737	430,0618	23,1827
376	2	1	1	1	1	18311,5714	1961,7126	2239,1240	25,0633
377	2	1	1	1	2	4619,3331	2046,0173	1643,8874	44,9648
378	2	1	1	1	3	1691,8901	2338,9200	919,7345	22,9680
379	2	1	1	2	1	14398,1080	2208,9573	2909,1975	25,0252
380	2	1	1	2	2	2979,5240	2775,4012	985,8034	23,3048
381	2	1	1	2	3	835,3335	2118,2425	337,7485	23,0448
382	2	1	1	3	1	22307,1396	1319,3125	1630,4285	24,0379
383	2	1	1	3	2	8499,5759	1192,5179	1675,5218	22,9461
384	2	1	1	3	3	8037,0077	1491,3555	1651,0534	22,9314
385	2	1	1	4	1	24695,9272	1866,3052	3399,1322	24,9695
386	2	1	1	4	2	6075,7997	1770,6934	1115,2089	23,2223
387	2	1	1	4	3	1093,2386	2277,6592	232,9603	22,8009

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
388	2	1	1	5	1	36758,3067	1877,2036	4037,0857	24,9166
389	2	1	1	5	2	6264,9847	1682,5969	1537,0520	23,4562
390	2	1	1	5	3	2718,5635	1429,8171	799,3097	22,5466
391	2	1	1	1	1	11353,7284	1709,7107	902,8829	24,2373
392	2	1	1	1	2	2130,5873	1958,1391	376,1651	23,4534
393	2	1	1	1	3	596,7192	1929,0442	205,2990	22,6441
394	2	1	1	2	1	11189,3151	1777,6541	1179,5932	23,2076
395	2	1	1	2	2	4453,3979	2122,0486	573,3855	37,4331
396	2	1	1	2	3	843,4197	1927,8724	121,5578	22,5342
397	2	1	1	3	1	14476,1282	1910,8894	874,3126	24,2538
398	2	1	1	3	2	4544,5786	2004,4887	941,1305	23,3935
399	2	1	1	4	1	2228,6224	2159,0979	425,9463	22,7228
400	2	1	1	4	2	18714,3400	1745,0919	1308,6946	26,6518
401	2	1	1	4	3	4606,5440	2001,8086	961,7339	23,8609
402	2	1	1	4	3	1617,3994	2146,0883	522,5497	23,0845
403	2	1	1	5	1	15204,5166	1905,7604	1111,0370	25,5942
404	2	1	1	5	2	2294,5198	2509,6136	632,8356	23,1379
405	2	1	1	5	3	953,3492	2235,1960	370,3624	22,5662
406	2	1	1	1	1	24569,1893	1462,0941	2221,1744	24,5735
407	2	1	1	1	2	4512,9698	1566,0330	2187,2753	22,7240
408	2	1	1	1	3	3072,1577	1479,2503	1554,7923	22,7631
409	2	1	1	2	1	31275,1326	1727,9345	2619,5806	25,6300
410	2	1	1	2	2	4309,8702	2154,3394	2030,2764	23,7351
411	2	1	1	2	3	1795,8637	2037,5894	1094,3114	23,8847
412	2	1	1	3	1	21048,5275	1426,7964	1359,2489	24,4372
413	2	1	1	3	2	7511,8029	1896,5241	1804,3595	23,1863
414	2	1	1	3	3	4114,4070	2162,8029	1422,4202	22,9111
415	2	1	1	4	1	20975,1010	1488,2395	2877,1437	26,0833
416	2	1	1	4	2	3284,7944	1885,2884	1426,8766	22,9887
417	2	1	1	4	3	1809,0613	1787,3811	515,5598	22,7555
418	2	1	1	5	1	16309,7085	1774,1590	1552,0969	24,0740
419	2	1	1	5	2	3882,8369	1990,4382	1276,0732	22,6886
420	2	1	1	5	3	2806,4994	1936,5534	1050,3923	22,9824
421	2	1	1	1	1	11582,9473	1769,4240	817,9833	24,5225
422	2	1	1	1	2	2296,8516	2173,8502	628,0633	23,2493
423	2	1	1	1	3	687,0435	2211,3457	215,0475	22,6297
424	2	1	1	2	1	13353,1195	1749,3064	840,0765	26,2014
425	2	1	1	2	2	1907,8436	2160,3251	805,4846	23,0105
426	2	1	1	2	3	919,5059	2079,6814	481,5523	23,2857
427	2	1	1	3	1	14512,1720	1687,3441	944,4228	26,2579
428	2	1	1	3	2	4849,4131	2077,1966	1101,2144	23,4272
429	2	1	1	3	3	2130,6758	1823,8410	555,8429	22,7847
430	2	1	1	4	1	9999,3794	1734,5925	1269,0932	24,9985

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
431	2	1	1	4	2	3605,7766	2370,3724	1032,0008	23,9497
432	2	1	1	4	3	1280,9472	2122,2567	500,2730	23,0605
433	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
434	2	1	1	5	2	2251,7151	1684,8446	291,1432	24,7897
435	2	1	1	5	3	1550,4765	2108,7366	151,1739	22,7021
436	2	1	1	1	1	4151,7521	2106,8729	312,3304	23,4551
437	2	1	1	1	2	1063,9722	2287,8938	82,3531	22,5190
438	2	1	1	1	3	584,5626	2211,8144	38,5007	22,9343
439	2	1	1	2	1	585,5535	2217,2945	38,6411	22,7864
440	2	1	1	2	2	4443,9092	1786,0840	302,1462	24,4542
441	2	1	1	2	3	473,7151	2541,2994	141,5546	22,0678
442	2	1	1	3	1	9280,0895	1941,1438	647,4366	23,7948
443	2	1	1	3	2	2101,0237	2557,6151	567,5219	22,2605
444	2	1	1	3	3	894,3366	2469,6132	330,4743	21,9293
445	2	1	1	4	1	6894,7411	1998,2852	411,7144	22,9465
446	2	1	1	4	2	1415,4671	2276,0318	291,9516	23,4525
447	2	1	1	4	3	504,9343	2500,1203	139,3039	21,6592
448	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
449	2	1	1	5	2	1797,4132	2186,5492	256,1978	22,6100
450	2	1	1	5	3	696,4650	2685,8392	68,0457	23,4613
451	2	2	1	1	1	18830,8752	581,3041	922,4187	29,3462
452	2	2	1	1	2	1392,2667	715,0123	541,6074	22,3820
453	2	2	1	1	3	244,0277	1147,1225	194,8715	21,8546
454	2	2	1	2	1	17135,8208	527,1814	900,9254	26,0037
455	2	2	1	2	2	1254,1224	824,2609	868,1250	22,4709
456	2	2	1	2	3	238,0030	1430,4046	194,8474	22,3032
457	2	2	1	3	1	14639,3750	545,3913	205,5365	23,2428
458	2	2	1	3	2	1252,5572	748,8576	627,3818	21,6375
459	2	2	1	3	3	332,7075	1215,2249	143,3720	21,9408
460	2	2	1	4	1	5563,9735	263,3895	225,5090	22,1745
461	2	2	1	4	2	1120,7062	665,6971	964,4618	21,9020
462	2	2	1	4	3	240,0455	1290,3545	163,7232	22,0131
463	2	2	1	5	1	17358,9038	809,2011	1062,3677	23,3555
464	2	2	1	5	2	1540,5607	1074,6204	490,0184	22,1984
465	2	2	1	5	3	227,6256	1469,5438	173,5516	21,9661
466	2	2	1	1	1	9902,8302	838,8857	1507,3999	22,5808
467	2	2	1	1	2	1863,8992	557,8061	647,0508	22,3258
468	2	2	1	1	3	542,0038	1557,4863	139,3778	23,3714
469	2	2	1	2	1	9229,3093	477,6493	615,6118	23,0096
470	2	2	1	2	2	889,5004	1495,9264	489,4725	22,2184
471	2	2	1	2	3	254,4239	1268,6492	195,8635	21,5452
472	2	2	1	3	1	19,7670	13,6522	7,7925	21,8879
473	2	2	1	3	2	575,3907	667,1561	275,3460	21,6107

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
474	2	2	1	3	3	679,1957	1302,3621	415,6055	22,1625
475	2	2	1	4	1	8507,8906	677,9634	271,6646	22,2095
476	2	2	1	4	2	1728,9947	859,1033	729,2031	22,1309
477	2	2	1	4	3	588,6563	1250,5674	232,3509	21,8202
478	2	2	1	5	1	16051,8649	656,3672	453,8818	22,6292
479	2	2	1	5	2	9709,3525	473,0842	647,4985	21,8737
480	2	2	1	5	3	995,8879	1195,1937	200,3990	23,1494
481	2	2	1	1	1	28725,8655	317,5984	132,5512	23,5504
482	2	2	1	1	2	3490,2466	1053,6050	243,9253	22,2939
483	2	2	1	1	3	283,3121	1065,4426	132,0466	21,4617
484	2	2	1	2	1	19965,8609	408,8019	279,5061	23,6410
485	2	2	1	2	2	1034,3232	604,5053	415,3584	21,4405
486	2	2	1	2	3	256,2384	1282,4112	109,8614	21,8682
487	2	2	1	3	1	12253,8429	937,8073	676,0777	22,9694
488	2	2	1	3	2	2079,2213	698,0972	401,7712	22,5578
489	2	2	1	3	3	888,8160	1838,2705	185,0352	25,9474
490	2	2	1	4	1	21493,3382	491,0834	168,6777	23,0439
491	2	2	1	4	2	1878,6574	659,7481	526,2985	23,0058
492	2	2	1	4	3	250,3575	1175,6444	112,0822	21,8258
493	2	2	1	5	1	6063,5587	633,1636	566,6421	22,3956
494	2	2	1	5	2	411,7953	1050,9941	150,0682	21,7158
495	2	2	1	5	3	155,1950	1606,5497	88,8007	21,8772
496	2	2	1	1	1	28949,2548	398,2880	224,3076	24,7961
497	2	2	1	1	2	1609,5890	705,8071	376,1399	21,4444
498	2	2	1	1	3	396,4802	1175,6390	99,0399	22,3449
499	2	2	1	2	1	49899,9783	374,7329	404,5398	27,3183
500	2	2	1	2	2	9338,9973	631,8012	741,9843	22,3397
501	2	2	1	2	3	258,8096	1096,0224	102,0126	21,4685
502	2	2	1	3	1	10123,8446	657,0225	1251,7984	21,9660
503	2	2	1	3	2	658,3099	825,6565	173,3326	21,6047
504	2	2	1	3	3	115,0007	1353,3545	76,1988	21,2864
505	2	2	1	4	1	2324,5232	619,7781	540,4823	24,2245
506	2	2	1	4	2	1183,4269	1036,9205	503,9670	22,5947
507	2	2	1	4	3	198,3995	1046,7836	110,0036	21,6179
508	2	2	1	5	1	2104,6547	415,4472	273,1169	22,4191
509	2	2	1	5	2	732,8481	1154,5686	388,8564	21,6734
510	2	2	1	5	3	127,4998	1354,2695	82,6359	22,1588
511	2	2	1	1	1	7905,1210	276,4283	58,5010	21,5805
512	2	2	1	1	2	733,4904	638,8097	99,6133	22,1279
513	2	2	1	1	3	165,0843	1021,7735	50,8951	21,6851
514	2	2	1	2	1	8118,6744	632,3247	91,8999	23,4605
515	2	2	1	2	2	313,2157	737,6831	93,2072	21,7334
516	2	2	1	2	3	178,0798	1300,6548	142,2258	21,8731

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
517	2	2	1	3	1	831,8997	586,8516	138,7688	21,6803
518	2	2	1	3	2	457,8903	615,2606	136,6102	21,9542
519	2	2	1	3	3	102,2895	818,7313	106,9824	21,3247
520	2	2	1	4	1	27957,9490	522,7270	267,8500	29,1800
521	2	2	1	4	2	1929,9230	926,4668	175,9498	23,6067
522	2	2	1	4	3	1364,7426	921,7039	154,0905	22,0675
523	2	2	1	5	1	3150,7030	279,6004	29,5552	22,2433
524	2	2	1	5	2	673,1441	424,4849	57,1762	24,5812
525	2	2	1	5	3	386,2156	1187,9248	74,0255	22,2105
526	2	2	1	1	1	4295,6317	284,5004	75,4165	21,9613
527	2	2	1	1	2	284,9294	956,6035	70,9215	21,9642
528	2	2	1	1	3	111,7975	1194,0110	70,3651	21,5656
529	2	2	1	2	1	17013,7999	511,5376	109,9548	23,5216
530	2	2	1	2	2	713,5507	755,1829	84,2094	22,7877
531	2	2	1	2	3	300,2745	1304,1163	148,2328	22,2526
532	2	2	1	3	1	15319,0041	396,9447	195,6075	22,3101
533	2	2	1	3	2	327,4299	631,0710	122,3674	22,0566
534	2	2	1	3	3	125,2275	995,1888	88,0895	21,7245
535	2	2	1	4	1	576,4439	754,4674	139,5843	22,3359
536	2	2	1	4	2	75,3875	730,5486	69,9831	22,4516
537	2	2	1	4	3	92,9224	745,8317	70,9444	22,4770
538	2	2	1	5	1	8842,5397	434,4119	122,7164	22,0475
539	2	2	1	5	2	491,0439	756,3447	144,0858	22,5888
540	2	2	1	5	3	107,8652	617,1365	80,1762	22,0700
541	2	3	2	1	1	7028,6030	2323,4557	1335,8333	23,9015
542	2	3	2	1	2	1409,2653	1503,2512	740,3882	22,3965
543	2	3	2	1	3	178,4017	4382,7529	797,9439	22,8235
544	2	3	1	2	1	7134,8911	2045,5893	1441,3928	23,4120
545	2	3	1	2	2	2700,5255	1640,4993	1455,5894	22,3974
546	2	3	1	2	3	312,0793	5549,4709	1250,9081	22,2957
547	2	3	1	3	1	16928,8884	3265,5561	1197,0255	24,8537
548	2	3	1	3	2	46,0811	305,7303	9,2428	22,0216
549	2	3	1	3	3	3223,2049	2422,2833	1464,3251	27,9807
550	2	3	1	4	1	10505,3194	4056,3694	1505,8517	24,4324
551	2	3	1	4	2	732,2518	2291,6033	730,9306	22,1399
552	2	3	1	4	3	267,6778	5180,7765	1111,6733	23,0062
553	2	3	1	5	1	25371,0914	1581,1925	1864,6236	23,6398
554	2	3	1	5	2	1785,5517	1890,9776	935,6785	22,2712
555	2	3	1	5	3	165,1459	5524,2407	897,3655	22,2363
556	2	3	2	1	1	34797,4363	1375,5034	867,8475	23,8327
557	2	3	2	1	2	1377,0846	2217,5186	668,1137	22,2134
558	2	3	2	1	3	192,0595	4863,0129	768,7338	22,3343
559	2	3	2	2	1	13687,1175	2743,3424	5267,1009	25,8910

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
560	2	3	2	2	2	2549,6400	2326,4779	1438,5213	23,7736
561	2	3	2	2	3	185,1083	5854,2609	1116,6405	22,4370
562	2	3	2	3	1	6083,6060	2892,5013	828,6541	23,0427
563	2	3	2	3	2	1541,3957	2858,5253	663,4834	22,1896
564	2	3	2	3	3	221,6721	6494,2417	1013,4892	22,2074
565	2	3	2	4	1	14580,1337	2074,9683	2244,5978	23,7940
566	2	3	2	4	2	530,6437	4806,9483	508,3892	22,1538
567	2	3	2	4	3	125,7044	3898,5452	519,5520	22,0713
568	2	3	2	5	1	13679,8268	3034,1459	1360,2295	23,0601
569	2	3	2	5	2	466,8856	4897,9493	670,0562	22,0783
570	2	3	2	5	3	2241,0420	3858,8361	1884,6266	24,8830
571	2	3	3	1	1	16263,9182	1892,3255	2906,3671	23,9819
572	2	3	3	1	2	1412,0865	1823,6484	1161,5051	22,4312
573	2	3	3	1	3	178,8319	3919,1238	1129,1396	21,9830
574	2	3	3	2	1	12534,6865	2287,6499	900,3605	24,6907
575	2	3	3	2	2	1603,8218	2531,7555	1177,2945	22,5192
576	2	3	3	2	3	185,1539	4160,5130	869,9348	22,6571
577	2	3	3	3	1	25474,8948	3124,8688	3559,9718	27,7804
578	2	3	3	3	2	238,3385	7032,8606	1555,1939	22,5048
579	2	3	3	3	3	222,9611	6681,1209	1488,5315	22,6631
580	2	3	3	4	1	27275,0304	2102,3462	3707,8327	25,5052
581	2	3	3	4	2	2261,3111	2857,1383	1264,3019	22,3292
582	2	3	3	4	3	237,8984	6348,5703	1265,9810	23,6750
583	2	3	3	5	1	10044,0569	2463,7891	885,4944	23,9040
584	2	3	3	5	2	736,4665	2234,9746	1375,7946	23,1739
585	2	3	3	5	3	77,0003	3685,1661	764,6253	21,9867
586	2	3	4	1	1	20014,6458	2901,2285	4637,9519	24,2919
587	2	3	4	1	2	1909,4750	1889,0888	1092,9571	22,2513
588	2	3	4	1	3	297,9932	6809,6439	1417,7077	22,6221
589	2	3	4	2	1	8162,2591	2464,2811	2983,6595	23,9903
590	2	3	4	2	2	1404,2278	2187,6286	884,1478	22,5061
591	2	3	4	2	3	235,5850	5333,3735	1013,5087	22,2676
592	2	3	4	3	1	22145,7433	1643,2997	7681,5173	25,6160
593	2	3	4	3	2	789,6557	2680,5876	460,8997	23,4082
594	2	3	4	3	3	150,2943	6378,6454	684,8965	22,2772
595	2	3	4	4	1	22506,9431	2747,2354	523,4182	23,4666
596	2	3	4	4	2	122,3266	5286,7734	494,8982	21,8191
597	2	3	4	4	3	633,3123	3852,2682	438,2605	22,2982
598	2	3	4	5	1	9763,5607	2631,5572	534,3899	23,1580
599	2	3	4	5	2	1442,6443	3069,9202	372,8512	25,6063
600	2	3	4	5	3	142,0390	5727,6837	434,4546	21,6735
601	2	3	5	1	1	24115,4620	1392,0537	250,4335	24,2731
602	2	3	5	1	2	1383,4137	3190,2681	1066,2294	22,8525

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
598	2	3	4	5	1	9763,5607	2631,5572	534,3899	23,1580
602	2	3	2	1	2	1383,4137	3190,2681	1066,2294	22,8525
603	2	3	2	1	3	102,1959	4339,4337	686,8650	22,7279
604	2	3	2	2	1	1006,8596	3515,4146	605,9035	22,0918
605	2	3	2	2	2	963,4481	3481,8453	606,4326	21,9956
606	2	3	2	2	3	68,3320	4974,6821	831,9320	21,7427
607	2	3	2	3	1	34,2598	9,7618	8,1259	22,5288
608	2	3	2	3	2	2216,4232	1859,1362	1175,7551	22,7223
609	2	3	2	3	3	210,4444	5541,2320	893,8916	22,0007
610	2	3	2	4	1	28772,5452	1788,4141	1483,3822	25,7187
611	2	3	2	4	2	2856,6965	2034,2219	1289,3168	22,6875
612	2	3	2	4	3	278,6927	3129,1374	746,6105	21,7391
613	2	3	2	5	1	21126,4100	1776,9756	2115,5288	24,3452
614	2	3	2	5	2	1708,6060	2076,7201	1284,4385	22,4177
615	2	3	2	5	3	253,7922	4900,9534	1048,3181	22,2745
616	2	3	2	1	1	31656,2615	1476,5661	746,8220	25,1667
617	2	3	2	1	2	907,4315	2643,5975	904,2430	22,3455
618	2	3	2	1	3	82,5424	5044,1334	984,5116	21,7641
619	2	3	2	2	1	30924,9474	3677,3797	923,7362	24,3443
620	2	3	2	2	2	2447,3565	2454,1063	1338,6380	22,0878
621	2	3	2	2	3	204,3250	3931,8060	1488,3300	21,7251
622	2	3	2	3	1	18212,4801	1678,0299	654,0276	22,9377
623	2	3	2	3	2	1078,0707	2207,4625	909,2674	22,1306
624	2	3	2	3	3	213,0594	4053,1241	1382,5994	22,0953
625	2	3	2	4	1	35423,2955	885,8561	151,0175	27,6013
626	2	3	2	4	2	261,5646	3446,3251	675,5258	21,7031
627	2	3	2	4	3	54,4995	3334,6958	705,2405	21,9131
628	2	3	2	5	1	24408,7585	1751,7601	427,4613	22,5490
629	2	3	2	5	2	1010,1250	2851,9403	1028,1542	22,0875
630	2	3	2	5	3	63,9916	4532,8440	941,8913	21,8855
631	2	4	2	1	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
632	2	4	2	1	2	805,3449	6857,1730	540,2986	22,3996
633	2	4	2	1	3	449,8643	6888,3446	636,9169	22,2253
634	2	4	2	2	1	20491,2032	5771,8511	5775,3401	25,4786
635	2	4	2	2	2	1157,6124	6903,1071	707,3218	22,6714
636	2	4	2	2	3	1155,2159	8827,2256	1017,8663	22,2779
637	2	4	2	3	1	14053,3025	7516,7748	2201,2078	24,6505
638	2	4	2	3	2	789,4953	5876,5348	509,6259	22,1675
639	2	4	2	3	3	503,4047	6064,8009	540,4071	22,0467
640	2	4	2	4	1	13980,3363	4747,9332	3785,7313	25,3330
641	2	4	2	4	2	1102,2642	6573,0741	556,1415	22,2466
642	2	4	2	4	3	687,0781	8725,7176	952,3207	22,0603
643	2	4	2	5	1	20432,9783	4101,1399	728,9751	24,7299

Continua...

Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
644	2	4	2	5	2	623,7172	5254,6607	424,1769	22,0463
645	2	4	2	5	3	934,4492	7784,2286	567,4605	22,6941
646	2	4	2	1	1	10285,1512	2996,4038	1411,2520	23,5680
647	2	4	2	1	2	328,4982	5684,4333	408,3436	21,7586
648	2	4	2	1	3	254,5673	5365,6150	429,1214	21,4992
649	2	4	2	2	1	6628,4534	4349,7633	1265,9124	23,2624
650	2	4	2	2	2	625,5855	5090,1338	411,3200	21,8848
651	2	4	2	2	3	309,5412	7550,5754	531,0586	21,5930
652	2	4	2	3	1	11470,7173	3413,6514	3571,0300	24,2642
653	2	4	2	3	2	1301,8673	7050,7518	641,3482	22,3114
654	2	4	2	3	3	383,2084	5098,8081	519,6348	22,0024
655	2	4	2	4	1	4607,7842	4517,5310	1264,3822	22,8574
656	2	4	2	4	2	529,5504	4785,1779	335,3656	22,1199
657	2	4	2	4	3	365,4555	5753,1944	426,2083	21,9879
658	2	4	2	5	1	10894,6462	3248,5000	421,0385	23,2200
659	2	4	2	5	2	366,5074	5332,9561	315,3228	22,7450
660	2	4	2	5	3	496,9266	5943,9880	326,9811	23,9018
661	2	4	2	1	1	21580,7715	5657,7664	3934,7760	26,5408
662	2	4	2	1	2	1079,3458	7254,0847	670,2699	22,0908
663	2	4	2	1	3	488,7080	6889,4762	661,7505	22,4134
664	2	4	2	2	1	16189,3063	6108,9731	2525,0332	24,9412
665	2	4	2	2	2	494,4360	8337,5626	511,3455	21,5808
666	2	4	2	2	3	287,1989	6450,4682	569,0494	22,1265
667	2	4	2	3	1	8736,2956	5118,6331	1582,2312	23,2795
668	2	4	2	3	2	663,8810	6774,2825	591,6219	21,9674
669	2	4	2	3	3	367,5454	5861,4143	532,0497	22,3549
670	2	4	2	4	1	9930,8883	3982,8689	2302,5171	23,8459
671	2	4	2	4	2	441,8745	6924,2998	616,6612	21,5795
672	2	4	2	4	3	347,6241	8378,3137	788,1226	22,0040
673	2	4	2	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
674	2	4	2	5	2	558,0787	7506,8247	611,5732	21,9968
675	2	4	2	5	3	246,3093	8585,9002	460,5630	21,9401
676	2	4	2	1	1	17373,0920	6749,0890	3846,2388	24,8762
677	2	4	2	1	2	738,2231	5521,3328	425,1944	21,9066
678	2	4	2	1	3	319,7199	8367,5564	679,0069	22,0638
679	2	4	2	2	1	6001,9239	5685,9571	1652,5385	23,1431
680	2	4	2	2	2	543,9052	6280,7486	313,2564	22,7940
681	2	4	2	2	3	254,0939	7066,2508	389,7641	22,4575
682	2	4	2	3	1	7566,3867	3278,3434	357,1664	23,1009
683	2	4	2	3	2	864,2558	6438,3919	305,5717	21,8451
684	2	4	2	3	3	461,6685	7140,9933	328,7959	22,1189
685	2	4	2	4	1	5509,2063	4639,6299	287,7620	23,0744
686	2	4	2	4	2	382,0259	4806,0287	234,1163	21,9068

Continua...

## Quadro I. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	mg/kg			
						Fe	Mg	Mn	Ni
687	2	4	2	4	3	207,6779	5015,7871	284,8775	21,8481
688	2	4	2	5	1	5027,0185	4068,0500	297,1661	22,9725
689	2	4	2	5	2	64,3517	87,3919	11,4351	22,1746
690	2	4	2	5	3	459,6486	5747,5480	275,6123	21,8536
691	2	4	2	1	1	26375,2397	4371,5080	450,0573	23,6495
692	2	4	2	1	2	534,8468	5934,9817	459,2344	22,0313
693	2	4	2	1	3	423,6705	8617,5960	678,0713	22,7585
694	2	4	2	2	1	23788,0229	5970,8482	655,3818	23,3849
695	2	4	2	2	2	923,8579	5889,4772	499,1963	21,6102
696	2	4	2	2	3	844,3708	6997,5109	597,7226	22,2327
697	2	4	2	3	1	7375,7170	5899,0121	1068,2041	23,7446
698	2	4	2	3	2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
699	2	4	2	3	3	574,0153	8631,0130	885,8070	26,2464
700	2	4	2	4	1	6107,5530	5469,1649	834,4890	22,8558
701	2	4	2	4	2	1206,8689	6749,4089	968,6700	25,6566
702	2	4	2	4	3	277,5061	8508,8628	671,5027	21,7746
703	2	4	2	5	1	37637,0644	3668,9956	942,2716	25,1073
704	2	4	2	5	2	1255,6703	7699,9249	850,0202	21,7930
705	2	4	2	5	3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
706	2	4	2	1	1	11059,1026	5902,3494	675,5643	22,5957
707	2	4	2	1	2	634,9748	6359,0373	477,0937	22,7362
708	2	4	2	1	3	371,6835	8716,0289	868,4945	22,1594
709	2	4	2	2	1	49700,0104	4507,3181	334,1036	27,8405
710	2	4	2	2	2	1024,1643	6427,6642	1036,5332	22,0817
711	2	4	2	2	3	565,0563	10131,4370	1443,2767	22,1233
712	2	4	2	3	1	39379,4254	3842,5388	359,6241	22,8413
713	2	4	2	3	2	2066,6811	7238,3655	1277,2611	22,1788
714	2	4	2	3	3	866,8181	7038,0456	1053,0221	22,1008
715	2	4	2	4	1	28285,8753	4558,7129	919,4367	23,2493
716	2	4	2	4	2	347,7626	108,7801	22,5428	22,0515
717	2	4	2	4	3	654,9664	6402,8690	710,2224	21,8683
718	2	4	2	5	1	8792,8156	2693,1383	274,3039	23,2462
719	2	4	2	5	2	350,1104	7224,4205	691,2491	22,2024
720	2	4	2	5	3	275,7768	7592,1005	501,6640	22,6138

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo.

Parte: 1 = raiz; 2 = morto; 3 = folha. Espécie: 1 = *Salvinia auriculata*; 2 = *Eleocharis obtusetrigona*; 3 = *Eichhornia crassipes* e 4 = *Pistia stratiotes*.

Quadro J. Concentração de Pb, Zn, K e P em plantas por parte

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
1	1	1	1	1	1	5,4865	59,4221	1868,7984	165,2340
2	1	1	1	1	2	13,3786	35,6706	1881,0347	79,9892
3	1	1	1	1	3	12,6508	71,0283	1868,7984	121,9848
4	1	1	1	2	1	16,0394	71,2555	1921,1946	177,1432
5	1	1	1	2	2	8,8376	47,6785	1860,5866	118,2240
6	1	1	1	2	3	17,0717	42,0196	1926,9238	126,9992
7	1	1	1	3	1	11,1364	91,2503	1919,7046	226,6604
8	1	1	1	3	2	16,2091	65,6221	1821,9883	113,2096
9	1	1	1	3	3	9,8762	28,3539	1933,6155	127,6260
10	1	1	1	4	1	57,7631	161,7585	1893,8419	168,9948
11	1	1	1	4	2	56,4479	105,3361	1837,9653	90,6448
12	1	1	1	4	3	10,1884	29,0625	1918,1899	98,7932
13	1	1	1	5	1	25,9313	204,1037	1924,1040	172,1288
14	1	1	1	5	2	23,3299	116,3431	1854,6726	99,4200
15	1	1	1	5	3	21,4427	77,8077	1905,0767	103,1808
16	1	1	1	1	1	74,1657	120,6894	1871,3798	166,4876
17	1	1	1	1	2	8,1974	56,7400	1845,0178	87,5108
18	1	1	1	1	3	15,3253	37,0958	1928,3018	124,4920
19	1	1	1	2	1	18,9933	54,3346	1899,6314	189,0524
20	1	1	1	2	2	29,9604	53,4010	1845,0178	79,3624
21	1	1	1	2	3	44,8056	84,7904	1930,9972	132,0136
22	1	1	1	3	1	13,9329	81,8648	1913,4896	199,0812
23	1	1	1	3	2	11,8078	52,1575	1866,1421	132,6404
24	1	1	1	3	3	32,2151	50,1203	1942,2320	134,5208
25	1	1	1	4	1	16,9698	191,3355	1930,9972	196,5740
26	1	1	1	4	2	15,5660	117,4372	1821,9883	97,5396
27	1	1	1	4	3	18,5530	142,1149	1942,2320	150,8176
28	1	1	1	5	1	1,2530	10,7919	1934,8972	175,2628
29	1	1	1	5	2	15,2823	42,7509	1841,5594	111,9560
30	1	1	1	5	3	14,5358	36,3039	1937,4079	120,7312
31	1	1	1	1	1	23,7142	145,2425	1897,7419	201,5884
32	1	1	1	1	2	23,0083	100,9718	1837,9653	121,3580
33	1	1	1	1	3	7,6188	56,8332	1906,8222	127,6260
34	1	1	1	2	1	41,3736	364,0657	1885,5056	187,1720
35	1	1	1	2	2	62,0738	302,3863	1845,0178	132,0136
36	1	1	1	2	3	26,9889	75,8742	1893,8419	124,4920
37	1	1	1	3	1	31,7716	151,8898	1883,2974	174,6360
38	1	1	1	3	2	37,7523	68,7603	1903,2973	91,8984
39	1	1	1	3	3	13,8645	34,0073	1942,2320	130,1332
40	1	1	1	4	1	14,9365	102,0317	1939,8517	202,8420
41	1	1	1	4	2	11,0480	13,3862	1860,5866	79,9892
42	1	1	1	4	3	12,8330	21,0876	1929,6594	115,0900

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
43	1	1	1	5	1	153,1492	141,8554	1937,4079	154,5784
44	1	1	1	5	2	12,2875	31,4073	1834,2246	97,5396
45	1	1	1	5	3	9,3972	25,8761	1942,2320	112,5828
46	1	1	1	1	1	5,6724	141,0910	1893,8419	177,1432
47	1	1	1	1	2	0,0000	0,0000	1643,6726	8,5340
48	1	1	1	1	3	13,9727	65,1018	1943,3993	132,0136
49	1	1	1	2	1	11,0801	52,0828	1916,6498	185,9184
50	1	1	1	2	2	38,1509	55,0560	1854,6726	85,0036
51	1	1	1	2	3	16,0753	21,6937	1925,5247	120,1044
52	1	1	1	3	1	27,9583	120,8154	1930,9972	210,9904
53	1	1	1	3	2	17,2322	82,2072	1883,2974	145,8032
54	1	1	1	3	3	9,9096	17,2782	1942,2320	134,5208
55	1	1	1	4	1	15,3193	93,7773	1924,1040	185,2916
56	1	1	1	4	2	14,1137	52,7280	1826,2512	102,5540
57	1	1	1	4	3	11,3393	28,1780	1934,8972	128,8796
58	1	1	1	5	1	28,7639	68,4434	1922,6609	165,2340
59	1	1	1	5	2	11,3938	30,5704	1868,7984	101,9272
60	1	1	1	5	3	10,6839	23,4477	1932,3157	101,9272
61	1	1	1	1	1	11,7489	138,2893	1916,6498	170,2484
62	1	1	1	1	2	8,3376	51,7340	1871,3798	102,5540
63	1	1	1	1	3	6,6759	21,9530	1916,6498	99,4200
64	1	1	1	2	1	18,0682	39,5547	1901,4827	175,2628
65	1	1	1	2	2	323,2272	182,7491	1826,2512	103,8076
66	1	1	1	2	3	8,7149	16,4704	1913,4896	111,3292
67	1	1	1	3	1	21,4557	131,1867	1928,3018	185,2916
68	1	1	1	3	2	12,5691	49,6813	1845,0178	98,1664
69	1	1	1	3	3	10,9963	19,8977	1922,6609	111,9560
70	1	1	1	4	1	21,1157	178,0208	1945,6903	174,0092
71	1	1	1	4	2	17,5138	104,1503	1817,5173	89,3912
72	1	1	1	4	3	24,2477	58,8527	1934,8972	111,9560
73	1	1	1	5	1	22,7363	147,3380	1925,5247	176,5164
74	1	1	1	5	2	11,6693	52,7552	1860,5866	101,3004
75	1	1	1	5	3	7,3659	19,8675	1930,9972	124,4920
76	1	1	1	1	1	8,7598	104,3520	1944,5520	168,3680
77	1	1	1	1	2	11,1712	61,4767	1901,4827	122,6116
78	1	1	1	1	3	7,6917	36,5891	1922,6609	126,9992
79	1	1	1	2	1	19,7780	98,1410	1934,8972	234,1820
80	1	1	1	2	2	6,9866	36,1581	1878,7146	110,0756
81	1	1	1	2	3	6,8142	24,2440	1932,3157	123,2384
82	1	1	1	3	1	12,1051	121,6325	1938,6379	195,3204
83	1	1	1	3	2	18,6274	68,6988	1851,5660	111,9560
84	1	1	1	3	3	10,3216	35,7309	1925,5247	149,5640
85	1	1	1	4	1	19,2973	184,5209	1932,3157	221,0192

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
86	1	1	1	4	2	10,8961	88,6610	1860,5866	157,7124
87	1	1	1	4	3	15,0356	51,9881	1915,0833	148,3104
88	1	1	1	5	1	12,9825	113,6899	1929,6594	152,0712
89	1	1	1	5	2	15,2802	52,1019	1878,7146	96,9128
90	1	1	1	5	3	8,4974	44,1862	1926,9238	109,4488
91	1	2	1	1	1	49,9749	131,3099	1857,6773	148,3104
92	1	2	1	1	2	16,5843	24,2198	1903,2973	418,4612
93	1	2	1	1	3	6,7573	14,6050	1871,3798	489,9164
94	1	2	1	2	1	15,7430	64,6495	1929,6594	387,7480
95	1	2	1	2	2	11,6111	20,2847	1953,2858	185,2916
96	1	2	1	2	3	6,1318	8,5713	1873,8906	353,2740
97	1	2	1	3	1	13,8385	58,9300	1901,4827	304,3836
98	1	2	1	3	2	4,6621	40,5058	1876,3343	254,2396
99	1	2	1	3	3	8,7651	6,8607	1876,3343	372,0780
100	1	2	1	4	1	18,5227	52,4380	1933,6155	513,1080
101	1	2	1	4	2	13,0001	26,0927	1905,0767	285,5796
102	1	2	1	4	3	8,3183	18,9492	1866,1421	421,5952
103	1	2	1	5	1	32,6765	102,2157	1924,1040	392,7624
104	1	2	1	5	2	10,9839	9,1477	1903,2973	513,7348
105	1	2	1	5	3	10,1191	9,4717	1866,1421	294,3548
106	1	2	1	1	1	16,0293	44,3887	1955,3452	399,0304
107	1	2	1	1	2	10,5115	22,7741	1938,6379	213,4976
108	1	2	1	1	3	10,2012	13,6016	1868,7984	321,9340
109	1	2	1	2	1	20,2033	43,2647	1911,8677	327,5752
110	1	2	1	2	2	11,6161	29,0810	1893,8419	206,6028
111	1	2	1	2	3	10,1243	5,5847	1868,7984	269,2828
112	1	2	1	3	1	35,7064	135,6680	1857,6773	318,8000
113	1	2	1	3	2	9,9791	20,2739	1893,8419	222,2728
114	1	2	1	3	3	6,5480	19,0976	1868,7984	327,5752
115	1	2	1	4	1	30,6106	97,7465	1924,1040	371,4512
116	1	2	1	4	2	9,9403	15,7597	1897,7419	247,9716
117	1	2	1	4	3	7,3859	13,2322	1891,8278	321,9340
118	1	2	1	5	1	10,9102	39,9498	1893,8419	435,3848
119	1	2	1	5	2	7,6079	30,8157	1944,5520	372,7048
120	1	2	1	5	3	12,3301	20,5928	1868,7984	135,7744
121	1	2	1	1	1	34,4458	63,7279	1908,5351	383,9872
122	1	2	1	1	2	27,4143	63,5221	1922,6609	323,1876
123	1	2	1	1	3	27,4245	49,1228	1863,4064	476,7536
124	1	2	1	2	1	34,2120	72,7425	1934,8972	145,1764
125	1	2	1	2	2	27,7255	41,7767	1866,1421	473,6196
126	1	2	1	2	3	32,6595	47,3247	1854,6726	162,1000
127	1	2	1	3	1	36,9952	56,5651	1910,2165	464,2176
128	1	2	1	3	2	31,7416	48,9461	1955,3452	360,1688

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
129	1	2	1	3	3	38,4784	72,8273	1901,4827	155,2052
130	1	2	1	4	1	57,2392	108,3222	1891,8278	277,4312
131	1	2	1	4	2	30,7165	46,7252	1876,3343	211,6172
132	1	2	1	4	3	30,3585	39,3934	1891,8278	289,9672
133	1	2	1	5	1	35,1671	55,2491	1933,6155	498,0648
134	1	2	1	5	2	29,6122	55,8320	1885,5056	402,1644
135	1	2	1	5	3	32,6850	61,8851	1889,7685	466,7248
136	1	2	1	1	1	47,4535	98,2302	1910,2165	280,5652
137	1	2	1	1	2	33,7630	51,8359	1891,8278	362,0492
138	1	2	1	1	3	32,1096	55,8431	1866,1421	277,4312
139	1	2	1	2	1	32,8124	59,8827	1950,1074	294,9816
140	1	2	1	2	2	45,0045	101,5404	1893,8419	452,3084
141	1	2	1	2	3	45,9860	94,5528	1893,8419	437,8920
142	1	2	1	3	1	29,9861	55,7649	1913,4896	456,0692
143	1	2	1	3	2	33,5014	60,7217	1893,8419	366,4368
144	1	2	1	3	3	33,5762	59,6251	1887,6618	424,1024
145	1	2	1	4	1	35,3554	53,9527	1887,6618	369,5708
146	1	2	1	4	2	38,9375	68,9858	1893,8419	339,4844
147	1	2	1	4	3	30,5938	44,6545	1897,7419	541,9408
148	1	2	1	5	1	48,1206	100,8829	1860,5866	379,5996
149	1	2	1	5	2	35,0929	90,2261	1954,3213	386,4944
150	1	2	1	5	3	34,0524	67,5292	1891,8278	485,5288
151	1	2	1	1	1	40,0164	60,5251	1876,3343	336,3504
152	1	2	1	1	2	31,7841	45,7889	1860,5866	226,6604
153	1	2	1	1	3	31,2384	47,9112	1950,1074	381,4800
154	1	2	1	2	1	36,7408	53,4954	1830,3246	230,4212
155	1	2	1	2	2	32,0588	49,7884	1944,5520	392,7624
156	1	2	1	2	3	30,6344	39,0316	1952,2386	462,3372
157	1	2	1	3	1	32,5748	41,9341	1887,6618	325,6948
158	1	2	1	3	2	32,2761	65,3309	1930,9972	418,4612
159	1	2	1	3	3	30,4353	47,4827	1954,3213	477,3804
160	1	2	1	4	1	39,7540	82,0518	1924,1040	511,8544
161	1	2	1	4	2	43,1007	67,1486	1893,8419	474,8732
162	1	2	1	4	3	31,3082	39,5118	1893,8419	590,8312
163	1	2	1	5	1	36,3689	63,8250	1854,6726	310,0248
164	1	2	1	5	2	30,2773	36,3664	1950,1074	352,0204
165	1	2	1	5	3	30,8840	38,7668	1897,7419	391,5088
166	1	2	1	1	1	34,8789	67,2761	1878,7146	319,4268
167	1	2	1	1	2	34,8475	115,6961	1924,1040	244,2108
168	1	2	1	1	3	52,8640	58,0126	1899,6314	434,7580
169	1	2	1	2	1	72,8885	99,3026	1895,8126	467,9784
170	1	2	1	2	2	30,4133	49,6447	1952,2386	404,6716

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
171	1	2	1	2	3	34,8281	54,0080	1887,6618	392,7624
172	1	2	1	3	1	36,5555	65,8136	1889,7685	272,4168
173	1	2	1	3	2	50,3031	74,9922	1946,8147	228,5408
174	1	2	1	3	3	31,4553	48,7389	1955,3452	160,8464
175	1	2	1	4	1	36,3187	72,3970	1925,5247	83,1232
176	1	2	1	4	2	30,9758	52,2477	1897,7419	149,5640
177	1	2	1	4	3	31,8554	54,0117	1954,3213	204,7224
178	1	2	1	5	1	29,6691	69,0233	1878,7146	69,9604
179	1	2	1	5	2	31,5085	47,9445	1899,6314	144,5496
180	1	2	1	5	3	36,3246	80,5047	1889,7685	184,0380
181	1	3	2	1	1	46,3606	154,6764	1952,2386	83,1232
182	1	3	2	1	2	32,6387	54,9970	1821,9883	194,6936
183	1	3	2	1	3	31,0810	49,6876	1952,2386	188,4256
184	1	3	2	2	1	45,0063	126,1272	1885,5056	92,5252
185	1	3	2	2	2	38,0906	62,2870	1857,6773	168,9948
186	1	3	2	2	3	34,0971	77,6537	1950,1074	45,5152
187	1	3	2	3	1	58,2069	116,4883	1883,2974	355,1544
188	1	3	2	3	2	35,2679	60,5288	1873,8906	468,6052
189	1	3	2	3	3	32,4748	117,2522	1941,0495	404,0448
190	1	3	2	4	1	38,0488	131,3394	1871,3798	363,3028
191	1	3	2	4	2	40,2693	86,0469	1863,4064	525,6440
192	1	3	2	4	3	34,1061	95,9495	1952,2386	452,3084
193	1	3	2	5	1	39,2779	90,6634	1893,8419	249,2252
194	1	3	2	5	2	33,6904	58,2328	1837,9653	92,5252
195	1	3	2	5	3	41,4440	145,5246	1949,0229	175,2628
196	1	3	2	1	1	41,1103	103,7273	1955,3452	204,7224
197	1	3	2	1	2	32,5101	55,4649	1913,4896	105,6880
198	1	3	2	1	3	36,3752	62,9361	1955,3452	230,4212
199	1	3	2	2	1	48,5666	153,9424	1936,1611	241,7036
200	1	3	2	2	2	34,5367	53,0420	1851,5660	98,7932
201	1	3	2	2	3	30,7396	145,7254	1949,0229	278,7339
202	1	3	2	3	1	36,7976	86,4254	1905,0767	205,6760
203	1	3	2	3	2	34,5215	47,5747	1876,3343	97,1531
204	1	3	2	3	3	31,3707	93,8973	1906,8222	150,3506
205	1	3	2	4	1	46,4339	91,1080	1946,8147	260,2921
206	1	3	2	4	2	38,5911	56,8327	1899,6314	126,9437
207	1	3	2	4	3	32,3433	47,6360	1951,1792	245,3968
208	1	3	2	5	1	45,0539	122,4687	1941,0495	200,7109
209	1	3	2	5	2	31,4898	91,7571	1866,1421	95,0252
210	1	3	2	5	3	32,5510	78,8174	1954,3213	178,7226
211	1	3	2	1	1	39,5117	109,5192	1881,0347	182,2691
212	1	3	2	1	2	33,8394	59,5229	1876,3343	84,3857
213	1	3	2	1	3	33,1715	79,0125	1952,2386	172,3389

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
214	1	3	2	2	1	39,7001	109,3587	1942,2320	247,5247
215	1	3	2	2	2	92,7884	54,6325	1873,8906	84,3857
216	1	3	2	2	3	32,7179	54,5485	1942,2320	176,5947
217	1	3	2	3	1	102,8176	174,0584	1866,1421	202,8388
218	1	3	2	3	2	33,9470	53,4659	1851,5660	97,1531
219	1	3	2	3	3	37,7662	55,3557	1939,8517	215,6062
220	1	3	2	4	1	40,2882	85,5750	1913,4896	173,0482
221	1	3	2	4	2	34,0655	43,2910	1878,7146	90,0601
222	1	3	2	4	3	34,9868	48,1131	1901,4827	184,3970
223	1	3	2	5	1	104,2915	172,9597	1944,5520	286,5362
224	1	3	2	5	2	31,9139	52,7744	1821,9883	109,2112
225	1	3	2	5	3	33,2315	51,9069	1955,3452	353,9197
226	1	3	2	1	1	52,0828	170,4475	1905,0767	270,2223
227	1	3	2	1	2	32,9213	57,1307	1845,0178	116,3042
228	1	3	2	1	3	31,7151	55,8492	1951,1792	451,8031
229	1	3	2	2	1	31,8945	78,3056	1953,2858	346,8267
230	1	3	2	2	2	49,8983	61,8453	1868,7984	152,4785
231	1	3	2	2	3	31,5626	41,8229	1950,1074	404,2800
232	1	3	2	3	1	38,2239	108,3230	1901,4827	259,5828
233	1	3	2	3	2	30,8636	48,1683	1926,9238	168,0831
234	1	3	2	3	3	31,8190	44,6722	1895,8126	392,9312
235	1	3	2	4	1	41,0314	153,4757	1947,9255	291,5013
236	1	3	2	4	2	33,1473	64,8654	1871,3798	170,2110
237	1	3	2	4	3	32,6621	59,7544	1895,8126	429,8148
238	1	3	2	5	1	35,3008	61,5376	1895,8126	154,6064
239	1	3	2	5	2	35,2714	47,5339	1895,8126	110,6298
240	1	3	2	5	3	30,9991	34,8705	1891,8278	204,9667
241	1	3	2	1	1	36,4703	89,3402	1893,8419	256,7456
242	1	3	2	1	2	31,8882	46,4217	1901,4827	95,0252
243	1	3	2	1	3	31,8441	38,6881	1895,8126	183,6877
244	1	3	2	2	1	200,0587	150,7816	1866,1421	241,1410
245	1	3	2	2	2	32,9530	49,4581	1851,5660	82,2578
246	1	3	2	2	3	32,1074	57,0723	1893,8419	153,8971
247	1	3	2	3	1	53,4726	105,1543	1834,2246	197,8737
248	1	3	2	3	2	32,1469	60,2990	1854,6726	73,0369
249	1	3	2	3	3	42,3251	84,9238	1919,7046	159,5715
250	1	3	2	4	1	41,1183	108,3438	1876,3343	226,9550
251	1	3	2	4	2	31,4796	80,6183	1873,8906	75,1648
252	1	3	2	4	3	40,6693	97,7203	1897,7419	214,1876
253	1	3	2	5	1	36,9379	97,3455	1854,6726	279,4432
254	1	3	2	5	2	35,2180	63,4895	1881,0347	90,0601
255	1	3	2	5	3	33,2781	56,9672	1953,2858	214,8969
256	1	3	2	1	1	36,7780	98,3055	1891,8278	212,7690

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
257	1	3	2	1	2	32,4725	49,7041	1905,0767	141,8390
258	1	3	2	1	3	31,1287	47,0302	1891,8278	212,0597
259	1	3	2	2	1	37,8144	100,4165	1945,6903	290,0827
260	1	3	2	2	2	30,7376	48,3935	1868,7984	134,0367
261	1	3	2	2	3	30,8833	54,2794	1895,8126	308,5245
262	1	3	2	3	1	41,5132	160,5788	1918,1899	197,8737
263	1	3	2	3	2	33,7974	62,2651	1848,3503	61,6881
264	1	3	2	3	3	31,7887	56,0329	1953,2858	197,8737
265	1	3	2	4	1	35,5932	100,9954	1942,2320	241,8503
266	1	3	2	4	2	32,7635	48,7673	1830,3246	81,5485
267	1	3	2	4	3	31,3611	53,1531	1949,0229	192,1993
268	1	3	2	5	1	39,4643	94,9239	1905,0767	180,1412
269	1	3	2	5	2	31,3884	45,9175	1830,3246	62,3974
270	1	3	2	5	3	37,8226	69,0445	1878,7146	151,7692
271	1	4	2	1	1	33,8323	68,3255	1919,7046	225,5364
272	1	4	2	1	2	32,3047	36,5063	1826,2512	43,9556
273	1	4	2	1	3	31,7558	36,1271	1830,3246	52,4672
274	1	4	2	2	1	37,1974	109,7693	1895,8126	325,5477
275	1	4	2	2	2	32,5023	49,6814	1944,5520	161,6994
276	1	4	2	2	3	37,7420	105,2090	1911,8677	202,1295
277	1	4	2	3	1	46,5462	83,3901	1926,9238	254,6177
278	1	4	2	3	2	31,2435	60,5413	1906,8222	126,2344
279	1	4	2	3	3	30,7078	61,4509	1943,3993	145,3855
280	1	4	2	4	1	48,1693	99,6819	1932,3157	234,0480
281	1	4	2	4	2	38,0089	65,2780	1928,3018	151,7692
282	1	4	2	4	3	32,6399	52,0791	1929,6594	116,3042
283	1	4	2	5	1	37,5655	72,6906	1868,7984	223,4085
284	1	4	2	5	2	32,9385	61,2283	1893,8419	160,2808
285	1	4	2	5	3	32,9998	73,8664	1932,3157	200,0016
286	1	4	2	1	1	46,0335	76,1277	1952,2386	252,4898
287	1	4	2	1	2	40,2495	58,9928	1891,8278	180,8505
288	1	4	2	1	3	30,3093	53,3052	1895,8126	212,0597
289	1	4	2	2	1	39,9150	92,3728	1936,1611	249,6526
290	1	4	2	2	2	34,5004	69,7265	1928,3018	148,9320
291	1	4	2	2	3	32,5528	64,6020	1887,6618	181,5598
292	1	4	2	3	1	35,9898	87,9664	1903,2973	257,4549
293	1	4	2	3	2	33,4738	60,3223	1922,6609	145,3855
294	1	4	2	3	3	34,0424	70,7849	1921,1946	182,2691
295	1	4	2	4	1	35,3247	101,3356	1944,5520	281,5711
296	1	4	2	4	2	32,6616	80,7527	1946,8147	148,9320
297	1	4	2	4	3	34,7033	74,5320	1941,0495	270,2223
298	1	4	2	5	1	45,3165	81,3492	1944,5520	243,2689
299	1	4	2	5	2	32,9600	69,5984	1944,5520	157,4436

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
300	1	4	2	5	3	35,0665	73,5401	1863,4064	231,9201
301	1	4	2	1	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
302	1	4	2	1	2	32,9758	70,8699	1876,3343	133,3274
303	1	4	2	1	3	30,7280	33,9794	1945,6903	23,3859
304	1	4	2	2	1	40,4839	94,8922	1854,6726	206,3853
305	1	4	2	2	2	33,9382	59,2612	1830,3246	91,4787
306	1	4	2	2	3	32,3161	67,6301	1939,8517	170,2110
307	1	4	2	3	1	49,3163	88,3399	1918,1899	212,7690
308	1	4	2	3	2	60,2539	104,4373	1945,6903	60,2695
309	1	4	2	3	3	32,7068	76,4299	1947,9255	157,4436
310	1	4	2	4	1	63,9711	128,5027	1873,8906	317,7454
311	1	4	2	4	2	31,2938	63,5661	1883,2974	175,1761
312	1	4	2	4	3	31,7814	57,0958	1934,8972	246,1061
313	1	4	2	5	1	61,6212	176,0458	1945,6903	217,0248
314	1	4	2	5	2	39,4527	119,1247	1883,2974	161,6994
315	1	4	2	5	3	30,9482	55,9807	1949,0229	187,2342
316	1	4	2	1	1	48,6382	130,9378	1954,3213	256,7456
317	1	4	2	1	2	41,2428	80,2483	1947,9255	0,0000
318	1	4	2	1	3	33,3087	77,8455	1941,0495	258,1642
319	1	4	2	2	1	45,6070	109,8206	1954,3213	405,6986
320	1	4	2	2	2	31,9077	55,2664	1947,9255	102,8275
321	1	4	2	2	3	31,6050	57,6651	1941,0495	412,0823
322	1	4	2	3	1	50,6524	137,7326	1954,3213	305,6873
323	1	4	2	3	2	32,9284	52,9762	1893,8419	193,6179
324	1	4	2	3	3	38,2999	91,5051	1951,1792	245,3968
325	1	4	2	4	1	44,4128	97,6634	1887,6618	243,9782
326	1	4	2	4	2	34,1561	84,8354	1903,2973	154,6064
327	1	4	2	4	3	33,5609	79,7575	1916,6498	185,8156
328	1	4	2	5	1	31,6852	63,8937	1922,6609	182,9784
329	1	4	2	5	2	31,7744	70,4336	1928,3018	141,1297
330	1	4	2	5	3	32,4824	77,3704	1947,9255	188,6528
331	1	4	2	1	1	34,4508	78,4988	1883,2974	208,5132
332	1	4	2	1	2	32,9321	88,9408	1887,6618	178,0133
333	1	4	2	1	3	32,0408	87,0805	1934,8972	165,2459
334	1	4	2	2	1	67,1549	146,5430	1871,3798	251,7805
335	1	4	2	2	2	54,3848	99,1117	1863,4064	131,9088
336	1	4	2	2	3	29,8347	56,4708	1943,3993	191,4900
337	1	4	2	3	1	35,0862	74,4919	1871,3798	212,7690
338	1	4	2	3	2	34,2195	80,6051	1857,6773	140,4204
339	1	4	2	3	3	32,9454	72,8293	1910,2165	133,3274
340	1	4	2	4	1	36,9163	73,8729	1899,6314	252,4898
341	1	4	2	4	2	35,4447	98,8105	1893,8419	165,9552
342	1	4	2	4	3	32,5016	75,1463	1946,8147	219,8620

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
343	1	4	2	5	1	45,5785	88,4983	1919,7046	256,7456
344	1	4	2	5	2	41,0205	83,2666	1954,3213	169,5017
345	1	4	2	5	3	31,4898	62,9388	1949,0229	176,5947
346	1	4	2	1	1	44,7144	250,4863	1953,2858	271,6409
347	1	4	2	1	2	33,5245	60,3252	1919,7046	169,5017
348	1	4	2	1	3	35,9774	83,5550	1942,2320	209,2225
349	1	4	2	2	1	122,3361	237,6881	1930,9972	256,0363
350	1	4	2	2	2	36,2921	79,7213	1933,6155	173,7575
351	1	4	2	2	3	30,2267	65,6495	1944,5520	221,2806
352	1	4	2	3	1	42,7445	110,8236	1887,6618	208,5132
353	1	4	2	3	2	35,1538	94,6096	1826,2512	62,3974
354	1	4	2	3	3	31,8976	98,8858	1919,7046	146,0948
355	1	4	2	4	1	44,1378	76,2607	1878,7146	182,9784
356	1	4	2	4	2	32,9987	63,7296	1887,6618	114,1763
357	1	4	2	4	3	40,3879	93,9979	1922,6609	156,0250
358	1	4	2	5	1	41,7633	128,3985	1873,8906	221,9899
359	1	4	2	5	2	34,3608	97,3848	1915,0833	158,1529
360	1	4	2	5	3	33,4545	79,1203	1926,9238	170,9203
361	2	1	1	1	1	53,4262	165,9904	1901,6788	185,6115
362	2	1	1	1	2	34,3512	101,9578	1839,6860	106,5430
363	2	1	1	1	3	28,7789	63,2056	1935,5294	111,8935
364	2	1	1	2	1	40,3945	403,6174	1882,6365	162,4260
365	2	1	1	2	2	35,9702	124,0116	1913,7618	114,8660
366	2	1	1	2	3	40,8865	116,2579	1959,1082	108,9210
367	2	1	1	3	1	37,2144	274,1994	1882,6365	196,3125
368	2	1	1	3	2	31,5695	172,6989	1968,9701	103,5705
369	2	1	1	3	3	34,1484	139,8696	1955,5725	103,5705
370	2	1	1	4	1	36,3079	293,3172	1874,3469	161,2370
371	2	1	1	4	2	36,6743	196,2311	1874,3469	108,9210
372	2	1	1	4	3	30,2101	103,8918	1932,4962	92,2750
373	2	1	1	5	1	109,4577	660,5490	1955,5725	204,6355
374	2	1	1	5	2	34,7901	283,2323	1865,2408	76,2235
375	2	1	1	5	3	37,8654	217,5808	1968,9701	107,1375
376	2	1	1	1	1	31,4570	152,5376	1909,9068	179,6665
377	2	1	1	1	2	1479,1763	114,9925	1922,7499	67,3060
378	2	1	1	1	3	33,3608	82,1094	1937,0095	114,2715
379	2	1	1	2	1	33,1473	168,8092	1871,4100	171,9380
380	2	1	1	2	2	98,1004	122,3617	1903,8054	93,4640
381	2	1	1	2	3	32,7889	94,7823	1915,6306	137,4570
382	2	1	1	3	1	43,7834	182,2597	1858,6305	217,7145
383	2	1	1	3	2	36,2840	76,6575	1874,3469	122,0000
384	2	1	1	3	3	38,0144	75,0673	1887,7770	99,4090
385	2	1	1	4	1	37,7031	256,5404	1970,0037	243,2780

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
386	2	1	1	4	2	34,1293	119,0791	1934,0253	123,1890
387	2	1	1	4	3	31,4496	90,7953	1871,4100	108,9210
388	2	1	1	5	1	36,9188	616,2186	1942,7039	281,3260
389	2	1	1	5	2	32,6587	209,7671	1948,0680	146,3745
390	2	1	1	5	3	39,9838	201,2779	1964,7162	122,5945
391	2	1	1	1	1	41,5360	314,6391	1887,7770	134,4845
392	2	1	1	1	2	32,2204	147,5464	1934,0253	95,2475
393	2	1	1	1	3	41,8287	118,8041	1954,3633	94,0585
394	2	1	1	2	1	37,3042	217,9430	1968,9701	145,7800
395	2	1	1	2	2	55,9408	133,7121	1929,3602	89,3025
396	2	1	1	2	3	36,4094	85,8453	1858,6305	99,4090
397	2	1	1	3	1	67,5910	188,7594	1861,9947	139,8350
398	2	1	1	3	2	32,5732	110,9584	1858,6305	86,9245
399	2	1	1	4	1	31,7867	77,4318	1922,7499	84,5465
400	2	1	1	4	2	36,5521	262,1928	1830,8694	179,0720
401	2	1	1	4	3	50,8459	196,3267	1899,5021	114,2715
402	2	1	1	4	3	33,1687	103,8762	1897,2730	110,1100
403	2	1	1	5	1	35,6777	259,4341	1882,6365	146,3745
404	2	1	1	5	2	40,7876	150,8112	1865,2408	92,8695
405	2	1	1	5	3	32,3576	86,3167	1917,4624	80,3850
406	2	1	1	1	1	37,5433	334,9860	1835,3827	187,9895
407	2	1	1	1	2	30,5438	173,8637	1855,1393	114,8660
408	2	1	1	1	3	30,5689	124,0628	1948,0680	105,9485
409	2	1	1	2	1	33,8680	237,0429	1835,3827	157,6700
410	2	1	1	2	2	31,2851	99,4003	1919,2587	86,3300
411	2	1	1	2	3	58,4592	66,5029	1961,3924	89,8970
412	2	1	1	3	1	37,1946	196,3941	1830,8694	172,5325
413	2	1	1	3	2	33,6204	103,7567	1937,0095	107,1375
414	2	1	1	3	3	32,3347	91,8996	1882,6365	104,1650
415	2	1	1	4	1	46,4039	303,4087	1839,6860	180,8555
416	2	1	1	4	2	46,1980	213,3929	1861,9947	97,6255
417	2	1	1	4	3	33,7773	111,1207	1935,5294	101,7870
418	2	1	1	5	1	49,8561	120,8156	1858,6305	230,7935
419	2	1	1	5	2	31,4755	95,0949	1865,2408	116,6495
420	2	1	1	5	3	34,3787	96,1490	1919,2587	113,6770
421	2	1	1	1	1	32,1809	194,1673	1907,9174	121,4055
422	2	1	1	1	2	31,8179	103,1601	1937,0095	88,7080
423	2	1	1	1	3	33,3021	81,5264	1871,4100	85,7355
424	2	1	1	2	1	32,9409	365,7772	1851,5112	127,3505
425	2	1	1	2	2	32,1805	105,9379	1855,1393	93,4640
426	2	1	1	2	3	31,4624	121,2012	1913,7618	79,1960
427	2	1	1	3	1	33,5753	146,0644	1843,7980	130,9175
428	2	1	1	3	2	33,3647	114,8956	1851,5112	89,8970

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
429	2	1	1	3	3	32,4778	69,0297	1839,6860	85,7355
430	2	1	1	4	1	33,8143	300,2482	1877,1935	133,2955
431	2	1	1	4	2	29,7766	146,8513	1885,2424	105,3540
432	2	1	1	4	3	32,4209	133,3407	1835,3827	107,1375
433	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
434	2	1	1	5	2	32,3002	82,0163	1843,7980	92,8695
435	2	1	1	5	3	29,6821	72,9457	1894,9888	106,5430
436	2	1	1	1	1	31,0244	365,8645	1885,2424	195,7180
437	2	1	1	1	2	29,3448	143,7879	1871,4100	160,6425
438	2	1	1	1	3	28,4964	81,6433	1851,5112	200,4740
439	2	1	1	2	1	30,8419	82,2441	1835,3827	215,3365
440	2	1	1	2	2	32,3440	335,5639	1901,6788	177,2885
441	2	1	1	2	3	34,3566	99,8244	1851,5112	203,4465
442	2	1	1	3	1	32,3308	332,5919	1847,7350	162,4260
443	2	1	1	3	2	29,6526	125,6125	1851,5112	116,6495
444	2	1	1	3	3	28,8877	83,5938	1839,6860	101,7870
445	2	1	1	4	1	32,0477	211,5315	1901,6788	162,4260
446	2	1	1	4	2	36,1346	107,6453	1871,4100	115,4605
447	2	1	1	4	3	29,4858	91,0870	1868,3768	121,4055
448	2	1	1	5	1	0,0000	0,0000	1855,1393	164,8040
449	2	1	1	5	2	30,6322	127,7145	1843,7980	99,4090
450	2	1	1	5	3	28,2920	79,4350	1868,3768	104,1650
451	2	2	1	1	1	45,2641	108,2361	1851,5112	276,5700
452	2	2	1	1	2	31,9159	79,5523	1843,7980	179,6665
453	2	2	1	1	3	30,2958	52,5443	1892,6468	350,2880
454	2	2	1	2	1	47,0585	92,0616	1835,3827	254,5735
455	2	2	1	2	2	34,2767	76,6055	1879,9550	189,1785
456	2	2	1	2	3	31,1088	58,1760	1907,9174	355,6385
457	2	2	1	3	1	33,8585	93,2184	1847,7350	252,7900
458	2	2	1	3	2	31,7647	81,5142	1877,1935	217,7145
459	2	2	1	3	3	30,8681	61,7658	1907,9174	318,7795
460	2	2	1	4	1	30,9085	47,8696	1907,9174	223,6595
461	2	2	1	4	2	28,8057	53,8791	1861,9947	123,1890
462	2	2	1	4	3	30,4690	50,0869	1843,7980	419,8445
463	2	2	1	5	1	33,1920	85,9266	1877,1935	267,6525
464	2	2	1	5	2	28,9138	74,4865	1868,3768	314,6180
465	2	2	1	5	3	27,2829	55,8419	1843,7980	450,1640
466	2	2	1	1	1	30,9463	63,2630	1903,8054	223,0650
467	2	2	1	1	2	30,8629	52,2582	1885,2424	108,9210
468	2	2	1	1	3	28,8458	46,4559	1885,2424	210,5805
469	2	2	1	2	1	35,0075	78,3685	1839,6860	241,4945
470	2	2	1	2	2	39,1277	87,8054	1926,1140	306,8895
471	2	2	1	2	3	29,6760	48,0672	1835,3827	402,6040

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
472	2	2	1	3	1	30,7830	41,1894	0,0000	64,3335
473	2	2	1	3	2	34,9262	63,5534	1874,3469	135,6735
474	2	2	1	3	3	28,6059	69,9043	1946,7559	489,4010
475	2	2	1	4	1	30,4333	65,6949	1843,7980	331,2640
476	2	2	1	4	2	30,4173	79,6135	1835,3827	231,9825
477	2	2	1	4	3	35,0303	62,7999	1865,2408	459,6760
478	2	2	1	5	1	32,5548	72,5665	1835,3827	268,2470
479	2	2	1	5	2	30,7441	60,6961	1879,9550	218,3090
480	2	2	1	5	3	32,8895	56,8151	1855,1393	438,2740
481	2	2	1	1	1	37,6199	115,9145	1879,9550	239,1165
482	2	2	1	1	2	32,5158	98,1461	1894,9888	245,0615
483	2	2	1	1	3	28,9903	50,7739	1847,7350	300,3500
484	2	2	1	2	1	34,9601	83,9527	1887,7770	236,7385
485	2	2	1	2	2	30,3045	56,3454	1924,4473	147,5635
486	2	2	1	2	3	29,6795	61,7398	1851,5112	357,4220
487	2	2	1	3	1	48,4518	89,8436	1922,7499	324,1300
488	2	2	1	3	2	28,9709	60,7034	1871,4100	337,2090
489	2	2	1	3	3	28,5767	53,9055	1851,5112	3,1000
490	2	2	1	4	1	44,3512	179,9817	1851,5112	304,5115
491	2	2	1	4	2	30,4241	79,8974	1830,8694	207,6080
492	2	2	1	4	3	31,1845	64,6095	1897,2730	416,8720
493	2	2	1	5	1	32,3572	52,0321	1843,7980	265,8690
494	2	2	1	5	2	32,1692	48,3795	1890,2439	222,4705
495	2	2	1	5	3	27,6705	47,1547	1861,9947	358,6110
496	2	2	1	1	1	32,7028	58,3472	1919,2587	236,7385
497	2	2	1	1	2	29,3593	48,0655	1932,4962	234,3605
498	2	2	1	1	3	30,6225	51,6818	1930,9415	399,6315
499	2	2	1	2	1	39,5395	88,8751	1919,2587	271,8140
500	2	2	1	2	2	30,9243	59,9521	1830,8694	165,9930
501	2	2	1	2	3	28,7327	50,0003	1922,7499	302,7280
502	2	2	1	3	1	31,5303	55,1619	1909,9068	227,2265
503	2	2	1	3	2	28,3595	49,1796	1855,1393	160,0480
504	2	2	1	3	3	33,5259	37,8477	1894,9888	293,2160
505	2	2	1	4	1	29,6466	58,6181	1839,6860	207,6080
506	2	2	1	4	2	28,3250	55,1247	1861,9947	243,2780
507	2	2	1	4	3	29,1882	35,3040	1861,9947	480,4835
508	2	2	1	5	1	27,6001	50,9228	1927,7513	288,4600
509	2	2	1	5	2	31,2521	81,7664	1871,4100	152,9140
510	2	2	1	5	3	27,6895	117,7081	1835,3827	277,1645
511	2	2	1	1	1	28,2392	49,2525	1937,0095	215,3365
512	2	2	1	1	2	29,6758	45,1219	1839,6860	196,9070
513	2	2	1	1	3	27,4629	40,1472	1851,5112	326,5080
514	2	2	1	2	1	29,8912	51,3446	1847,7350	498,9130

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
515	2	2	1	2	2	31,4132	44,4242	1851,5112	358,0165
516	2	2	1	2	3	28,7158	42,3480	1861,9947	457,8925
517	2	2	1	3	1	32,6353	42,0305	1847,7350	302,1335
518	2	2	1	3	2	32,8931	42,7883	1855,1393	205,8245
519	2	2	1	3	3	27,9340	38,9095	1847,7350	290,2435
520	2	2	1	4	1	58,4692	97,7951	1861,9947	286,0820
521	2	2	1	4	2	115,8957	49,9816	1855,1393	280,1370
522	2	2	1	4	3	28,5905	44,8156	1855,1393	390,1195
523	2	2	1	5	1	30,2462	39,4232	1835,3827	259,3295
524	2	2	1	5	2	29,8837	42,2337	1903,8054	173,1270
525	2	2	1	5	3	27,1764	42,5608	1901,6788	459,6760
526	2	2	1	1	1	29,2144	47,5692	1922,7499	328,8860
527	2	2	1	1	2	28,1200	44,6727	1843,7980	360,9890
528	2	2	1	1	3	27,0762	36,9738	1892,6468	499,5075
529	2	2	1	2	1	35,2541	109,5920	1935,5294	497,7240
530	2	2	1	2	2	31,5061	65,2787	1855,1393	416,8720
531	2	2	1	2	3	30,9508	53,8148	1894,9888	501,8855
532	2	2	1	3	1	38,8653	91,7833	1839,6860	344,3430
533	2	2	1	3	2	29,1090	46,7441	1839,6860	207,0135
534	2	2	1	3	3	41,9154	44,3494	1874,3469	434,1125
535	2	2	1	4	1	32,5724	43,8565	1861,9947	296,1885
536	2	2	1	4	2	37,9170	74,1311	1932,4962	482,8615
537	2	2	1	4	3	37,5196	75,8768	1890,2439	520,3150
538	2	2	1	5	1	32,2449	54,0075	1835,3827	337,8035
539	2	2	1	5	2	30,4619	49,5971	1839,6860	239,7110
540	2	2	1	5	3	30,4760	36,0422	1830,8694	270,0305
541	2	3	2	1	1	30,7285	91,5221	1919,2587	225,4430
542	2	3	2	1	2	32,4973	55,7963	1927,7513	166,5875
543	2	3	2	1	3	29,7315	56,6460	1835,3827	164,2095
544	2	3	2	2	1	31,9780	108,5674	1874,3469	514,3700
545	2	3	2	2	2	30,6754	72,7649	1855,1393	122,0000
546	2	3	2	2	3	30,2747	71,5752	1847,7350	157,0755
547	2	3	2	3	1	36,8415	150,0268	1843,7980	188,5840
548	2	3	2	3	2	30,5436	30,1355	0,0000	47,6875
549	2	3	2	3	3	37,5311	85,0233	1917,4624	89,8970
550	2	3	2	4	1	43,3071	101,0281	1901,6788	158,2645
551	2	3	2	4	2	33,9053	57,9967	1939,9005	109,5155
552	2	3	2	4	3	30,8925	58,0325	1865,2408	147,5635
553	2	3	2	5	1	45,6232	150,3102	1882,6365	220,0925
554	2	3	2	5	2	30,6487	59,9979	1892,6468	138,0515
555	2	3	2	5	3	41,6703	63,4877	1894,9888	190,9620
556	2	3	2	1	1	34,2386	98,2161	1843,7980	297,9720
557	2	3	2	1	2	29,6816	47,5534	1865,2408	182,6390

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
558	2	3	2	1	3	29,4187	47,4005	1855,1393	255,1680
559	2	3	2	2	1	43,1807	266,8250	1879,9550	211,7695
560	2	3	2	2	2	30,7750	76,4255	1938,4663	149,3470
561	2	3	2	2	3	31,1739	102,7662	1894,9888	187,3950
562	2	3	2	3	1	30,6333	86,5503	1892,6468	246,8450
563	2	3	2	3	2	30,7357	47,2267	1897,2730	221,2815
564	2	3	2	3	3	42,3866	75,2290	1903,8054	343,1540
565	2	3	2	4	1	37,8438	113,0189	1929,3602	294,4050
566	2	3	2	4	2	30,7515	55,1471	1921,0208	196,9070
567	2	3	2	4	3	29,8664	43,6649	1885,2424	248,6285
568	2	3	2	5	1	32,8777	99,0760	1922,7499	274,1920
569	2	3	2	5	2	30,7542	51,0187	1932,4962	170,7490
570	2	3	2	5	3	39,8857	176,2367	1843,7980	127,9450
571	2	3	2	1	1	33,6583	166,7853	1913,7618	185,0170
572	2	3	2	1	2	31,5507	73,2379	1851,5112	110,7045
573	2	3	2	1	3	31,2071	58,2489	1899,5021	166,5875
574	2	3	2	2	1	33,6636	159,0033	1894,9888	229,0100
575	2	3	2	2	2	33,9247	66,9832	1868,3768	148,1580
576	2	3	2	2	3	33,0895	60,7673	1890,2439	151,7250
577	2	3	2	3	1	38,4471	203,6561	1894,9888	233,1715
578	2	3	2	3	2	29,5530	74,6479	1890,2439	208,2025
579	2	3	2	3	3	29,5684	74,6248	1894,9888	273,5975
580	2	3	2	4	1	35,7067	154,8734	1924,4473	299,1610
581	2	3	2	4	2	30,2788	77,5565	1851,5112	134,4845
582	2	3	2	4	3	33,8557	78,1626	1903,8054	201,0685
583	2	3	2	5	1	34,5823	167,9423	1913,7618	198,0960
584	2	3	2	5	2	30,4726	66,7145	1843,7980	120,8110
585	2	3	2	5	3	30,1968	49,9803	1903,8054	157,0755
586	2	3	2	1	1	34,6077	104,7896	1921,0208	211,1750
587	2	3	2	1	2	31,2123	53,9525	1843,7980	128,5395
588	2	3	2	1	3	31,2105	65,2669	1901,6788	180,8555
589	2	3	2	2	1	32,3906	89,4148	1894,9888	196,3125
590	2	3	2	2	2	30,3894	60,0452	1839,6860	147,5635
591	2	3	2	2	3	29,6407	63,1305	1907,9174	180,8555
592	2	3	2	3	1	42,7496	159,3512	1917,4624	333,0475
593	2	3	2	3	2	40,4413	90,6643	1882,6365	209,9860
594	2	3	2	3	3	32,2427	55,3057	1903,8054	378,8240
595	2	3	2	4	1	47,8438	118,0994	1927,7513	384,1745
596	2	3	2	4	2	31,2232	46,0227	1865,2408	383,5800
597	2	3	2	4	3	31,6746	54,0403	1882,6365	245,6560
598	2	3	2	5	1	35,6326	107,8984	1909,9068	328,8860
599	2	3	2	5	2	32,7682	80,7495	1885,2424	280,1370
600	2	3	2	5	3	33,9799	58,8216	1962,5136	507,2360

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
601	2	3	2	1	1	45,3706	148,5396	1929,3602	273,5975
602	2	3	2	1	2	43,3545	90,7820	1855,1393	158,2645
603	2	3	2	1	3	62,6287	65,9585	1941,3129	148,1580
604	2	3	2	2	1	33,2951	52,6826	1924,4473	206,4190
605	2	3	2	2	2	32,6300	52,4439	1874,3469	127,3505
606	2	3	2	2	3	31,1232	39,2422	1899,5021	161,8315
607	2	3	2	3	1	30,2712	21,9097	1935,5294	222,4705
608	2	3	2	3	2	36,6070	66,3659	1830,8694	141,6185
609	2	3	2	3	3	33,7332	62,6824	1955,5725	176,6940
610	2	3	2	4	1	72,5808	282,0936	1935,5294	226,6320
611	2	3	2	4	2	32,2649	70,2400	1843,7980	115,4605
612	2	3	2	4	3	34,1444	45,2591	1843,7980	111,2990
613	2	3	2	5	1	47,8195	256,0514	1932,4962	212,9585
614	2	3	2	5	2	32,1924	111,9100	1858,6305	124,3780
615	2	3	2	5	3	83,1705	97,2331	1942,7039	176,0995
616	2	3	2	1	1	76,1454	121,7000	1935,5294	219,4980
617	2	3	2	1	2	51,1965	95,0106	1871,4100	161,2370
618	2	3	2	1	3	32,7215	52,1886	1937,0095	200,4740
619	2	3	2	2	1	34,3690	204,2790	1926,1140	185,6115
620	2	3	2	2	2	32,2475	67,0283	1835,3827	110,1100
621	2	3	2	2	3	30,6417	50,1684	1907,9174	142,2130
622	2	3	2	3	1	45,0324	103,8512	1897,2730	160,0480
623	2	3	2	3	2	31,9809	64,8483	1861,9947	108,9210
624	2	3	2	3	3	30,8409	99,7598	1913,7618	172,5325
625	2	3	2	4	1	49,6072	85,4783	1855,1393	216,5255
626	2	3	2	4	2	29,7465	42,1212	1871,4100	155,2920
627	2	3	2	4	3	33,7934	39,3545	1887,7770	170,7490
628	2	3	2	5	1	49,0889	112,6391	1939,9005	231,9825
629	2	3	2	5	2	31,1758	54,8718	1885,2424	147,5635
630	2	3	2	5	3	39,6349	59,6680	1861,9947	217,1200
631	2	4	2	1	1	0,0000	0,0000	1915,6306	237,3330
632	2	4	2	1	2	32,9925	73,3413	1901,6788	173,7215
633	2	4	2	1	3	31,8158	67,9163	1901,6788	174,9105
634	2	4	2	2	1	40,0515	202,9323	1924,4473	231,9825
635	2	4	2	2	2	35,9790	69,4380	1938,4663	173,1270
636	2	4	2	2	3	32,8612	70,2302	1949,3618	175,5050
637	2	4	2	3	1	46,9002	89,8183	1901,6788	200,4740
638	2	4	2	3	2	31,4730	48,0721	1871,4100	159,4535
639	2	4	2	3	3	32,5738	72,3499	1899,5021	165,9930
640	2	4	2	4	1	37,4072	139,4987	1945,4249	212,3640
641	2	4	2	4	2	32,5668	65,5358	1890,2439	170,7490
642	2	4	2	4	3	33,5556	75,4014	1932,4962	179,6665
643	2	4	2	5	1	48,0403	76,9342	1937,0095	225,4430

Continua...

Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
644	2	4	2	5	2	30,9006	54,3726	1879,9550	193,3400
645	2	4	2	5	3	35,9302	77,1535	1899,5021	226,0375
646	2	4	2	1	1	33,0563	81,0944	1892,6468	251,6010
647	2	4	2	1	2	51,9828	77,0829	1901,6788	201,6630
648	2	4	2	1	3	33,4129	43,2306	1959,1082	254,5735
649	2	4	2	2	1	37,3000	79,0862	1909,9068	258,1405
650	2	4	2	2	2	31,2307	55,6920	1894,9888	207,0135
651	2	4	2	2	3	32,7188	47,7677	1868,3768	249,8175
652	2	4	2	3	1	38,7753	83,4638	1917,4624	366,3395
653	2	4	2	3	2	32,0831	75,6210	1927,7513	303,3225
654	2	4	2	3	3	33,1805	48,0729	1911,8544	309,2675
655	2	4	2	4	1	40,6623	89,2324	1917,4624	278,3535
656	2	4	2	4	2	31,3403	51,7927	1868,3768	242,0890
657	2	4	2	4	3	32,5963	51,8746	1885,2424	281,9205
658	2	4	2	5	1	113,7762	99,7237	1922,7499	262,8965
659	2	4	2	5	2	42,3578	46,5062	1959,1082	190,9620
660	2	4	2	5	3	31,1934	62,3198	1917,4624	243,2780
661	2	4	2	1	1	75,1045	127,6245	1939,9005	268,2470
662	2	4	2	1	2	38,0594	48,8220	1851,5112	171,9380
663	2	4	2	1	3	30,3874	61,7208	1861,9947	166,5875
664	2	4	2	2	1	35,5642	110,4243	1919,2587	222,4705
665	2	4	2	2	2	50,0037	86,9996	1913,7618	167,7765
666	2	4	2	2	3	35,5234	57,6512	1905,8843	181,4500
667	2	4	2	3	1	33,0585	61,9619	1861,9947	212,3640
668	2	4	2	3	2	31,1027	49,0635	1899,5021	164,2095
669	2	4	2	3	3	31,2678	52,0011	1915,6306	174,3160
670	2	4	2	4	1	39,6450	106,9624	1921,0208	196,3125
671	2	4	2	4	2	79,5507	79,6064	1905,8843	168,3710
672	2	4	2	4	3	32,1804	55,4973	1934,0253	173,7215
673	2	4	2	5	1	0,0000	0,0000	1950,6378	216,5255
674	2	4	2	5	2	54,9666	71,1157	1913,7618	158,2645
675	2	4	2	5	3	48,2880	66,5845	1913,7618	184,4225
676	2	4	2	1	1	35,2358	109,5391	1938,4663	233,7660
677	2	4	2	1	2	30,6796	60,2868	1915,6306	177,2885
678	2	4	2	1	3	33,2269	60,4146	1911,8544	187,9895
679	2	4	2	2	1	35,1163	79,1069	1938,4663	258,1405
680	2	4	2	2	2	45,5150	54,2287	1901,6788	256,9515
681	2	4	2	2	3	43,8541	67,9290	1890,2439	188,5840
682	2	4	2	3	1	39,6288	95,0948	1960,2573	225,4430
683	2	4	2	3	2	36,0858	53,6359	1899,5021	390,1195
684	2	4	2	3	3	34,5147	59,1278	1915,6306	306,8895
685	2	4	2	4	1	33,7276	74,4445	1945,4249	470,3770
686	2	4	2	4	2	32,4502	49,7918	1917,4624	391,9030

Continua...

## Quadro J. Continuação

Unexp	Coleta	Espécie	Represa <sup>(1)</sup>	Repetição	Parte	Pb	Zn	K	P
						mg/kg			
687	2	4	2	4	3	31,6833	46,0122	1935,5294	309,8620
688	2	4	2	5	1	31,9010	68,4544	1919,2587	376,4460
689	2	4	2	5	2	31,2626	33,5385	1681,9888	366,9340
690	2	4	2	5	3	33,6126	74,6284	1899,5021	113,6770
691	2	4	2	1	1	34,1748	80,6002	1897,2730	320,5630
692	2	4	2	1	2	36,2168	57,9057	1882,6365	253,3845
693	2	4	2	1	3	33,8537	76,1180	1915,6306	176,6940
694	2	4	2	2	1	35,5431	77,1404	1907,9174	200,4740
695	2	4	2	2	2	32,4131	57,9316	1871,4100	213,5530
696	2	4	2	2	3	33,8062	66,6857	1887,7770	171,9380
697	2	4	2	3	1	40,8595	96,1150	1926,1140	193,3400
698	2	4	2	3	2	0,0000	0,0000	1861,9947	194,5290
699	2	4	2	3	3	31,4912	77,8374	1913,7618	166,5875
700	2	4	2	4	1	31,2062	86,0094	1932,4962	186,8005
701	2	4	2	4	2	36,0122	120,8153	1890,2439	205,2300
702	2	4	2	4	3	33,1398	63,1675	1882,6365	172,5325
703	2	4	2	5	1	36,1085	113,0660	1868,3768	173,1270
704	2	4	2	5	2	32,6568	67,9971	1865,2408	215,3365
705	2	4	2	5	3	0,0000	0,0000	0,0000	168,3710
706	2	4	2	1	1	37,4137	85,3642	1897,2730	193,3400
707	2	4	2	1	2	41,7878	64,6537	1899,5021	175,5050
708	2	4	2	1	3	33,1721	61,9711	1927,7513	201,0685
709	2	4	2	2	1	46,3407	94,7236	1871,4100	221,2815
710	2	4	2	2	2	32,5471	70,7656	1879,9550	133,8900
711	2	4	2	2	3	38,6761	109,6717	1935,5294	188,5840
712	2	4	2	3	1	44,4851	90,4683	1879,9550	175,5050
713	2	4	2	3	2	32,2157	68,7736	1890,2439	154,6975
714	2	4	2	3	3	40,5661	75,0917	1915,6306	186,2060
715	2	4	2	4	1	45,6855	117,9147	1913,7618	209,9860
716	2	4	2	4	2	32,2229	33,7904	0,0000	70,8730
717	2	4	2	4	3	31,1230	55,8951	1887,7770	148,7525
718	2	4	2	5	1	37,5972	91,5590	1926,1140	208,2025
719	2	4	2	5	2	33,7300	51,8228	1882,6365	201,0685
720	2	4	2	5	3	33,8692	64,3076	1885,2424	211,1750

<sup>(1)</sup> Represa: 1 = Viveiro e 2 = Equídeo.

Parte: 1 = raiz; 2 = morto; 3 = folha. Espécie: 1 = *Salvinia auriculata*; 2 = *Eleocharis obtusetrigona*; 3 = *Eichhornia crassipes* e 4 = *Pistia stratiotes*.