INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO COMPLEXO DE REPRESAS
PARAIBUNA-PARAÍTINGA, SÃO PAULO**

Viviane Martins Soares

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para a obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Materiais.

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Marycel Elena Barboza
Cotrim

São Paulo

2011

Aos meus amados pais: Antonio e Cristiane.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, de coração:

A Deus, por tudo o que tenho em minha vida.

Aos meus pais Antonio e Cristiane, pela força que sempre me deram, pelas conversas (mesmo quando eu não queria ouvir), pelo apoio incondicional em tudo o que eu me propus a fazer, desde sempre. Sem vocês, me pergunto como chegaria até aqui?

Ao meu irmão Antonio, porque amigo melhor que ele não existe. Sempre do meu lado quando eu precisei de ouvidos, olhos, conselhos e abraços.

Ao meu marido João Paulo, pelo amor, apoio sempre, cafunés, paciência e claro, aos almoços e jantas tão gostosos! Aos momentos de descanso, que ao seu lado são tão bons.

À minha família por ter agüentando os meus “tenho que ir, preciso estudar” em vários momentos bons em que passávamos juntos. Obrigada por estarem sempre comigo e pela compreensão. Vocês são essenciais em minha vida.

À minha orientadora Dr^a Marycel Elena Barboza Cotrim, pela amizade, apoio, confiança e orientação desde os primeiros e poucos meses de iniciação científica. Obrigada pela compreensão, quando comecei a trabalhar e precisei de mais tempo para escrever a dissertação.

À Dr^a Maria Aparecida Faustino Pires pela orientação, por estar sempre pronta a ajudar os alunos do CQMA e pelas contribuições passadas quando da sua participação na banca avaliadora.

Dr^a Anelise Kappes Marques pelo aceite ao convite de participação da banca avaliadora e pelas valiosas contribuições a este estudo.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e ao Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) pela oportunidade de realizar meus estudos e pela disponibilidade dos laboratórios.

Aos funcionários do CQMA pela realização das análises químicas e assistência nos laboratórios, em especial à Marta e Elias, pela presteza no fornecimento de laudos e registros solicitados.

À Companhia Energética de São Paulo (CESP) pela parceria no projeto de pesquisa, especialmente ao Biólogo Danilo Canepelle, por todo apoio e infraestrutura oferecida para a realização das coletas, e ao Sr. Vicente, pela amizade e por nos acompanhar durante a coleta, sendo essencial para a realização destas.

Aos amigos Douglas, Janara, Julia e Renata. Sem vocês, sem suas sugestões, explicações, correções, extrema ajuda nas análises e “atendimentos psicológicos”, esse longo processo de pesquisa de Mestrado não seria tão fácil e por várias vezes, divertido. Vocês são extremamente importantes para mim. Serei eternamente grata à vocês, meus queridos.

As queridas amigas Carina, Patrícia, Camila, Lilian, Gabi e Laís pela gostosa amizade, momentos de descontração e conversas boas, que me tranquilizaram inúmeras vezes.

À amiga mais carioca que eu tenho: Ciça! Salvou-me na parte estatística do meu trabalho.

À Dr^a Elizabeth Sonoda Keiko Dantas pela amizade e pelas sugestões no Seminário de Área.

Aos meus chefes da INFRAERO, que permitiram minhas ausências para a realização das aulas e encontros com a orientadora.

À equipe MESP pela amizade, compreensão e ajuda nesse 1 ano e meio juntas.

À CAPES pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de mestrado.

À pessoas que não mencionei aqui, mas que de alguma forma, cooperaram positivamente com a execução e conclusão do meu Mestrado.

E aos últimos, mas não menos importantes, que chegaram em minha vida no finalzinho do meu estudo: meus queridos “filhos” Ozzy e Led, pela companhia, carinho e lâmbidas durante as noites em que fiquei estudando.

E, ainda, ao meu amado Rock n’ Roll, que embalou meus dias e noites nestes meus 27 anos de vida e nestes anos de Mestrado!

Obrigada!!

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”*

Madre Tereza de Calcutá

Porque tudo é importante!

ASPECTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO COMPLEXO DE REPRESAS PARAIBUNA-PARAÍTINGA, SÃO PAULO.

VIVIANE MARTINS SOARES

RESUMO

A água é um recurso natural essencial para a vida, sendo sua qualidade, uma característica extremamente importante para avaliar as possibilidades de seu uso. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água do complexo de represas Paraibuna-Paraitinga, classificado como corpo d'água Classe 2, localizadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo. Foram apresentados os resultados das análises dos parâmetros limnológicos: temperatura do ar, temperatura da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, transparência, turbidez e sólidos totais; das concentrações dos ânions: nitrato, fluoreto, sulfato, fosfato e cloreto; e das concentrações de elementos-traço: Hg, Se, As, Sb, Pb, Cd, Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn, obtidos a partir das amostras de água de superfície, meio e fundo da coluna d'água, representativas de oito estações de amostragem. Os resultados foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005. Dos 30 elementos analisados, somente Alumínio, Ferro, Fósforo, Prata e Manganês apresentaram concentrações acima dos padrões legais, principalmente nos períodos chuvosos. Os parâmetros limnológicos ficaram dentro dos padrões para ambientes oligotróficos, como as represas são classificadas. As espécies iônicas apresentaram a maioria dos resultados abaixo dos limites de quantificação e abaixo da legislação. A partir dos resultados obtidos, infere-se que as represas Paraitinga e Paraibuna encontram-se preservadas, e estão isentas de contaminação por metais e elementos-traço, associando as concentrações de Al, Fe, P, Ag e Mn à característica geológica da região.

PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS OF PARAIBUNA AND PARAITINGA RESERVOIRS COMPLEX, SÃO PAULO.

VIVIANE MARTINS SOARES

ABSTRACT

Water is a natural resource, essential to life, and its quality, an important feature to evaluate the possibilities of its use. This study aimed to evaluate the water quality of the Complex Paraibuna-Paraitinga, classified as Class 2 water body, located in the basin of Paraíba do Sul River, State of São Paulo. In order to analyze the water quality of these reservoirs, this paper presents an analysis of some limnological parameters: air temperature, water temperature, electrical conductivity, dissolved oxygen, pH, transparency, turbidity and total solids; the concentrations of anions: nitrate, fluoride, sulfate, phosphate and chloride; and concentrations of trace elements: Hg, Se, As, Sb, Pb, Cd, Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, Sn, Sr, Ti, V and Zn, obtained from samples of surface water, middle and bottom of water column, representing eight sampling stations. The results were compared with the limits established by CONAMA Resolution 357/2005. From the 30 elements analyzed, only aluminum, iron, phosphorus, silver and manganese concentrations were above the legal standards, especially in rainy periods. The limnological parameters were within the standards for oligotrophic environments, such as these reservoirs are classified. The ionic species present most results below the quantification limits and under the legislation. From the results obtained, it appears that the reservoirs Paraibuna and Paraitinga are preserved, and are free of contamination by metals and trace elements, suggesting that the concentrations of Al, Fe, P, Ag and Mn are linked to the geological feature of the region.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Reservatórios e usinas hidrelétricas	20
1.2	Qualidade das águas superficiais e legislação ambiental aplicável	26
1.3	Metais e elementos traço	33
2	OBJETIVOS.....	39
2.1	Objetivos específicos	39
3	ÁREA DE ESTUDO	40
3.1	Características geológicas da região	47
4	MATERIAIS E MÉTODOS	50
4.1	Amostragem.....	50
4.2	Análises	59
4.2.1	Variáveis limnológicas	59
4.2.2	Variáveis Climatológicas	60
4.3	Espécies iônicas	60
4.4	Elementos-traço e metais	61
4.5	Metodologia analítica	61
4.5.1	Determinação de espécies iônicas.....	62
4.5.2	Determinação de Ag, Al, B, Ba, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Sn, V e Zn.....	62
4.5.3	Determinação de Hg, Se, As, Sb, Pb e Cd.....	65
4.5.4	Tratamento estatístico dos dados	66
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
5.1	Variáveis Climatológicas	68
5.2	Profundidade.....	70
5.3	Variáveis Limnológicas	72
5.3.1	Temperatura do ar e da água.....	72
5.3.2	Condutividade elétrica	76
5.3.3	Potencial hidrogeniônico - pH.....	79
5.3.4	Oxigênio Dissolvido	81
5.3.5	Transparência da água.....	84
5.3.6	Turbidez	85
5.3.7	Sólidos totais	87

5.4	Espécies iônicas	92
5.4.1	Fluoreto (mg.L ⁻¹)	92
5.4.2	Cloreto (mg.L ⁻¹)	93
5.4.3	Nitrato (mg.L ⁻¹)	95
5.4.4	Fosfato (mg.L ⁻¹)	97
5.4.5	Sulfato (mg.L ⁻¹)	97
5.5	Metais e elementos traços	98
5.6	Análise Estatística Multivariada.....	108
5.6.1	Superfície – Período Seco.....	109
5.6.1.1	Análise de correlação	109
5.6.1.2	Análise Fatorial e Componentes Principais	111
5.6.2	Superfície – Período Chuvoso.....	118
5.6.2.1	Análise de correlação	118
5.6.2.2	Análise Fatorial e Componentes Principais	121
5.6.3	Meio – Período Seco.....	127
5.6.3.1	Análise de correlação	127
5.6.3.2	Análise Fatorial e Componentes Principais	129
5.6.4	Meio – Período Chuvoso.....	135
5.6.4.1	Análise de correlação	135
5.6.4.2	Análise Fatorial e Componentes Principais	137
5.6.5	Fundo - Seca.....	143
5.6.5.1	Análise de correlação	143
5.6.6	Fundo - Chuva.....	150
5.6.6.1	Análise de correlação	150
6	CONCLUSÕES.....	159
7	SUGESTÃO PARA ESTUDOS POSTERIORES	161
APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral.....		162
APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.....		188
APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.....		203

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.....	221
8 REFERÊNCIAS	227

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Principais impactos gerados na UHE Paraibuna.....	24
TABELA 2 – Parâmetros físicos e químicos analisados e seus limites de concentração para corpos d'água Classe 2, estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05.	30
TABELA 3 – Índices analisados na Rede Básica de Monitoramento de águas interiores da CETESB.	32
TABELA 4 – Descrição dos pontos de monitoramento da CETESB inseridos nas Represas de Paraibuna e Paraitinga.	44
TABELA 5 – Graus de trofia de um reservatório.	46
TABELA 6 – Índice de Qualidade de Água e Índice de Estado Trófico dos pontos de monitoramento da CETESB, nas represas de Paraitinga e Paraibuna.	46
TABELA 7 - Carga orgânica doméstica das cidades do entorno da Represa de Paraibuna.....	47
TABELA 8 – Coordenadas geográficas e descrição das estações de amostragem.	52
TABELA 9 – Coeficiente de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) das espécies iônicas.....	62
TABELA 10 – Condições operacionais do ICP-OES.....	63
TABELA 11 – Coeficiente de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) dos elementos-traço para ICP-OES.	64
TABELA 12 – Faixa de concentração e limite de quantificação (L.Q.) para AAS.	65
TABELA 13 – Dados de precipitação no município de Caraguatatuba e ocorrência de chuva nas represas de Paraibuna e Paraitinga.....	69
TABELA 14 – Profundidade das coletas de amostras de meio e fundo de cada estação de amostragem.....	71
TABELA 15 - Média e faixa de concentração de metais e elementos traço em águas superficiais, de meio e de fundo da coluna d'água dos reservatórios do Complexo Paraibuna-Paraitinga.	99
TABELA 16 – Matriz de correlação (Superfície – Seca).	110
TABELA 17 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Superfície – Seca).....	112

TABELA 18 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Seca).	112
TABELA 19 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Superfície – Seca).	114
TABELA 20 – Matriz de correlação (Superfície – Chuva).	119
TABELA 21 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Superfície – Chuva).	121
TABELA 22 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Chuva).	121
TABELA 23 – Elementos retidos e variabilidade explicada – Chuva.	123
TABELA 24 – Matriz de correlação (Meio – Seca).	128
TABELA 25 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Meio – Seca).	130
TABELA 26 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Seca).	130
TABELA 27 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Meio – Seca).	132
TABELA 28 – Matriz de correlação (Meio – Chuva).	136
TABELA 29 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Meio – Chuva).	138
TABELA 30 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Chuva).	138
TABELA 31 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Meio – Chuva).	140
TABELA 32 – Matriz de correlação (Fundo – Seca).	144
TABELA 33 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Fundo – Seca).	146
TABELA 34 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Seca).	146
TABELA 35 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Fundo – Seca).	147
TABELA 36 – Matriz de correlação (Fundo – Chuva)	151
TABELA 37 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Fundo – Chuva).	153
TABELA 38 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Chuva).	153
TABELA 39 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Fundo – Chuva).	155

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Igreja Matriz e prédio da Prefeitura de Redenção da Serra antes e depois da inundação, respectivamente.....	25
FIGURA 2 – abordagens temporais de gerenciamento da qualidade da água em reservatórios, de acordo com Straškraba e Tundisi (2000).....	33
FIGURA 3 – Localização de Paraibuna na Bacia do Rio Paraíba do Sul.....	41
FIGURA 4 – Mapa esquemático com UGRHI 2 – Paraíba do Sul, principais corpos hídricos e localização do pontos de monitoramento das Represas Paraibuna e Paraitinga.....	45
FIGURA 5 - Entidades Tectono-estratigráficas – Complexo Paraibuna-Paraitinga	49
FIGURA 6 - Estações de amostragem no Complexo Paraibuna-Paraitinga.	50
FIGURA 7 – Massa de macrófitas aquáticas próximo à estação 02, represa Paraitinga.....	53
FIGURA 8 - Detalhe <i>Salvinia</i> sp. da represa Paraitinga.	53
FIGURA 9 – Estação de amostragem 02, mai/09.	54
FIGURA 10 – Estação de amostragem 02, com presença de macrófitas, nov/09.....	54
FIGURA 11 – Estação de amostragem 03, mai/09.	55
FIGURA 12 – Estação de amostragem 03, com presença de macrófitas, nov/09.....	55
FIGURA 13 – Estação de amostragem 04, mai/09.	56
FIGURA 14 – Estação de amostragem 05, mai/09.	56
FIGURA 15 – Estação de amostragem 06, mai/09.	57
FIGURA 16 – Estação de amostragem 07, mai/09.	57
FIGURA 17 – Estação de amostragem 08, mai/09.	58
FIGURA 18 – Estação de amostragem 09, mai/09.	58
FIGURA 19 - Variação da temperatura do ar nas estações de amostragem durante o período amostral (maio/08 – maio/10).	73
FIGURA 20 – Temperaturas médias das águas de superfície, meio e fundo e temperatura média do ar no período seco.	75
FIGURA 21 – Temperaturas médias das águas de superfície, meio e fundo e temperatura média do ar no período chuvoso.....	75

FIGURA 22 – Variação das condutividades médias (mS.cm^{-1}) nas estações de amostragem em superfície, meio e fundo da coluna d'água, registradas no período seco.	78
FIGURA 23 – Variação das condutividades médias (mS.cm^{-1}) nas estações de amostragem em superfície, meio e fundo da coluna d'água, registradas no período chuvoso.....	78
FIGURA 24 - Variação das médias de pH das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período seco.	81
FIGURA 25 - Variação das médias de pH das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período chuvoso.	81
FIGURA 26 – Distribuição das médias de OD (mg.L^{-1}) no período seco.	83
FIGURA 27 – Distribuição das médias de OD (mg.L^{-1}) no período chuvoso.....	83
FIGURA 28 - Variação da transparência (m) nas estações de amostragem durante o período amostral (maio/08 – maio/10).	85
FIGURA 29- Variação das médias de turbidez (NTU) das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período seco.	87
FIGURA 30- Variação das médias de turbidez (NTU) das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período chuvoso.....	87
FIGURA 31 - Variação das concentrações médias de sólidos fixos e voláteis (mg.100mL^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo no período seco.	89
FIGURA 32 - Variação das concentrações médias de sólidos fixos e voláteis (mg.100mL^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo no período chuvoso.....	90
FIGURA 33 - Variação das médias das concentrações de cloreto (mg.L^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período seco.	94
FIGURA 34 - Variação das médias das concentrações de cloreto (mg.L^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período chuvoso.....	94
FIGURA 35 - Variação das médias das concentrações de nitrato (mg.L^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período seco.	96
FIGURA 36 - Variação das médias das concentrações de nitrato (mg.L^{-1}) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período chuvoso.....	96
FIGURA 37 – Distribuição do alumínio entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo.	101
FIGURA 38 – Distribuição do ferro entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo.....	102

FIGURA 39 – Distribuição do fósforo entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo.....	103
FIGURA 40 – Distribuição do prata entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo.....	104
FIGURA 41 – Distribuição do manganês entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo.	105
FIGURA 42 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Superfície – Seca).....	115
FIGURA 43 – Projeção das estações de amostragem (Superfície – Seca).	116
FIGURA 44 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem (Superfície – Seca).	117
FIGURA 45 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Superfície – Chuva).	124
FIGURA 46 – Projeção das estações de amostragem (Superfície – Chuva).....	125
FIGURA 47 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem (Superfície – Chuva).	126
FIGURA 48 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Meio – Seca).....	133
FIGURA 49 – Projeção das estações de amostragem (Meio – Seca).	134
FIGURA 50 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem – Seca.....	135
FIGURA 51 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Meio – Chuva).	141
FIGURA 52 – Projeção das estações de amostragem (Meio – Chuva).	142
FIGURA 53 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem (Meio – Chuva).	143
FIGURA 54 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1 e 2 (Fundo – Seca).....	148
FIGURA 55 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem – Seca.....	149
FIGURA 56 – Projeção das estações de amostragem (Fundo – Seca).	149
FIGURA 57 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Fundo – Chuva).	156
FIGURA 58 – Projeção das estações de amostragem (Fundo – Chuva).....	157

FIGURA 59 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem (Fundo – Chuva).	158
---	-----

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem comum e um dos recursos naturais essenciais para a manutenção da vida. Bem de uso múltiplo, essa substância é base para a agricultura, indústria, navegação, geração de energia, recreação e dessedentação de animais, além de ser utilizada para depuração e condução de efluentes e manutenção dos ecossistemas.

Com o aumento da população e do desenvolvimento dos países, a demanda de água cresce a cada ano, o que diminui a disponibilidade de água por pessoa ou comunidade. Esta pressão sobre os estoques de água disponível existentes pode causar intensos problemas na sociedade de hoje. Alguns analistas prevêem aumento da concorrência pelo uso deste recurso entre os maiores usuários de água do planeta: agricultura, indústrias e abastecimento de cidades, além da retirada da quantidade de água necessária para a manutenção dos ecossistemas. A quantidade de água evaporada dos grandes reservatórios também está inserida no consumo, por ter um valor significativo (WCD, 2000).

A formação e o aumento dos conglomerados urbanos e industriais, que necessitam cada vez mais de água para abastecimento, irrigação e lazer, estão mostrando que a sociedade encontra-se dependente da disponibilidade das águas continentais, principalmente nas regiões industriais, onde geralmente, os corpos hídricos sofrem com lançamentos de efluentes domésticos e industriais, diminuindo ainda mais a quantidade de água disponível para uso (Esteves, 1998). Em áreas rurais, também existe o problema da contaminação do solo e água subterrânea, pelo uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que introduzem substâncias tóxicas no meio (Esteves, 1998).

Cabe ressaltar o fato de que a água não obedece às fronteiras geográficas, com rios que atravessam mais de um país e parte do ciclo da água que ocorre na atmosfera, por vapores, formação de nuvens e precipitações. Assim, sendo a água considerada um bem da humanidade, o aumento da pressão internacional para um maior respeito por este recurso tem sido evidente,

quando hoje já se fala que a água será um dos recursos naturais mais cobiçados em todo mundo ainda no século XXI (Figueiredo, 2002).

De toda água existente no planeta, apenas 2,5% é considerada doce e somente 1% deste montante está disponível para uso, ou seja, 0,007% do total dos recursos hídricos (Teixeira *et al.*, 2001). Os reservatórios artificiais somam, aproximadamente, 9000 km³ de água doce, sendo considerados importantes reservas desta substância (Straškraba *et al. apud* Tundisi, 2008).

Os reservatórios ou represas são sistemas artificiais que objetivam atender a demanda de água da população humana. São formadas principalmente pelo represamento de rios para abastecimento de água, regularização de cursos d'água, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação e recreação entre outros. Dependendo de suas características hidráulicas, principalmente do tipo de barragem, esses ecossistemas apresentam grande instabilidade limnológica e, por terem baixo tempo de permanência da água na represa, podem ser considerados, em sua maioria, corpos hídricos em um estágio entre um rio e um lago (lótico e lântico). Nesses corpos, ocorre também grande variação do nível d'água em um curto período de tempo, em função das necessidades de uso da água, como exemplo, em uma usina hidrelétrica (Esteves, 1998).

Um dos usos dos recursos hídricos se encontra na geração de energia elétrica. Para isto, são construídas usinas hidrelétricas, onde grandes áreas são inundadas para a instalação das barragens e represas. Essas construções produzem várias modificações nos sistemas terrestres e aquáticos, envolvendo impactos geológicos, climáticos, hídricos, na flora e na fauna bem como sobre o homem e suas atividades (Espíndola, 2001).

Com a retirada da população estabelecida nas áreas a serem inundadas, também ocorrem mudanças na economia local, considerando que parte da população do entorno das áreas inundáveis, geralmente, é rural. As represas, principalmente as construídas para geração de energia elétrica, trazem consigo desenvolvimento para a região, porém a extinção das zonas rurais quase sempre acontece. Como afirmou Sousa (2000), os empreendimentos hidrelétricos inserem-se no interesse coletivo de uma sociedade por elevar, pela oferta de energia, a qualidade de vida da população.

No entanto, além dos benefícios energéticos devem ser considerados os efeitos prejudiciais do empreendimento. Atualmente as construções de

reservatórios, principalmente para a instalação de usinas hidrelétricas, passam pelo processo de licenciamento ambiental (Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997 do Conselho Nacional do Meio Ambiente), a fim de evitar ou mitigar os impactos negativos, bem como, potencializar os impactos positivos, como a geração de empregos durante as construções.

Além das interferências naturais ao represamento de rios, como possível alteração no regime hídrico da região, Minillo (2005) destaca que nas últimas décadas, muitos reservatórios no Brasil vêm sofrendo impactos antrópicos como frequentes despejos domésticos e industriais, principalmente nas regiões próximas aos grandes aglomerados urbanos. Nas demais regiões, o intenso desmatamento, associado à prática de monoculturas tem favorecido o carreamento de solos para o interior dos corpos d'água, juntamente com uma série de subprodutos oriundos de atividades agropecuárias. Em detrimento destas alterações, tem-se verificado o aumento da poluição orgânica, da eutrofização e da toxicidade dos reservatórios.

A toxicidade é atribuída, também, aos efluentes industriais, que são os principais contribuintes de metais nas águas naturais. Estes elementos são considerados tóxicos, pois, em pequenas concentrações, trazem efeitos adversos à saúde. Devido aos prejuízos causados aos ecossistemas aquáticos, os metais também compõem os padrões de classificação das águas naturais e de lançamento de esgotos.

A avaliação e monitoramento da qualidade das águas de represas têm como objetivo reunir dados para que sejam utilizados no planejamento do crescimento industrial da região onde estão inseridas, no controle da poluição e nas ações relativas ao sistema de abastecimento público, além de classificar o corpo hídrico, conforme Resolução 357 de 17 de maio de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA 357/05), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Assim como relataram Yabe & Oliveira (1998), em seus estudos sobre caracterização de bacias hidrográficas por metais tóxicos, diversos pesquisadores estão se interessando pela quantificação de poluição em bacias hidrográficas, compilando dados sobre o impacto ambiental dos metais, bem como suas complexas relações com as atividades econômicas. Os estudos têm o intuito de

determinar os níveis e identificar as possíveis fontes de poluição, assim como a atribuição de tendências nas mudanças de comportamento na estruturação industrial e na implementação de tecnologias de controle da poluição.

Apesar de o Complexo Paraibuna-Paraitinga ocupar extensa área inundada e ser um importante reservatório de água, são escassos na literatura trabalhos sobre a qualidade das águas destes corpos hídricos, como também observado por Matos (2010) em sua pesquisa sobre a comunidade fitoplanctônica presente nas represas.

A Companhia Energética de São Paulo – CESP, gestora das represas, realiza monitoramento trimestral em quatro pontos de amostragem das represas, avaliando parâmetros físicos e químicos da água (temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido), *in-loco*, com o auxílio de sonda multiparamétrica Horiba. Foi realizada uma parceria entre a CESP e o IPEN para o desenvolvimento deste projeto, na qual a primeira disponibilizou funcionários, embarcação e equipamentos para realização das coletas e a segunda procedeu com todas as análises e interpretação de resultados.

1.1 Reservatórios e Usinas Hidrelétricas

Um dos principais usos dos recursos hídricos no Brasil, se encontra na geração de energia elétrica. O crescimento populacional e econômico do país resultou no aumento da demanda energética, doméstica e industrial, nas últimas décadas, levando à exploração do potencial hidrelétrico de rios localizados em regiões com relevo acidentado (Figueiredo, 2002).

As primeiras usinas de geração de energia elétrica são datadas de 1890 e a partir de 1900, centenas de grandes reservatórios foram construídos para abastecimento de água e irrigação. O crescimento da utilização de represas cresceu e no final do século 20, o mundo já possuía aproximadamente 45 mil grandes reservatórios distribuídos em 140 países. Só na China, existem 22 mil, quase a metade do total mundial. A construção das grandes represas chegou ao pico, por volta de 1970 na Europa e América do Norte. Hoje, essas regiões estão focadas na gestão das represas já existentes (WCD, 2000).

No Brasil, as represas e açudes formados, principalmente, por represamento de rios, tem como objetivos o abastecimento de água,

regularização de cursos, geração de energia elétrica, irrigação, navegação e recreação, entre outros (Esteves, 1998). As primeiras usinas hidrelétricas construídas no país datam do início do século 20, pela empresa privada canadense Light, em decorrência da disponibilidade de capital para o desenvolvimento industrial, proporcionado pela exportação de café. Nessa época, os interesses do uso da água eram restritos as esferas do Governo e não havia conflitos entre suas utilizações (Barth, 1999). Com o desenvolvimento, novas usinas foram construídas por diferentes concessionárias, dentre elas, a Companhia Energética de São Paulo (CESP), empresa pública criada a partir da fusão de 11 empresas em 1966 (CESP, 2009), responsável pela barragem do complexo Paraibuna-Paraitinga, na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Para a construção das hidrelétricas, é necessária a execução de barragens e represas, onde uma grande área é inundada. Essas construções produzem várias modificações nos sistemas terrestres e aquáticos, envolvendo impactos geológicos, climáticos, hídricos, na flora e na fauna bem como sobre o homem e suas atividades (Espíndola, 2001), conforme explanado anteriormente.

Do ponto de vista social, a construção destes corpos d'água mostra a necessidade de implementação de políticas públicas adequadas para que a criação de emprego e renda aconteça concomitantemente com outras políticas que assegurem a desejada racionalidade dos usos da água e dos recursos naturais de forma geral (Cirilo, 2008).

Do lado ambiental, é necessário que haja gestão ambiental já nas fases iniciais dos projetos das hidrelétricas, passando pela etapa de construção e continuando ao longo da vida útil da usina, a fim de minimizar os efeitos negativos e maximizar os benefícios do empreendimento (Sousa, 2000). Nas represas já existentes, a gestão engloba adequação às legislações ambientais, monitoramento das atividades do entorno, e das condições físicas e químicas das águas, e, inclusive, educação ambiental como instrumento de conscientização para preservação dos corpos hídricos.

As características das represas se diferem dos lagos devido a receberem continuamente contribuição de seus tributários, que levam nutrientes e sedimentos provenientes de toda a bacia de drenagem e também porque a água dos reservatórios é exportada a jusante via vazão turbinada e vertida (Henry, 2006). Os reservatórios também possuem variação de nível de superfície, pois

durante o ano ocorrem flutuações da vazão de água dos tributários, acarretando em expansão e retração do volume de água acumulado no reservatório, influenciando também no tempo de residência durante as diferentes épocas do ano (Henry, 2006).

De acordo com as definições de Straškraba (1999), represas com tempo de residência inferior a duas semanas possuem comportamento similar ao de um rio; com tempo de residência menor que 1 (um) ano, são considerados corpos d'água com posição intermediária entre rio e lago; e com tempo de residência superior a um ano, possui características próximas aos ecossistemas lacustres. Assim, o complexo Paraibuna-Paraitinga pode ser considerado um ambiente parecido com um grande lago, pois seu tempo médio de residência é de 784,6 dias (comunicação pessoal)¹. Essa definição é considerada na escolha de alguns parâmetros da legislação, que define valores de concentração de certos elementos para os diferentes ambientes.

As represas possuem diversos efeitos benéficos, principalmente em lugares onde a quantidade de água é escassa, como no Nordeste. Segundo Esteves (1998), esses ecossistemas são de grande importância sócio-econômica, possibilitando armazenar água para abastecimento à população humana e para dessedentação de animais, além da regularização do curso d'água, irrigação e aumento da produção protéica da região, pela utilização da piscicultura.

Mesmo com o benefício sócio-econômico, Esteves (1998) destaca, também, os efeitos negativos da construção dos lagos artificiais:

- elevação da transpiração e/ou evapotranspiração, acarretando em alterações climáticas locais ou regionais (Paiva *apud* Esteves, 1998);
- maior possibilidades de deslizamento e tremores de terra, devido ao peso das águas represas e/ou da barragem (Paiva *apud* Esteves, 1998);
- elevação do lençol freático, podendo prejudicar a agricultura regional com aumento da umidade do solo e proporcionar a criação de brejos com proliferação de insetos transmissores de doenças (epidemiologia);
- aumento da taxa de sedimentação à montante em seus afluentes;

¹ Comunicação pessoal de Biólogo Danilo Caneppele, Companhia Energética de São Paulo, CESP, em 25 de março de 2009, recebida por correio eletrônico

- inundação de áreas florestais ou agrícolas, que podem alterar as características físicas e químicas do meio aquático, como alterações do pH e emissão do gás sulfídrico, principalmente, quando a região a ser inundada não é limpa, onde há a retirada de todo material orgânico presente, levando, também, à possível eutrofização do corpo hídrico;
- desaparecimento de florestas, rios, lagos, cavernas, quedas d'água (Esteves, 1998), áreas férteis, além de estradas, sítios arqueológicos ou obras arquitetônicas de valor histórico (Machado *apud* Esteves, 1998);
- influência na reprodução das espécies, com a destruição de lagoas marginais, além das alterações físicas e químicas da água; e modificação dos habitats, afetando fauna e flora silvestres, até mesmo levando ao desaparecimento de espécies raras ou em extinção na área inundada;
- profundas alterações na fauna ictiológica;
- aumento das comunidades de macrófitas aquáticas, especialmente *Eichhornia crassipes*, *Salvinia spp* e *Pistia stratiotes*;
- deslocamentos de populações, que passam a viver no entorno das represas, fazendo pressão sobre os recursos e modificando o uso das áreas marginais (Paiva *apud* Esteves, 1998);
- alteração no regime hidrológico da região e alteração da qualidade física e química da água.

Relacionando os impactos das represas em geral, a TAB.1 lista os principais impactos gerados pela formação das represas de Paraibuna e Paraitinga:

TABELA 1 – Principais impactos gerados na UHE Paraibuna.

Impactos Ambientais	Impactos Sociais
<ul style="list-style-type: none"> • Escorregamento de encostas marginais; • Mineração de pedra, solo e areia para a construção da represa; • Perda de 210 km² de terras; • Desaparecimento de importantes habitats; • Perda de áreas úmidas; • Prejuízos aos ecossistemas com a transformação do ambiente lótico em lêntico e migração das espécies reofílicas; • Inundação de remanescentes de matas nativas; • Inundação de áreas do Parque Estadual da Serra do Mar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desorganização regional; • Redução da pecuária leiteira; • Inundação de núcleos urbanos; • Interrupção de acessos rodoviários; • Prejuízos ao patrimônio histórico e cultural e inundação da usina Félix Guisard; • Interferência na infra-estrutura de energia e de telecomunicações; • Diminuição da população residente e perda de atividades produtivas; • Promoção do Uso Múltiplo do reservatório, possibilitando atividades de abastecimento público, irrigação, navegação e pesca esportiva, turismo e lazer e aquicultura.

Fonte: AGEVAP, 2007.

A identidade cultural das comunidades também é afetada nesses casos. Muitos patrimônios históricos, monumentos arqueológicos e sepulcros (WCD, 2000) são inundados e desaparecem. Assim como aconteceu nas cidades de Redenção da Serra e Natividade da Serra, afetadas pela construção da UHE Paraibuna.

Na inundação dos reservatórios de Paraibuna e Paraitinga, foram utilizados 210 hectares de terra dos municípios de Paraibuna, Redenção da Serra e Natividade da Serra. Este último foi o mais afetado, com 120 ha alagados e 645 propriedades afetadas, perdendo totalmente seu núcleo urbano. Estradas também foram inundadas, provocando isolamento dos centros urbanos e rurais e causando uma reestruturação na circulação na economia da região (AGEVAP, 2007).

A reestruturação da região, principalmente pela mudança na circulação, deu um novo papel geo-econômico as cidades. As lavouras de

subsistência foram substituídas pelas comerciais e as lavouras de pecuária, pela silvicultura. Por esse motivo, houve redução da população rural, que partiu para atividades industriais do Médio Vale do Paraíba (AGEVAP, 2007).

Em 1976, a Condephaat - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arquitetônico, Artístico e Turístico, contribuiu para a preservação da Igreja Matriz e do prédio antigo da Prefeitura da cidade de Redenção da Serra, entrando em acordo com a CESP para a proteção desses patrimônios culturais. A CESP então construiu um muro e instalou bombas de sucção para tal (AGEVAP, 2007). A FIG.1 ilustra a situação da Igreja Matriz e do prédio da Prefeitura, antes e após a inundação.

FIGURA 1 – Igreja Matriz e prédio da Prefeitura de Redenção da Serra antes e depois da inundação, respectivamente.

Fonte: AGEVAP (2007).

Apesar da observação dos impactos negativos gerados pela construção de represas, vale ressaltar o grande potencial hidrelétrico do Brasil, e a necessidade atual de buscarmos alternativas para geração de energia elétrica, buscando o máximo de aproveitamento e o mínimo de efeitos negativos. Segundo Rosa *et al. apud* Sousa (2000), a hidreletricidade, para a situação brasileira, é considerada a melhor solução técnica e econômica, em face dos riscos ambientais e dos custos, se comparada com a energia nuclear.

O que rege a intensificação dos benefícios, é essencial o gerenciamento das atividades referentes à geração de energia elétrica, desde a construção das barragens e reservatórios até a operação e manutenção da usina. O gerenciamento adequado de barragens é uma das prioridades na área de conservação, preservação e recuperação de ecossistemas, implicando em um

conjunto de instrumentos de gestão que vão desde tecnologias apropriadas até a negociação com usuários das bacias hidrográficas e das barragens (ISA, 2008). Segundo relatório da AGEVAP *apud* Matos (2010), as empresas hidrelétricas iniciaram a adoção de medidas, tanto para evitar danos quanto para recuperar o meio ambiente afetado por seus empreendimentos, implementando ações de recuperação de áreas degradadas, repovoamento da ictiofauna e avifauna e implementação de projetos de educação e turismo ambiental.

1.2 Gerenciamento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais

A água é um bem de usos múltiplos e é essencial para a vida. Preservar esta substância, bem como manter sua qualidade é primordial para que se possa usufruir desse bem finito em todas as suas possibilidades.

A qualidade da água influencia, não somente a vida do ser humano, como também a biota aquática, as atividades sociais e econômicas em geral, os recursos naturais e os acervos históricos, culturais e paisagísticos (Sperling, 1996).

A qualidade dos recursos naturais é dirimida pela poluição trazida pela má utilização dos recursos disponíveis como também, má gestão dos subprodutos das atividades consumidoras de tais recursos. De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, poluição é definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição das águas, segundo Chaves (2008), pode ser definida como a ocorrência de adição de substâncias ou formas de energia que modificam a natureza da água negativamente, prejudicando seus usos devido a alteração de sua qualidade. Tal poluição tem como origem diversas fontes, principalmente cargas pontuais de origem doméstica e industrial e cargas difusas de origem urbana e agrícola (CETESB, 2009), sendo esta última a principal responsável pela contaminação por elementos tóxicos no meio ambiente (Novotny, 1995).

A qualidade da água se refere a sua proximidade do que naturalmente é encontrado, ou seja, sem interferência antrópica. Os padrões de qualidade são utilizados para regulamentar os níveis de poluentes de acordo com o uso que se faz do corpo hídrico (Chaves, 2008).

Para a utilização da água na geração de energia, é necessária a construção de reservatórios ou represas. Estes corpos d'água demandam, normalmente, de extensa área para construção das barragens e inundações. Na intenção de preservar e gerenciar a qualidade da água destes reservatórios e de todos os corpos hídricos nacionais, assim como regularizar seus usos, leis, resoluções e decretos foram instituídos, iniciando com o Código das Águas, Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934, estabelecido para regularizar o setor hidrelétrico (DIAS e BARROS, 2007).

O controle da qualidade das águas foi regulamentado pela Portaria MINTER nº GM 0013, em 15 de janeiro de 1976, com o estabelecimento da classificação dos corpos d'água superficiais no território nacional, de acordo com padrões de qualidade e de lançamento de efluentes líquidos (SIGRH, 2011)

No estado de São Paulo, o enquadramento dos corpos d'água foi dado pelo Decreto Estadual nº 10.755 de 22 de novembro de 1977. De acordo com este decreto, as represas do Complexo Paraibuna-Paraitinga são consideradas como corpos d'água Classe 2.

Em 10 de junho de 1986, foi instituída a Resolução nº20 do CONAMA, para estabelecer a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional, substituindo a Portaria MINTER nº GM 0013, de 1976.

A resolução CONAMA nº 20 foi revista e atualmente a classificação das águas, bem como as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, condições e padrões de lançamento de efluentes são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de maio de 2005.

A CONAMA 357/05 definiu as classes das águas doces, de acordo com seus usos preponderantes, sendo a Classe especial, considerada de melhor qualidade para consumo e preservação da vida e, a Classe 4, de qualidade inferior, com uso restrito. Abaixo segue abaixo, a redação do Art. 4 do CONAMA 357/05, com a definição dos usos e das classes:

“I – Classe especial - águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.”

Cada classe denominada na CONAMA 357/05 possui níveis máximos de concentração para alguns parâmetros físicos e químicos e para alguns elementos considerados tóxicos. Assim, a referida resolução, estabelece os níveis de concentração permíssiveis de alguns elementos-traço e metais presentes nas águas, objetivando diminuir a toxicidade dos corpos hídricos, ou seja, o nível de contaminação.

Vale ressaltar que, o fato de um trecho de rio estar enquadrado em determinada classe não significa, necessariamente, que esse seja o nível de qualidade que apresenta, mas sim o nível a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo (SIGRH, 2011).

Considerando a classificação do complexo de represas Paraibuna-Paraitinga, a TAB.2 apresenta os parâmetros físicos e químicos analisados neste estudo, definidos pelo CONAMA 375/05, para corpos d'água Classe 2.

TABELA 2 – Parâmetros físicos e químicos analisados e seus limites de concentração para corpos d'água Classe 2, estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05.

Parâmetros	Limites de concentração permissíveis
pH	6,0 a 9,0
Oxigênio Dissolvido (OD)	não inferior a 5,0 mg.L ⁻¹
Turbidez	100 NTU
Nitrato	10 mg.L ⁻¹
Sulfato	250 mg.L ⁻¹
Cloreto	250 mg.L ⁻¹
Fluoreto	1,4 mg.L ⁻¹
Sólidos dissolvidos totais	500 mg.L ⁻¹
Ag	0,01 mg.L ⁻¹
Al	0,1 mg.L ⁻¹
As	0,01 mg.L ⁻¹
Ba	0,7 mg.L ⁻¹
B	0,5 mg.L ⁻¹
Be	0,04 mg.L ⁻¹
Cr	0,05 mg.L ⁻¹
Co	0,05 mg.L ⁻¹
Cu	0,009 mg.L ⁻¹
Cd	0,001 mg.L ⁻¹
Fe	0,3 mg.L ⁻¹
Hg	0,0002 mg.L ⁻¹
Li	2,5 mg.L ⁻¹
Mn	0,1 mg.L ⁻¹
Ni	0,025 mg.L ⁻¹
P	0,025 mg.L ⁻¹
Pb	0,01 mg.L ⁻¹
Sb	0,005 mg.L ⁻¹
Se	0,01 mg.L ⁻¹
V	0,1 mg.L ⁻¹
Zn	0,18 mg.L ⁻¹

Além da publicação da Resolução CONAMA 357/05, outro passo extremamente importante dado no Brasil, foi à instituição da Lei 9.433, que estabeleceu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, em 08 de janeiro de 1997, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

O Ministério da Saúde, por sua vez, publicou a Portaria nº 518, de 25/03/2004, estabelecendo padrões de qualidade e potabilidade de água para consumo humano.

Em São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), iniciou, em 1974, a operação da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, estudo com 47 pontos de coleta (CETESB, 2008; CETESB, 2009), possibilitando um conhecimento adequado das condições reinantes nos principais corpos d'água do estado, situados nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), de acordo com a Lei Estadual n.º 9.034 de 27 de dezembro de 1994. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde existe um curso d'água principal, para onde convergem os recursos hídricos da bacia (CETESB, 2011a).

A partir de 1990, a CETESB iniciou também programa de monitoramento de águas subterrâneas e, em 2003, monitoramento de sedimentos (Cotrim, 2006). Em 2009, a rede de monitoramento deste órgão contabilizou 338 pontos de amostragem no total (CETESB, 2010a).

Os índices de qualidade das águas, utilizados pela CETESB nos relatórios de monitoramento, indicam uma classificação para a qualidade dos corpos hídricos a partir da integração de variáveis de qualidade específicas, de acordo com os múltiplos usos desse recurso (CETESB, 2009). Existem quatro redes de monitoramento de águas interiores, a saber: Rede Básica (diagnóstico geral dos recursos hídricos do Estado de São Paulo); Rede de Sedimento; Balneabilidade de rios e reservatórios; Monitoramento Automático (controle de fontes poluidoras e controle da qualidade da água para abastecimento público).

A Rede Básica de Monitoramento, a qual abrange Paraibuna e Paraitinga desde 2008, inclui análise dos índices descritos na TAB.3, onde a escolha das variáveis é realizada em função dos usos verificados em campo.

TABELA 3 – Índices analisados na Rede Básica de Monitoramento de águas interiores da CETESB.

REDE BÁSICA (Semestral/Bimestral)		
Índices	Objetivo	Variáveis
IQA*	Diluição de efluentes (principalmente domésticos)	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduos Totais e Turbidez.
IVA	Proteção da vida aquática	Oxigênio Dissolvido, pH, Toxicidade, Cobre, Zinco, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Níquel, Cádmio, Surfactantes, Fenóis, Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total.
IAP**	Abastecimento Público	Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduos Totais e Turbidez, Ferro Dissolvido, Manganês, Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Zinco, Potencial de Formação de Trihalometanos, Número de Células de Cianobactérias (Ambiente Lêntico), Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel.
IET*	Estado Trófico	Transparência (Disco de Secchi), Clorofila <i>a</i> e Fósforo Total.

Fonte: CETESB, 2009.

*Índice calculado para todos os pontos da rede básica.

** Índice calculado apenas nos pontos que são coincidentes com captações utilizadas para abastecimento público.

A gestão ambiental nos reservatórios consideram o monitoramento das características da água e do entorno. O monitoramento periódico, como o realizado pelo órgão ambiental do Estado de São Paulo, permite registrar modificações na qualidade da água do reservatório, identificando como isso afeta a vida das populações locais, além de auxiliar na compreensão dos processos físicos, químicos e biológicos no ambiente aquático, possibilitando prever os efeitos das atividades antrópicas e contribuindo, com a disponibilidade dos dados, para a elaboração de metas para mitigação dos impactos (Figueiredo, 2002; Matos, 2010).

Para Straškraba e Tundisi (2000), há três tipos de abordagens temporais de gerenciamento da qualidade da água em reservatórios: 1) horizonte de curto prazo, com ações corretivas que visam melhorar as condições existentes, impedindo que elas piorem (gerenciamento corretivo); 2) horizonte de médio prazo, com gerenciamento dirigido para prevenção do aparecimento de problemas (gerenciamento preventivo); 3) maior horizonte possível, incluindo-se disponibilidade para as gerações futuras (gerenciamento auto-sustentado) (FIG.2);

FIGURA 2 – Abordagens temporais de gerenciamento da qualidade da água em reservatórios, de acordo com Straškraba e Tundisi (2000).

1.3 Metais e elementos traço

A composição química das águas naturais é determinada por várias fontes. Elas entram em contato com constituintes dissolvidos e particulados de

gases, líquidos e sólidos que interagem durante o ciclo hidrológico. Suas características são influenciadas por fatores atmosféricos, geológicos e pelos processos biológicos. As deposições atmosféricas contêm substâncias dissolvidas, que variam de composição dependendo do local e das estações do ano. Em locais com atividade industrial, existe a possibilidade de ocorrência das chamadas chuvas ácidas, devido às emissões de poluentes atmosféricos. Nos processos biológicos, muitos organismos aquáticos terrestres perturbam o substrato (solo e sedimento) no qual crescem e vivem, retirando substâncias químicas do ambiente e excretando outras substâncias orgânicas e inorgânicas, afetando a química das águas naturais. Com relação aos fatores geológicos, as águas naturais apresentam, normalmente, elementos provenientes das rochas e formações minerais da região que se encontram. Elementos-traço específicos podem ser associados com certos tipos de minerais, possibilitando considerar que a presença destes elementos possam ter relação com a geologia local (Salbu & Steinnes, 1995), em determinados casos.

Elementos-traço são os elementos químicos que apresentam, naturalmente, concentrações da ordem de partes por bilhão (ppb) à partes por milhão (ppm), não havendo distinção para metais e não metais em tal definição (Esteves, 1998). Os metais são considerados contaminantes químicos nas águas, pois, mesmo sendo importantes para os organismos vivos, em determinadas concentrações podem trazer problemas à saúde, por terem características tóxicas (Piveli & Kato, 2006; Biondi, 2010) e serem bioacumulativos (Baird, 1999), causando sérios problemas na cadeia alimentar.

Mesmo ocorrendo naturalmente, a concentração destes elementos tem aumentado de maneira surpreendente com a industrialização do mundo moderno, fazendo com que a contaminação por elementos-traço se tornassem uma das mais graves e temidas formas de poluição ambiental que se tem conhecimento (Esteves, 1998).

Dentre os metais e elementos-traço encontrados na natureza, alguns, como o Fe, Zn, Cu, Ni, Mn, Mg, Co, Mo e B são considerados essenciais pois compõem moléculas e participam de diversos processos fisiológicos, mesmo que em baixas concentrações (Biondi, 2010; Leite *et al.*, 2004). Outros são conhecidos como imunotóxicos a seres humanos, como Be, Cd, Cr, Pb, Hg e Ni (Vaz & Lima *apud* Mariani, 2006)

Em águas naturais, os metais podem se apresentar na forma de íons hidratados de complexos estáveis, como os formados por ácidos húmicos e fúlvicos, e na forma de partículas inorgânicas formando precipitados que se mantêm em suspensão; podem ser adsorvidos em partículas em suspensão que se mantêm na massa líquida, ou se misturar no sedimento de fundo (Piveli & Kato, 2006). Descritos como aglomerados de átomos em que os elétrons da camada de valência fluem livremente, os metais possuem propriedade de ionização e ligação, alto ponto de fusão, são geralmente duros, amarelados e conduzem eletricidade e calor (Chaves, 2008).

O aumento da concentração de metais pode ocorrer naturalmente, durante o ciclo hidrológico, onde as águas entram em contato com uma grande variedade de material geológico, quando da decomposição de rochas e lixiviação no perfil do solo, além de carregar as características de solos e rochas presentes no leito dos rios. Tal aumento, também ocorre de forma antrópica, a partir de:

- atividade de mineração e fundição;
- utilização de agrotóxicos, que são lixiviados com a irrigação do solo e precipitação, considerada uma importante fonte difusa de contaminação;
- lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais não tratados ou inadequadamente tratados nos corpos d'água;
- disposição inadequada de lodo de estações de tratamento de água e esgoto;
- deposição atmosférica através de precipitação, chamada de chuva ácida (Förstner & Wittman, 1981; Salbu & Steinnes, 1995; Novotny, 1995; Stumm & Morgan, 1996; Guilherme & Marchi 2005; Piveli & Kato, 2006).

Os descartes urbanos parecem ser a principal fonte de contaminação, já que a maioria dos problemas causados pela toxicidade de metais é encontrado em corpos d'água receptores localizados próximos aos centros urbanos (Novotny, 1995).

Os rios desempenham a principal tarefa no transporte de substâncias em solução ou em associação com os sólidos suspensos, atuando como coletor de descarga de metais da bacia de drenagem antes destes atingirem os lagos (Leite, 2002), assim a que se considerar que todas as atividades realizadas na bacia podem influenciar os corpos hídricos pertencentes a ela.

Quando um elemento-traço é introduzido no lago (corpo d'água) ele interage com solutos, partículas orgânica e inorgânica, por adsorção ou assimilação. Essa afinidade com estes elementos presentes na coluna d'água, junto com as alterações no pH, oxidação e outras alterações na sua composição química, determina o tempo de residência do elemento-traço na água, a concentração residual e o seu destino final (Stumm & Morgan, 1996; Novotny, 1995).

A deposição dos sólidos contaminados por metais tem uma maior probabilidade de ocorrer em lagos e reservatórios do que ao longo do canal de rios, durante períodos de alto e baixo fluxo d'água, desde que nestas condições hidráulicas os metais estejam mais imóveis do que anteriormente, e os efeitos da turbulência sejam pequenos (Novotny, 1995), facilitando a deposição.

De acordo com Salomons & Förstner *apud* Novotny (1995), as causas principais para precipitação e complexação dos metais são:

- oxidação de componentes reduzidos como ferro, manganês e sulfetos;
- redução dos metais de maior valência devido à interação com matéria orgânica;
- redução de sulfato à sulfeto (ferro, cobre, prata, zinco, mercúrio, níquel, arsênio, e selênio são precipitados como sulfetos de metais;
- algumas reações alcalinas (estrôncio, manganês, ferro, zinco, cádmio entre outros são precipitados devido ao aumento do pH, normalmente causado pela interação com rochas alcalinas e sedimentos, ou pela mistura com águas alcalinas;
- adsorção ou co-precipitação de íons metálicos com óxidos de ferro e manganês, argilas e partículas de matéria orgânica;
- reações de troca iônica, principalmente com argilas.

A maior parte dos metais dissolvidos transportados pelas águas naturais é, sob condições físico-químicas normais, rapidamente adsorvida no material particulado. Entretanto, a imobilização dos metais nos sedimentos de fundo não necessariamente permanece nesta condição, podendo ser liberados como resultado de alterações químicas no ambiente aquático (Förstner & Wittman, 1981).

Com relação aos efeitos tóxicos dos metais, estes podem ser agudos ou crônicos, de acordo com dose ou tempo de exposição, a forma física e química do elemento e da via de administração/adsorção. A toxicidade depende, não somente de sua concentração total, mas também da espécie química e de vários fatores que influenciam a disponibilidade da substância aos organismos, incluindo a fonte, a taxa de emissão, o transporte, fase de desenvolvimento, sua reatividade com outros componentes do ecossistema e os processos bioquímicos de cada organismo (Laws *apud* Leite *et al.*, 2004; Bruno, 2005, Stumm & Morgan, 1996, Pires *et al. apud* Cotrim, 2006).

Treze metais e metalóides são reconhecidos como potencialmente perigosos para à saúde humana e à biota aquática, sendo incluídos na “Priority Pollutants List (Black List)”, por agências de controle ambiental no mundo inteiro: antimônio, arsênio, berílio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, selênio, prata, tálio e zinco (Novontny, 1995).

Como citado anteriormente, no Brasil, metais considerados tóxicos têm seus padrões de concentrações máximas estabelecidas pela legislação ambiental vigente de acordo com a CONAMA nº 357/05 e a CONAMA nº 397/08. O Ministério da Saúde (MS), por sua vez, na Portaria nº 518/04, estabelece valores máximos permitidos de metais para água de consumo humano e seu padrão de potabilidade (Matos, 2010).

Para monitorar os elementos-traço e metais nos ambientes aquáticos, tanto para controle como para prevenção de possíveis contaminações, são utilizadas amostras de água (fração dissolvida), material particulado em suspensão, sedimento de fundo e biota, como peixes, moluscos, macroinvertebrados e alguns tipos de macrófitas (Tomazelli, 2003).

Na coluna d’água, as concentrações de metais dissolvidos variam por várias ordens de magnitude ao longo do tempo e das estações de amostragem, devido, principalmente às variações diárias e sazonais no fluxo da água, descargas locais de efluentes urbanos e industriais, variações de pH e condições redox, níveis de detergentes, salinidade e temperatura (Förstner & Wittman, 1981).

Como também citaram Santos *et al.* (2008), a variação das concentrações de elementos químicos nas águas é influenciada pelas mudanças climáticas, considerando as nítidas alterações de concentrações das espécies

químicas dissolvidas nas amostras das águas de rio e de reservatório, nos períodos de intensas chuvas; este fato é atribuído a descargas provocadas por enchentes de águas salinizadas provenientes dos pequenos reservatórios existentes em toda área drenada. Contudo, observa-se que imediatamente após o término das chuvas o sistema começa a absorver o impacto causado pelo aporte das espécies químicas durante a inundação (Santos *et al.*, 2008).

Mesmo considerando tais variações, a determinação das concentrações dos metais dissolvidos na água mostra-se interessante para avaliação do grau de contaminação de determinados ecossistemas e tem sido utilizada por diferentes pesquisadores em todo mundo, conforme citado por Tomazelli (2003). Entretanto, a análise de teores de metais dissolvidos na água devem ser sempre acompanhada pela análise de outros materiais, como material particulado em suspensão, sedimento de fundo e biota.

As concentrações de metais e elementos traço presentes na coluna d'água, são normalmente baixas, considerando que, de acordo com Stumm & Morgan (1996), estes elementos interagem com solutos e partículas orgânicas, por adsorção e assimilação. Logo, em ambientes poluídos, as concentrações da fração dissolvida apresentariam-se altas, indicando possível contaminação.

A presença de metais em compartimentos ambientais pode ser controlada, por exemplo, limitando-se o uso de produtos agrícolas (Nakano & Avila-Campos, 2010), através da disposição adequada de efluentes domésticos e industriais (tratamento terciário), realização de controle de emissões atmosféricas, entre outras.

2. OBJETIVOS

Avaliar a qualidade ambiental das represas do Complexo Paraibuna-Paraitinga, quanto aos parâmetros físicos e químicos, com ênfase na presença de elementos inorgânicos em amostras de água de superfície, meio e fundo da coluna d'água.

2.1 Objetivos específicos

- Caracterizar as represas do complexo Paraibuna-Paraitinga quanto aos parâmetros físicos e químicos e presença de elementos inorgânicos (metais, elementos-traço, ânions, cátions) em amostras água de superfície, meio e fundo;
- Avaliar a influência da sazonalidade no aporte das possíveis contaminações e na distribuição dos parâmetros limnológicos e elementos-traço;
- Disponibilizar dados que servirão de subsídio para projetos e estudos posteriores.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende os reservatórios da Usina Hidrelétrica (UHE) Paraibuna, formados pelos rios Paraitinga e Paraibuna. A UHE Paraibuna localiza-se no Município de Paraibuna, no Vale do Paraíba, na escarpa da Serra do Mar, sub-região do Alto rio Paraíba, sob o bioma Mata Atlântica, onde se forma o rio Paraíba do Sul, com a junção dos rios Paraibuna e Paraitinga, à uma altitude de 634 metros do nível do mar (Paraibuna, 2011).

O Município de Paraibuna abrange uma área de 810 km², com apenas 25 km² de área urbana (IBGE, 2011; Instituto H&H Fauser, 2011). Limita-se ao norte com o município de Jambeiro; ao sul com o de Caraguatatuba; a leste com os municípios de Redenção da Serra e Natividade da Serra e a oeste com os municípios de Santa Branca e Salesópolis (Paraibuna, 2011, CBH-PS, 2011).

O complexo de represas Paraitinga-Paraibuna é parte da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, chamada de Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 2, cujo rio Paraíba do Sul é seu curso principal e drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro (FIG.3), totalizando cerca de 55.500 km² de área drenada. O rio Paraíba do Sul, formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, possui 1.100 km de extensão e passa por 180 municípios, 36 dos quais estão parcialmente inseridos na bacia (AGEVAP, 2006). A bacia do Paraíba do Sul é limitada pelas bacias dos rios Grande e Doce e pelas serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo. A Nordeste, é limitada pela bacia do rio Itabapoana; ao Sul, pela Serra dos Órgãos e pelos trechos paulista e fluminense da Serra do Mar; e a oeste, pela bacia do rio Tietê, da qual é separada por meio de diversas ramificações dos maciços da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira (AGEVAP, 2006).

FIGURA 3 – Localização de Paraíba do Sul na Bacia do Rio Paraíba do Sul.
 Fonte: AGEVAP, 2006; CBH-PS, 2011.

De acordo com Ross & Moroz (1997), a região da usina, encontra-se no Planalto de Paraitinga/Paraibuna, com a presença de morros altos alongados. A área possui remanescentes de floresta ombrófila, característica de climas tropicais elevados, vegetação secundária, campos e pastagens (AGEVAP, 2006).

O clima da região de Paraibuna é classificado como mesotérmico ou CWA, de acordo com a classificação de Köppen, com verões brandos e invernos secos. Os ventos predominantes no verão vêm do norte e no inverno, do sul. A precipitação anual varia entre 1300 mm e 1500 mm; sendo o mês mais chuvoso dezembro e o mais seco agosto (Instituto H&H Fauser, 2011). A temperatura máxima média é de 29,5 °C e a mínima média é de 10,1 °C, sendo a temperatura média anual 20,8 °C (CEPAGRI, 2011).

A densidade demográfica do Município, segundo o IBGE (2011), é de 17.384 habitantes, com aproximadamente 70% da população moradora da área rural. A tendência de concentração populacional nas áreas urbanas segue o mesmo padrão de outras regiões brasileiras e é um dos fatores responsáveis pelo aumento da poluição na bacia (AGEVAP, 2006).

A economia da cidade baseia-se no turismo, devido à construção da represa, o que está aumentando a atividade do setor terciário e também a venda de segundas residências para veraneios, além da agropecuária e beneficiamento de seus produtos, e artesanato (ParaibunaSP, 2011; Castro, 2010). Na agricultura predominam as culturas destinadas à pecuária. Verifica-se, também, extensas áreas com o cultivo de eucalipto (CETESB, 2011), não só no entorno das represas da UHE Paraibuna, como também em toda a UGRHI 2.

As barragens de Paraitinga e Paraibuna, concluídas em 1977, estão entre as mais altas do Brasil, com 104 m de altura. O complexo é composto pelo reservatório de Paraibuna, que tem 177 km², o qual é interligado ao reservatório de Paraitinga, com 47 km² (CESP, 2008). A porção mais profunda da represa da UHE Paraibuna chega a atingir 98 metros de profundidade e abrange os dois braços inundados das antigas calhas dos rios Paraibuna e Paraitinga. Os dois reservatórios formaram um lago único, após parte do relevo próximo à barragem que as separava, ser dinamitado. A represa possui um espelho d'água de 224 km² quando com 100% de sua capacidade (Dias *et al.*, 2007). As bacias de seus principais tributários ocupam uma área total de 4.150 km² e possui um volume útil de 2.636 m³ x 10⁶ (CESP, 2008).

Gerida pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, a UHE Paraibuna tem por principal finalidade regular a vazão do rio Paraíba do Sul para evitar as enchentes frequentes nas várzeas deste rio, além de ser responsável pelo fornecimento de água para várias cidades do Vale do Paraíba e do Estado do Rio de Janeiro. É, também, utilizada para gerar energia elétrica, com potência total instalada de 85 MW (CESP, 2008).

O reservatório de Paraitinga é limitado ao norte pelo Município de Redenção da Serra; ao sul, por Natividade da Serra e a oeste, por Paraibuna. O rio Paraitinga nasce no Município de São José do Barreiro, percorrendo os municípios de Lagoinha e São Luiz do Paraitinga, até ser represado em Paraibuna (Matos, 2010). Na represa de Paraibuna, os limites encontram-se ao norte, sul e oeste pelo Município de Paraibuna e ao leste por Natividade da Serra. A nascente do rio Paraibuna situa-se no Município de Cunha, passando por São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra, até seu represamento (IBGE *apud* Matos, 2010) próximo à formação do rio Paraíba do Sul. Seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga, é de mais de 1.100 km (AGEVAP, 2006). No entorno da represa encontram-se projetos de silvicultura, como a monocultura de eucalipto, que abastece a indústria de papel e celulose (Paraibuna, 2008), além de algumas fazendas com criação de gado.

Mesmo sendo reservatórios de grande extensão e importância, Paraibuna e Paraitinga não foram incluídos nos monitoramentos realizados pelo órgão ambiental do Estado de São Paulo, anteriores à 2007. O ponto de monitoramento da CETESB mais próximo ficava no reservatório de Santa Branca, situado no município de Santa Branca, na divisa com o município de Jambuí (CETESB, 2008).

Em 2008, as represas de Paraibuna e Paraitinga foram contempladas na Rede Básica de Monitoramento de CETESB, onde são analisadas as variáveis físicas, químicas e biológicas, para cálculo dos índices de qualidade da água. Com um ponto de monitoramento em cada reservatório, a motivação para inserção foi avaliar o grau de eutrofização destes corpos hídricos. Também foi inserido um ponto na Prainha de Redenção da Serra, para o Programa de Balneabilidade, devido ao uso para recreação de contato primário (CETESB, 2009). A TAB.4 contém a descrição dos pontos de amostragem da CETESB e a

FIG.4, um mapa esquemático com a UGRHI 2 - Paraíba do Sul, principais corpos hídricos e a localização dos pontos no Complexo Paraibuna-Paraitinga.

TABELA 4 – Descrição dos pontos de monitoramento da CETESB inseridos nas Represas de Paraibuna e Paraitinga.

Corpo Hídrico	Latitude S	Longitude W	Projeto de Monitoramento	Local de amostragem	Município
Braço do Paraitinga	23°21'56"	45°36'45"	Rede Básica	Próximo a área de lazer da CESP	Paraibuna
Braço do Paraibuna	23°25'06"	45°34'17"	Rede Básica	Na junção dos braços do Rio Paraibuna e dos rios da serra.	Paraibuna
Braço do Rio Palmital	23°16'38"	45°32'08"	Balneabilidade	Prainha de Redenção da Serra	Redenção da Serra

Fonte: Adaptado CETESB, 2009.

FIGURA 4 – Mapa esquemático com UGRHI 2 – Paraíba do Sul, principais corpos hídricos e localização do pontos de monitoramento das Represas Paraibuna e Paraitinga.

Fonte: CETESB, 2009.

Segundo Brandimarte & Shimizu (1996), a represa de Paraibuna é considerada oligotrófica, de acordo com os níveis de trofia descritos na TAB.5, como demonstrado pela CETESB no seu Relatório de Qualidade de Águas Superficiais, de 2009 (TAB.6).

TABELA 5 – Graus de trofia de um reservatório.

Estado Trófico	Critério	Disco de Secchi-S	P-Total - P	Clorofila a
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$S \geq 2,4$	$P \leq 8$	$CL \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$2,40 > S \geq 1,7$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < CL \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$1,7 > S \geq 1,1$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < CL \leq 13,51$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$1,1 > S \geq 0,8$	$52 < P \leq 120$	$13,51 < CL \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$0,8 > S \geq 0,6$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < CL \leq 69,05$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$S < 0,6$	$P > 233$	$CL > 69,05$

Fonte: CETESB, 2010a.

TABELA 6 – Índice de Qualidade de Água e Índice de Estado Trófico dos pontos de monitoramento da CETESB, nas represas de Paraitinga e Paraibuna.

	IQA Média Anual	Qualidade da água	IET Média Anual	Estado Trófico
Braço do Paraitinga	93	Ótimo	47,12	Ultraoligotrófico / Oligotrófico
Braço do Paraibuna	93	Ótimo	44,59	Ultraoligotrófico

Fonte: CETESB, 2010a.

Ainda com a classificação acima, as represas da UHE Paraibuna, recebem remanescentes de carga orgânica proveniente dos municípios no seu entorno que não tratam 100% de seus efluentes domésticos. Os valores de carga orgânica constantes no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, da CETESB, publicado no ano de 2007, para as cidades do entorno da represa, apresentadas por Matos (2010) em seu estudo, não apresentaram grande variação comparando com os dados atualizados no relatório publicado em 2010 (TAB.7), com o título de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo, com dados referentes ao ano de 2009.

TABELA 7 - Carga orgânica doméstica das cidades do entorno da Represa de Paraibuna.

Município	Relatório	Concessão	População Total (hab.)	Coleta	Atendimento Tratamento	Eficiência %	Carga Potencial Poluidora Remanescente (kg DBO/dia)	Corpo receptor
São Luiz do Paraitinga	2006 2009	SABESP	10.798 10.908	84	100	354 347	116 70	Rio Paraitinga e Chapéu
Natividade da Serra	2006 2009	Prefeitura Municipal	7.320 7.674	90	96	177 170	55 53	Res. Paraibuna
Redenção da Serra	2006 2009	SABESP	4.103 4.245	59	100	92	49 39	Res. Paraibuna
Paraibuna	2006 2009	Prefeitura Municipal	18.619 16.833	85	9 0	285 283	267 283	Rio Paraibuna
Lagoinha	2006 2009	SABESP	5.073 4.909	100	100	163	33	Rio Botucatu

Fonte: Adaptado de Matos, 2010; CETESB, 2007; CETESB, 2010a.

3.1 Características geológicas da região

De acordo com a CETESB (2010b), Paraibuna encontra-se sobre o aquífero Pré-Cambriano (cristalino) que cobre uma área de, aproximadamente, 57.000 km², localizado em toda a porção leste do Estado de São Paulo, onde estão instalados grandes centros urbanos como as regiões metropolitana de São Paulo, Campinas e Sorocaba.

É composto por rochas pré-cambrianas (Cristalino) denominadas ígneas e metamórficas geralmente granitos, gnaisses, filitos, xistos e quartzitos, que são, em sua origem, praticamente impermeáveis (CETESB, 2010b).

De acordo com Teixeira *et al.* (2001), estudos da distribuição litológica da terra indicam que 95% de seu volume total correspondem a rochas cristlinas (ígneas e metamórficas) e apenas 5% de rochas sedimentares. Entretanto, considerando a distribuição destas rochas em área de exposição rochosa

superficial, os números se modificam para 74% de sedimentares e 25% de cristalinas. Isto indica que as rochas sedimentares representam uma fina camada de lâmina rochosa que se dispõe sobre as ígneas e metamórficas, consideradas principais na constituição litológica da crosta continental.

As rochas ígneas tem, majoritariamente, composição silicática. Os principais componentes são, além de O e Si, o Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, Mn, Ti e P.

As rochas metamórficas tem composição dependente da rocha principal, que sofreu a transformação, devido as reações que se processam no estado sólido. Como exemplos, tem-se os gnaisses apresentam composição química sílico-aluminosa com álcalis, cálcio-alcaina, etc; os filitos, composição aluminosa, alumino-sílica, carbonosa, sílico-alumino-carbonática, etc.; os xistos, composição química sílico-aluminosa (pelítica), sílico-magnésiana (ultrabásica), básica, etc.; e os quartizitos, sílica. (UNESP, 2011).

Devido a eventos tectônicos que afetaram as rochas pré-cambrianas, e à ação das intempéries na superfície, formaram-se sistemas de falhas e fraturas e porções de rochas alteradas, propiciando condições de percolação e acúmulo das águas subterrâneas, constituindo assim um aquífero fraturado, que possui recarga natural em decorrência das precipitações que escoam através das fissuras formadas (CETESB, 2011b).

De um modo geral, as águas desse aquífero são pouco salinizadas e apresentam as menores temperaturas dentre os aquíferos analisados. São encontradas também concentrações pontuais excessivas de arsênio, cromo, chumbo, ferro e nitrato (CETESB, 2010b; CETESB, 2011b).

As represas de Paraibuna e Paraitinga, com relação às entidades Tectono-estratigráficas, encontram-se sobre o Terreno Embu e Terreno Serra do Mar (FIG.5), Província Mantiqueira, que são formadas por ganitos e granitóides (rochas ígneas).

O solo encontrado no região das represas, considerando uma análise macro, é o latossolo, característico do Brasil. O latossolo é altamente evoluído, laterizado, rico em argilominerais 1:1 e hidróxidos de ferro e alumínio (Teixeira *et al.*, 2001).

A região sudeste, porção que engloba a bacia do rio Paraíba do Sul, está inserida próxima à importantes depósitos lateríticos do Brasil de Al, Mn e Fe (Teixeira *et al.*, 2001).

FIGURA 5 - Entidades Tectono-estratigráficas – Complexo Paraibuna-Paraitinga
Fonte: CPRM, 2006.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostragem

As coletas de água foram realizadas em nove estações de amostragem (FIG.6), em campanhas trimestrais, entre maio de 2008 e maio de 2010, com o intuito de abranger os períodos de seca e chuva, verificando as estações variações sazonais. As amostragens ocorreram sempre no período matutino e vespertino.

FIGURA 6 - Estações de amostragem no Complexo Paraibuna-Paraitinga.
(Foto satélite CBERS: www.inpe.br).

As nove estações de amostragem deste estudo, definidas em conjunto com a equipe da CESP e a equipe de controle sanitário da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), encontram-se distantes das margens e foram determinadas de acordo com a facilidade de acesso e considerando fatores críticos como os tributários contribuintes aos reservatórios,

os pontos de captação de água superficial para abastecimento público (Redenção da Serra), fatores impactantes a montante e a jusante das cidades vizinhas e seus pontos de descarte de efluentes sanitários, conforme descrito por Matos (2010), que utilizou as mesmas estações de amostragem em sua pesquisa sobre a comunidade fitoplanctônica do Complexo Paraibuna-Paraitinga.

As coordenadas geográficas das estações de amostragem, georreferenciadas com sistema de coordenadas geográficas (graus-minutos-decimais) por aparelho de Global Positioning System 42 (GPS), e as descrições de cada estação as características de cada uma, encontram-se na TAB.8.

Com o auxílio de embarcação da CESP e com apoio de sua equipe durante as amostragens, foram coletadas amostras de meio e fundo, utilizando-se uma garrafa do tipo “van Dorn” e armazenadas em frascos de polietileno de alta densidade, com capacidade de 1,5 litro.

As amostras de superfície foram coletadas em, aproximadamente, 30 cm de profundidade, com o auxílio de frasco de polietileno, com volume de 1,5 litro.

Os frascos utilizados nas campanhas de amostragem foram previamente descontaminados (Laxen & Harrison, 1981), sendo lavados com água dos locais de coleta, no momento das amostragens.

As amostras foram mantidas em caixas de isopor com bolsas térmicas com gel congeladas, para preservação até a chegada ao laboratório do Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA), do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

A partir de maio de 2008 não foi possível a realização da amostragem na estação 01, devido à presença massiva de macrófitas aquáticas, pertencentes ao gênero *Salvinia sp*, que impediam a passagem da embarcação (FIG. 7 e 8).

Nas FIG.9 a 18 são apresentadas evidências fotográficas dos locais de amostragem, tiradas na campanha de maio de 2009, período seco. Nesta campanha não foi indentificada presença massiva de macrófitas na estação 02 e estação 03, que encontram-se próximas à extinta estação 01. Assim, a FIG.10 evidencia a situação encontrada nas estações 02 e 03, em novembro de 2009, período chuvoso.

TABELA 8 – Coordenadas geográficas e descrição das estações de amostragem.

Estação	Estação / Coordenada	Descrição
01	S 23° 19.564' W 45° 30.185'	Rio Paraitinga – próximo à ponte dos Mineiros. Presença de gado e cavalos próximos às margens. Grande massa de macrófitas aquáticas.
02	S 23° 19.815' W 45° 31.060'	Rio Paraitinga – próximo à Fazenda Ponte Alta.
03	S 23° 19.967' W 45° 33.911'	Rio Paraitinga – próximo à Redenção da Serra. Reflorestamento de eucaliptos no entorno.
04	S 23° 24.500' W 45° 35.178'	Rio Paraibuna – próximo à barragem da hidrelétrica. Fazendas nas proximidades.
05	S 23° 24.582' W 45° 35.924'	Rio Paraibuna – junto à barragem da hidrelétrica.
06	S 23° 23.701' W 45° 27.953'	Junção do Rio do Peixe e Rio Paraibuna – próximo à balsa de Natividade da Serra.
07	S 23° 22.943' W 45° 27.681'	Junção do Rio do Peixe e Rio Paraibuna – próximo à Natividade da Serra.
08	S 23° 23.399' W 45° 37.497'	Próximo à balsa para Paraitinga (porto).
09	S 23° 31.282' W 45° 29.990'	Junção Rio Negro, Rio Pardo e Rio Lourenço Velho.

FIGURA 7 – Massa de macrófitas aquáticas próximo à estação 02, represa Paraitinga.

FIGURA 8 - Detalhe *Salvinia* sp. da represa Paraitinga.
Fonte: Matos, 2010.

FIGURA 9 – Estação de amostragem 02, mai/09.

FIGURA 10 – Estação de amostragem 02, com presença de macrófitas, nov/09.

FIGURA 11 – Estação de amostragem 03, mai/09.

FIGURA 12 – Estação de amostragem 03, com presença de macrófitas, nov/09.

FIGURA 13 – Estação de amostragem 04, mai/09.

FIGURA 14 – Estação de amostragem 05, mai/09.

FIGURA 15 – Estação de amostragem 06, mai/09.

FIGURA 16 – Estação de amostragem 07, mai/09.

FIGURA 17 – Estação de amostragem 08, mai/09.

FIGURA 18 – Estação de amostragem 09, mai/09.

No total, foram coletadas 195 amostras, sendo três por estação de amostragem e considerando, somente em maio de 2008, a estação 01. Para as análises, foram geradas 585 amostras destinadas à obtenção das concentrações de série de sólidos, metais e elementos-traço e ânions.

As amostras foram coletadas e preservadas conforme recomendações do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da Agência Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (Agudo *et al.*, 1987).

4.2 Análises

Os parâmetros escolhidos para caracterização das represas de Paraitinga e Paraibuna foram escolhidos, principalmente, em função dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água Classe 2, classe em que as represas estão enquadradas.

As técnicas/métodos utilizados nas análises realizadas neste estudo, foram validadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 2005) e/ou adaptadas e validadas nos laboratórios do Centro de Química e Meio Ambiente do IPEN (Cotrim, 2006).

4.2.1 Variáveis limnológicas

A análise dos parâmetros limnológicos são importantes ferramentas para avaliação da qualidade da água, sendo utilizados pela CETESB para cálculos dos índices de qualidade de água, caracterizando os corpos d'água do Estado de São Paulo.

Neste estudo, foram avaliados:

- temperatura da água e do ar^oC;
- condutividade elétrica (mS.cm⁻¹);
- oxigênio dissolvido mg.L⁻¹;
- pH;
- transparência (m) e turbidez (NTU); e
- série de sólidos dissolvidos (mg.100mL⁻¹).

Em campo, determinaram-se os seguintes parâmetros: pH, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, condutividade, oxigênio

dissolvido com a utilização de sonda multiparamétrica HORIBA U-10; e transparência, pela observação do desaparecimento do Disco de Secchi.

Nas coletas de maio, agosto e novembro de 2008, e nas de fevereiro, maio e novembro de 2009, o parâmetro turbidez foi medido em laboratório com o auxílio do turbidímetro digital, modelo TB 1000, da TecnoPON. Em maio de 2009, a condutividade também foi medida em laboratório, com a utilização do condutivímetro da marca Digimed, modelo CD-20. As medições em laboratório deram-se devido à falhas no equipamento de campo, na época da realização das campanhas de amostragem referidas acima.

Nos laboratórios, as amostras foram separadas e destinadas para análise. De cada 1,5 L de amostra coletada, retirou-se uma alíquota de 200 mL para análise das concentrações de série de sólidos utilizando o método de Gravimetria (CETESB, 1995).

Para análise de ânions e metais, foram filtradas, por gravidade, em membranas de 0,45 µm, 100 mL e 250 mL de cada amostra respectivamente, para retirada das partículas em suspensão. As amostras foram colocadas em frascos de polietileno e preservadas sob refrigeração à 4°C.

As amostras encaminhadas para determinação das concentrações de metais e elementos-traço foram preservadas com HNO₃ 1:1, até atingir pH<2.

4.2.2 Variáveis Climatológicas

A fim de verificar possíveis influências das variáveis climatológicas no sistema aquático, foram obtidos os dados do regime de precipitação, referentes aos dias de coletas realizadas nas represas, no Banco de Dados Virtual do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) (Matos, 2010).

4.3 Espécies iônicas

As espécies iônicas F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, PO₄⁻³ e SO₄⁻² foram determinadas por cromatografia de íons (CI). O equipamento utilizado, um cromatógrafo de íons da marca Dionex, modelo DX⁻¹20, é equipado com sistema supressor auto-regenerante e detector de condutividade (Cotrim, 2006).

4.4 Elementos-traço e metais

Foram analisado 30 elementos-traço e metais: Hg, Se, As, Sb, Pb, Cd, Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn.

Os elementos Hg, Se, As, Sb, Pb e Cd foram analisados por espectrometria de absorção atômica (AA), utilizando o Espectrômetro de Absorção Atômica AAnalyst 800 – Perkin Elmer.

A concentração dos elementos Pb, Cd, Sb e Se foram determinadas por forno de grafita (Dantas *et al.*, 2002), o Hg com atomização por geração de vapor frio e o As por geração de hidreto (Furusawa *et al.*, 2002).

Para análise dos 24 elementos restantes: Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn, utilizou-se a espectrometria de emissão com fonte de plasma induzido (ICP-OES). O equipamento utilizado, Spectro Flame M 120 E – Spectro, com tocha axial, possui em seu programa, recursos que possibilitam uma escolha criteriosa das linhas de emissão a serem utilizadas para cada elemento (Cotrim, 2006).

4.5 Metodologia analítica

Todas as análises para determinação das concentrações de espécies iônicas e elementos-traço foram realizadas nos laboratórios de Química Ambiental do CQMA-IPEN, por meio de técnicas instrumentais comumente usadas devido ao seu poder de detecção e precisão, de acordo com alguns autores (Salbu & Steinnes, 1995; Lemes, 2001): cromatografia de íons, espectrometria de absorção atômica (AA), espectrometria de emissão com fonte de plasma induzido (ICP-OES).

A metodologia utilizada neste estudo baseou-se na pesquisa apresentada por Cotrim (2006), que analisou metais e elementos-traço em amostras de água destinadas à abastecimento público.

A validação das metodologias seguiu o *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater* (Apha, 2005).

4.5.1 Determinação de espécies iônicas

Para determinação de F^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{-3} e SO_4^{-2} , foi utilizada a técnica de cromatografia de íons, fundamentada no fenômeno de troca iônica, associada a detecção condutométrica e supressão química (Lemes, 2001).

Para análise das espécies iônicas, foram obtidas curvas analíticas para cada elemento, traçando-se as áreas de pico em função da concentração do analito. Estas curvas foram obtidas através de metodologia (EPA, 1986; Lemes, 2001) implantada e estabelecida nos laboratórios do CQMA-IPEN (Cotrim, 2006).

A TAB.9 apresenta os coeficientes de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) obtidos.

TABELA 9 – Coeficiente de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) das espécies iônicas.

Espécie iônica	Faixa de concentração (ng.mL ⁻¹)	Coeficiente de correlação	Limite de detecção (ng.mL ⁻¹)	Limite de quantificação (ng.mL ⁻¹)
F^-	25 – 150	0,9988	3	25
Cl^-	25 – 150	0,9996	5	25
NO_3^-	50 – 200	0,9958	7	50
PO_4^{-3}	25 – 200	0,9993	4	25
SO_4^{-2}	200 - 1400	0,9995	70	200

Fonte: Cotrim (2006).

A validação da metodologia analítica foi realizada com a utilização de soluções padrão de referência para cromatografia de íons Dionex Combined Five Anion Standard P/N 37157 (Cotrim, 2006).

4.5.2 Determinação de Ag, Al, B, Ba, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Sn, V e Zn

A determinação das concentrações dos elementos-traço e metais selecionados foi obtida com a técnica de espectrometria de emissão com fonte de plasma de argônio induzido (ICP-OES).

De acordo com Lemes (2001) a Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma de Argônio (ICP-OES) é amplamente utilizada para análises ambientais (YABE, 1995; CHARLES & FREDEEN, 1997; GATTI, 1997; DANTAS, 1999; SANTOS, 1999] por suas características gerais: é uma técnica multielementar rápida que permite a determinação simultânea de seus constituintes maiores, menores e traço; embora a sensibilidade da técnica não seja baixa para muitos dos elementos comumente determinados (por exemplo, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn), a diferença em comparação com a técnica espectrométrica de absorção atômica não é tão significativa e o ICP-OES é bastante sensível para elementos metálicos refratários (V e Be) e para alguns não-metálicos (B e P); a baixa vulnerabilidade do ICP-OES para os interferentes interelementares, faz com que a calibração para uma variedade de materiais ambientais seja muito mais fácil do que para o AAS.

Para determinação dos elementos-traço e metais, utilizou-se o método da curva analítica, por meio do uso de soluções-padrão multielementares (Lemes, 2001; COTRIM, 2004 e 2005), elaborando assim programas analíticos para cada elemento. A TAB.10 apresenta as condições operacionais do sistema ICP-OES.

TABELA 10 – Condições operacionais do ICP-OES.

Padrões Operacionais	Condições
Potência do plasma	1200W
Gás refrigerante	28 L.min ⁻¹
Gás auxiliar	1,5 L.min ⁻¹
Pressão do Nebulizador	2,8 bar
Fluxo de amostra	1,5 mL.min ⁻¹

Fonte: Cotrim (2006).

A TAB.11 apresenta os coeficiente de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) obtidos.

TABELA 11 – Coeficiente de correlação, faixa de concentração, limite de detecção (L.D.) e limite de quantificação (L.Q.) dos elementos-traço para ICP-OES.

Elemento	λ (nm)	Faixa de concentração (ng.mL ⁻¹)	Limite de quantificação (ng.mL ⁻¹)
Ag	328,068	0,005 – 6,0	0,005
Al	167,083	0,002 – 1,2	0,002
B	249,773	0,003 – 1,2	0,003
Ba	455,403	0,0003 – 1,2	0,0003
Ca	315,887	0,006 – 12	0,006
Co	231,498	0,05 – 1,2	0,05
Cr	267,716	0,03 – 1,2	0,03
Cu	324,754	0,01 – 1,2	0,01
Fe	261,187	0,02 – 1,2	0,02
K	766,491	0,001 – 12	0,001
Mg	383,826	0,006 – 12	0,006
Mn	257,610	0,007 – 1,2	0,007
Mo	202,030	0,02 – 1,2	0,02
Na	589,592	0,002 – 24	0,002
Ni	231,604	0,02 – 1,2	0,02
P	177,500	0,02 – 12	0,02
Sn	283,999	0,02 – 1,2	0,02
V	290,882	0,01 – 1,2	0,01
Zn	213,856	0,003 – 1,2	0,003

Fonte: Cotrim (2006).

A validação da metodologia analítica foi realizada por Cotrim (2006), pela análise de material de referência para certificado NIST (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MA, USA): SRM 1643c (Trace Elements in Water).

4.5.3 Determinação de Hg, Se, As, Sb, Pb e Cd

Para determinação das concentrações de Hg, Se, As, Sb, Pb e Cd, foi utilizada a técnica de espectrometria de absorção atômica (AAS) devido a sua alta sensibilidade para concentrações baixas.

Para elaboração dos programas analíticos de cada elemento, utilizou-se o método da curva analítica, por meio do uso de soluções-padrão mono elementares (Cotrim, 2006). A TAB.12 apresenta os limites de quantificação e a faixa de concentração estabelecidas para a análise.

TABELA 12 – Faixa de concentração e limite de quantificação (L.Q.) para AAS.

Elemento	Faixa de concentração (ng.mL ⁻¹)	Limite de quantificação (ng.mL ⁻¹)
Pb	0,001 – 0,1	0,001
Cd	0,0001 – 0,5	0,0001
Se	0,001 – 0,1	0,001
Sb	0,001 – 0,1	0,001
As	0,001 – 0,12	0,001
Hg	0,0008 – 0,006	0,0008

Fonte: Cotrim (2006).

A validação da metodologia analítica foi realizada por Cotrim (2006), através análise de material de referência para certificado NIST: SRM 1643c (Trace Elements in Water).

4.5.4 Tratamento estatístico dos dados

Devido ao grande número de resultados gerados neste estudo, utilizou-se algumas técnicas matemáticas e estatística que possibilitam uma melhor visualização do comportamento dos elementos e das variáveis limnológicas obtidas.

Para análise do perfil espacial, foram utilizadas representações gráficas do tipo *Blox-Plot*, que possibilitam avaliar a assimetria da distribuição, a faixa de variação dos dados, além da detecção de pontos extremos, que podem indicar erros de amostragem, de medida e de transcrição de dados, ou ainda, um comportamento não habitual, podendo ser ou não excluídos da análise (Cotrim, 2006). Nesta avaliação, somente os elementos que apresentaram concentrações acima do limite estabelecido pela legislação foram selecionados.

As técnicas para análise estatística multivariada utilizadas foram:

- Análise por agrupamento: para representação gráfica, através de dendogramas, das estações de amostragem que apresentaram comportamento semelhante considerando a variação das concentrações dos elementos assim como das variáveis limnológicas. Para a confecção do gráfico, escolheu-se a medida de distância euclidiana (dissimilaridade), onde quanto mais próximos os grupos, mais semelhantes são um do outro. O método aglomerativo escolhido foi o de encadeamento único, baseado na distância mínima, regra do vizinho mais próximo (Vinici, 2005).

- Análise de componentes principais (ACP): para análise de uma grande quantidade de dados, não independentes entre si, que possibilita o conhecimento das variáveis de maior influência do conjunto de resultados, aquelas com maior variabilidade dentro do grupo, sem que haja perdas significativas de informação.

A partir das variáveis correlacionadas, são geradas variáveis independentes através de combinações lineares das variáveis iniciais, que são os componentes principais (Vinici, 2005);

- Análise fatorial (AF): utilizada em conjunto com a ACP, explica o quanto cada variável contribui para cada fator encontrado, cada componente principal.

A AF e a ACP juntas permitem avaliar a variabilidade do conjunto de dados iniciais e quais variáveis são mais importantes para o entendimento desta variabilidade e quais possuem comportamento semelhante.

Para estas análises foi utilizado o *Software Statistica Version 8.0*, da *StatSoft Inc.*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis Climatológicas

Devido à falta de histórico de monitoramento meteorológico na cidade de Paraibuna, foram utilizados os dados de precipitação para o Município de Caraguatatuba (localizado a 51,9 km de Paraibuna), obtidos em consulta ao banco de dados virtual do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2008). A TAB. 13 apresenta os dados obtidos pelo CIIAGRO e as observações de campo relativas a ocorrência de chuva no dia antecedente e/ou no dia da coleta nas represas de Paraibuna e Paraitinga.

TABELA 13 – Dados de precipitação no Município de Caraguatatuba e ocorrência de chuva nas represas de Paraibuna e Paraitinga.

Identificação da Amostra	Data da coleta	*Condições Meteorológicas Caraguatatuba	*Precipitação (mm) Caraguatatuba	Ocorrência de chuva Paraibuna-Paraitinga
Mai/08	27/05/2008	Seco	0	não
Ago/08	25/08/2008	Seco	0	-
Nov/08	17/11/2008	Úmido	87,9	sim
	24/11/2008	Ligeiramento seco	2	não
Fev/10	27/02/2009	Úmido	40,5	sim
Mai/09	22/05/2009	Ligeiramente Seco	0,3	Não
Ago/09	17/08/2009	Normal	4,1	Não
Nov/09	23/11/2009	Ligeiramente Seco	4,8	Sim
Fev/10	23/02/2010	Úmido	65,4	Sim
Mai/10	19/05/2010	Seco	0	Sim

Fonte: *CIIAGRO, 2010.

Os dados apresentados pelo CIIAGRO são semanais, evidenciando que nas semanas das coletas de maio e agosto de 2008 não houve ocorrência de chuvas, caracterizando bem o período seco no primeiro ano de coleta. Da mesma forma a estação chuvosa foi característica de verão com índices expressivos de chuva, em comparação com a estação seca, mostrando um regime hidrológico bem definido.

O segundo ano de coleta apresentou pequena divergência em novembro, com 4,8 mm de chuva, contrastando com o mesmo mês em 2008, que obteve 87,9 mm, de acordo com o CIIAGRO.

Na campanha de novembro de 2008, iniciada no dia 17, ocorreram fortes chuvas durante a coleta, impossibilitando sua continuidade, devido ao

perigo apresentado à equipe. Assim, as amostras das estações 05, 06, 07 e 09, foram coletadas em 24/11/2008, completando o ciclo.

Comparando os dados do CIIAGRO com as observações de campo, nota-se que os dados são compatíveis, com exceção da coleta do dia 19/05/2010, representada por um período seco em Caraguatatuba, porém com ocorrência de chuva em Paraibuna-Paraitinga.

Altos valores de precipitação interferem nos ecossistemas aquáticos, alterando as características físicas, químicas e biológicas, como elevação da turbidez e diminuição da transparência em consequência da turbulência provocada pela chuva, carreamento de sólidos para o interior do corpo d'água causado pela drenagem superficial de solos (Matos, 2010), aumento ou diminuição do tempo de retenção da água, variação nas vazões e alteração das concentrações de compostos químicos na coluna d'água (Marques, 2011).

5.2 Profundidade

A porção mais profunda do complexo Paraibuna-Paraitinga têm, aproximadamente, 98 m. Considerando a variação do nível de água nas represas, devido às diferentes vazões ao longo do ano e para coleta precisa de amostras de meio e fundo, foram tiradas medidas de profundidade em campo, após a ancoragem da embarcação em cada estação de amostragem.

As profundidades de coleta para amostras de meio foram obtidas dividindo-se a profundidade total por 2.

As profundidades de coleta de cada campanha de amostragem, estão descritas na TAB.14.

TABELA 14 – Profundidade das coletas de amostras de meio e fundo de cada estação de amostragem.

		Profundidade (m)									
Estações de amostragem		Campanhas de Amostragem									
		2008			2009				2010		
		<i>mai</i>	<i>ago</i>	<i>nov</i>	<i>fev</i>	<i>mai</i>	<i>ago</i>	<i>nov</i>	<i>fev</i>	<i>mai</i>	
2	Meio	10	9,5	14*	15,5	16,5	17	16	17,5	17,5	
	Fundo	20	19	28*	31	33	34	32	35	35	
3	Meio	23	23	23*	25	24	24,5	24	25,5	25	
	Fundo	46	46	46*	50	48	49	48	51	50	
4	Meio	35,5	35	39*	39,5	38,5	40,5	35,5	37	42,5	
	Fundo	71	70	78*	79	77	81	71	74	85	
5	Meio	19,5	15,5	18,5**	13	15,5	14,5	17,5	13,5	16	
	Fundo	39	31	37**	26	31	29	35	27	32	
6	Meio	19	16	15*	17,5	15	16	17,5	18,5	18,5	
	Fundo	38	32	30**	35	30	32	35	37	36,5	
7	Meio	7,5	10,5	9**	8,5	8	10	7	7	9,5	
	Fundo	15	21	18**	17	16	20	14	14	19	
8	Meio	9,5	7	28*	11,5	9,5	20,5	15,5	11,5	20	
	Fundo	19	14	56*	23	19	41	31	23	40	
9	Meio	15,5	19,5	19,5**	20,5	21,5	21,5	22	24	22,5	
	Fundo	31	39	39**	41	43	43	44	48	44,5	

* Estações amostradas em 17/11/2008;

** Estações amostradas em 24/11/2008.

As variações de profundidade das estações entre as campanhas de amostragem acompanharam, em sua maioria, os índices de pluviosidade e consequente aumento do nível d'água. Pode-se observar um aumento significativo da profundidade na estação 08, em novembro de 2008, quando o

índice pluviométrico foi alto. Esta estação foi amostrada em momento de forte chuva, quando o nível d'água subiu rapidamente.

5.3 Variáveis Limnológicas

A análise dos dados limnológicos foram representadas em gráficos utilizando-se, principalmente, as médias dos resultados obtidos nos períodos seco e chuvoso, ilustrando o comportamento dos parâmetros estudados nas superfície, meio e fundo de cada estação de amostragem com as características dos dois períodos do ano.

Os resultados das análises das amostras de cada coleta, médias aritméticas, desvios-padrão, medianas, valores mínimos e valores máximos encontram-se nos Apêndices:

- APÊNDICE A – Variáveis limnológicas;
- APÊNDICE B – Espécies iônicas.

As concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral, encontram-se no Apêndice C.

5.3.1 Temperatura do ar e da água

A temperatura da água influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas dos ecossistemas aquáticos podendo promover a circulação ou a estratificação da água, com a criação de termoclina, quando do aumento da temperatura das camadas superiores da coluna d'água. A temperatura age diretamente na densidade da água, distribuição de gases (CO₂ e O₂), pH, condutividade elétrica e na concentração de nutrientes (Esteves, 1998; Mariani, 2006).

O aumento da temperatura se dá, naturalmente, pela propagação do calor na água, através do processo de condução. Na coluna d'água, devido à forte absorção de radiação no primeiro metro de profundidade, deveria ocorrer abaixo dessa camada uma queda brusca de temperatura, o que não ocorre pois a ação do vento promove a turbulência na água, redistribuindo o calor por toda massa d'água. Esta por sua vez é o meio de transporte de calor, que ocorre em função da presença ou ausência de diferentes densidades (Esteves, 1998).

As temperaturas atmosféricas das oito estações de amostragem, registradas no período seco, variaram de 19,7°C (estação 02, mai/09) a 30°C (estação 04, ago/08). Os meses de agosto (2008 e 2009) foram os mais quentes do período seco, corroborando com a identificação da máxima temperatura neste mês. A média foi de $24,8 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$. No período chuvoso, a temperatura mínima foi de 21,0°C (estação 04, nov/08), a máxima de 37,0°C (estação 02, nov/09) e a temperatura média de $26,4 \pm 4,2^{\circ}\text{C}$. O mês de nov/09, foi o mais quente de toda a campanha de amostragem, onde todas as estações, com exceção da 09, marcaram temperaturas acima dos 31°C. Ainda assim, a ocorrência de precipitação na semana da amostragem foi mínima.

A FIG.19 demonstra a variação da temperatura do ar durante o período amostral.

FIGURA 19 - Variação da temperatura do ar nas estações de amostragem durante o período amostral (maio/08 – maio/10).

As temperaturas do ar e da água foram medidas ao longo do dia, no momento de cada amostragem, seguindo um roteiro de coleta. Assim, pode-se comparar os resultados, considerando que as medições de cada estação foram feitas em horários aproximados em todas as campanhas.

As primeiras amostragens sempre foram feitas nas estações 02 e 03, por volta das 10hs e a última na estação 09, entre 16hs e 17hs, assim, pelo gráfico nota-se que em sua maioria, as menores temperaturas foram registradas nestas estações, no início e fim do dia, quando a temperatura do ar é mais baixa.

Para as temperaturas da água, obteve-se na superfície, durante os meses de seca, a variação de 20,2°C (estações 03 e 07, ago/09) a 23,3°C (estação 07, ago/08), com média de $21,8 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$. Nos meses de chuva, foram registradas variações da temperatura entre 22,3°C (estação 09, nov/08) e 29°C (estação 03, fev/09), com média de $26,7 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.

As temperaturas registradas nas águas representativas das amostras de meio da coluna d'água variaram, no período seco, de 18,4°C (estação 03, mai/08) a 23,2°C (estações 05 e 06, mai/10), com média de $20,6 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$. No período chuvoso, as temperaturas registraram variação entre 18,2°C (estação 04, fev/09) e 27,1°C (estação 07, fev/10), registrando média de $21,8 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$.

Nas águas de fundo, as temperaturas do período seco marcaram máxima de 24,3°C, na estação 04 (mai/10), e mínima de 18,2°C, na estação 03 (mai/08), registrando média de $20,0 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Nas coletas do período chuvoso, a máxima foi de 25,0°C, novamente na estação 07 (fev/10). A mínima, 17,7°C, foi registrada também na estação 03, em fev/09. A média para a época de chuva foi de $20,3 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

Os gráficos abaixo apresentam as médias das temperaturas das águas de superfície, meio e fundo, medidas na época de seca (FIG.20) e na de chuva (FIG.21), e as temperaturas médias do ar.

FIGURA 20 – Temperaturas médias das águas de superfície, meio e fundo e temperatura média do ar no período seco.

FIGURA 21 – Temperaturas médias das águas de superfície, meio e fundo e temperatura média do ar no período chuvoso.

Em decorrência do elevado calor específico da água, os ambientes aquáticos apresentam, quase sempre, amplitudes térmicas inferiores às obtidas na atmosfera (Liliamts, 2007), como é mostrado pelas médias das temperaturas nos gráficos acima.

Como observado também por Matos (2010) em seu estudo, as temperaturas registradas apresentaram distribuição sazonal natural, sendo baixas para o período seco, e um pouco mais elevadas na estação chuvosa.

As represas de Paraitinga e Paraibuna são consideradas oligomíticas por Brandimarte & Shimizu (1996), ou seja, corpos d'água tropicais profundos onde ocorre pequena variação sazonal de temperatura. Pode ocorrer queda de temperatura durante a noite, mas não chega a promover a quebra da estratificação da coluna d'água, mesmo com as pequenas diferenças de temperatura entre as camadas. Ainda assim, em períodos com baixas temperaturas atmosféricas prolongadas, pode ocorrer um resfriamento da camada superficial da coluna d'água e esta se igualar ao fundo, e a circulação total da massa d'água acontecer. A partir das médias das temperaturas, foi verificada uma pequena estratificação térmica no período chuvoso, com aumento das temperaturas das camadas superficiais, o que pode ser explicado pelas altas temperaturas atmosféricas da estação chuvosa. No período seco, a superfície mais fria apresentou temperaturas mais próximas das do meio e fundo da coluna d'água, ou seja, a temperatura foi mais baixa e sem estratificação térmica significativa.

5.3.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica, que é a capacidade de conduzir corrente elétrica, é função da concentração de íons e reflete a quantidade de componentes minerais na forma iônica (sais) existentes na coluna d'água. A variação da condutividade é uma medida indireta da concentração de poluentes, pois fornece indicações sobre o processo de decomposição da matéria orgânica, geralmente se verificando um aumento de seus valores à medida que este processo é intensificado (Minillo, 2005; CETESB, 2010c; Esteves, 1998; Alves, 2009). Segundo a CETESB (2010c), níveis de condutividade superiores a $0,100 \text{ mS.cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

Em regiões tropicais, segundo Esteves (1998), os valores de condutividade nos ambientes aquáticos, tem maior relação com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (períodos de seca e chuva), do que com o estado trófico.

Nas medidas de superfície, a condutividade variou de $0,016 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estações 04, mai/09 e estação 06, ago/09) e $0,037 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 03, mai/10) no período seco, com média de $0,025 \pm 0,005 \text{ mS.cm}^{-1}$. Nos meses de chuva, a condutividade mínima foi de $0,018 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 06, nov/08, e estações 06 e 07, nov/09) e a máxima de $0,036 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 02, fev/09). A média encontrada foi de $0,026 \pm 0,005 \text{ mS.cm}^{-1}$.

No meio da coluna d'água, as medições registraram, no período de seca, condutividade igual a zero na estação 08 (ago/08) e condutividade máxima igual a $0,042 \text{ mS.cm}^{-1}$, na estação 04 (ago/09), apresentando média de $0,026 \pm 0,010 \text{ mS.cm}^{-1}$. No período chuvoso, a condutividade máxima registrada foi de $0,043 \text{ mS.cm}^{-1}$, também na estação 04 (fev/10). A mínima foi de $0,015 \text{ mS.cm}^{-1}$, para a estação 06 (nov/09) e a média de $0,027 \pm 0,007 \text{ mS.cm}^{-1}$.

Para os valores de condutividade nas águas de fundo, obteve-se variação entre $0,009 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 06, ago/08) e $0,075 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 02, mai/10) no período seco. Nos meses de chuva, os valores ficaram entre $0,017 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estações 06 e 07, nov/09) e $0,058 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 09, fev/10). Para o período seco, $0,035 \pm 0,016 \text{ mS.cm}^{-1}$ foi a média encontrada, já para o período chuvoso, a condutividade apresentou média de $0,034 \pm 0,012 \text{ mS.cm}^{-1}$.

As FIG.22 e 23 apresentam a variação das médias das condutividades elétricas das amostras de superfície, meio e fundo durante as estações seca e chuvosa, onde todos os resultados estiveram muito abaixo dos $0,100 \text{ mS.cm}^{-1}$.

FIGURA 22 – Variação das condutividades médias (mS.cm^{-1}) nas estações de amostragem em superfície, meio e fundo da coluna d'água, registradas no período seco.

FIGURA 23 – Variação das condutividades médias (mS.cm^{-1}) nas estações de amostragem em superfície, meio e fundo da coluna d'água, registradas no período chuvoso.

A distribuição vertical da condutividade está relacionada, em geral, com o padrão de estratificação térmica da coluna d'água e com a duração deste período (Esteves, 1998), quando ocorre aumento dos valores de condutividade no hipolímnio, de acordo com os estudos de Barbosa *apud* Esteves (1998) no Lago Carioca.

Os dados de condutividade de Paraibuna e Paraitinga mostram que houve pouca variação entre os valores de condutividade registrados nos períodos de seca e chuva, porém houve variação significativa dos valores ao longo da coluna d'água, com destaque para a estação de amostragem 09, com aumento expressivo de condutividade no hipolímnio.

Verifica-se, também, através do gráfico, que o hipolímnio apresentou valores maiores de condutividade, na maioria das estações amostradas, tanto no período seco quanto no chuvoso.

Com relação ao estado de trofia, em seu estudo sobre a variabilidade de fatores físicos e químicos água, Henry (1999) compara os valores de condutividade de quatro reservatórios, mostrando que a condutividade refletiu o estágio de trofia dos reservatórios estudados e destacando a condutividade média do Lago das Garças, com $0,131 \text{ mS.cm}^{-1}$ (Bicudo *et al.* 1999) e da represa de Barra Bonita, com $0,195 \text{ mS.cm}^{-1}$ (Tundisi *et al.* 1999; Henry *apud* Henry 2006), que recebem grande carga de efluente do entorno. Comparando com Paraibuna e Paraitinga, consideradas oligotróficas, observa-se a grande diferença das concentrações de condutividade encontradas, com máximo médio de $0,050 \text{ mS.cm}^{-1}$ (estação 09).

5.3.3 Potencial hidrogeniônico - pH

Segundo Esteves (1998), o pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e mais difíceis de se interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Ambientes aquáticos com baixo pH frequentemente possuem altas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone. Já ambientes com altos valores de pH, são associados à regiões com baixo índice de precipitação, sofrem influência do mar, ou que situam-se em regiões cárticas.

Além de influenciar diretamente na fisiologia de diversas espécies aquáticas, o pH, em determinadas condições, contribui para a precipitação, mobilidade e biodisponibilidade de íons metálicos. Assim, valores de pH foram estabelecidos legalmente, considerando as diversas classes de águas naturais (Piveli & Kato, 2006; Esteves *apud* Silvano, 2003). Para águas doces Classe 2, o pH deve estar entre 6 e 9 (BRASIL, 2005).

Para a estação seca, o pH da água das amostras de superfície apresentou valor máximo de 8,74, na estação 09 (ago/08), e menor valor de 5,37, na estação 02 (mai/09). No período de chuva, os valores máximo e mínimo foram de 9,0 e 6,04, nas estações 03 (nov/09) e 02 (mai/10). A média para o período seco foi mensurada em $7,24 \pm 0,93$. Para o período chuvoso, $7,44 \pm 0,78$.

Os valores das amostras de água representativas do meio da coluna d'água apresentaram valores de pH variando entre 5,85 (estação 03, mai/09) e 8,65 (estação 08, ago/08) no período seco, com média de $7,41 \pm 0,83$. Para o período de chuva, os valores foram de 5,91 (estação 02, fev/10) e 7,67 (estação 07, nov/09), apresentando média de $6,91 \pm 0,54$.

Para o período seco, as amostras de água de fundo da coluna d'água apresentaram valor máximo de pH igual a 8,92 na estação 06 (mai/10), e mínimo de 6,13 na estação 02 (mai/09). Na época de chuva, o pH variou de 6,07 (estação 02, fev/10) a 8,11 (estação 03, ago/08) e as médias registraram $7,53 \pm 0,83$ para estação seca e $7,09 \pm 0,51$, estação chuvosa.

As FIG.24 e 25 apresentam a variação do pH, considerando a média dos valores medidos no perfil do reservatório.

Com a representação das médias apresentadas no gráfico, observou-se que o pH variou pouco e manteve um padrão no período seco, aumentando ao longo da coluna d'água. Já para o período chuvoso, verificou-se que a superfície manteve-se tendendo para a alcalinidade, com valores maiores que as registradas nas amostras de meio e fundo.

Comparando-se com as temperaturas das águas amostradas, os valores de pH acompanharam, em geral, as pequenas variações do período seco. No período chuvoso, houve uma oscilação maior, com valores menores nas amostras representativas do meio da coluna d'água.

No geral, os valores de pH não sofreram alterações bruscas, estando de acordo com os limites da CONAMA 357/05. As únicas exceções registradas, com valores de pH abaixo de 6, ocorreram em maio/09 (estações 02 e 04/superfície; estação 03/meio) e fev/10 (estação 02/meio).

FIGURA 24 - Variação das médias de pH das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período seco.

FIGURA 25 - Variação das médias de pH das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período chuvoso.

5.3.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos mais importantes parâmetros na dinâmica dos ecossistemas aquáticos por ser o elemento principal no processo metabólico dos organismos dessas comunidades, além de participar de diversos processos químicos (Esteves, 1998; Piveli & Kato, 2006, Tundisi & Tundisi, 2008). Este parâmetro é um dos principais indicadores de poluição orgânica, com o decréscimo de sua concentração ou pela concentração de matéria orgânica em termos de concentração de oxigênio necessário para oxidá-la (Valente *et al.*, 1997).

A dissolução do oxigênio é rápida e influenciada pela temperatura da água e pela pressão atmosférica. Normalmente, em dias quentes, devido à baixa solubilidade de OD nas águas, a decomposição da matéria orgânica passa a ser realizada, em maior parte, anaerobicamente, liberando gás sulfídrico que possui o forte odor característico de corpos d'água eutrofizados.

As concentrações de OD das amostras de superfície oscilaram entre 6,88 mg.L⁻¹ (estação 03) e 14,90 mg.L⁻¹ (estação 09), registradas em mai/10. A concentração máxima medida na estação 09 destoa dos padrões encontrados, pois a máxima concentração registrada abaixo desta foi de 9,87 mg.L⁻¹ na estação 05, também em mai/10, campanha que apresentou as maiores concentrações de OD. Na estação chuvosa, a máxima concentração de OD foi de 8,13 mg.L⁻¹ e mínima de 6,40 mg.L⁻¹, nas estações 03 (fev/09) e 02 (nov/08), respectivamente.

Para as amostras de meio, no período seco, foi obtida máxima concentração de OD de 9,39 mg.L⁻¹ (estação 07, mai/10) e mínima de 2,61 mg.L⁻¹ (estação 09, mai/09). No período chuvoso, a máxima foi registrada na estação 03 (fev/10), 9,98 mg.L⁻¹, e a mínima na estação 04 (fev/09), 0,40 mg.L⁻¹.

As amostras de fundo apresentaram máxima de 9,67 mg.L⁻¹, na estação 06 e mínima de 1,84 mg.L⁻¹, na estação 03, ambas em mai/10. Na época chuvosa, a máxima foi de 5,56 mg.L⁻¹, na estação 07 (nov/09), e mínima de 0,30 mg.L⁻¹, na estação 04 (fev/09).

As médias de concentração de OD, no período de seca (FIG.26), foram de 8,44 ± 1,29 mg.L⁻¹ na superfície; 5,86 ± 1,83 mg.L⁻¹ no meio; e 4,55 ± 1,78 mg.L⁻¹ no fundo. No período de chuva (FIG.27), as médias apresentaram valores de 7,35 ± 0,47 mg.L⁻¹ na superfície; 4,31 ± 1,80 mg.L⁻¹ no meio; e 2,84 ± 1,31 mg.L⁻¹ no fundo.

FIGURA 26 – Distribuição das médias de OD (mg.L⁻¹) no período seco.

FIGURA 27 – Distribuição das médias de OD (mg.L⁻¹) no período chuvoso.

As mudanças de temperatura não foram bruscas durante o período de amostragem, assim como a variação da concentração de OD, que encontra-se maior nas temperaturas mais baixas registradas no período seco.

O Complexo Paraibuna-Paraitinga apresentou diminuição significativa de OD ao longo da coluna d'água, principalmente no período chuvoso, quando os reservatórios apresentaram maior variação de temperatura. Mariani (2006) verificou situação parecida no Reservatório de Salto Grande, que apresentou diminuição do OD da superfície para o fundo da coluna d'água, notada principalmente no mês de outubro, período chuvoso.

Como já citado anteriormente, as represas de Paraibuna e Paraitinga são consideradas oligotróficas e, segundo Straškraba e Tundisi (2000), neste estado de trofia são prováveis altas concentrações de oxigênio durante os períodos frios e valores um pouco mais baixos durante os quentes, com elevadas concentrações de oxigênio no hipolímnio, que são consideradas bons indicadores das condições de oxigenação de um reservatório.

De acordo com Dillon & Rigler *apud* Straškraba e Tundisi (2000), que definem a possibilidade de um reservatório fornecer água potável em função da concentração de oxigênio no hipolímnio, os reservatórios da UHE possuem aptidão para tal função, já que apresentaram, em geral, concentrações de OD no hipolímnio entre 2 a 5 mg.L⁻¹.

A CONAMA 357/05 estabelece concentração de OD para corpos d'água Classe 2, não inferior à 5 mg.L⁻¹, assim, observou-se que as amostras de meio e fundo da coluna d'água encontram-se pouco abaixo do requerido pela legislação.

5.3.5 Transparência da água

A transparência é importante variável indicadora do regime de disponibilidade de luz em um ecossistema aquático, pois está relacionada com o material em suspensão, tanto mineral como orgânico (Marques, 2011). Para medição da transparência utiliza-se o disco de Secchi: um objeto branco com faixas pretas de 20 a 30 cm de diâmetro, que é mergulhado no lado da sombra do barco, com auxílio de uma corda marcada (Esteves, 1998).

De acordo com Wetzel *apud* Gentil (2007), a transparência ao disco de Secchi tem relação inversa com a quantidade de matéria orgânica dissolvida na água. A presença de algas também pode ser responsável pela diminuição da transparência, como mostra o estudo realizado por Mariani (2006) no reservatório Rio Grande. Assim, de acordo com Straškraba e Tundisi (2000), a transparência é determinada pelos efeitos das substâncias dissolvidas na água (cor), turbidez mineral e presença de algas.

A FIG.28 apresenta a variação dos valores de transparência nos períodos de seca e chuva.

FIGURA 28 - Variação da transparência (m) nas estações de amostragem durante o período amostral (maio/08 – maio/10).

Os maiores valores de transparência foram registrados no período seco, sempre no mês de agosto e na estação de amostragem 02, sendo obtidos 6,51 m na amostragem de 2008 e 6,8 m na amostragem de 2009. No período chuvoso, a máxima transparência foi de 5 m na estação 09, registrada na coleta de nov/09.

Os valores de transparência mínimos registrados no período chuvoso foram de 1,16 m na estação de amostragem 02 (nov/08). No período seco, registrou-se 1,50 m de transparência na coleta de mai/08 nas estações 02, 03, 05, 08.

No período de seca, com a diminuição das precipitações, normalmente há menor quantidade de sedimento carregado do entorno para a água, o que leva a diminuição da turbidez (Alves, 2009) e aumento da transparência. Este fato foi observado na maiorias das estações de amostragem, com excessão da campanha de amostragem de maio de 2008. Nesta campanha do período seco, a transparência foi reduzida devido, possivelmente, a uma carga esporádica de efluente, considerando que não houve ocorrência de precipitação na época.

5.3.6 Turbidez

A turbidez é dada pelo grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água. A absorção da luz ocorre devido à existência de

partículas que causam a turbidez e são maiores que o comprimento de luz branca (Piveli & Kato, 2006). Do ponto de vista ótico, a turbidez pode ser considerada o oposto da transparência (Esteves, 1998) e resulta da presença de partículas em suspensão na água, tais como bactérias, fitoplâncton, substâncias orgânicas e inorgânicas, estas advindas de processos erosivos do solo adjacente ou da ressuspensão do sedimento (Esteves, 1998, Wetzel 2001).

Na estação seca, a turbidez das amostras de superfície variou de 0,66 NTU (estação 06, ago/08) a 8,00 NTU (estação 08, ago/09). Para a estação chuvosa, o valor mínimo registrado foi de zero nas estações 06 e 09, em fev/10, e o máximo de 14,50 na estação 02, em nov/08.

Nas amostras de água do meio, o período seco apresentou máxima turbidez de 33,20 NTU (estação 08, mai/10) e mínima de 0,92 NTU (estação 08, ago/09). Nos meses chuvosos, a turbidez oscilou de zero (estação 04) a 55,00 NTU (estação 05), registrados em fev/10.

As águas de fundo apresentaram turbidez máxima de 44,00 (estação 02, ago/09) e mínima de 0,72 (estação 08, ago/08) no período seco. Na época de chuva, a turbidez variou de zero (estação 09) a 74,00 (estação 09), em fev/10.

No período de seca, as médias de turbidez registradas foram de $3,12 \pm 2,09$ NTU na superfície, $6,59 \pm 7,28$ NTU no meio, e $6,53 \pm 7,09$ NTU no fundo. Na estação chuvosa, as médias apresentaram valores de $2,63 \pm 2,82$ NTU na superfície, $12,39 \pm 15,15$ NTU no meio, e $11,53 \pm 15,70$ NTU no fundo.

As FIG.29 e 30 apresentam a variação das médias dos valores de turbidez ao longo do perfil da represa, nos períodos de seca e chuva.

FIGURA 29- Variação das médias de turbidez (NTU) das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período seco.

FIGURA 30- Variação das médias de turbidez (NTU) das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, durante o período chuvoso.

Os maiores valores de turbidez registrados nas estações 02 e 03 podem estar relacionados com a presença de macrófitas na estação 01, que nos períodos chuvosos são carregados para as estações a jusante. Os valores altos nas amostras de meio também podem ser correlacionadas com a ressurgência de material.

Observa-se através dos gráficos, que tanto no período seco quanto no chuvoso, os valores de turbidez foram baixos, como já era esperado devido aos valores significativos de transparência.

Comparando-se os valores de seca e chuva, verifica-se um aumento da turbidez nos meses chuvosos, principalmente nas amostras de meio, e uma oscilação muito alta ao longo da coluna d'água.

Todos os valores de turbidez registrados encontram-se abaixo do limite estabelecido pela CONAMA 357/05, sendo aceitável até 100 NTU.

5.3.7 Sólidos Totais

Os sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico, influenciam na cor da água, pois estes absorvem parte da radiação eletromagnética, reduzindo a intensidade de luz que atravessa a substância (CETESB, 2009).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos). A principal fonte de matéria orgânica nas águas naturais é proveniente de esgoto doméstico, onde 75% dos sólidos em suspensão e 40% dos sólidos dissolvidos são de natureza orgânica (Piveli & Kato, 2006).

Neste estudo foram analisados os frações fixas e voláteis dos sólidos totais. Deve-se destacar que embora a concentração de sólidos voláteis seja associada à presença de compostos orgânicos na água, não propicia qualquer informação sobre a natureza específica das diferentes moléculas orgânicas eventualmente presentes (Piveli & Kato, 2006).

A FIG.31 e 32 apresenta a média das concentrações de sólidos fixos e voláteis, nas estações seca e a chuvosa, das amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água.

FIGURA 31 - Variação das concentrações médias de sólidos fixos e voláteis (mg.100mL⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo no período seco.

FIGURA 32 - Variação das concentrações médias de sólidos fixos e voláteis (mg.100mL⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo no período chuvoso.

Com os resultados obtidos verificou-se que as concentrações de sólidos totais é extremamente baixa. As concentrações de voláteis e fixos no período seco apresentaram-se maiores nas amostras de meio, com picos nas concentrações de sólidos voláteis em grande parte das estações de amostragem, indicando maior presença de material orgânico.

Já no período chuvoso, observou-se que a oscilação dos sólidos totais foi menor tanto entre as estações quanto ao longo da coluna d'água, ainda assim, apresentando concentrações de voláteis acima dos sólidos fixos.

Devido à baixa variação das concentrações nas amostras do período chuvoso, sugere-se que os picos apresentados no gráfico ocorreram, possivelmente à erros analíticos referentes à prazos de validade de amostras.

No CONAMA 357/05, o limite de sólidos totais para corpos d'água Classe 2, como a represa de Paraibuna, é de $50\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$, logo os resultados estão dentro dos padrões legais.

5.4 Espécies iônicas

5.4.1 Fluoreto (mg.L^{-1})

O fluoreto é encontrado naturalmente nas águas naturais quando estas possuem condições ideais de solo, presença de outros minerais ou outros componentes químicos. Quando as concentrações de traços de fluoreto são altas, geralmente estão associadas com fontes subterrâneas, como locais próximos a montanhas altas ou áreas com depósitos geológicos de origem marinha (Piveli & Kato, 2006).

A importância do fluoreto está associada à proteção contra a cárie dentária. Por esse motivo é adicionado às águas de abastecimento quando estas não possuem fluoreto suficiente para tal finalidade. Porém, excesso na dosagem de fluoreto provoca a fluorose dentária, ou seja, mosqueamento do esmalte dos dentes (Piveli & Kato, 2006).

As concentrações de fluoreto das águas amostradas do Complexo Paraibuna-Paraitinga encontram-se de acordo com limite estabelecido pela CONAMA 357/05 ($1,4 \text{ mg.L}^{-1}$), apresentando baixas oscilações, tanto no período de seca quanto no período chuvoso.

Para a superfície, a média encontrada representativa da estação seca, foi de $0,04 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$, com concentração máxima de $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, mai/10) e mínima de $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 06, ago/09). Para a estação chuvosa, a máxima concentração registrada atingiu $1,33 \text{ mg.L}^{-1}$, em nov/09, na estação 03, porém foi um dado atípico, considerando que as concentrações de fluoreto oscilaram entre $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ e a $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ em todas as outras estações e em todas as coletas. A média foi de $0,05 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$.

As amostras de meio da coluna d'água apresentaram média de $0,05 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco, com máxima de $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, mai/10) e mínima de $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, ago/09). No período chuvoso, a máxima atingiu $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, fev/10) e a mínima $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ (estações 04 e 09, ambas em nov/08 e fev/09) com média de $0,06 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$.

Nas amostras de fundo, a máxima para o período seco foi de $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, mai/08 e mai/10) e a mínima de $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (estações 07 e

09, ago/09), com média de $0,05 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$. Para o período chuvoso, a média foi de $0,07 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$, com oscilações entre $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ (estações 04 e 05, ambas em nov/09 e fev/09; estação 08, fev/09; estação 09, nov/08) e $0,11 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, nov/09; estação 08, nov/08).

5.4.2 Cloreto (mg.L^{-1})

Nas águas superficiais, as fontes mais importantes de cloreto são as descargas de esgoto doméstico. O cloreto influencia nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, provocando alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (Piveli & Kato, 2006).

No período de seca, as águas superficiais apresentaram média de $1,41 \pm 0,61 \text{ mg.L}^{-1}$, com concentração máxima de $2,31 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, ago/08) e mínima de $0,12 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, ago/09). No período chuvoso, a concentração de cloreto média foi de $1,85 \pm 0,37 \text{ mg.L}^{-1}$, com variações entre $0,83 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, nov/09) e $2,63 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, ago/08).

As amostras de meio apresentaram médias de $1,43 \pm 0,61 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação seca e $1,87 \pm 0,30 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação chuvosa. No período seco, as concentrações oscilaram entre $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 06, mai/09) e $2,51 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, mai/10). No período chuvoso, as variações ocorreram entre $1,44 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, fev/10) e $2,87 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, fev/09).

As águas de fundo da coluna d'água apresentaram concentrações entre $0,12 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, ago/09) e $2,39 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, ago/08) para o período de seca, com média de $1,46 \pm 0,64 \text{ mg.L}^{-1}$. Na chuva, as amostras apresentaram concentrações de $1,33 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, nov/08) a $2,36 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, fev/09), com média de $1,86 \pm 0,22 \text{ mg.L}^{-1}$.

As FIG.33 e 34 apresentam os gráficos com as médias das concentrações de cloreto das amostras de superfície, meio e fundo nos dois períodos de coleta: seco e chuvoso.

FIGURA 33 - Variação das médias das concentrações de cloreto (mg.L⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período seco.

FIGURA 34 - Variação das médias das concentrações de cloreto (mg.L⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período chuvoso.

As concentrações de cloreto encontradas estão muito abaixo dos padrões estabelecidos pela CONAMA 357/05 (250 mg.L⁻¹).

5.4.3 Nitrato (mg.L^{-1})

Este elemento é de grande importância para os ecossistemas aquáticos, pois, juntamente com os íons amônio, representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (Esteves, 1998).

Os nitratos são produzidos no solo pela nitrificação da amônia e do nitrogênio, sendo facilmente liberados pelo solo, especialmente na ocorrência de fortes precipitações, quando a coesão dos grãos se torna menor (Matos, 2010). A redução dos nitratos dá origem a nitritos tóxicos. Na presença de compostos orgânicos nitrogenados, os nitritos podem tornar-se precursores de nitrosaminas carcinogênicas (Straškraba e Tundisi, 2000).

A concentração média de nitrato registrada na superfície, nas amostras coletadas no período seco, foi de $0,49 \pm 0,31 \text{ mg.L}^{-1}$. A mínima foi de $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, ago/09) e a máxima de $1,46 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 08, mai/10). Na estação chuvosa, a concentração média foi de $0,35 \pm 0,25 \text{ mg.L}^{-1}$, com mínima de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 05, fev/10) e a máxima de $1,02 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, nov/08).

Nas amostras de meio, foram obtidas concentrações de $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 04, maio/09 e ago/09) a $1,18 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, ago/08) no período de seca, com média de $0,47 \pm 0,29 \text{ mg.L}^{-1}$. No período chuvoso, a média foi $0,69 \pm 0,56 \text{ mg.L}^{-1}$, com oscilações entre $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 08, fev/09) e $2,82 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, nov/09).

As amostras de fundo apresentaram máxima concentração de $1,17 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, ago/09) e mínima de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, mai/09) no período de seca, com média de $0,39 \pm 0,30 \text{ mg.L}^{-1}$. No período chuvoso, a concentração mínima registrada foi de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, fev/10) e a máxima de $1,73 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 02, nov/09). A média para o período foi de $0,52 \pm 0,45 \text{ mg.L}^{-1}$.

As FIG.35 e 36 apresentam os gráficos com as concentrações médias de nitrato das amostras de superfície, meio e fundo nas estações seca e chuvosa.

FIGURA 35 - Variação das médias das concentrações de nitrato (mg.L⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período seco.

FIGURA 36 - Variação das médias das concentrações de nitrato (mg.L⁻¹) nas amostras de superfície, meio e fundo da coluna d'água, no período chuvoso.

Todos as concentrações de nitrito analisadas encontram-se bem abaixo do padrão estabelecido pela CONAMA 357/05: 10 mg.L⁻¹.

5.4.4 Fosfato (mg.L^{-1})

Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas. O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários e águas drenadas de áreas agrícolas e urbanas que utilizam fertilizantes no solo (Piveli & Kato, 2006).

Para as amostras de água da represa de Paraibuna, os níveis de fosfato ficaram abaixo do limite de detecção, em, aproximadamente, 90% dos resultados.

As maiores concentrações de fosfato foram encontradas no período chuvoso: $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ nas águas de superfície (estação 02, fev/09); $0,26 \text{ mg.L}^{-1}$ no meio da coluna d'água (estação 07, fev/09); $0,79 \text{ mg.L}^{-1}$, nas amostras de água de fundo (estação 08, nov/08).

5.4.5 Sulfato (mg.L^{-1})

Em águas subterrâneas, o sulfato aparece naturalmente em decorrência da dissolução de solos e rochas (Piveli & Kato, 2006). Em águas superficiais, é proveniente do descarte de esgotos domésticos e efluentes industriais. Nestas águas, o sulfato varia entre 2 a 80 mg.L^{-1} , podendo exceder 1000 mg.L^{-1} em áreas próximas a descargas industriais ou em regiões áridas que possa conter sulfato mineral, como o gesso (Piveli & Kato, 2006).

As concentrações de sulfato encontradas apresentaram-se muito abaixo da concentração aceitável pela CONAMA 357/05 (250 mg.L^{-1}).

As médias para superfície, meio e fundo, tanto para período seco quanto para chuvoso, apresentaram pouca variação.

As amostras de superfície apresentaram, para o período seco, concentração máxima de $0,74 \text{ mg.L}^{-1}$ (estações 04 e 07, mai/10) e mínima de $0,31 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, mai/09), com média de $0,57 \pm 0,10 \text{ mg.L}^{-1}$. Para o período chuvoso, a média foi de $0,52 \text{ mg.L}^{-1}$, com concentrações variando de $0,31 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 03, fev/10) a $0,70 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 06, nov/09).

As médias registradas para as águas de meio foram $0,53 \pm 0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,67 \pm 0,19 \text{ mg.L}^{-1}$ para os períodos de seca e chuva, respectivamente. A variação das concentrações na época seca foi de $0,23 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 04, ago/09) a $0,77 \text{ mg.L}^{-1}$ (estações 04 e 07, fev/10). O período chuvoso apresentou

concentração máxima de $1,41 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, nov/09) e mínima de $0,35 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 04, nov/08).

No fundo, as amostras apresentaram concentração máxima de $1,16 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, mai/10) e mínima de $0,23 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, mai/10), com média de $0,51 \pm 0,19 \text{ mg.L}^{-1}$ para o período seco. Para a época chuvosa, a concentração média foi de $0,54 \pm 0,21 \text{ mg.L}^{-1}$, com oscilações entre $0,13 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 09, nov/08) e $1,03 \text{ mg.L}^{-1}$ (estação 07, nov/9).

5.5 Metais e elementos traços

Todas as formas de vida são afetadas pela presença de metais dependendo da dose e da forma química em que se encontram (Nakano & Avila-Campos, 2010), sendo alguns metais considerados tóxicos e outros essenciais aos organismos vivos, dependendo da sua alta ou baixa concentração.

Nos ambientes aquáticos, como as represas de Paraitinga e Paraibuna, objetos deste estudo, o comportamento dos metais considerados tóxicos torna-se complexo devido à probabilidade de interações que estes podem ter com os componentes dissolvidos e particulados que encontram-se em condições de não-equilíbrio, ou seja, em situações em que a resistência e resiliência foram ultrapassadas (Salomons & Forstner *apud* Leite, 2004), provocando sérias modificações ambientais.

Segundo Leite (2004) estas situações de desequilíbrio são comuns em reservatórios, por exemplo, devido ao aporte contínuo e excessivo de nutrientes (nitrogênio e fósforo), promovendo a eutrofização, com florescimentos constantes de algas cianofíceas e aumento da biomassa de macrófitas aquáticas. A contribuição para o aporte de nutrientes dar-se-á, principalmente, através de despejo de efluentes in natura.

As concentrações dos metais e elementos-traço analisados foram comparadas com os limites estabelecidos na CONAMA 357/05, afim de constatar se a represa possui suas características adequadas à sua classificação.

A TAB.15 apresenta as concentrações médias dos metais e elementos-traço analisados nas amostras de água de superfície, meio e fundo, bem como as faixas de concentração obtidas.

TABELA 15 - Média e faixa de concentração de metais e elementos traço em águas superficiais, de meio e de fundo da coluna d'água dos reservatórios do Complexo Paraibuna-Paraitinga.

Elemento	Superfície		Meio		Fundo	
	Média (mg.L ⁻¹)	Faixa de Conc. (mg.L ⁻¹)	Média (mg.L ⁻¹)	Faixa de Conc. (mg.L ⁻¹)	Média (mg.L ⁻¹)	Faixa de Conc. (mg.L ⁻¹)
Ag	0,005	0,002-0,013	0,004	0,002-0,015	0,004	0,002-0,014
Al	0,08	0,001-0,8	0,066	0,0001-0,63	0,037	0,001-0,46
As	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
B	0,018	0,002-0,026	0,018	0,002-0,02	0,018	0,002-0,02
Ba	0,013	0,0016-0,044	0,018	0,001-0,152	0,022	0,0024-0,079
Be	0,003	0,002-0,02	<0,002	-	0,002	0,0020-0,02
Ca	1,71	1,08-3,36	1,66	0,02-2,7	1,85	0,93-3,035
Cd	0,0001	0,0001-0,001	0,0002	0,0001-0,001	0,0002	0,0001-0,001
Co	0,013	0,01-0,026	0,012	0,003-0,03	0,013	0,003-0,024
Cr	<0,01	-	<0,01	-	0,01	0,003-0,012
Cu	0,02	0,02-0,028	0,023	0,02-0,2	<0,02	-
Fe	0,12	0,01-0,895	0,46	0,01-4,06	1,041	0,01-9,05
Hg	<0,0008	-	0,0008	0,0008-0,001	<0,0008	-
K	1,7	0,69-2,38	1,64	0,002-2,46	1,83	0,6-2,85
Li	0,016	0,01-0,15	0,017	0,01-0,17	0,014	0,01-0,017
Mg	0,71	0,361 ⁻¹ ,84	0,68	0,19 ⁻¹ ,11	0,743	0,37 ⁻¹ ,2
Mn	0,003	0,0013-0,02	0,114	0,002-0,51	0,278	0,002-0,9
Mo	0,014	0,01-0,02	0,015	0,01-0,02	0,014	0,005-0,02
Na	1,5	0,75 ⁻¹ ,98	1,51	0,42-2,1	1,618	1-2,23
Ni	0,01	0,01-0,013	0,01	0,01-0,01	0,011	0,001-0,02
P	0,035	0,02-0,24	0,042	0,002-0,6	0,034	0,002-0,15
Pb	0,001	0,001-0,007	0,002	0,001-0,046	0,001	0,001-0,01
Sb	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
Se	0,001	0,0008-0,001	<0,001	-	<0,001	-
Si	4,25	1,21-6,5	4,33	1,34-6	4,723	1,14-6,46
Sn	<0,06	-	<0,06	-	0,06	0,05-0,06
Sr	0,015	0,009-0,04	0,015	0,008-0,024	0,017	0,01-0,027
Ti	0,043	0,001-0,86	0,038	0,001-0,4	0,042	0,001-0,8
V	<0,03	-	<0,03	-	0,032	0,001-0,04
Zn	0,004	0,001-0,021	0,01	0,001-0,14	0,008	0,001-0,06

Dos elementos analisados, os únicos que ultrapassaram os padrões legais para corpos d'água classe 2, foram: Al, P, Fe, Ag, para amostras de superfície; e Al, Mn, P, Fe, Ag para amostras de meio e de fundo.

Nota-se que, com exceção do Mn, os outros quatro elementos com concentrações acima da legislação, apresentaram-se em desacordo com os limites estabelecidos pela CONAMA 357/05, tanto nas amostras de superfície, como nas de meio e fundo.

Para representar a distribuição destes elementos nas estações de amostragem, ao longo do corpo d'água, foram feitos gráficos Box-plot, onde é possível visualizar a assimetria da distribuição, a faixa de variação dos dados, além de permitir a detecção de possíveis pontos extremos, que podem ou não ser excluídos da análise (FIG.37 a 41). Ressalta-se que os gráficos *box-plot* foram feitos com a utilização das médias das concentrações obtidas para superfície, meio e fundo, considerando todas as campanhas de amostragem (períodos seco e chuvoso).

FIGURA 37 – Distribuição do alumínio entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo. Conama 357/05: $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

FIGURA 38 – Distribuição do ferro entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo. Conama 357/05: 0,3 mg.L⁻¹.

FIGURA 39 – Distribuição do fósforo entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo. Conama 357/05: 0,02 mg.L⁻¹.

FIGURA 40 – Distribuição do prata entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo. Conama 357/05: 0,01 mg.L⁻¹.

FIGURA 41 – Distribuição do manganês entre as estações de amostragem, em águas de superfície, meio e fundo. Conama 357/05: 0,1 mg.L⁻¹.

O alumínio apresentou concentrações acima do limite da Resolução CONAMA 357/05 ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$) nos meses de maio de 2008 (período seco) e fevereiro de 2010 (período chuvoso), em quatro estações de amostragem. Dentre elas, destacam-se as estações 02 e 03, que localizam-se próximas à estação de amostragem 01, sobre as águas do rio Paraitinga.

O alumínio é abundante em rochas e minerais, porém não é encontrado facilmente em águas doces devido à sua baixa solubilidade, precipitando-se ou sendo absorvido como hidróxido ou carbonato (Piveli e Kato, 2006).

Observa-se que as maiores concentrações são encontradas nas águas de superfície e meio, inferindo carreamento de material da superfície, como também erosão.

O elemento ferro apresentou picos expressivos principalmente nas amostras de meio e, principalmente, nas de fundo, nos períodos chuvosos. A estação 04, nas amostras de meio da coluna d'água, apresentou comportamento incomum, com a maior parte das concentrações obtidas acima da legislação. De acordo com a CETESB (2011), é comum o aumento de sua concentração em períodos de chuva, devido ao carreamento do solo e ocorrência de erosão no entorno.. O ferro é essencial aos seres vivos, tendo participação importante nos processos fisiológicos dos organismos aquáticos (Esteves, 1998). Não constitui um elemento tóxico, mas traz diversos problemas para o abastecimento público de água, conferindo cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários (CETESB, 2011). É um elemento monitorado, pois pode ocorrer em altas concentrações nas águas subterrâneas (Tundisi & Tundisi, 2008), já que é elemento comum em rochas ígneas.

O fósforo é um dos principais nutrientes para os processos biológicos, assim como o nitrogênio, porém em excesso pode causar eutrofização do corpo hídrico, levando ao crescimento elevado de algas e ao aparecimento de macrófitas (Piveli & Kato, 2006).

As altas concentrações de fósforo encontradas neste estudo, também foram evidenciadas por Matos (2010), nas amostras de superfície coletadas em maio nas represas de Paraibuna e Paraitinga. Segundo Matos, os altos níveis de fósforo registrados em maio podem ser associados à uma possível descarga orgânica extra, além da influência da estiagem que pode ter levado à

concentração deste elemento, onde a diminuição do volume de água leva à menor diluição das substâncias nela contida.

Observou-se também que em fevereiro de 2010, ocorreu novo pico nas concentrações de fósforo. Associando este fato às precipitações ocorridas no período (TAB. 13), pode-se inferir que a turbulência causada pelas chuvas, ressuspendeu o sedimento contendo nutrientes, conforme Silva (2005) *apud* Matos (2010). As chuvas podem ter ajudado no *carreamento* de material orgânico e insumos agrícolas, provenientes das pastagens e das plantações de eucaliptos do entorno das represas

A prata apresentou picos no período chuvoso somente no segundo ano de coleta, com valores muito próximos ao estabelecido pela CONAMA 357/05 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$), com concentração máxima de $0,013 \text{ mg.L}^{-1}$, em novembro de 2009, na estação de amostragem 09. Sua presença no corpo d'água em estudo não foi expressiva, podendo ser associada às características geológicas do local. O elemento-traço prata ocorre naturalmente no meio ambiente e possui alto valor econômico. Não possui nenhuma função biológica conhecida e é considerado tóxico a diversos organismos (Guilherme & Marchi 2005; Esteves, 1998).

O manganês apresentou distribuição das concentrações acima da CONAMA 357/05 nas amostras de meio e fundo da coluna d'água. O manganês é um elemento-traço comum nos granitos e granitóides (rochas ígneas).

Considerando a distribuição dos elementos apresentada nos gráficos, observa-se que as amostras de fundo são as que apresentam maiores concentrações de Fe, P, Mn, com a maioria acima dos padrões estabelecidos para corpos hídricos Classe 2. Assim, pode-se inferir a influência das características geológicas do aquífero cristalino, onde a bacia encontra-se, nas concentrações dos elementos acima citados.

Segundo Föstner & Wittman (1981), o intemperismo geológico também é uma fonte de contaminação por metais, quando considerado níveis basais ou de fundo de determinados elementos. É possível que as áreas que apresentem formações geológicas com metais específicos em grandes concentrações, possuam águas e sedimentos de fundo com níveis elevados destes elementos.

5.6 Análise Estatística Multivariada

Primeiramente, para verificar a existência de multivariabilidade entre os dados, ou seja, quais são os parâmetros que possuem uma combinação linear entre si, foi obtida a matriz de correlação para as variáveis estudadas (Cotrim, 2006). Foram feitas seis matrizes, considerando os períodos seco e chuvoso e as três profundidades analisadas (superfície, meio e fundo).

Para a análise multivariada deste estudo, optou-se pela análise fatorial juntamente com análise de componentes principais com a premissa de observar quais elementos agrupados em um componente principal explicam melhor as características das águas das represas objeto deste estudo.

A tabela de dados iniciais utilizada para as análises foi definida considerando apenas os parâmetros que apresentaram variação de concentração de + ou - 2 para cima ou para baixo, considerando a casa decimal de maior relevância. Elementos que apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação também foram excluídos. Assim, foram consideradas as seguintes variáveis para a análise multivariada: Al, Mn, Zn, Si, P, Sr, Ca, Fe, Ba, Na, K, Ag, Pb, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, condutividade, OD, pH, sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos fixos, nitrato, sulfato, cloreto.

Para a análise dos componentes principais, foram construídas três tabelas com os resultados de superfície, meio e fundo dos parâmetros descritos acima. Devido às diferentes unidades de medidas das variáveis, as tabelas foram padronizadas utilizando ferramenta do próprio *Statistica*, para eliminar a influência que uma variável poderia causar sobre outra na formação dos componentes principais (Vinici, 2005). As tabelas encontram-se no Apêndice D – Análise estatística: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.

Todos os fatores e componentes principais foram obtidos através da submissão das matrizes, com os dados brutos e padronizados, à rotação *Varimax*. Este tipo de rotação é a mais utilizada e busca minimizar o número de variáveis com altas cargas em um único fator, ou seja, maximiza a variância da carga e distribui melhor a variância explicada pelos fatores (Vicini, 2005; Jônatas, 2011).

Neste estudo, serão considerados os fatores que apresentam variância explicada acumulada de, aproximadamente, 70%. Esse critério foi adotado a partir da análise das matrizes de correlação obtidas, considerando correlações fortes as que apresentaram valores superiores à 0,7.

Para obtenção dos autovalores, foi escolhido o mínimo de 0,001 para análise de fatores, com o intuito de obter-se o maior número possível de autovalores, possibilitando um detalhamento maior dos dados e uma investigação melhor do estudos (Vicini, 2005).

Para identificar as estações de amostragem com comportamento semelhante, utilizou-se a representação gráfica da análise multivariada por agrupamento, através do gráfico denominado dendograma. A mesma análise também foi demonstrada pela projeção das estações de amostragem através de gráficos da ACP.

As análises estatísticas dos períodos seco e chuvoso serão comparadas por profundidade amostrada, detectando quais estações sofreram mais com as mudanças características destes períodos e quais os elementos e parâmetros limnológicos apresentam maior variabilidade.

5.6.1 Superfície – Período Seco

5.6.1.1 Análise de correlação

A TAB. 16 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de superfície, coletadas no período seco, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e iônicos.

TABELA 16 – Matriz de correlação (Superfície – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca S total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	-0,21	-0,74	0,92	-0,40	0,91	0,92	0,93	0,98	0,57	0,61	0,93	-0,54	-0,45	-0,66
Mn	-0,21	1,00	0,32	-0,29	0,70	-0,04	-0,11	-0,14	-0,15	0,46	0,34	-0,04	-0,23	0,61	-0,09
Zn	-0,74	0,32	1,00	-0,60	0,65	-0,67	-0,63	-0,65	-0,64	-0,27	-0,27	-0,66	0,17	0,58	0,29
Si	0,92	-0,29	-0,60	1,00	-0,26	0,93	0,97	0,98	0,91	0,47	0,71	0,95	-0,34	-0,27	-0,78
P	-0,40	0,70	0,65	-0,26	1,00	-0,16	-0,15	-0,18	-0,38	0,05	0,31	-0,15	0,12	0,93	-0,29
Sr	0,91	-0,04	-0,67	0,93	-0,16	1,00	0,98	0,98	0,91	0,70	0,83	0,98	-0,52	-0,24	-0,85
Mg	0,92	-0,11	-0,63	0,97	-0,15	0,98	1,00	1,00	0,90	0,60	0,82	0,99	-0,42	-0,19	-0,86
Ca	0,93	-0,14	-0,65	0,98	-0,18	0,98	1,00	1,00	0,91	0,59	0,79	0,99	-0,41	-0,21	-0,84
Fe	0,98	-0,15	-0,64	0,91	-0,38	0,91	0,90	0,91	1,00	0,68	0,64	0,91	-0,64	-0,48	-0,65
Ba	0,57	0,46	-0,27	0,47	0,05	0,70	0,60	0,59	0,68	1,00	0,75	0,64	-0,84	-0,19	-0,56
Na	0,61	0,34	-0,27	0,71	0,31	0,83	0,82	0,79	0,64	0,75	1,00	0,83	-0,44	0,20	-0,90
K	0,93	-0,04	-0,66	0,95	-0,15	0,98	0,99	0,99	0,91	0,64	0,83	1,00	-0,44	-0,19	-0,83
Ag	-0,54	-0,23	0,17	-0,34	0,12	-0,52	-0,42	-0,41	-0,64	-0,84	-0,44	-0,44	1,00	0,43	0,39
Pb	-0,45	0,61	0,58	-0,27	0,93	-0,24	-0,19	-0,21	-0,48	-0,19	0,20	-0,19	0,43	1,00	-0,17
Temp. Ar	-0,66	-0,09	0,29	-0,78	-0,29	-0,85	-0,86	-0,84	-0,65	-0,56	-0,90	-0,83	0,39	-0,17	1,00
Temp. Água	-0,88	-0,14	0,65	-0,79	0,02	-0,93	-0,89	-0,89	-0,83	-0,67	-0,75	-0,91	0,54	0,12	0,81
Transp.	-0,16	0,22	0,26	-0,18	0,42	0,05	-0,04	-0,08	-0,14	0,29	0,24	-0,08	-0,42	0,14	-0,36
Turbidez	0,56	-0,49	-0,65	0,60	-0,55	0,39	0,49	0,52	0,47	-0,17	0,09	0,50	0,31	-0,29	-0,09
Cond.	0,68	-0,05	-0,62	0,58	-0,08	0,73	0,66	0,66	0,60	0,41	0,42	0,64	-0,43	-0,20	-0,64
OD	-0,69	0,71	0,57	-0,58	0,82	-0,44	-0,46	-0,48	-0,69	-0,13	0,05	-0,43	0,40	0,86	0,10
pH	-0,32	0,02	0,29	-0,18	0,17	-0,40	-0,25	-0,26	-0,36	-0,51	-0,13	-0,23	0,66	0,42	0,28
Sól. Totais	0,35	0,27	-0,40	0,31	-0,14	0,44	0,42	0,39	0,38	0,57	0,61	0,49	-0,27	-0,14	-0,28
Sól. Fixos	0,41	0,36	-0,41	0,41	-0,03	0,60	0,54	0,51	0,46	0,76	0,76	0,60	-0,39	-0,10	-0,45
Sól. Voláteis	0,27	0,18	-0,36	0,20	-0,22	0,27	0,28	0,25	0,27	0,38	0,43	0,35	-0,14	-0,17	-0,10
Nitrato	0,60	-0,35	-0,61	0,48	-0,54	0,31	0,39	0,42	0,51	-0,13	-0,08	0,41	0,10	-0,35	0,02
Sulfato	-0,05	0,78	-0,03	-0,09	0,29	0,16	0,06	0,05	0,04	0,61	0,41	0,15	-0,20	0,25	-0,04
Cloreto	-0,84	0,62	0,77	-0,79	0,70	-0,68	-0,70	-0,73	-0,80	-0,20	-0,18	-0,68	0,28	0,67	0,35

TABELA 16 – Matriz de correlação (Superfície – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca S total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)											
	Temp. Água	Transp.	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	-0,88	-0,16	0,56	0,68	-0,69	-0,32	0,35	0,41	0,27	0,60	-0,05	-0,84
Mn	-0,14	0,22	-0,49	-0,05	0,71	0,02	0,27	0,36	0,18	-0,35	0,78	0,62
Zn	0,65	0,26	-0,65	-0,62	0,57	0,29	-0,40	-0,41	-0,36	-0,61	-0,03	0,77
Si	-0,79	-0,18	0,60	0,58	-0,58	-0,18	0,31	0,41	0,20	0,48	-0,09	-0,79
P	0,02	0,42	-0,55	-0,08	0,82	0,17	-0,14	-0,03	-0,22	-0,54	0,29	0,70
Sr	-0,93	0,05	0,39	0,73	-0,44	-0,40	0,44	0,60	0,27	0,31	0,16	-0,68
Mg	-0,89	-0,04	0,49	0,66	-0,46	-0,25	0,42	0,54	0,28	0,39	0,06	-0,70
Ca	-0,89	-0,08	0,52	0,66	-0,48	-0,26	0,39	0,51	0,25	0,42	0,05	-0,73
Fe	-0,83	-0,14	0,47	0,60	-0,69	-0,36	0,38	0,46	0,27	0,51	0,04	-0,80
Ba	-0,67	0,29	-0,17	0,41	-0,13	-0,51	0,57	0,76	0,38	-0,13	0,61	-0,20
Na	-0,75	0,24	0,09	0,42	0,05	-0,13	0,61	0,76	0,43	-0,08	0,41	-0,18
K	-0,91	-0,08	0,50	0,64	-0,43	-0,23	0,49	0,60	0,35	0,41	0,15	-0,68
Ag	0,54	-0,42	0,31	-0,43	0,40	0,66	-0,27	-0,39	-0,14	0,10	-0,20	0,28
Pb	0,12	0,14	-0,29	-0,20	0,86	0,42	-0,14	-0,10	-0,17	-0,35	0,25	0,67
Temp. Ar	0,81	-0,36	-0,09	-0,64	0,10	0,28	-0,28	-0,45	-0,10	0,02	-0,04	0,35
Temp. Água	1,00	-0,12	-0,29	-0,86	0,34	0,47	-0,30	-0,46	-0,14	-0,35	-0,16	0,60
Transp.	-0,12	1,00	-0,81	0,33	0,25	-0,59	-0,12	0,06	-0,26	-0,78	-0,03	0,30
Turbidez	-0,29	-0,81	1,00	0,10	-0,51	0,38	0,24	0,11	0,32	0,87	-0,18	-0,67
Cond.	-0,86	0,33	0,10	1,00	-0,37	-0,73	-0,11	0,10	-0,27	0,23	-0,10	-0,62
OD	0,34	0,25	-0,51	-0,37	1,00	0,34	0,05	0,08	0,02	-0,60	0,51	0,89
pH	0,47	-0,59	0,38	-0,73	0,34	1,00	0,21	-0,05	0,40	0,22	-0,01	0,38
Sól. Totais	-0,30	-0,12	0,24	-0,11	0,05	0,21	1,00	0,94	0,96	0,03	0,62	0,00
Sól. Fixos	-0,46	0,06	0,11	0,10	0,08	-0,05	0,94	1,00	0,81	-0,11	0,72	-0,05
Sól. Voláteis	-0,14	-0,26	0,32	-0,27	0,02	0,40	0,96	0,81	1,00	0,14	0,48	0,04
Nitrato	-0,35	-0,78	0,87	0,23	-0,60	0,22	0,03	-0,11	0,14	1,00	-0,24	-0,69
Sulfato	-0,16	-0,03	-0,18	-0,10	0,51	-0,01	0,62	0,72	0,48	-0,24	1,00	0,35
Cloreto	0,60	0,30	-0,67	-0,62	0,89	0,38	0,00	-0,05	0,04	-0,69	0,35	1,00

Podemos observar que existem várias correlações entre as variáveis, principalmente entre alguns elementos-traço (Al, Si, Sr, Mg, Ca, Fe, Na e K) e as temperaturas do ar e da água. A matriz apresenta correlações fortes, com a maioria destas entre 0,8 e 1,0.

As correlações entre Al, Si, Mg, Ca e Fe sugerem forte presença destes elementos relacionada à geologia da região, que encontra-se sobre rochas ígneas

5.6.1.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.17 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 17 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Superfície – Seca).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	12,67	46,92	46,92
2	5,82	21,54	68,47
3	3,66	13,57	82,04
4	2,48	9,18	91,22
5	1,13	4,20	95,43
6	0,84	3,11	98,53
7	0,40	1,47	100,00

A TAB.18 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes principais geradas, considerando significância maior que 0,7.

TABELA 18 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	0,84	0,35	0,11	0,24	0,25	0,18	-0,09
Mn	-0,08	-0,80	0,29	-0,07	0,46	0,15	0,17
Zn	-0,47	-0,50	-0,28	-0,26	0,10	-0,60	-0,06
Si	0,94	0,26	0,05	0,19	-0,01	-0,06	0,02
P	0,04	-0,94	-0,13	-0,28	-0,00	-0,14	-0,04
Sr	0,94	0,15	0,20	-0,01	0,12	0,17	0,10
Mg	0,97	0,14	0,17	0,09	0,04	0,07	0,00
Ca	0,97	0,16	0,13	0,12	0,04	0,07	0,04
Fe	0,82	0,36	0,13	0,19	0,37	0,04	0,02
Ba	0,55	-0,03	0,42	-0,25	0,62	0,05	0,28
Na	0,84	-0,29	0,41	-0,18	0,09	-0,07	0,03
K	0,94	0,11	0,24	0,14	0,09	0,11	0,03
Ag	-0,38	-0,23	-0,14	0,35	-0,81	-0,02	0,02

TABELA 18 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Pb	-0,02	-0,96	-0,12	-0,01	-0,24	-0,11	-0,03
Temp. Ar	-0,94	0,20	-0,05	0,27	0,03	-0,01	0,10
Temp. Água	-0,87	0,02	-0,06	-0,03	-0,25	-0,42	0,01
Transp.	0,07	-0,16	-0,09	-0,95	0,12	0,14	-0,15
Turbidez	0,38	0,35	0,12	0,77	-0,34	0,06	-0,03
Cond.	0,68	0,12	-0,28	-0,19	0,13	0,63	0,03
OD	-0,35	-0,86	0,18	-0,21	-0,21	0,00	0,14
pH	-0,27	-0,32	0,29	0,56	-0,40	-0,42	-0,31
Sól. Totais	0,26	0,01	0,96	0,05	0,06	-0,02	0,02
Sól. Fixos	0,42	-0,05	0,86	-0,12	0,11	0,04	0,24
Sól. Voláteis	0,10	0,06	0,96	0,19	0,02	-0,06	-0,15
Nitrato	0,27	0,33	-0,09	0,86	0,04	0,22	-0,17
Sulfato	-0,01	-0,45	0,62	0,02	0,29	0,13	0,56
Cloreto	-0,62	-0,68	0,19	-0,29	-0,02	-0,19	-0,07

Para a análise do resultado, serão considerados apenas os Fatores 1, 2 e 3, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 82,04%. Assim, para facilitar na análise da ACP, a TAB.19 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 19 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Superfície – Seca).

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Al, Si, Sr, Mg, Ca, Fe, Na, K, Temp. Ar, Temp. Água	46,92
Fator 2	Mn, P, Pb, OD	21,54
Fator 3	Sólidos Totais, Sólidos Voláteis, Sólidos Fixos	13,57

A alta porcentagem de variabilidade explicada pelo Fator 1 (46,92%), indica, novamente, a influência geológica nas águas das represas, como já sugerido pela análise da matriz de correlação.

Paraibuna e Paraitinga encontram-se em região com propícia para a presença a maioria dos elementos retido no Fator 1, pois está sobre rochas ígneas e metamórficas.

Assim como, neste estudo infere-se que os elementos-traço tem relação com as características da região, Yabe & Oliveira (1998), em seu estudo de caracterização de bacias hidrográficas, relaciona os as altas correlações entre os elementos Pb, Ni, Cr e Cu; Ca e Mn; e Ca e Mg, com o intemperismo da região, devido às águas rasas do período de estiagem da bacia do ribeirão Cambé, Londrina, Paraná. Destes elementos, observou-se a ocorrência de Ca, Mg, Mn e Pb.

Ressalta-se que o elemento Pb não apresentou concentrações acima dos limites da CONAMA 357/05, apresentando apenas comportamento similar aos elementos destacados no Fator 2 desta análise de ACP.

No estudo de Marques (2011), na sub-bacia do Taquaruçu Grande, esta relacionou as concentrações elevadas de Al e P às baixas profundidades dos córregos, causadas pelas estiagem, levando novamente a inferir a influência do solo na composição química das águas.

Na FIG.42 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3.

FIGURA 42 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Superfície – Seca).

As FIG.43 e 44 apresentam as projeções das estações de amostragem com auxílio da análise de componentes principais e de agrupamento (dendograma).

FIGURA 43 – Projeção das estações de amostragem (Superfície – Seca).

FIGURA 44 – Dendrograma com as projeções das estações de amostragem (Superfície – Seca).

Observa-se que as estações 02 e 03 e as estações 06 e 07, na superfície, apresentaram características semelhantes entre elas. Isso pode ser explicado por estarem localizadas na mesma microrregião da represa, considerando que existe uma estabilidade no período seco e o entorno possui características similares, como presença de macrófitas nas estações 02 e 03 e a junção das águas dos rios Peixe e Paraibuna nas estações 06 e 07.

Também observa-se a dissimilaridade da estação 09, que encontra-se fisicamente distante de todas as outras estações, próximo à serra, apresentando características físicas distintas: é a única estação que tem interferência dos rios Negro, Pardo e Lourenço Velho.

5.6.2 Superfície – Período Chuvoso

5.6.2.1 Análise de correlação

A TAB. 20 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de superfície, coletadas no período chuvoso, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e elementos iônicos.

TABELA 20 – Matriz de correlação (Superfície – Chuva).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 CHUVA S padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	-0,09	0,66	0,89	0,80	0,34	0,64	0,75	0,99	0,47	0,81	0,71	0,36	0,60	0,42
Mn	-0,09	1,00	0,66	0,15	-0,01	-0,04	-0,01	0,03	-0,17	-0,19	0,15	0,21	0,22	0,43	0,33
Zn	0,66	0,66	1,00	0,79	0,58	0,35	0,55	0,65	0,59	0,08	0,72	0,73	0,40	0,67	0,44
Si	0,89	0,15	0,79	1,00	0,63	0,57	0,83	0,92	0,86	0,32	0,95	0,95	0,36	0,75	0,31
P	0,80	-0,01	0,58	0,63	1,00	-0,01	0,21	0,39	0,82	0,22	0,62	0,43	0,43	0,45	0,49
Sr	0,34	-0,04	0,35	0,57	-0,01	1,00	0,91	0,83	0,29	-0,26	0,45	0,69	-0,30	0,27	-0,34
Mg	0,64	-0,01	0,55	0,83	0,21	0,91	1,00	0,98	0,59	0,10	0,70	0,87	-0,08	0,50	-0,05
Ca	0,75	0,03	0,65	0,92	0,39	0,83	0,98	1,00	0,72	0,16	0,82	0,94	0,06	0,60	0,07
Fe	0,99	-0,17	0,59	0,86	0,82	0,29	0,59	0,72	1,00	0,48	0,80	0,68	0,37	0,58	0,40
Ba	0,47	-0,19	0,08	0,32	0,22	-0,26	0,10	0,16	0,48	1,00	0,20	0,17	0,10	0,26	0,70
Na	0,81	0,15	0,72	0,95	0,62	0,45	0,70	0,82	0,80	0,20	1,00	0,92	0,57	0,76	0,16
K	0,71	0,21	0,73	0,95	0,43	0,69	0,87	0,94	0,68	0,17	0,92	1,00	0,27	0,75	0,16
Ag	0,36	0,22	0,40	0,36	0,43	-0,30	-0,08	0,06	0,37	0,10	0,57	0,27	1,00	0,27	0,03
Pb	0,60	0,43	0,67	0,75	0,45	0,27	0,50	0,60	0,58	0,26	0,76	0,75	0,27	1,00	0,45
Temp. Ar	0,42	0,33	0,44	0,31	0,49	-0,34	-0,05	0,07	0,40	0,70	0,16	0,16	0,03	0,45	1,00
Temp. Água	0,48	-0,22	0,15	0,32	0,69	-0,08	0,08	0,20	0,54	0,40	0,22	0,21	-0,18	0,37	0,65
Transp.	-0,93	0,01	-0,70	-0,91	-0,78	-0,48	-0,73	-0,83	-0,92	-0,40	-0,77	-0,79	-0,12	-0,63	-0,49
Turbidez	0,99	-0,05	0,70	0,90	0,81	0,39	0,67	0,78	0,98	0,41	0,80	0,72	0,32	0,58	0,40
Cond.	0,78	0,10	0,70	0,96	0,46	0,76	0,93	0,98	0,74	0,16	0,90	0,98	0,21	0,69	0,10
OD	-0,91	0,07	-0,60	-0,68	-0,89	-0,10	-0,37	-0,50	-0,91	-0,47	-0,55	-0,43	-0,24	-0,43	-0,60
pH	-0,85	0,32	-0,39	-0,62	-0,77	-0,33	-0,49	-0,57	-0,87	-0,27	-0,51	-0,42	-0,02	-0,41	-0,30
Sól. Totais	0,30	0,51	0,69	0,41	0,31	0,14	0,26	0,32	0,22	0,05	0,33	0,38	0,39	0,02	0,27
Sól. Fixos	0,55	0,47	0,82	0,60	0,50	0,14	0,35	0,44	0,49	0,16	0,55	0,50	0,57	0,22	0,33
Sól. Voláteis	0,06	0,50	0,53	0,22	0,12	0,12	0,16	0,19	-0,01	-0,04	0,12	0,24	0,20	-0,14	0,21
Nitrato	0,80	0,01	0,58	0,69	0,51	0,17	0,45	0,53	0,77	0,37	0,71	0,51	0,66	0,38	0,13
Sulfato	-0,24	0,21	-0,08	-0,40	-0,30	-0,43	-0,44	-0,48	-0,28	-0,06	-0,32	-0,51	0,33	-0,33	-0,18
Cloreto	-0,73	0,15	-0,46	-0,85	-0,50	-0,64	-0,82	-0,88	-0,73	-0,34	-0,74	-0,86	0,05	-0,61	-0,28

TABELA 20 – Matriz de correlação (Superfície – Chuva).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 CHUVA S padro.sta) Marked correlations are significant at p < ,05000 N=8 (Casewise deletion of missing data)											
	Temp. Água	Transp.	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	0,48	-0,93	0,99	0,78	-0,91	-0,85	0,30	0,55	0,06	0,80	-0,24	-0,73
Mn	-0,22	0,01	-0,05	0,10	0,07	0,32	0,51	0,47	0,50	0,01	0,21	0,15
Zn	0,15	-0,70	0,70	0,70	-0,60	-0,39	0,69	0,82	0,53	0,58	-0,08	-0,46
Si	0,32	-0,91	0,90	0,96	-0,68	-0,62	0,41	0,60	0,22	0,69	-0,40	-0,85
P	0,69	-0,78	0,81	0,46	-0,89	-0,77	0,31	0,50	0,12	0,51	-0,30	-0,50
Sr	-0,08	-0,48	0,39	0,76	-0,10	-0,33	0,14	0,14	0,12	0,17	-0,43	-0,64
Mg	0,08	-0,73	0,67	0,93	-0,37	-0,49	0,26	0,35	0,16	0,45	-0,44	-0,82
Ca	0,20	-0,83	0,78	0,98	-0,50	-0,57	0,32	0,44	0,19	0,53	-0,48	-0,88
Fe	0,54	-0,92	0,98	0,74	-0,91	-0,87	0,22	0,49	-0,01	0,77	-0,28	-0,73
Ba	0,40	-0,40	0,41	0,16	-0,47	-0,27	0,05	0,16	-0,04	0,37	-0,06	-0,34
Na	0,22	-0,77	0,80	0,90	-0,55	-0,51	0,33	0,55	0,12	0,71	-0,32	-0,74
K	0,21	-0,79	0,72	0,98	-0,43	-0,42	0,38	0,50	0,24	0,51	-0,51	-0,86
Ag	-0,18	-0,12	0,32	0,21	-0,24	-0,02	0,39	0,57	0,20	0,66	0,33	0,05
Pb	0,37	-0,63	0,58	0,69	-0,43	-0,41	0,02	0,22	-0,14	0,38	-0,33	-0,61
Temp. Ar	0,65	-0,49	0,40	0,10	-0,60	-0,30	0,27	0,33	0,21	0,13	-0,18	-0,28
Temp. Água	1,00	-0,63	0,48	0,21	-0,65	-0,63	-0,13	-0,06	-0,17	-0,08	-0,68	-0,57
Transp.	-0,63	1,00	-0,95	-0,83	0,87	0,82	-0,33	-0,51	-0,17	-0,56	0,52	0,87
Turbidez	0,48	-0,95	1,00	0,79	-0,92	-0,86	0,35	0,58	0,12	0,78	-0,26	-0,74
Cond.	0,21	-0,83	0,79	1,00	-0,51	-0,55	0,33	0,48	0,18	0,58	-0,47	-0,87
OD	-0,65	0,87	-0,92	-0,51	1,00	0,89	-0,31	-0,52	-0,10	-0,65	0,18	0,54
pH	-0,63	0,82	-0,86	-0,55	0,89	1,00	0,05	-0,19	0,25	-0,54	0,28	0,60
Sól. Totais	-0,13	-0,33	0,35	0,33	-0,31	0,05	1,00	0,94	0,96	0,38	0,07	-0,15
Sól. Fixos	-0,06	-0,51	0,58	0,48	-0,52	-0,19	0,94	1,00	0,81	0,65	0,14	-0,25
Sól. Voláteis	-0,17	-0,17	0,12	0,18	-0,10	0,25	0,96	0,81	1,00	0,12	0,01	-0,06
Nitrato	-0,08	-0,56	0,78	0,58	-0,65	-0,54	0,38	0,65	0,12	1,00	0,31	-0,30
Sulfato	-0,68	0,52	-0,26	-0,47	0,18	0,28	0,07	0,14	0,01	0,31	1,00	0,78
Cloreto	-0,57	0,87	-0,74	-0,87	0,54	0,60	-0,15	-0,25	-0,06	-0,30	0,78	1,00

Na matriz de correlação dos dados referentes à época chuvosa, notou-se forte correlação entre as variáveis.

Houve forte correlação negativa entre transparência e turbidez, o que denota a inversabilidade entre estes parâmetros, além de sugerir a grande influência das características do período chuvoso no comportamento destas variáveis. Esta situação também foi observada na matriz representativa da estação seca.

Além da relação entre a turbidez e a transparência, observou-se relações negativas significativas da transparência com os elementos-traço, como também, relação positiva com OD, pH e com o ânion Cl^- . Já a turbidez, como esperado, apresentou comportamento oposto, com correlações positivas com os elementos-traço e correlação negativa com pH, OD e Cl^- .

5.6.2.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.21 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 21 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Superfície – Chuva).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	14,01	51,90	51,90
2	4,00	14,80	66,70
3	3,47	12,85	79,55
4	2,12	7,86	87,41
5	1,47	5,45	92,86
6	1,06	3,91	96,77
7	0,87	3,23	100,00

A TAB.22 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes principais geradas, considerando significância maior que 0,7.

TABELA 22 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	0,53	0,09	0,78	0,23	0,03	0,24	0,04
Mn	-0,01	0,44	-0,19	0,04	0,87	-0,07	0,10
Zn	0,46	0,51	0,42	0,15	0,58	-0,01	0,08
Si	0,78	0,19	0,46	0,27	0,19	0,15	-0,06
P	0,09	0,18	0,87	0,32	0,11	-0,02	-0,29
Sr	0,89	0,05	0,01	-0,30	-0,08	-0,32	0,03
Mg	0,97	0,10	0,19	-0,12	-0,02	-0,01	0,04

TABELA 22 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Superfície – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Ca	0,94	0,14	0,30	0,01	0,04	0,02	-0,04
Fe	0,49	0,03	0,79	0,26	-0,03	0,24	-0,02
Ba	0,07	-0,02	0,25	0,07	-0,08	0,96	0,00
Na	0,72	0,09	0,37	0,54	0,20	0,04	-0,06
K	0,89	0,17	0,20	0,25	0,21	0,06	-0,16
Ag	-0,03	0,24	0,17	0,93	0,11	0,01	0,21
Pb	0,54	-0,21	0,27	0,26	0,68	0,19	-0,14
Temp. Ar	-0,14	0,22	0,43	-0,10	0,46	0,67	-0,27
Temp. Água	-0,00	-0,16	0,63	-0,13	0,07	0,27	-0,69
Transp.	-0,61	-0,17	-0,71	-0,01	-0,11	-0,20	0,22
Turbidez	0,55	0,15	0,79	0,16	0,04	0,17	0,03
Cond.	0,92	0,13	0,31	0,16	0,13	0,02	-0,07
OD	-0,20	-0,17	-0,93	-0,05	-0,06	-0,23	0,03
pH	-0,34	0,19	-0,91	0,08	0,07	-0,02	0,01
Sól. Totais	0,16	0,96	0,10	0,13	0,11	0,03	0,06
Sól. Fixos	0,24	0,83	0,33	0,28	0,16	0,07	0,19
Sól. Voláteis	0,08	0,99	-0,09	-0,02	0,07	-0,00	-0,05
Nitrato	0,38	0,17	0,53	0,46	-0,02	0,19	0,54
Sulfato	-0,46	0,07	-0,09	0,14	0,07	-0,01	0,87
Cloreto	-0,80	-0,01	-0,35	-0,01	0,03	-0,21	0,44

Para análise dos resultados serão considerados apenas os Fatores 1, 2 e 3, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 79,55%. Assim, para facilitar na análise da ACP, a TAB.23 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 23 – Elementos retidos e variabilidade explicada – Chuva.

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Si, Sr, Mg, Ca, Na, K, Condutividade, Cl ⁻	51,90
Fator 2	Sólidos Totais, Sólidos Voláteis, Sólidos Fixos	14,80
Fator 3	Al, P, Fe, Transparência, Turbidez, OD, pH	12,85

Analizando a alta variabilidade explicada pelos elementos do Fator 1 e por estes elementos serem comuns na crosta terrestre, infere-se a grande influência geológica nas características das represas estudadas.

A variabilidade dos Fatores 2 e 3 deixam transparecer a influência da estação chuvosa nas amostras, considerando que existe a possibilidade de ressurgência e carreamento de solos devido às precipitações, elevando a contribuição de sólidos, conseqüentemente a turbidez, e diminuindo a transparência.

Na FIG.45 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3, que somam uma variabilidade explicada acumulada de 79,55%.

FIGURA 45 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Superfície – Chuva).

As FIG.46 e 47 apresentam as projeções das estações de amostragem através da ACP e da análise de agrupamento (dendograma).

FIGURA 46 – Projeção das estações de amostragem (Superfície – Chuva).

FIGURA 47 – Dendrograma com as projeções das estações de amostragem (Superfície – Chuva).

As estações 06 e 07 apresentaram comportamento semelhante na estação chuvosa, assim como as estações 08 e 04. A estação 02 apresentou dissimilaridade no período chuvoso. Pode-se sugerir, considerando os elementos retidos, que houve alta contribuição nesta estação.

A estação 02 localiza-se próximo a extinta estação 01, devido a presença de macrófitas, características que a difere das outras estações. Também a que se considerar, que ela recebe a carga orgânica das cidades que despejam seu esgoto diretamente no rio Paraitinga. Ressaltando que o Fator 1 tem contribuição de Cl^- , indicador de lançamento de esgoto, e sólidos totais, que podem indicar carreamento de solo. Vale considerar, também, que houve alto índice pluviométrico em fevereiro de 2010.

5.6.3 Meio – Período Seco

5.6.3.1 Análise de correlação

A TAB. 24 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de meio, coletadas no período seco, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e iônicos.

TABELA 24 – Matriz de correlação (Meio – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca M total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	0,08	0,21	0,88	-0,38	0,87	0,89	0,87	0,26	0,08	0,77	0,91	0,64	-0,24	-0,55
Mn	0,08	1,00	0,58	0,03	0,32	0,24	0,16	0,23	0,89	0,21	0,25	0,13	0,08	-0,19	0,16
Zn	0,21	0,58	1,00	0,31	-0,21	0,32	0,42	0,41	0,49	0,66	0,32	0,43	0,62	0,04	0,04
Si	0,88	0,03	0,31	1,00	-0,29	0,94	0,95	0,92	0,05	0,23	0,82	0,89	0,68	-0,38	-0,77
P	-0,38	0,32	-0,21	-0,29	1,00	-0,08	-0,19	-0,11	0,24	-0,15	0,11	-0,39	-0,62	-0,29	-0,24
Sr	0,87	0,24	0,32	0,94	-0,08	1,00	0,98	0,98	0,22	0,27	0,94	0,92	0,53	-0,40	-0,76
Mg	0,89	0,16	0,42	0,95	-0,19	0,98	1,00	0,99	0,19	0,34	0,94	0,96	0,62	-0,28	-0,72
Ca	0,87	0,23	0,41	0,92	-0,11	0,98	0,99	1,00	0,24	0,31	0,97	0,95	0,54	-0,26	-0,72
Fe	0,26	0,89	0,49	0,05	0,24	0,22	0,19	0,24	1,00	0,05	0,26	0,18	0,15	-0,13	0,17
Ba	0,08	0,21	0,66	0,23	-0,15	0,27	0,34	0,31	0,05	1,00	0,23	0,39	0,60	-0,33	0,03
Na	0,77	0,25	0,32	0,82	0,11	0,94	0,94	0,97	0,26	0,23	1,00	0,86	0,34	-0,24	-0,78
K	0,91	0,13	0,43	0,89	-0,39	0,92	0,96	0,95	0,18	0,39	0,86	1,00	0,68	-0,17	-0,54
Ag	0,64	0,08	0,62	0,68	-0,62	0,53	0,62	0,54	0,15	0,60	0,34	0,68	1,00	-0,34	-0,18
Pb	-0,24	-0,19	0,04	-0,38	-0,29	-0,40	-0,28	-0,26	-0,13	-0,33	-0,24	-0,17	-0,34	1,00	0,40
Temp. Ar	-0,55	0,16	0,04	-0,77	-0,24	-0,76	-0,72	-0,72	0,17	0,03	-0,78	-0,54	-0,18	0,40	1,00
Temp. Água	-0,58	-0,42	-0,42	-0,79	-0,09	-0,84	-0,79	-0,82	-0,27	-0,09	-0,81	-0,66	-0,30	0,25	0,72
Turbidez	0,90	0,19	0,08	0,86	-0,19	0,93	0,87	0,87	0,21	0,08	0,81	0,86	0,45	-0,40	-0,61
Cond.	0,49	0,33	0,67	0,79	-0,04	0,78	0,78	0,77	0,14	0,58	0,71	0,68	0,63	-0,44	-0,63
OD	0,26	-0,87	-0,35	0,23	-0,65	0,04	0,14	0,07	-0,76	0,00	-0,03	0,26	0,23	0,23	-0,13
pH	-0,16	-0,17	-0,48	-0,44	-0,11	-0,42	-0,46	-0,48	-0,01	0,00	-0,52	-0,31	-0,06	-0,26	0,56
Sól. Totais	0,35	0,12	0,32	0,35	-0,20	0,16	0,22	0,19	0,34	-0,34	0,13	0,15	0,35	0,12	-0,23
Sól. Fixos	-0,20	0,50	-0,26	-0,52	0,26	-0,36	-0,47	-0,42	0,60	-0,43	-0,37	-0,41	-0,41	-0,02	0,57
Sól. Voláteis	0,40	0,05	0,34	0,44	-0,24	0,24	0,31	0,28	0,24	-0,28	0,20	0,23	0,40	0,11	-0,33
Nitrato	0,58	-0,52	-0,21	0,75	-0,39	0,61	0,60	0,56	-0,55	-0,10	0,47	0,57	0,31	-0,15	-0,71
Sulfato	-0,30	-0,79	-0,35	-0,14	-0,13	-0,23	-0,17	-0,21	-0,89	0,28	-0,21	-0,13	-0,09	0,04	-0,06
Cloreto	-0,45	0,38	-0,01	-0,51	0,81	-0,24	-0,27	-0,19	0,35	0,11	0,03	-0,34	-0,57	0,01	0,14

TABELA 24 – Matriz de correlação (Meio – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca M total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)										
	Temp. Água	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	-0,58	0,90	0,49	0,26	-0,16	0,35	-0,20	0,40	0,58	-0,30	-0,45
Mn	-0,42	0,19	0,33	-0,87	-0,17	0,12	0,50	0,05	-0,52	-0,79	0,38
Zn	-0,42	0,08	0,67	-0,35	-0,48	0,32	-0,26	0,34	-0,21	-0,35	-0,01
Si	-0,79	0,86	0,79	0,23	-0,44	0,35	-0,52	0,44	0,75	-0,14	-0,51
P	-0,09	-0,19	-0,04	-0,65	-0,11	-0,20	0,26	-0,24	-0,39	-0,13	0,81
Sr	-0,84	0,93	0,78	0,04	-0,42	0,16	-0,36	0,24	0,61	-0,23	-0,24
Mg	-0,79	0,87	0,78	0,14	-0,46	0,22	-0,47	0,31	0,60	-0,17	-0,27
Ca	-0,82	0,87	0,77	0,07	-0,48	0,19	-0,42	0,28	0,56	-0,21	-0,19
Fe	-0,27	0,21	0,14	-0,76	-0,01	0,34	0,60	0,24	-0,55	-0,89	0,35
Ba	-0,09	0,08	0,58	0,00	0,00	-0,34	-0,43	-0,28	-0,10	0,28	0,11
Na	-0,81	0,81	0,71	-0,03	-0,52	0,13	-0,37	0,20	0,47	-0,21	0,03
K	-0,66	0,86	0,68	0,26	-0,31	0,15	-0,41	0,23	0,57	-0,13	-0,34
Ag	-0,30	0,45	0,63	0,23	-0,06	0,35	-0,41	0,40	0,31	-0,09	-0,57
Pb	0,25	-0,40	-0,44	0,23	-0,26	0,12	-0,02	0,11	-0,15	0,04	0,01
Temp. Ar	0,72	-0,61	-0,63	-0,13	0,56	-0,23	0,57	-0,33	-0,71	-0,06	0,14
Temp. Água	1,00	-0,71	-0,82	0,27	0,74	-0,31	0,31	-0,39	-0,50	0,40	0,19
Turbidez	-0,71	1,00	0,54	0,13	-0,15	0,07	-0,11	0,13	0,63	-0,26	-0,34
Cond.	-0,82	0,54	1,00	-0,15	-0,62	0,20	-0,58	0,30	0,41	-0,11	-0,20
OD	0,27	0,13	-0,15	1,00	0,17	-0,15	-0,54	-0,07	0,64	0,71	-0,56
pH	0,74	-0,15	-0,62	0,17	1,00	-0,44	0,54	-0,53	-0,32	0,18	0,07
Sól. Totais	-0,31	0,07	0,20	-0,15	-0,44	1,00	-0,06	0,99	0,10	-0,59	-0,42
Sól. Fixos	0,31	-0,11	-0,58	-0,54	0,54	-0,06	1,00	-0,20	-0,62	-0,59	0,33
Sól. Voláteis	-0,39	0,13	0,30	-0,07	-0,53	0,99	-0,20	1,00	0,22	-0,51	-0,48
Nitrato	-0,50	0,63	0,41	0,64	-0,32	0,10	-0,62	0,22	1,00	0,33	-0,69
Sulfato	0,40	-0,26	-0,11	0,71	0,18	-0,59	-0,59	-0,51	0,33	1,00	-0,05
Cloreto	0,19	-0,34	-0,20	-0,56	0,07	-0,42	0,33	-0,48	-0,69	-0,05	1,00

A matriz apresenta fortes correlações entre alguns elementos-traço e as temperaturas, indicando influência destes parâmetros limnológicos com os elementos (Si, Sr, Mg, Ca, Na). Também foi notada correlação entre temperatura da água e condutividade.

5.6.3.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.25 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 25 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Meio – Seca).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	11,24	43,24	43,24
2	5,15	19,81	63,05
3	2,99	11,48	74,53
4	2,53	9,72	84,25
5	2,21	8,49	92,74
6	1,21	4,67	97,41
7	0,67	2,59	100,00

A TAB.26 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes geradas e considerando significância maior que 0,7.

TABELA 26 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	0,91	0,05	0,23	0,02	0,21	0,02	0,27
Mn	0,12	0,93	-0,07	0,23	-0,19	0,05	-0,13
Zn	0,17	0,38	0,21	0,82	-0,27	-0,18	0,08
Si	0,88	-0,12	0,25	0,15	-0,18	0,21	0,23
P	-0,10	0,23	-0,11	-0,23	-0,19	0,28	-0,87
Sr	0,96	0,06	0,04	0,12	-0,17	0,15	0,04
Mg	0,95	-0,02	0,12	0,25	-0,12	0,03	0,06
Ca	0,96	0,04	0,08	0,21	-0,15	-0,01	-0,01
Fe	0,19	0,92	0,19	0,14	0,17	-0,03	-0,16
Ba	0,15	-0,05	-0,32	0,92	0,02	0,15	-0,02
Na	0,94	0,05	0,04	0,12	-0,18	-0,04	-0,24

TABELA 26 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
K	0,93	-0,01	0,02	0,29	0,02	-0,10	0,21
Ag	0,43	-0,02	0,29	0,65	0,16	0,22	0,48
Pb	-0,27	-0,09	0,10	-0,12	-0,09	-0,94	0,09
Temp. Ar	-0,72	0,34	-0,25	0,13	0,34	-0,30	0,29
Temp. Água	-0,72	-0,23	-0,14	-0,03	0,63	-0,11	-0,01
Turbidez	0,94	0,12	-0,09	-0,12	0,00	0,18	0,24
Cond.	0,59	0,03	0,11	0,54	-0,51	0,28	0,02
OD	0,17	-0,83	-0,06	-0,05	0,28	-0,21	0,40
pH	-0,31	0,04	-0,37	-0,14	0,80	0,28	0,17
Sól. Totais	0,11	0,19	0,96	-0,03	-0,10	-0,05	0,16
Sól. Fixos	-0,30	0,75	-0,15	-0,44	0,37	0,04	0,00
Sól. Voláteis	0,18	0,09	0,95	0,01	-0,17	-0,04	0,18
Nitrato	0,61	-0,58	0,06	-0,23	-0,27	0,13	0,38
Sulfato	-0,18	-0,89	-0,40	0,14	0,04	0,02	-0,05
Cloreto	-0,19	0,30	-0,33	0,06	0,09	-0,11	-0,86

Conforme o critério adotado, serão considerados apenas os Fatores 1, 2 e 3, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 74,53%. Assim, para facilitar na análise da ACP, a TAB.27 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 27 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Meio – Seca).

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Al, Si, Sr, Mg, Ca, Na, K, Temp. Ar, Temp. Água, Turbidez	43,24
Fator 2	Mn, Fe, OD, Sólidos Fixos, Sulfato	19,81
Fator 3	Sólidos Totais, Sólidos Voláteis,	11,48

A alta percentagem de variabilidade explicada pelo Fator 1, a influência geológica nas águas das represas, como esperado, após análise das amostras de superfície.

Na FIG.48 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3, que somam uma variabilidade explicada acumulada de 74,53%.

FIGURA 48 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Meio – Seca).

As FIG.49 e 50 apresentam as projeções das estações de amostragem através da ACP e da análise de agrupamento (dendograma).

FIGURA 49 – Projeção das estações de amostragem (Meio – Seca).

FIGURA 50 – Dendrograma com as projeções das estações de amostragem – Seca.

Observa-se que as estações 02 e 03 e as estações 07 e 06, apresentaram características semelhantes entre elas, tanto nas amostras de meio quanto nas de superfície. Isso pode ser explicado por estarem localizados na mesma microregião da represa.

Também observa-se dissimilaridade da estação 09, que encontra-se distante de todas as outras estações, próximo à serra.

A situação acima foi observada também nas amostras de água de superfície.

5.6.4 Meio – Período Chuvoso

5.6.4.1 Análise de correlação

A TAB.28 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de meio, coletadas no período chuvoso, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e iônicos.

TABELA 28 – Matriz de correlação (Meio – Chuva).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 CHUVA M padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	-0,38	0,27	0,54	-0,20	0,69	0,49	0,44	-0,07	0,15	-0,08	0,66	0,01	-0,06	0,43
Mn	-0,38	1,00	0,64	0,26	0,03	0,03	0,21	0,27	0,91	0,82	0,46	0,08	0,80	-0,33	-0,14
Zn	0,27	0,64	1,00	0,61	-0,46	0,38	0,53	0,56	0,84	0,89	0,31	0,49	0,76	-0,16	0,55
Si	0,54	0,26	0,61	1,00	-0,25	0,93	0,99	0,99	0,34	0,72	0,68	0,98	0,61	-0,58	0,05
P	-0,20	0,03	-0,46	-0,25	1,00	-0,16	-0,26	-0,26	-0,20	-0,19	0,23	-0,21	-0,35	-0,21	-0,69
Sr	0,69	0,03	0,38	0,93	-0,16	1,00	0,91	0,89	0,15	0,54	0,54	0,96	0,48	-0,54	-0,03
Mg	0,49	0,21	0,53	0,99	-0,26	0,91	1,00	1,00	0,26	0,65	0,70	0,97	0,56	-0,61	-0,03
Ca	0,44	0,27	0,56	0,99	-0,26	0,89	1,00	1,00	0,31	0,69	0,74	0,96	0,60	-0,64	-0,03
Fe	-0,07	0,91	0,84	0,34	-0,20	0,15	0,26	0,31	1,00	0,88	0,32	0,19	0,83	-0,26	0,21
Ba	0,15	0,82	0,89	0,72	-0,19	0,54	0,65	0,69	0,88	1,00	0,58	0,59	0,91	-0,44	0,12
Na	-0,08	0,46	0,31	0,68	0,23	0,54	0,70	0,74	0,32	0,58	1,00	0,61	0,42	-0,87	-0,47
K	0,66	0,08	0,49	0,98	-0,21	0,96	0,97	0,96	0,19	0,59	0,61	1,00	0,47	-0,57	0,04
Ag	0,01	0,80	0,76	0,61	-0,35	0,48	0,56	0,60	0,83	0,91	0,42	0,47	1,00	-0,28	0,06
Pb	-0,06	-0,33	-0,16	-0,58	-0,21	-0,54	-0,61	-0,64	-0,26	-0,44	-0,87	-0,57	-0,28	1,00	0,50
Temp. Ar	0,43	-0,14	0,55	0,05	-0,69	-0,03	-0,03	-0,03	0,21	0,12	-0,47	0,04	0,06	0,50	1,00
Temp. Água	0,17	-0,65	-0,51	-0,28	-0,28	-0,11	-0,19	-0,23	-0,54	-0,64	-0,34	-0,13	-0,56	-0,06	0,05
Turbidez	0,93	-0,33	0,14	0,60	-0,11	0,81	0,57	0,52	-0,10	0,16	0,03	0,73	0,10	-0,21	0,14
Cond.	0,00	0,83	0,78	0,74	-0,11	0,52	0,70	0,75	0,81	0,96	0,77	0,60	0,85	-0,62	-0,07
OD	0,15	-0,83	-0,47	-0,34	-0,34	-0,18	-0,30	-0,32	-0,69	-0,72	-0,42	-0,23	-0,66	0,26	0,31
pH	-0,73	0,65	0,06	-0,28	0,49	-0,51	-0,27	-0,23	0,36	0,21	0,25	-0,40	0,14	-0,05	-0,40
Sól. Totais	0,94	-0,24	0,31	0,50	-0,09	0,69	0,42	0,39	0,09	0,25	-0,00	0,61	0,09	-0,18	0,35
Sól. Fixos	0,94	-0,26	0,28	0,49	-0,07	0,68	0,41	0,37	0,06	0,22	-0,00	0,60	0,06	-0,18	0,34
Sól. Voláteis	0,09	0,68	0,90	0,25	-0,37	0,02	0,15	0,18	0,86	0,74	-0,02	0,12	0,66	0,16	0,60
Nitrato	0,50	-0,35	0,17	0,65	-0,19	0,64	0,66	0,64	-0,32	0,12	0,30	0,69	0,04	-0,04	0,18
Sulfato	0,54	-0,56	-0,43	0,19	0,58	0,42	0,19	0,13	-0,58	-0,30	0,09	0,34	-0,44	-0,13	-0,33
Cloreto	-0,67	0,17	-0,49	-0,64	0,80	-0,64	-0,64	-0,61	-0,09	-0,31	0,05	-0,67	-0,37	-0,02	-0,59

TABELA 28 – Matriz de correlação (Meio – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 CHUVA M padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)										
	Temp. Água	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	0,17	0,93	0,00	0,15	-0,73	0,94	0,94	0,09	0,50	0,54	-0,67
Mn	-0,65	-0,33	0,83	-0,83	0,65	-0,24	-0,26	0,68	-0,35	-0,56	0,17
Zn	-0,51	0,14	0,78	-0,47	0,06	0,31	0,28	0,90	0,17	-0,43	-0,49
Si	-0,28	0,60	0,74	-0,34	-0,28	0,50	0,49	0,25	0,65	0,19	-0,64
P	-0,28	-0,11	-0,11	-0,34	0,49	-0,09	-0,07	-0,37	-0,19	0,58	0,80
Sr	-0,11	0,81	0,52	-0,18	-0,51	0,69	0,68	0,02	0,64	0,42	-0,64
Mg	-0,19	0,57	0,70	-0,30	-0,27	0,42	0,41	0,15	0,66	0,19	-0,64
Ca	-0,23	0,52	0,75	-0,32	-0,23	0,39	0,37	0,18	0,64	0,13	-0,61
Fe	-0,54	-0,10	0,81	-0,69	0,36	0,09	0,06	0,86	-0,32	-0,58	-0,09
Ba	-0,64	0,16	0,96	-0,72	0,21	0,25	0,22	0,74	0,12	-0,30	-0,31
Na	-0,34	0,03	0,77	-0,42	0,25	-0,00	-0,00	-0,02	0,30	0,09	0,05
K	-0,13	0,73	0,60	-0,23	-0,40	0,61	0,60	0,12	0,69	0,34	-0,67
Ag	-0,56	0,10	0,85	-0,66	0,14	0,09	0,06	0,66	0,04	-0,44	-0,37
Pb	-0,06	-0,21	-0,62	0,26	-0,05	-0,18	-0,18	0,16	-0,04	-0,13	-0,02
Temp. Ar	0,05	0,14	-0,07	0,31	-0,40	0,35	0,34	0,60	0,18	-0,33	-0,59
Temp. Água	1,00	0,20	-0,57	0,76	-0,56	0,11	0,12	-0,56	-0,18	0,04	-0,20
Turbidez	0,20	1,00	0,05	0,04	-0,72	0,90	0,89	-0,07	0,46	0,61	-0,63
Cond.	-0,57	0,05	1,00	-0,71	0,31	0,09	0,07	0,58	0,12	-0,30	-0,20
OD	0,76	0,04	-0,71	1,00	-0,66	0,08	0,10	-0,54	0,14	0,08	-0,20
pH	-0,56	-0,72	0,31	-0,66	1,00	-0,69	-0,69	0,26	-0,42	-0,31	0,70
Sól. Totais	0,11	0,90	0,09	0,08	-0,69	1,00	1,00	0,13	0,31	0,50	-0,52
Sól. Fixos	0,12	0,89	0,07	0,10	-0,69	1,00	1,00	0,10	0,31	0,52	-0,50
Sól. Voláteis	-0,56	-0,07	0,58	-0,54	0,26	0,13	0,10	1,00	-0,12	-0,55	-0,27
Nitrato	-0,18	0,46	0,12	0,14	-0,42	0,31	0,31	-0,12	1,00	0,47	-0,57
Sulfato	0,04	0,61	-0,30	0,08	-0,31	0,50	0,52	-0,55	0,47	1,00	0,06
Cloreto	-0,20	-0,63	-0,20	-0,20	0,70	-0,52	-0,50	-0,27	-0,57	0,06	1,00

A matriz apresenta poucas correlações em comparação a matriz relativa às amostras de superfície, porém ainda com fortes correlações, principalmente entre os elementos-traço e condutividade.

A condutividade elétrica é função das concentrações iônicas e em regiões tropicais, tem maior relação com as características geoquímicas do local.

5.6.4.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.29 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 29 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Meio – Chuva).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	10,47	40,28	40,28
2	7,24	27,83	68,11
3	3,96	15,23	83,34
4	2,05	7,89	91,23
5	1,35	5,20	96,43
6	0,62	2,37	98,81
7	0,31	1,19	100,00

A TAB.30 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes geradas e considerando significância maior que 0,7.

TABELA 30 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	0,93	-0,07	0,20	0,19	0,12	0,13	0,12
Mn	-0,32	0,91	-0,14	0,17	-0,15	-0,09	-0,00
Zn	0,17	0,81	0,38	0,29	0,11	0,26	-0,06
Si	0,37	0,30	0,14	0,85	0,16	-0,04	0,05
P	-0,02	-0,10	-0,99	-0,09	0,05	0,06	0,01
Sr	0,60	0,11	0,07	0,75	0,12	-0,24	0,00
Mg	0,29	0,21	0,16	0,90	0,12	-0,05	0,14
Ca	0,25	0,25	0,16	0,91	0,11	-0,05	0,07
Fe	-0,01	0,97	0,09	0,09	-0,20	0,03	-0,08
Ba	0,12	0,87	0,06	0,47	0,04	-0,03	-0,04
Na	-0,16	0,24	-0,34	0,87	-0,06	0,05	-0,20

TABELA 30 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Meio – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
K	0,50	0,15	0,12	0,83	0,13	-0,02	0,12
Ag	-0,00	0,82	0,22	0,37	0,03	-0,38	0,01
Pb	-0,05	-0,10	0,32	-0,79	0,49	-0,03	0,16
Temp. Ar	0,31	0,20	0,74	-0,29	0,21	0,42	-0,10
Temp. Água	0,14	-0,70	0,33	-0,08	-0,61	0,03	0,05
Turbidez	0,90	-0,11	0,07	0,31	0,02	-0,16	0,21
Cond.	-0,06	0,76	-0,02	0,64	-0,06	0,01	-0,04
OD	0,09	-0,78	0,44	-0,19	-0,09	0,11	-0,36
pH	-0,68	0,44	-0,51	-0,11	0,02	0,19	0,21
Sól. Totais	0,98	0,06	0,06	0,15	-0,02	0,06	-0,10
Sól. Fixos	0,98	0,03	0,04	0,15	-0,02	0,07	-0,11
Sól. Voláteis	0,07	0,89	0,32	-0,13	0,11	0,25	0,08
Nitrato	0,25	-0,26	0,20	0,59	0,69	0,08	0,02
Sulfato	0,57	-0,48	-0,55	0,18	0,31	0,00	0,11
Cloreto	-0,45	-0,03	-0,77	-0,37	-0,13	0,07	-0,19

Conforme o critério adotado, serão considerados apenas os Fatores 1, 2 e 3, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 83,34%. Assim, para facilitar na análise da ACP, a TAB.31 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 31 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Meio – Chuva).

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Al, Turbidez, Sólidos Totais, Sólidos Fixos	40,28
Fator 2	Mn, Zn, Fe, Ba, Ag, Temp. Água, Condutividade, OD, Sólidos Voláteis	27,83
Fator 3	P, Temp. Ar, Cl ⁻	15,23

Considerando que nas épocas chuvosas, ocorre aumento da turbidez e nova distribuição dos sólidos totais ao longo da coluna d'água, observou-se que estes elementos apresentaram maior variabilidade dentro dos parâmetros analisados, representando 40% do total. Essa variabilidade pode ser explicada considerando que, nas épocas chuvosas, podem ocorrer ressurgências e carreamento de materiais para dentro do corpo hídrico.

A presença de Al e de sólidos fixos (minerais) no Fator 1, também pode ser indicador de carreamento de material do solo.

Na FIG.51 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3, que somam uma variabilidade explicada acumulada de 83,34%.

FIGURA 51 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Meio – Chuva).

As FIG.52 e 53 apresentam as projeções das estações de amostragem através da ACP e da análise de agrupamento (dendograma).

FIGURA 52 – Projeção das estações de amostragem (Meio – Chuva).

FIGURA 53 – Dendograma com as projeções das estações de amostragem (Meio – Chuva).

O dendograma acima mostra similaridade nos comportamentos das estações 07 e 06 e, 08, 05 e 03. Analisando a projeção da ACP, observa-se contribuição dos elementos retidos nos Fatores 1 e 2, nas estações citadas.

5.6.5 Fundo - Seca

5.6.5.1 Análise de correlação

A TAB. 32 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de meio, coletadas no período seco, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e iônicos.

TABELA 32 – Matriz de correlação (Fundo – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca F total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	-0,37	0,60	0,51	-0,00	0,52	0,54	0,48	-0,33	-0,23	0,57	0,65	0,74	0,52	-0,63
Mn	-0,37	1,00	0,42	0,40	0,07	0,38	0,31	0,41	0,69	0,70	0,27	0,19	-0,56	-0,04	-0,40
Zn	0,60	0,42	1,00	0,79	-0,24	0,80	0,76	0,80	0,16	0,31	0,80	0,78	0,26	0,46	-0,87
Si	0,51	0,40	0,79	1,00	-0,42	0,97	0,99	0,99	0,13	0,53	0,92	0,95	0,10	0,40	-0,90
P	-0,00	0,07	-0,24	-0,42	1,00	-0,47	-0,49	-0,48	0,18	-0,27	-0,50	-0,49	-0,01	-0,09	0,19
Sr	0,52	0,38	0,80	0,97	-0,47	1,00	0,97	0,97	0,26	0,50	0,97	0,97	0,11	0,56	-0,92
Mg	0,54	0,31	0,76	0,99	-0,49	0,97	1,00	0,99	0,08	0,46	0,94	0,98	0,08	0,47	-0,86
Ca	0,48	0,41	0,80	0,99	-0,48	0,97	0,99	1,00	0,12	0,50	0,92	0,95	0,06	0,39	-0,89
Fe	-0,33	0,69	0,16	0,13	0,18	0,26	0,08	0,12	1,00	0,38	0,24	0,07	-0,48	0,44	-0,29
Ba	-0,23	0,70	0,31	0,53	-0,27	0,50	0,46	0,50	0,38	1,00	0,43	0,38	-0,32	-0,04	-0,35
Na	0,57	0,27	0,80	0,92	-0,50	0,97	0,94	0,92	0,24	0,43	1,00	0,98	0,12	0,69	-0,87
K	0,65	0,19	0,78	0,95	-0,49	0,97	0,98	0,95	0,07	0,38	0,98	1,00	0,20	0,60	-0,87
Ag	0,74	-0,56	0,26	0,10	-0,01	0,11	0,08	0,06	-0,48	-0,32	0,12	0,20	1,00	0,07	-0,29
Pb	0,52	-0,04	0,46	0,40	-0,09	0,56	0,47	0,39	0,44	-0,04	0,69	0,60	0,07	1,00	-0,52
Temp. Ar	-0,63	-0,40	-0,87	-0,90	0,19	-0,92	-0,86	-0,89	-0,29	-0,35	-0,87	-0,87	-0,29	-0,52	1,00
Temp. Água	0,01	-0,86	-0,50	-0,60	-0,18	-0,57	-0,49	-0,57	-0,64	-0,68	-0,44	-0,40	0,21	-0,09	0,67
Turbidez	0,89	-0,02	0,85	0,74	-0,18	0,72	0,74	0,72	-0,25	0,12	0,73	0,80	0,60	0,41	-0,79
Cond.	0,15	0,67	0,53	0,50	0,22	0,58	0,42	0,46	0,83	0,48	0,53	0,42	-0,07	0,51	-0,71
OD	0,62	-0,80	-0,10	-0,18	0,21	-0,25	-0,12	-0,20	-0,77	-0,75	-0,19	-0,05	0,61	-0,01	0,13
pH	-0,51	-0,03	-0,60	-0,51	0,40	-0,61	-0,46	-0,51	-0,12	-0,15	-0,57	-0,55	-0,66	-0,32	0,70
Sól. Totais	0,84	0,03	0,75	0,71	-0,00	0,62	0,66	0,67	-0,31	0,11	0,57	0,68	0,61	0,17	-0,76
Sól. Fixos	0,62	0,23	0,76	0,67	-0,07	0,57	0,59	0,66	-0,24	0,21	0,47	0,56	0,54	-0,06	-0,74
Sól. Voláteis	0,90	-0,11	0,63	0,71	0,03	0,64	0,71	0,66	-0,31	0,05	0,62	0,74	0,54	0,36	-0,72
Nitrato	0,94	-0,51	0,48	0,50	-0,21	0,49	0,55	0,49	-0,51	-0,33	0,53	0,65	0,72	0,40	-0,54
Sulfato	0,34	-0,80	-0,13	-0,19	-0,38	-0,23	-0,10	-0,16	-0,92	-0,49	-0,15	-0,03	0,49	-0,21	0,32
Cloreto	-0,02	-0,57	-0,37	-0,76	0,32	-0,72	-0,70	-0,75	-0,35	-0,56	-0,57	-0,59	0,15	-0,04	0,67

TABELA 32 – Matriz de correlação (Fundo – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Seca F total padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)										
	Temp. Água	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	0,01	0,89	0,15	0,62	-0,51	0,84	0,62	0,90	0,94	0,34	-0,02
Mn	-0,86	-0,02	0,67	-0,80	-0,03	0,03	0,23	-0,11	-0,51	-0,80	-0,57
Zn	-0,50	0,85	0,53	-0,10	-0,60	0,75	0,76	0,63	0,48	-0,13	-0,37
Si	-0,60	0,74	0,50	-0,18	-0,51	0,71	0,67	0,71	0,50	-0,19	-0,76
P	-0,18	-0,18	0,22	0,21	0,40	-0,00	-0,07	0,03	-0,21	-0,38	0,32
Sr	-0,57	0,72	0,58	-0,25	-0,61	0,62	0,57	0,64	0,49	-0,23	-0,72
Mg	-0,49	0,74	0,42	-0,12	-0,46	0,66	0,59	0,71	0,55	-0,10	-0,70
Ca	-0,57	0,72	0,46	-0,20	-0,51	0,67	0,66	0,66	0,49	-0,16	-0,75
Fe	-0,64	-0,25	0,83	-0,77	-0,12	-0,31	-0,24	-0,31	-0,51	-0,92	-0,35
Ba	-0,68	0,12	0,48	-0,75	-0,15	0,11	0,21	0,05	-0,33	-0,49	-0,56
Na	-0,44	0,73	0,53	-0,19	-0,57	0,57	0,47	0,62	0,53	-0,15	-0,57
K	-0,40	0,80	0,42	-0,05	-0,55	0,68	0,56	0,74	0,65	-0,03	-0,59
Ag	0,21	0,60	-0,07	0,61	-0,66	0,61	0,54	0,54	0,72	0,49	0,15
Pb	-0,09	0,41	0,51	-0,01	-0,32	0,17	-0,06	0,36	0,40	-0,21	-0,04
Temp. Ar	0,67	-0,79	-0,71	0,13	0,70	-0,76	-0,74	-0,72	-0,54	0,32	0,67
Temp. Água	1,00	-0,24	-0,85	0,61	0,28	-0,35	-0,46	-0,26	0,18	0,82	0,76
Turbidez	-0,24	1,00	0,26	0,34	-0,59	0,94	0,83	0,90	0,82	0,23	-0,23
Cond.	-0,85	0,26	1,00	-0,56	-0,45	0,25	0,27	0,22	-0,08	-0,85	-0,54
OD	0,61	0,34	-0,56	1,00	0,09	0,39	0,19	0,48	0,71	0,74	0,48
pH	0,28	-0,59	-0,45	0,09	1,00	-0,51	-0,58	-0,36	-0,47	0,00	0,41
Sól. Totais	-0,35	0,94	0,25	0,39	-0,51	1,00	0,93	0,93	0,77	0,16	-0,32
Sól. Fixos	-0,46	0,83	0,27	0,19	-0,58	0,93	1,00	0,73	0,57	0,08	-0,43
Sól. Voláteis	-0,26	0,90	0,22	0,48	-0,36	0,93	0,73	1,00	0,85	0,17	-0,29
Nitrato	0,18	0,82	-0,08	0,71	-0,47	0,77	0,57	0,85	1,00	0,53	-0,07
Sulfato	0,82	0,23	-0,85	0,74	0,00	0,16	0,08	0,17	0,53	1,00	0,48
Cloreto	0,76	-0,23	-0,54	0,48	0,41	-0,32	-0,43	-0,29	-0,07	0,48	1,00

Observou-se fortes correlações entre os elementos-traço, turbidez e temperatura do ar e entre turbidez e sólidos totais, fixos e voláteis.

As águas de fundo apresentam, normalmente, maior presença de elementos-traço por estarem mais próximo do solo no hipolímnio.

5.6.5.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.33 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 33 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Fundo – Seca).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	12,76	49,09	49,09
2	6,88	26,48	75,56
3	2,22	8,55	84,11
4	1,85	7,10	91,21
5	1,18	4,55	95,76
6	0,66	2,54	98,30
7	0,44	1,70	100,00

A TAB.34 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes geradas e considerando significância maior que 0,7.

TABELA 34 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	0,66	-0,38	-0,36	0,26	0,46	-0,07	-0,09
Mn	0,23	0,87	0,06	-0,27	-0,25	-0,22	0,08
Zn	0,80	0,24	0,02	0,04	0,26	-0,49	-0,06
Si	0,96	0,22	0,12	-0,03	0,06	0,07	0,10
P	-0,36	0,22	-0,90	-0,01	-0,03	-0,04	-0,12
Sr	0,91	0,28	0,22	0,16	0,14	0,06	0,06
Mg	0,97	0,12	0,17	0,07	-0,01	0,09	0,08
Ca	0,95	0,21	0,20	-0,05	0,03	0,03	0,04
Fe	-0,07	0,91	0,06	0,39	-0,06	0,01	-0,07
Ba	0,32	0,55	0,22	-0,18	-0,10	0,01	0,71
Na	0,88	0,19	0,23	0,34	0,11	-0,03	0,09
K	0,95	0,05	0,16	0,21	0,11	0,04	0,08
Ag	0,18	-0,44	-0,20	-0,01	0,86	-0,00	-0,00
Pb	0,43	0,13	-0,03	0,88	0,07	-0,07	-0,11

TABELA 34 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Seca).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Temp. Ar	-0,86	-0,36	0,04	-0,08	-0,34	0,02	0,10
Temp. Água	-0,43	-0,84	0,18	0,22	-0,05	-0,08	-0,12
Turbidez	0,84	-0,19	-0,19	0,03	0,39	-0,27	0,06
Cond.	0,34	0,85	-0,18	0,27	0,25	0,01	0,02
OD	0,08	-0,83	-0,45	0,02	0,16	0,02	-0,29
pH	-0,41	-0,16	-0,30	-0,07	-0,84	0,01	0,06
Sól. Totais	0,79	-0,14	-0,36	-0,22	0,39	-0,14	0,03
Sól. Fixos	0,70	0,02	-0,19	-0,48	0,45	-0,21	-0,04
Sól. Voláteis	0,83	-0,24	-0,44	0,02	0,23	0,05	0,06
Nitrato	0,67	-0,56	-0,17	0,16	0,38	0,07	-0,19
Sulfato	0,00	-0,96	0,18	-0,11	0,12	-0,12	-0,01
Cloreto	-0,60	-0,53	-0,24	0,29	-0,03	-0,48	0,03

Conforme o critério adotado, serão considerados apenas os Fatores 1 e 2, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 75,56%. Assim, para facilitar a análise da ACP, a TAB.35 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 35 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Fundo – Seca).

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Zn, Si, Sr, Mg, Ca, Na, K, Temp. Ar, Turbidez, Sólidos totais e Sólidos voláteis.	49,09
Fator 2	Mn, Fe, Temp. água, Condutividade, OD, Sulfato.	26,48

As variáveis retidas no Fator 1, indicam forte contribuição destes elementos nas amostras de água de fundo.

O manganês e ferro apresentaram altas concentrações nas amostras, porém explicam apenas 26,48% da variabilidade no comportamento dos elementos. Essas concentrações podem ser características devido à geologia da região.

Na FIG.54 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1 e 2 que somam uma variabilidade explicada acumulada de 75,56%.

FIGURA 54 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1 e 2 (Fundo – Seca).

As FIG.55 e 56 apresentam as projeções das estações de amostragem através da ACP e da análise de agrupamento (dendograma).

FIGURA 55 – Dendrograma com as projeções das estações de amostragem – Seca.

FIGURA 56 – Projeção das estações de amostragem (Fundo – Seca).

A partir do dendograma e das projeções acima, verificou-se alta dissimilaridade na estação 02. Essa diferença de comportamento em relação às outras estações, infere influência da presença de macrófitas e do recebimento de cargas orgânicas provenientes do entorno, características principais da estação 02. A projeção da ACP indica que a estação 02 possui maior variabilidade definida pelo Fator 01, composto pela turbidez e por sólidos voláteis, entre outros.

5.6.6 Fundo - Chuva

5.6.6.1 Análise de correlação

A TAB. 36 apresenta a matriz de correlação para os resultados das amostras de meio, coletadas no período chuvoso, considerando as variáveis limnológicas, elementos-traço e iônicos.

TABELA 36 – Matriz de correlação (Fundo – Chuva)

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Chuva F padro.sta) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)														
	Al	Mn	Zn	Si	P	Sr	Mg	Ca	Fe	Ba	Na	K	Ag	Pb	Temp. Ar
Al	1,00	-0,49	0,13	0,06	-0,19	-0,05	0,11	0,07	-0,39	-0,41	-0,01	0,23	-0,33	0,73	-0,27
Mn	-0,49	1,00	0,11	0,71	0,35	0,61	0,66	0,68	0,54	0,91	0,74	0,60	-0,45	0,03	-0,21
Zn	0,13	0,11	1,00	0,38	0,53	0,76	0,48	0,50	-0,41	0,13	0,52	0,49	-0,09	-0,16	0,42
Si	0,06	0,71	0,38	1,00	0,50	0,85	0,97	0,96	-0,01	0,68	0,96	0,96	-0,49	0,32	-0,02
P	-0,19	0,35	0,53	0,50	1,00	0,55	0,42	0,46	-0,23	0,13	0,44	0,37	0,36	-0,07	0,56
Sr	-0,05	0,61	0,76	0,85	0,55	1,00	0,89	0,90	-0,18	0,61	0,93	0,87	-0,39	-0,04	0,16
Mg	0,11	0,66	0,48	0,97	0,42	0,89	1,00	1,00	-0,13	0,62	0,99	0,99	-0,60	0,31	0,00
Ca	0,07	0,68	0,50	0,96	0,46	0,90	1,00	1,00	-0,15	0,61	0,99	0,98	-0,56	0,27	0,05
Fe	-0,39	0,54	-0,41	-0,01	-0,23	-0,18	-0,13	-0,15	1,00	0,63	-0,05	-0,13	-0,26	0,05	-0,60
Ba	-0,41	0,91	0,13	0,68	0,13	0,61	0,62	0,61	0,63	1,00	0,70	0,59	-0,54	-0,02	-0,35
Na	-0,01	0,74	0,52	0,96	0,44	0,93	0,99	0,99	-0,05	0,70	1,00	0,97	-0,57	0,20	0,02
K	0,23	0,60	0,49	0,96	0,37	0,87	0,99	0,98	-0,13	0,59	0,97	1,00	-0,64	0,40	-0,05
Ag	-0,33	-0,45	-0,09	-0,49	0,36	-0,39	-0,60	-0,56	-0,26	-0,54	-0,57	-0,64	1,00	-0,55	0,59
Pb	0,73	0,03	-0,16	0,32	-0,07	-0,04	0,31	0,27	0,05	-0,02	0,20	0,40	-0,55	1,00	-0,38
Temp. Ar	-0,27	-0,21	0,42	-0,02	0,56	0,16	0,00	0,05	-0,60	-0,35	0,02	-0,05	0,59	-0,38	1,00
Temp. Água	0,54	-0,88	0,04	-0,68	-0,42	-0,48	-0,53	-0,54	-0,56	-0,86	-0,60	-0,48	0,16	0,03	0,07
Turbidez	0,76	-0,04	0,47	0,61	0,25	0,51	0,62	0,58	-0,39	0,05	0,54	0,71	-0,39	0,63	0,01
Cond.	-0,25	0,90	0,08	0,69	0,12	0,58	0,62	0,61	0,64	0,96	0,69	0,61	-0,60	0,12	-0,53
OD	0,35	-0,31	0,87	0,09	0,37	0,50	0,20	0,21	-0,66	-0,26	0,20	0,23	0,13	-0,21	0,38
pH	-0,25	0,19	-0,85	-0,15	-0,69	-0,46	-0,19	-0,22	0,56	0,27	-0,20	-0,21	-0,29	0,06	-0,59
Sól. Totais	0,86	-0,22	-0,24	0,23	-0,20	-0,13	0,19	0,13	-0,06	-0,15	0,06	0,29	-0,40	0,89	-0,47
Sól. Fixos	-0,14	0,68	0,64	0,82	0,63	0,94	0,84	0,87	-0,13	0,58	0,88	0,80	-0,30	-0,08	0,09
Sól. Voláteis	0,86	-0,26	-0,27	0,17	-0,24	-0,19	0,12	0,07	-0,04	-0,17	-0,00	0,24	-0,38	0,88	-0,48
Nitrato	0,48	-0,33	0,70	0,21	0,65	0,39	0,22	0,23	-0,68	-0,39	0,18	0,26	0,31	0,10	0,50
Sulfato	0,67	-0,69	0,39	-0,13	0,23	-0,04	-0,05	-0,05	-0,83	-0,76	-0,15	0,00	0,26	0,29	0,50
Cloreto	-0,16	-0,17	-0,05	-0,56	-0,32	-0,39	-0,62	-0,64	0,59	0,05	-0,53	-0,58	0,16	-0,27	-0,28

TABELA 36 – Matriz de correlação (Fundo – Seca).

Variable	Correlations (Spreadsheet1 Chuva F padro.sta) Marked correlations are significant at $p < .05000$ N=8 (Casewise deletion of missing data)										
	Temp. Água	Turbidez	Cond.	OD	pH	Sól. Totais	Sól. Fixos	Sól. Voláteis	Nitrato	Sulfato	Cloreto
Al	0,54	0,76	-0,25	0,35	-0,25	0,86	-0,14	0,86	0,48	0,67	-0,16
Mn	-0,88	-0,04	0,90	-0,31	0,19	-0,22	0,68	-0,26	-0,33	-0,69	-0,17
Zn	0,04	0,47	0,08	0,87	-0,85	-0,24	0,64	-0,27	0,70	0,39	-0,05
Si	-0,68	0,61	0,69	0,09	-0,15	0,23	0,82	0,17	0,21	-0,13	-0,56
P	-0,42	0,25	0,12	0,37	-0,69	-0,20	0,63	-0,24	0,65	0,23	-0,32
Sr	-0,48	0,51	0,58	0,50	-0,46	-0,13	0,94	-0,19	0,39	-0,04	-0,39
Mg	-0,53	0,62	0,62	0,20	-0,19	0,19	0,84	0,12	0,22	-0,05	-0,62
Ca	-0,54	0,58	0,61	0,21	-0,22	0,13	0,87	0,07	0,23	-0,05	-0,64
Fe	-0,56	-0,39	0,64	-0,66	0,56	-0,06	-0,13	-0,04	-0,68	-0,83	0,59
Ba	-0,86	0,05	0,96	-0,26	0,27	-0,15	0,58	-0,17	-0,39	-0,76	0,05
Na	-0,60	0,54	0,69	0,20	-0,20	0,06	0,88	-0,00	0,18	-0,15	-0,53
K	-0,48	0,71	0,61	0,23	-0,21	0,29	0,80	0,24	0,26	0,00	-0,58
Ag	0,16	-0,39	-0,60	0,13	-0,29	-0,40	-0,30	-0,38	0,31	0,26	0,16
Pb	0,03	0,63	0,12	-0,21	0,06	0,89	-0,08	0,88	0,10	0,29	-0,27
Temp. Ar	0,07	0,01	-0,53	0,38	-0,59	-0,47	0,09	-0,48	0,50	0,50	-0,28
Temp. Água	1,00	0,01	-0,80	0,42	-0,23	0,17	-0,51	0,19	0,28	0,67	0,11
Turbidez	0,01	1,00	0,11	0,46	-0,46	0,69	0,34	0,66	0,63	0,54	-0,36
Cond.	-0,80	0,11	1,00	-0,25	0,28	0,01	0,61	-0,01	-0,34	-0,73	0,02
OD	0,42	0,46	-0,25	1,00	-0,86	-0,11	0,41	-0,13	0,83	0,62	-0,04
pH	-0,23	-0,46	0,28	-0,86	1,00	0,11	-0,39	0,13	-0,93	-0,69	0,05
Sól. Totais	0,17	0,69	0,01	-0,11	0,11	1,00	-0,18	1,00	0,18	0,34	-0,22
Sól. Fixos	-0,51	0,34	0,61	0,41	-0,39	-0,18	1,00	-0,24	0,34	-0,13	-0,46
Sól. Voláteis	0,19	0,66	-0,01	-0,13	0,13	1,00	-0,24	1,00	0,15	0,34	-0,16
Nitrato	0,28	0,63	-0,34	0,83	-0,93	0,18	0,34	0,15	1,00	0,81	-0,23
Sulfato	0,67	0,54	-0,73	0,62	-0,69	0,34	-0,13	0,34	0,81	1,00	-0,29
Cloreto	0,11	-0,36	0,02	-0,04	0,05	-0,22	-0,46	-0,16	-0,23	-0,29	1,00

A matriz do período chuvoso referente aos resultados das amostras de fundo, apresentou poucas correlações, assim como na matriz referente às amostras de meio.

Observou-se que os sólidos fixos apresentaram fortes correlações com elementos Si, Sr, Mg, Ca, Na, K, comuns na composição da crosta terrestre. Essas correlações são atribuídas à natureza mineral dos sólidos fixos.

5.6.6.2 Análise Fatorial e Componentes Principais

A TAB.37 apresenta os autovalores obtidos para cada fator encontrado.

TABELA 37 – Autovalores. Extração dos Componentes Principais (Fundo – Chuva).

Componente	Autovalores	% da variância explicada	% da variância explicada acumulada
1	10,06	38,69	38,69
2	7,10	27,32	66,01
3	5,08	19,55	85,56
4	1,67	6,43	92,00
5	1,26	4,85	96,85
6	0,46	1,78	98,62
7	0,36	1,38	100,00

A TAB.38 apresenta a contribuição das variáveis em cada fator, destacando as contribuições de maior relevância, a partir da correlação entre as variáveis originais e as componentes geradas e considerando significância maior que 0,7.

TABELA 38 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Al	-0,10	0,36	0,88	0,17	0,22	-0,10	0,02
Mn	0,81	-0,31	-0,24	-0,33	-0,14	-0,06	-0,23
Zn	0,41	0,89	-0,16	-0,04	0,06	0,10	-0,06
Si	0,96	0,04	0,21	0,03	-0,17	0,04	0,07
P	0,41	0,43	-0,15	0,07	-0,78	0,06	-0,13
Sr	0,89	0,43	-0,13	-0,00	0,00	-0,02	0,05
Mg	0,97	0,12	0,16	0,14	0,03	0,04	-0,03
Ca	0,97	0,13	0,11	0,16	-0,01	0,04	-0,05
Fe	0,06	-0,54	-0,06	-0,82	-0,03	-0,06	-0,12
Ba	0,78	-0,28	-0,17	-0,53	0,07	-0,01	0,06
Na	0,99	0,13	0,04	0,04	0,03	0,05	-0,02
K	0,94	0,16	0,28	0,09	0,06	0,05	-0,00
Ag	-0,58	0,16	-0,38	0,17	-0,64	0,06	0,25
Pb	0,17	-0,12	0,91	0,01	0,01	0,09	-0,34

TABELA 38 – Contribuição das variáveis na formação dos componentes (Fundo – Chuva).

Variável	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
Temp. Ar	-0,05	0,41	-0,41	0,45	-0,36	0,57	-0,01
Temp. Água	-0,69	0,40	0,19	0,37	0,40	-0,14	-0,10
Turbidez	0,44	0,46	0,72	0,11	0,02	0,18	0,19
Cond.	0,77	-0,27	-0,02	-0,53	0,03	-0,23	0,01
OD	0,08	0,96	-0,06	0,16	0,09	-0,12	0,14
pH	-0,07	-0,93	0,01	-0,08	0,30	-0,12	0,11
Sól. Totais	0,03	-0,09	0,99	0,06	0,03	-0,07	0,07
Sól. Fixos	0,87	0,32	-0,19	0,06	-0,15	-0,27	-0,04
Sól. Voláteis	-0,03	-0,10	0,99	0,03	0,04	-0,06	0,08
Nitrato	0,06	0,86	0,25	0,25	-0,37	0,02	0,08
Sulfato	-0,29	0,65	0,40	0,52	-0,09	0,20	-0,07
Cloreto	-0,51	0,10	-0,16	-0,82	0,14	0,02	0,07

Conforme o critério adotado, serão considerados apenas os Fatores 1, 2 e 3, que representam uma variabilidade explicada acumulada de 85,56%. Assim, para facilitar a análise da ACP, a TAB.39 destaca os elementos retidos de maior contribuição em cada componente, bem como a porcentagem da variabilidade explicada por eles.

TABELA 39 – Elementos retidos e variabilidade explicada (Fundo – Chuva).

Componentes	Variáveis retidas	Variabilidade explicada (%)
Fator 1	Mn, Si, Sr, Mg, Ca, Ba, Na, K, Condutividade, Sólidos Fixos.	38,69
Fator 2	Zn, OD, pH, Nitrato	27,32
Fator 3	Al, Pb, Turbidez, Sólidos Voláteis, Sólidos Totais	19,55

A variabilidade explicada entre os fatores apresentou pouca diferença de contribuição, analisando as porcentagens. Ainda assim, os elementos minerais são os mais representativos, conforme observado na matriz de correlação,

Na FIG.57 são apresentadas as projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3, que somam uma variabilidade explicada acumulada de 75,56%.

FIGURA 57 – Projeções das variáveis referentes aos Fatores 1, 2 e 3 (Fundo – Chuva).

As FIG.58 e 59 apresentam as projeções das estações de amostragem através da ACP e da análise de agrupamento (dendograma).

FIGURA 58 – Projeção das estações de amostragem (Fundo – Chuva).

FIGURA 59 – Dendrograma com as projeções das estações de amostragem (Fundo – Chuva).

Assim como nas projeções do período seco, o período chuvoso apresentou dissimilaridade na estação 02, com relação às outras estações. Verificou-se também que a estação 02 apresentou indicação de que possui maior variabilidade explicada pelo Fator 2, representado, principalmente por variáveis limnológicas.

6. CONCLUSÕES

Com base nos baixos valores das espécies iônicas, condutividade, sólidos totais, bem como altos valores de OD, transparência e pH dentro dos limites para corpos d'água Classe 2, pode-se inferir que o complexo de represas Paraibuna-Paraitinga encontra-se em estado conservado.

Considerando que apenas cinco elementos-traço, dentre os 30 analisados apresentaram concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água Classe 2 e, a maioria, ficou abaixo do limite de quantificação e/ou apresentou pouca variação de concentração, infere-se que o complexo de represas Paraibuna-Paraitinga encontra-se sem indícios de contaminação por elementos-traço e metais.

As altas concentrações de fósforo em maio de 2008 e fevereiro de 2010 indicam possíveis anormalidades no regime hídrico das represas, porém não caracteriza um descarte constante de efluente proveniente do entorno, que cause eutrofização. Ainda assim, sendo o fósforo um dos principais fatores limitantes para a produtividade de águas continentais, deve-se observar e monitorar a presença deste elemento nas represas, para que não se torne fator de eutrofização.

A variação da concentração acima dos padrões aceitáveis pela CONAMA 357/05, dos elementos Al, Fe, Ag e Mn, sugerem que o fator de contribuição para que apenas esses elementos fiquem acima dos limites, seja o mesmo: característica geológica da região que está sobre o Aquífero Cristalino, sem influência significativa de efluentes industriais do entorno.

A partir da análise da fração dissolvida dos metais e elementos-traço foi possível avaliar a qualidade da água superficial da represa, principalmente nos períodos chuvosos, onde parece haver ressurgência e/ou carreamento de material. As concentrações dos elementos estudados não se apresentaram acima dos padrões estabelecidos pela legislação em sua grande maioria, sugerindo a baixa contribuição de elementos-traço e metais das regiões do entorno da represa. Porém, a existência de áreas de agropecuária no entorno merecem

atenção no que tange ao seu correto manejo para que não se tornem fatores prejudiciais à qualidade daquelas águas.

A partir da análise estatística multivariada observou-se a influência da sazonalidade no comportamento dos parâmetros analisados, considerando as contribuições de turbidez e sólidos totais, fixos ou voláteis nos fatores que apresentaram maior variabilidade explicada.

Pelas fortes correlações apresentadas nas matrizes de correlação, da alta contribuição de elementos-traço e sólidos fixos nos componentes principais obtidos e considerando a geologia local, sugere-se a influência das características geológicas da região para as concentrações de elementos-traço encontradas.

A estação 02, considerando as projeções na análise estatística e as características do local, deve ser monitorada devido aos indícios de contribuição de carga orgânica, principalmente nos períodos chuvosos.

As águas dos corpos hídricos objetos deste estudo caracterizam-se pelo seu estado preservado, de acordo com os resultados que apresentaram, em sua maioria, dentro dos padrões de corpos d'água Classe 2 (CONAMA 357/05), podendo servir de referência para estudos em outras represas com as mesmas características para fins de comparação.

7. SUGESTÃO PARA ESTUDOS POSTERIORES

A partir das considerações feitas neste estudo e da grande quantidade de dados apresentada, percebe-se a possibilidade de continuidade nas pesquisas no Complexo Paraibuna-Paraitinga, principalmente, por ser um local com escassez de trabalhos específicos sobre a região.

As águas dos corpos hídricos objeto deste estudo, encontram-se em estado preservado e pode servir de referência para estudos em outras represas com as mesmas características para fins de comparação.

Além, obviamente, da utilização das informações resultantes das pesquisas, para o gerenciamento adequado das represas Paraibuna e Paraitinga, a fim de manter sua ótima condição ambiental.

Assim, sugere-se análise dos sedimentos das represas, considerando as estações de amostragem que obtiveram maiores valores de elementos-traço, com um guia para o plano de amostragem de sedimentos. Com os dados obtidos, as represas de Paraibuna e Paraitinga terão uma caracterização limnológica mais completa.

Existe também a possibilidade de análise das atividades do entorno e perspectivas de crescimento, considerando que a região é definida como industrial pelo órgão ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral.

Temperatura do Ar (°C)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	21,0	23,0	22,5	27,3	19,7	28,0	37,0	24,0	22,1
	03	22,0	26,0	22,5	28,5	22,6	26,0	31,0	24,0	21,1
	04	26,5	30,0	21,0	27,9	22,7	26,5	35,0	24,0	22,5
	05	27,0	27,0	23,0	27,4	22,5	25,9	34,0	24,0	22,8
	06	27,0	28,0	26,0	28,9	24,0	27,0	33,0	24,0	22,9
	07	28,0	29,0	26,0	25,8	24,3	27,0	30,0	24,0	23,0
	08	24,5	28,0	22,0	22,3	22,2	26,5	32,0	23,0	23,4
	09	24,0	26,0	23,5	22,5	22,6	26,5	26,0	24,0	22,5
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		24,8	2,5	24,4	19,7	30,0				
Chuva		26,4	4,2	2,1	21,0	37,0				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	22,8	3,2	22,1	28,0	19,7
03	23,5	2,3	22,6	26,0	21,1
04	25,6	3,1	26,5	30,0	22,5
05	25,0	2,2	25,9	27,0	22,5
06	25,8	2,2	27,0	28,0	22,9
07	26,3	2,5	27,0	29,0	23,0
08	24,9	2,3	24,5	28,0	22,2
09	24,3	1,9	24,0	26,5	22,5
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	27,7	6,5	25,6	37,0	22,5
03	26,5	3,9	26,3	31,0	22,5
04	27,0	6,0	26,0	35,0	21,0
05	27,1	5,0	25,7	34,0	23,0
06	28,0	3,9	27,4	33,0	24,0
07	26,5	2,5	25,9	30,0	24,0
08	24,8	4,8	22,7	32,0	22,0
09	24,0	1,5	23,8	26,0	22,5

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral.

Transparência (m)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	1,50	6,51	1,16	1,80	3,40	6,80	2,80	1,20	2,50
	03	1,50	5,46	2,30	2,98	3,35	5,70	3,60	1,60	2,20
	04	1,80	5,57	4,82	2,79	3,47	3,20	3,90	1,50	2,10
	05	1,50	5,83	4,10	2,80	3,50	3,60	3,80	1,60	1,60
	06	4,00	5,49	2,50	4,50	5,00	4,40	4,40	2,80	2,60
	07	3,00	4,37	2,50	3,93	4,30	4,00	4,30	2,35	1,10
	08	1,50	4,82	4,39	2,36	2,60	4,50	4,20	1,90	1,30
	09	4,00	5,00	4,30	3,41	4,50	2,60	5,00	2,80	3,40
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		3,59	1,55	3,49	1,10	6,80				
Chuva		3,07	1,13	1,04	1,16	5,00				

Dados por estações de amostragem						
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.	
02	4,14	2,39	3,40	6,80	1,50	
03	3,64	1,89	3,35	5,70	1,50	
04	3,23	1,49	3,20	5,57	1,80	
05	3,21	1,78	3,50	5,83	1,50	
06	4,30	1,11	4,40	5,49	2,60	
07	3,35	1,37	4,00	4,37	1,10	
08	2,94	1,65	2,60	4,82	1,30	
09	3,90	0,94	4,00	5,00	2,60	
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.	
02	1,74	0,76	1,50	2,80	1,16	
03	2,62	0,86	2,64	3,60	1,60	
04	3,25	1,43	3,35	4,82	1,50	
05	3,08	1,13	3,30	4,10	1,60	
06	3,55	1,05	3,60	4,50	2,50	
07	3,27	0,99	3,22	4,30	2,35	
08	3,21	1,27	3,28	4,39	1,90	
09	3,88	0,97	3,86	5,00	2,80	

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Temperatura da Água (°C)										
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10	
Estações de amostragem	01	24,5	-	-	-	-	-	-	-	
	02	20,7	21,3	24,5	28,6	21,9	20,4	28,1	27,3	22,9
	03	21,0	21,9	24,3	29,0	22,0	20,2	28,0	27,1	22,5
	04	21,7	21,7	23,6	28,4	22,2	20,4	27,6	26,7	22,3
	05	22,0	21,5	22,9	28,3	22,2	20,6	27,7	26,9	22,8
	06	22,1	22,2	23,6	28,6	22,6	20,5	28,0	27,0	22,9
	07	22,5	23,3	23,7	28,8	22,9	20,2	28,4	27,7	22,9
	08	21,8	22,3	23,7	27,4	22,1	20,7	27,6	26,6	22,5
	09	22,0	21,8	22,3	27,4	22,7	20,6	27,4	27,3	22,5
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		21,8	0,9	22,0	20,2	23,3				
Chuva		26,7	2,0	2,7	22,3	29,0				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	21,4	1,0	21,3	22,9	20,4
03	21,5	0,9	21,9	22,5	20,2
04	21,7	0,8	21,7	22,3	20,4
05	21,8	0,8	22,0	22,8	20,6
06	22,1	0,9	22,2	22,9	20,5
07	22,4	1,2	22,9	23,3	20,2
08	21,9	0,7	22,1	22,5	20,7
09	21,9	0,8	22,0	22,7	20,6
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	27,1	1,8	27,7	28,6	24,5
03	27,1	2,0	27,6	29,0	24,3
04	26,6	2,1	27,2	28,4	23,6
05	26,4	2,4	27,3	28,3	22,9
06	26,8	2,2	27,5	28,6	23,6
07	27,2	2,4	28,1	28,8	23,7
08	26,3	1,8	27,0	27,6	23,7
09	26,1	2,5	27,4	27,4	22,3

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Condutividade (mS.cm ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
estações de amostragem	01	0,029	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,030	0,029	0,032	0,036	0,033	0,026	0,028	0,031
	03	0,029	0,028	0,030	0,033	0,023	0,027	0,028	0,028
	04	0,025	0,021	0,024	0,032	0,016	0,022	0,024	0,024
	05	0,026	0,024	0,025	0,030	0,030	0,023	0,024	0,024
	06	0,017	0,017	0,018	0,025	0,023	0,016	0,018	0,020
	07	0,019	0,018	0,019	0,025	0,021	0,017	0,018	0,022
	08	0,028	0,026	0,026	0,030	0,020	0,024	0,025	0,025
	09	0,023	0,023	0,023	0,027	0,025	0,022	0,022	0,022
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,025	0,005	0,024	0,016	0,037			
Chuva		0,026	0,005	0,005	0,018	0,036			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,031	0,004	0,030	0,036	0,026
03	0,029	0,005	0,028	0,037	0,023
04	0,022	0,004	0,022	0,027	0,016
05	0,026	0,003	0,026	0,030	0,023
06	0,019	0,004	0,017	0,024	0,016
07	0,020	0,002	0,019	0,023	0,017
08	0,026	0,005	0,026	0,032	0,020
09	0,024	0,002	0,023	0,026	0,022
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,032	0,003	0,032	0,036	0,028
03	0,030	0,002	0,029	0,033	0,028
04	0,026	0,004	0,024	0,032	0,024
05	0,026	0,003	0,025	0,030	0,024
06	0,020	0,003	0,019	0,025	0,018
07	0,021	0,003	0,021	0,025	0,018
08	0,027	0,002	0,026	0,030	0,025
09	0,024	0,002	0,023	0,027	0,022

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

pH										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
estações de amostragem	01	6,85	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	7,31	7,60	6,88	6,46	5,37	7,63	7,83	6,04	7,00
	03	7,83	8,18	7,73	7,00	6,13	7,32	9,00	6,18	6,68
	04	8,31	7,53	8,02	7,23	5,65	7,03	8,52	6,37	6,85
	05	8,58	8,52	8,23	7,11	6,77	6,90	8,37	7,11	6,29
	06	8,04	8,14	7,83	6,86	6,05	7,05	8,43	7,33	6,27
	07	8,24	7,82	7,50	6,24	6,02	7,90	7,82	7,61	6,63
	08	8,23	8,43	7,87	6,75	6,22	7,84	8,36	6,64	6,37
	09	8,53	8,74	8,00	6,72	6,08	7,28	8,30	7,69	6,20
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		7,24	0,93	7,30	5,37	8,74				
Chuva		7,44	0,78	0,54	6,04	9,00				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,98	0,94	7,31	7,63	5,37
03	7,23	0,83	7,32	8,18	6,13
04	7,07	0,98	7,03	8,31	5,65
05	7,41	1,06	6,90	8,58	6,29
06	7,11	0,97	7,05	8,14	6,05
07	7,32	0,95	7,82	8,24	6,02
08	7,42	1,05	7,84	8,43	6,22
09	7,37	1,25	7,28	8,74	6,08
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,80	0,77	6,67	7,83	6,04
03	7,48	1,20	7,37	9,00	6,18
04	7,54	0,94	7,63	8,52	6,37
05	7,71	0,69	7,67	8,37	7,11
06	7,61	0,67	7,58	8,43	6,86
07	7,29	0,71	7,56	7,82	6,24
08	7,41	0,85	7,31	8,36	6,64
09	7,68	0,69	7,85	8,30	6,72

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

OD (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
estações de amostragem	01	7,47	-	-	-	-	-	-	-
	02	7,60	9,27	6,40	6,84	7,09	8,46	7,32	6,70
	03	7,56	8,89	6,51	8,13	7,21	8,52	7,87	7,19
	04	7,70	8,82	7,10	7,94	7,82	8,40	7,64	7,12
	05	8,05	8,78	6,90	7,80	7,69	8,42	7,82	6,90
	06	8,15	8,97	7,00	7,70	7,66	8,42	7,71	7,17
	07	7,54	8,71	6,68	7,30	7,31	8,35	7,41	7,79
	08	7,73	8,96	7,03	7,98	7,50	8,60	7,76	7,17
	09	7,94	8,82	7,60	7,88	7,10	8,09	7,59	7,30
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		8,44	1,29	8,40	6,88	14,90			
Chuva		7,35	0,47	1,52	6,40	8,13			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	8,30	0,94	8,46	9,27	7,09
03	7,81	0,86	7,56	8,89	6,88
04	8,23	0,46	8,39	8,82	7,70
05	8,56	0,84	8,42	9,87	7,69
06	8,59	0,81	8,42	9,77	7,66
07	8,28	0,88	8,35	9,48	7,31
08	8,41	0,77	8,60	9,26	7,50
09	9,37	3,15	8,09	14,90	7,10
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,82	0,38	6,77	7,32	6,40
03	7,43	0,73	7,53	8,13	6,51
04	7,45	0,41	7,38	7,94	7,10
05	7,36	0,53	7,35	7,82	6,90
06	7,40	0,36	7,44	7,71	7,00
07	7,30	0,46	7,36	7,79	6,68
08	7,49	0,46	7,47	7,98	7,03
09	7,59	0,24	7,60	7,88	7,30

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Turbidez (NTU)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	6,20	1,13	14,50	6,86	2,21	1,00	4,24	7,00	3,30
	03	7,60	1,41	3,25	2,49	3,29	3,00	3,07	3,00	3,70
	04	5,76	1,09	0,82	1,57	2,72	3,00	1,18	4,00	4,00
	05	5,75	0,96	1,46	2,67	4,05	4,00	0,74	5,00	4,60
	06	1,11	0,66	2,05	1,28	1,32	2,00	0,74	0,00	2,70
	07	2,09	0,93	2,93	0,90	1,59	5,00	1,44	1,00	4,00
	08	7,28	0,95	1,20	5,04	3,20	8,00	0,87	1,00	6,90
	09	1,06	1,22	1,11	1,95	1,06	3,00	0,70	0,00	1,90
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		3,12	2,09	2,86	0,66	8,00				
Chuva		2,63	2,82	1,88	0,00	14,50				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	2,77	2,13	2,21	6,20	1,00
03	3,80	2,29	3,29	7,60	1,41
04	3,31	1,72	3,00	5,76	1,09
05	3,87	1,77	4,05	5,75	0,96
06	1,56	0,80	1,32	2,70	0,66
07	2,72	1,71	2,09	5,00	0,93
08	5,27	3,05	6,90	8,00	0,95
09	1,65	0,83	1,22	3,00	1,06
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	8,15	4,42	6,93	14,50	4,24
03	2,95	0,33	3,04	3,25	2,49
04	1,89	1,44	1,38	4,00	0,82
05	2,47	1,87	2,07	5,00	0,74
06	1,02	0,87	1,01	2,05	0,00
07	1,57	0,94	1,22	2,93	0,90
08	2,03	2,01	1,10	5,04	0,87
09	0,94	0,81	0,91	1,95	0,00

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Sólidos Totais (mg.100mL ⁻¹)									
Campanha		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estação de amostragem	02	0,0132	0,0055	0,0049	0,0057	0,0049	0,0113	0,0078	0,0061
	03	0,0064	0,0025	0,0040	0,0047	0,0032	0,0113	0,007	0,0052
	04	0,0077	0,0018	0,0046	0,0046	0,0027	0,0049	0,0123	0,0087
	05	0,0447	0,0036	0,0049	0,0038	0,004	0,0082	0,0051	0,0098
	06	0,0069	0,0012	0,0050	0,0041	0,005	0,0052	0,0078	0,0079
	07	0,0040	0,0029	0,0039	0,0023	0,005	0,0042	0,0069	0,0437
	08	0,0086	0,0018	0,0053	0,0042	0,007	0,0028	0,0048	0,0118
	09	0,0068	0,0041	0,0045	0,0063	0,0045	0,0055	0,0053	0,4132
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0066	0,0075	0,0050	0,0012	0,0447			
Chuva		0,0199	0,0721	0,0833	0,0023	0,4132			

Dados por estação de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0087	0,0042	0,0084	0,0132	0,0049
03	0,0058	0,0040	0,0048	0,0113	0,0025
04	0,0043	0,0026	0,0038	0,0077	0,0018
05	0,0151	0,0198	0,0061	0,0447	0,0036
06	0,0046	0,0024	0,0051	0,0069	0,0012
07	0,0040	0,0009	0,0041	0,0050	0,0029
08	0,0051	0,0033	0,0049	0,0086	0,0018
09	0,0052	0,0012	0,0050	0,0068	0,0041
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0061	0,0012	0,0059	0,0078	0,0049
03	0,0052	0,0013	0,0050	0,0070	0,0040
04	0,0076	0,0037	0,0067	0,0123	0,0046
05	0,0059	0,0027	0,0050	0,0098	0,0038
06	0,0062	0,0019	0,0064	0,0079	0,0041
07	0,0142	0,0198	0,0054	0,0437	0,0023
08	0,0065	0,0035	0,0051	0,0118	0,0042
09	0,1073	0,2039	0,0058	0,4132	0,0045

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Sólidos Fixos (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0064	0,0045	0,0014	0,0046	0,0026	0,0072	0,0016	0,004
	03	0,0021	0,0009	0,0023	0,0020	0,0029	0,0027	0,0027	0,0032
	04	0,0041	0,0012	0,0020	0,0032	0,0016	0,0018	0,0034	0,0027
	05	0,0184	0,0016	0,0026	0,0022	0,0027	0,0022	0,0016	0,0004
	06	0,0019	0,0003	0,0036	0,0014	0,0025	0,0025	0,0003	0,0017
	07	0,0005	0,0009	0,0012	0,0012	0,0023	0,0019	0,0002	0,0022
	08	0,0007	0,0014	0,0014	0,0016	0,004	0,0012	0,001	0,0019
	09	0,0026	0,0018	0,0035	0,0050	0,0024	0,0033	0,001	0,1591
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0029	0,0032	0,0023	0,0003	0,0184			
Chuva		0,0071	0,0278	0,0320	0,0002	0,1591			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0052	0,0020	0,0054	0,0072	0,0026
03	0,0022	0,0009	0,0024	0,0029	0,0009
04	0,0022	0,0013	0,0017	0,0041	0,0012
05	0,0062	0,0081	0,0025	0,0184	0,0016
06	0,0018	0,0010	0,0022	0,0025	0,0003
07	0,0014	0,0008	0,0014	0,0023	0,0005
08	0,0018	0,0015	0,0013	0,0040	0,0007
09	0,0025	0,0006	0,0025	0,0033	0,0018
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0029	0,0016	0,0028	0,0046	0,0014
03	0,0026	0,0005	0,0025	0,0032	0,0020
04	0,0028	0,0006	0,0030	0,0034	0,0020
05	0,0017	0,0010	0,0019	0,0026	0,0004
06	0,0018	0,0014	0,0016	0,0036	0,0003
07	0,0012	0,0008	0,0012	0,0022	0,0002
08	0,0015	0,0004	0,0015	0,0019	0,0010
09	0,0422	0,0780	0,0043	0,1591	0,0010

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Sólidos Voláteis (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0069	0,0010	0,0035	0,0010	0,0023	0,0041	0,0062	0,0022
	03	0,0043	0,0016	0,0017	0,0027	0,0003	0,0085	0,0041	0,002
	04	0,0036	0,0006	0,0026	0,0014	0,0012	0,0031	0,0089	0,0061
	05	0,0263	0,0020	0,0023	0,0016	0,0013	0,006	0,0035	0,0094
	06	0,0050	0,0009	0,0014	0,0027	0,0025	0,0027	0,0075	0,0062
	07	0,0034	0,0020	0,0027	0,0012	0,0027	0,0023	0,0067	0,0415
	08	0,0079	0,0004	0,0039	0,0026	0,003	0,0016	0,0038	0,0099
	09	0,0042	0,0022	0,0010	0,0013	0,0021	0,0022	0,0043	0,2542
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0037	0,0046	0,0024	0,0003	0,0263			
Chuva		0,0128	0,0446	0,0516	0,0010	0,2542			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0036	0,0025	0,0032	0,0069	0,0010
03	0,0037	0,0036	0,0029	0,0085	0,0003
04	0,0021	0,0014	0,0022	0,0036	0,0006
05	0,0089	0,0118	0,0040	0,0263	0,0013
06	0,0028	0,0017	0,0026	0,0050	0,0009
07	0,0026	0,0006	0,0025	0,0034	0,0020
08	0,0032	0,0033	0,0023	0,0079	0,0004
09	0,0027	0,0010	0,0022	0,0042	0,0021
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0032	0,0022	0,0029	0,0062	0,0010
03	0,0026	0,0011	0,0024	0,0041	0,0017
04	0,0048	0,0034	0,0044	0,0089	0,0014
05	0,0042	0,0036	0,0029	0,0094	0,0016
06	0,0045	0,0029	0,0045	0,0075	0,0014
07	0,0130	0,0191	0,0047	0,0415	0,0012
08	0,0051	0,0033	0,0039	0,0099	0,0026
09	0,0652	0,1260	0,0028	0,2542	0,0010

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Temperatura da Água (°C)										
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10	
Estações de amostragem	01	19,7	-	-	-	-	-	-	-	
	02	19,0	19,9	21,8	23,6	20,1	19,7	21,6	22,5	21,3
	03	18,4	19,1	19,5	19,5	20,3	19,9	21,7	20,8	21,4
	04	20,3	19,8	18,4	18,2	18,8	18,9	21,3	19,5	22,5
	05	19,8	19,8	19,7	23,3	21,6	19,6	22,0	24,2	23,2
	06	21,1	19,8	20,9	21,5	21,4	19,7	21,2	21,9	23,2
	07	20,8	20,4	22,8	26,1	22,2	19,9	25,9	27,1	22,9
	08	20,3	21,1	18,8	24,5	22,1	19,6	23,3	25,1	21,8
	09	22,0	19,3	19,9	20,7	19,9	19,3	20,5	20,0	22,5
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		20,6	1,3	20,2	18,4	23,2				
Chuva		21,8	2,3	2,0	18,2	27,1				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	20,0	0,8	19,9	21,3	19,0
03	19,8	1,1	19,9	21,4	18,4
04	20,1	1,5	19,8	22,5	18,8
05	20,8	1,6	19,8	23,2	19,6
06	21,0	1,4	21,1	23,2	19,7
07	21,2	1,3	20,8	22,9	19,9
08	21,0	1,0	21,1	22,1	19,6
09	20,6	1,5	19,9	22,5	19,3
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	22,4	0,9	22,2	23,6	21,6
03	20,4	1,1	20,2	21,7	19,5
04	19,4	1,4	19,0	21,3	18,2
05	22,3	2,0	22,7	24,2	19,7
06	21,4	0,4	21,3	21,9	20,9
07	25,5	1,9	26,0	27,1	22,8
08	22,9	2,8	23,9	25,1	18,8
09	20,3	0,4	20,3	20,7	19,9

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Condutividade (mS.cm ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,030	0,032	0,028	0.0346	0,033	0,032	0,029	0,028	0,040
	03	0,030	0,030	0,031	0,037	0,035	0,029	0,029	0,030	0,037
	04	0,040	0,037	0,042	0,036	0,034	0,042	0,038	0,043	0,012
	05	0,029	0,021	0,028	0,032	0,030	0,023	0,022	0,025	0,019
	06	0,020	0,010	0,019	0,018	0,003	0,017	0,015	0,016	0,006
	07	0,020	0,019	0,019	0,025	0,018	0,017	0,019	0,021	0,025
	08	0,029	0,000	0,032	0,031	0,031	0,024	0,025	0,023	0,035
	09	0,024	0,028	0,026	0,028	0,019	0,022	0,022	0,027	0,041
		Total	Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
		Seca	0,026	0,010	0,029	0,000	0,042			
		Chuva	0,027	0,007	0,010	0,015	0,043			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,033	0,004	0,032	0,040	0,030
03	0,032	0,003	0,030	0,037	0,029
04	0,033	0,012	0,037	0,042	0,012
05	0,024	0,005	0,023	0,030	0,019
06	0,011	0,007	0,010	0,020	0,003
07	0,020	0,003	0,019	0,025	0,017
08	0,024	0,014	0,029	0,035	0,000
09	0,027	0,009	0,024	0,041	0,019
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,028	0,001	0,028	0,029	0,028
03	0,032	0,004	0,031	0,037	0,029
04	0,040	0,003	0,040	0,043	0,036
05	0,027	0,004	0,027	0,032	0,022
06	0,017	0,002	0,017	0,019	0,015
07	0,021	0,003	0,020	0,025	0,019
08	0,028	0,004	0,028	0,032	0,023
09	0,026	0,003	0,027	0,028	0,022

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

pH									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	7,85	7,83	6,97	6,31	6,07	7,09	7,41	5,91
	03	8,13	8,30	7,30	6,74	5,85	7,87	7,40	6,07
	04	8,32	8,04	7,60	6,33	6,12	7,40	7,45	7,04
	05	8,33	8,19	7,40	6,65	6,70	7,56	7,32	6,62
	06	8,14	8,04	6,93	6,20	6,10	7,49	7,07	7,33
	07	8,26	7,92	7,25	6,12	6,87	7,64	7,67	6,34
	08	8,60	8,65	7,64	6,32	6,97	7,86	6,72	6,66
	09	8,45	7,78	7,40	6,27	6,30	7,92	7,19	7,62
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		7,41	0,83	7,71	5,85	8,65			
Chuva		6,91	0,54	0,47	5,91	7,67			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	7,08	0,78	7,09	7,85	6,07
03	7,35	1,07	7,87	8,30	5,85
04	7,27	0,96	7,40	8,32	6,12
05	7,47	0,82	7,56	8,33	6,57
06	7,55	0,85	8,00	8,14	6,10
07	7,44	0,73	7,64	8,26	6,50
08	7,72	0,96	7,86	8,65	6,50
09	7,38	0,95	7,78	8,45	6,30
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,65	0,67	6,64	7,41	5,91
03	6,88	0,61	7,02	7,40	6,07
04	7,11	0,57	7,25	7,60	6,33
05	7,00	0,42	6,99	7,40	6,62
06	6,88	0,48	7,00	7,33	6,20
07	6,85	0,74	6,80	7,67	6,12
08	6,84	0,56	6,69	7,64	6,32
09	7,12	0,59	7,30	7,62	6,27

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

OD (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	6,70	6,63	5,86	4,60	6,26	6,16	4,63	3,40
	03	5,93	6,50	4,54	0,61	5,30	6,00	4,05	9,98
	04	2,78	2,85	3,80	0,40	2,63	2,85	2,10	3,58
	05	3,95	6,10	4,08	3,23	6,74	6,85	4,00	4,77
	06	4,30	6,13	5,70	4,43	4,69	5,51	4,56	5,61
	07	6,03	6,21	6,30	5,40	6,43	6,42	6,22	6,77
	08	6,25	7,43	3,70	4,02	7,48	6,22	4,31	4,01
	09	5,61	3,76	3,35	1,53	2,61	5,59	3,75	4,48
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		5,86	1,83	6,15	2,61	9,39			
Chuva		4,31	1,80	2,55	0,40	9,98			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,66	0,54	6,63	7,54	6,16
03	6,36	1,05	6,00	8,08	5,30
04	3,96	2,64	2,85	8,67	2,63
05	6,60	1,93	6,74	9,34	3,95
06	5,90	1,81	5,51	8,88	4,30
07	6,90	1,40	6,42	9,39	6,03
08	6,39	1,18	6,25	7,48	4,58
09	4,08	1,45	3,76	5,61	2,61
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	4,62	1,00	4,62	5,86	3,40
03	4,80	3,87	4,30	9,98	0,61
04	2,47	1,57	2,84	3,80	0,40
05	4,02	0,63	4,04	4,77	3,23
06	5,08	0,67	5,09	5,70	4,43
07	6,17	0,57	6,26	6,77	5,40
08	4,01	0,25	4,02	4,31	3,70
09	3,28	1,26	3,55	4,48	1,53

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Turbidez (NTU)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	8,74	4,14	13,40	50,80	3,10	10,00	38,60	270,00
	03	8,24	4,58	5,22	14,20	2,91	21,00	8,65	248,00
	04	2,99	15,80	2,22	2,08	16,33	1,00	5,63	0,00
	05	12,90	2,48	6,18	35,90	2,64	4,00	3,99	55,00
	06	6,49	1,04	0,96	4,12	2,48	3,00	0,94	13,00
	07	1,69	1,06	3,77	2,11	1,97	4,00	2,84	3,00
	08	8,34	0,92	22,10	34,70	1,90	3,00	5,40	12,00
	09	2,48	9,46	12,10	4,79	1,65	3,00	2,13	6,00
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		6,59	7,28	3,05	0,92	33,20			
Chuva		27,81	62,46	62,57	0,00	270,00			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	8,02	4,49	8,74	14,10	3,10
03	12,67	10,53	8,24	26,60	2,91
04	7,60	7,76	2,99	16,33	1,00
05	5,46	4,31	4,00	12,90	2,48
06	3,16	2,01	2,80	6,49	1,04
07	2,54	1,37	1,97	4,00	1,06
08	9,47	13,57	3,00	33,20	0,92
09	3,78	3,21	2,48	9,46	1,65
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	93,20	118,89	44,70	270,00	13,40
03	69,02	119,38	11,43	248,00	5,22
04	2,48	2,33	2,15	5,63	0,00
05	25,27	24,59	21,04	55,00	3,99
06	4,76	5,70	2,54	13,00	0,94
07	2,93	0,68	2,92	3,77	2,11
08	18,55	12,77	17,05	34,70	5,40
09	6,26	4,22	5,40	12,10	2,13

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Sólidos Totais (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	
Estações de amostragem	02	0,0082	0,0057	0,0132	0,0081	0,0057	0,0839	0,0063	0,3406
	03	0,0101	0,0058	0,0063	0,0043	0,0053	0,0119	0,0043	0,0094
	04	0,0063	0,0093	0,0044	0,0066	0,0527	0,0127	0,0084	0,0148
	05	0,0057	0,0054	0,0041	0,0055	0,0057	0,0034	0,0053	0,0132
	06	0,0093	0,0046	0,0085	0,0035	0,0147	0,0436	0,0058	0,0076
	07	0,0091	0,0033	0,0038	0,0024	0,0181	0,0043	0,0075	0,0062
	08	0,0072	0,0030	0,0091	0,0074	0,0167	0,0292	0,0042	0,0187
								±	
								0,0018	
	09	0,0038	0,0077	0,0071	0,0057	0,0174	0,0074	0,0064	0,007
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0137	0,0173	0,0074	0,0030	0,0839			
Chuva		0,0181	0,0600	0,0680	0,0024	0,3406			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0259	0,0387	0,0070	0,0839	0,0057
03	0,0071	0,0026	0,0058	0,0101	0,0053
04	0,0203	0,0218	0,0110	0,0527	0,0063
05	0,0051	0,0011	0,0056	0,0057	0,0034
06	0,0181	0,0175	0,0120	0,0436	0,0046
07	0,0087	0,0068	0,0067	0,0181	0,0033
08	0,0140	0,0116	0,0120	0,0292	0,0030
09	0,0091	0,0058	0,0076	0,0174	0,0038
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0921	0,1657	0,0107	0,3406	0,0063
03	0,0061	0,0024	0,0053	0,0094	0,0043
04	0,0086	0,0045	0,0075	0,0148	0,0044
05	0,0070	0,0042	0,0054	0,0132	0,0041
06	0,0064	0,0022	0,0067	0,0085	0,0035
07	0,0050	0,0023	0,0050	0,0075	0,0024
08	0,0117	0,0061	0,0091	0,0187	0,0074
09	0,0066	0,0006	0,0067	0,0071	0,0057

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Sólidos Fixos (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0031	0,0008	0,0102	0,0069	0,0026	0,0022	0,002	0,3313
	03	0,0046	0,0011	0,0020	0,0016	0,0031	0,0057	0,0018	0,0038
	04	0,0032	0,0014	0,0025	0,0022	0,0123	0,0019	0,0023	0,0016
	05	0,0039	0,0012	0,0019	0,0022	0,002	0,003	0,0024	0,0036
	06	0,0050	0,0010	0,0029	0,0005	0,0104	0,001	0,003	0,001
	07	0,0022	0,0003	0,0018	0,0009	0,0112	0,0024	0,0035	0,0013
	08	0,0050	0,0014	0,0059	0,0039	0,0109	0,0019	0,0029	0,0138
	09	0,0015	0,0028	0,0045	0,0053	0,0109	0,0026	0,0036	0,0003
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0038	0,0035	0,0026	0,0003	0,0123			
Chuva		0,0135	0,0580	0,0668	0,0003	0,3313			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0022	0,0010	0,0024	0,0031	0,0008
03	0,0036	0,0020	0,0039	0,0057	0,0011
04	0,0047	0,0051	0,0026	0,0123	0,0014
05	0,0025	0,0012	0,0025	0,0039	0,0012
06	0,0044	0,0045	0,0030	0,0104	0,0010
07	0,0040	0,0049	0,0023	0,0112	0,0003
08	0,0048	0,0044	0,0035	0,0109	0,0014
09	0,0045	0,0043	0,0027	0,0109	0,0015
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0876	0,1625	0,0086	0,3313	0,0020
03	0,0023	0,0010	0,0019	0,0038	0,0016
04	0,0022	0,0004	0,0023	0,0025	0,0016
05	0,0025	0,0007	0,0023	0,0036	0,0019
06	0,0019	0,0013	0,0020	0,0030	0,0005
07	0,0019	0,0011	0,0016	0,0035	0,0009
08	0,0066	0,0049	0,0049	0,0138	0,0029
09	0,0034	0,0022	0,0041	0,0053	0,0003

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE MEIO.

Sólidos Voláteis (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0051	0,0049	0,0031	0,0012	0,0031	0,0818	0,0043	0,0093
	03	0,0055	0,0047	0,0043	0,0027	0,0022	0,0061	0,0025	0,0057
	04	0,0031	0,0080	0,0019	0,0044	0,0405	0,0108	0,0061	0,0132
	05	0,0018	0,0042	0,0022	0,0034	0,0037	0,0004	0,0029	0,0096
	06	0,0043	0,0035	0,0057	0,0030	0,0043	0,0426	0,0028	0,0066
	07	0,0069	0,0030	0,0020	0,0014	0,0069	0,002	0,004	0,0049
	08	0,0022	0,0016	0,0033	0,0035	0,0058	0,0273	0,0013	0,0048
	09	0,0023	0,0049	0,0026	0,0005	0,0066	0,0048	0,0028	0,0067
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0098	0,0165	0,0048	0,0004	0,0818			
Chuva		0,0041	0,0027	0,0078	0,0005	0,0132			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0237	0,0387	0,0050	0,0818	0,0031
03	0,0046	0,0017	0,0051	0,0061	0,0022
04	0,0156	0,0169	0,0094	0,0405	0,0031
05	0,0025	0,0018	0,0028	0,0042	0,0004
06	0,0137	0,0193	0,0043	0,0426	0,0035
07	0,0047	0,0026	0,0050	0,0069	0,0020
08	0,0092	0,0122	0,0040	0,0273	0,0016
09	0,0047	0,0018	0,0049	0,0066	0,0023
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0045	0,0035	0,0037	0,0093	0,0012
03	0,0038	0,0015	0,0035	0,0057	0,0025
04	0,0064	0,0049	0,0053	0,0132	0,0019
05	0,0045	0,0034	0,0032	0,0096	0,0022
06	0,0045	0,0019	0,0044	0,0066	0,0028
07	0,0031	0,0016	0,0030	0,0049	0,0014
08	0,0032	0,0014	0,0034	0,0048	0,0013
09	0,0032	0,0026	0,0027	0,0067	0,0005

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Temperatura da Água (°C)										
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10	
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	
	02	19,6	19,8	19,7	19,2	19,6	19,4	21,2	20,4	20,5
	03	18,2	19,1	18,5	17,7	18,6	19,0	20,9	19,4	20,3
	04	18,9	19,2	18,5	18,2	18,8	18,6	21,4	19,4	24,3
	05	19,1	19,3	19,0	19,0	19,5	19,3	21,8	20,8	23,1
	06	18,8	19,3	19,3	20,5	19,9	18,8	20,9	20,3	22,8
	07	21,0	20,0	20,8	23,0	22,3	19,6	24,0	25,0	23,1
	08	20,7	19,9	18,3	20,4	22,0	18,8	22,3	22,6	21,1
	09	18,8	19,0	19,0	18,5	19,0	18,9	20,2	19,0	21,4
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		20,0	1,5	19,5	18,2	24,3				
Chuva		20,3	1,7	1,9	17,7	25,0				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	19,8	0,4	19,6	20,5	19,4
03	19,0	0,8	19,0	20,3	18,2
04	20,0	2,4	18,9	24,3	18,6
05	20,1	1,7	19,3	23,1	19,1
06	19,9	1,7	19,3	22,8	18,8
07	21,2	1,5	21,0	23,1	19,6
08	20,5	1,2	20,7	22,0	18,8
09	19,4	1,1	19,0	21,4	18,8
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	20,1	0,9	20,1	21,2	19,2
03	19,1	1,4	19,0	20,9	17,7
04	19,4	1,5	19,0	21,4	18,2
05	20,2	1,4	19,9	21,8	19,0
06	20,2	0,7	20,4	20,9	19,3
07	23,2	1,8	23,5	25,0	20,8
08	20,9	2,0	21,4	22,6	18,3
09	19,2	0,7	19,0	20,2	18,5

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Condutividade (mS.cm ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,030	0,033	0,033	0,041	0,034	0,032	0,036	0,041	0,075
	03	0,068	0,028	0,031	0,046	0,027	0,028	0,037	0,053	0,052
	04	0,042	0,010	0,035	0,039	0,034	0,017	0,027	0,043	0,056
	05	0,040	0,038	0,042	0,029	0,032	0,034	0,039	0,023	0,025
	06	0,055	0,009	0,018	0,027	0,021	0,015	0,017	0,033	0,047
	07	0,019	0,019	0,019	0,021	0,025	0,017	0,017	0,020	0,017
	08	0,029	0,017	0,052	0,032	0,031	0,031	0,027	0,026	0,048
	09	0,045	0,049	0,052	0,037	0,036	0,061	0,053	0,058	0,066
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		0,035	0,016	0,032	0,009	0,075				
Chuva		0,034	0,012	0,014	0,017	0,058				
Dados por estações de amostragem										
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo					
02	0,041	0,019	0,033	0,075	0,030					
03	0,041	0,019	0,028	0,068	0,027					
04	0,032	0,019	0,034	0,056	0,010					
05	0,034	0,006	0,034	0,040	0,025					
06	0,029	0,020	0,021	0,055	0,009					
07	0,019	0,003	0,019	0,025	0,017					
08	0,031	0,011	0,031	0,048	0,017					
09	0,051	0,012	0,049	0,066	0,036					
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo					
02	0,038	0,004	0,039	0,041	0,033					
03	0,042	0,010	0,042	0,053	0,031					
04	0,036	0,007	0,037	0,043	0,027					
05	0,033	0,009	0,034	0,042	0,023					
06	0,024	0,008	0,022	0,033	0,017					
07	0,019	0,002	0,020	0,021	0,017					
08	0,034	0,012	0,029	0,052	0,026					
09	0,050	0,009	0,053	0,058	0,037					

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

pH									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	7,97	8,05	6,84	6,28	6,13	7,40	7,39	6,40
	03	7,99	8,40	7,30	6,82	6,31	7,70	8,11	6,60
	04	8,36	8,60	7,70	6,98	6,53	7,83	7,41	7,23
	05	8,41	8,30	7,38	6,77	7,02	6,92	7,42	6,66
	06	8,27	8,11	7,15	6,49	6,35	7,54	7,01	7,26
	07	8,32	7,90	7,15	6,21	6,90	7,87	7,63	7,36
	08	8,50	8,72	7,75	6,54	7,05	7,56	7,58	6,77
	09	8,35	8,14	7,53	6,38	6,62	7,27	7,70	7,57
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		7,53	0,83	7,77	6,13	8,92			
Chuva		7,09	0,51	0,59	6,07	8,11			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	7,19	0,89	7,40	8,05	6,13
03	7,40	0,90	7,70	8,40	6,31
04	7,57	0,98	7,83	8,60	6,53
05	7,75	0,72	8,09	8,41	6,92
06	7,84	0,97	8,11	8,92	6,35
07	7,47	0,81	7,87	8,32	6,35
08	7,66	0,95	7,56	8,72	6,48
09	7,35	0,88	7,27	8,35	6,39
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,65	0,59	6,56	7,39	6,07
03	7,20	0,68	7,06	8,11	6,55
04	7,33	0,30	7,32	7,70	6,98
05	7,06	0,40	7,08	7,42	6,66
06	6,98	0,34	7,08	7,26	6,49
07	7,09	0,62	7,26	7,63	6,21
08	7,16	0,59	7,18	7,75	6,54
09	7,30	0,61	7,55	7,70	6,38

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

OD (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	6,60	6,60	4,33	16,50	5,91	4,66	2,32	3,33
	03	2,72	6,26	3,40	0,32	3,14	5,22	2,74	2,69
	04	2,69	4,22	3,57	0,30	2,46	3,27	2,22	2,73
	05	2,67	3,20	3,10	0,72	3,10	3,50	2,32	3,50
	06	3,23	5,34	3,40	2,24	2,76	5,71	3,24	3,15
	07	5,68	5,33	4,85	2,79	5,44	5,52	5,56	4,73
	08	6,12	6,29	3,20	1,00	6,33	3,90	2,12	4,80
	09	3,12	3,18	3,30	0,54	2,33	3,17	2,53	3,02
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		4,55	1,78	4,22	1,84	9,67			
Chuva		3,27	2,74	3,17	0,30	16,50			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	5,55	1,19	5,91	6,60	3,96
03	3,84	1,84	3,14	6,26	1,84
04	3,87	1,73	3,27	6,71	2,46
05	4,11	2,24	3,20	8,09	2,67
06	5,34	2,74	5,34	9,67	2,76
07	5,46	0,14	5,44	5,68	5,33
08	5,04	1,72	6,12	6,33	2,56
09	3,20	0,67	3,17	4,22	2,33
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	6,62	6,64	3,83	16,50	2,32
03	2,29	1,35	2,72	3,40	0,32
04	2,21	1,39	2,48	3,57	0,30
05	2,41	1,23	2,71	3,50	0,72
06	3,01	0,52	3,20	3,40	2,24
07	4,48	1,19	4,79	5,56	2,79
08	2,78	1,62	2,66	4,80	1,00
09	2,35	1,25	2,78	3,30	0,54

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Turbidez (NTU)										
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10	
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	
	02	7,36	6,03	13,10	20,20	3,16	44,00	21,00	55,00	19,50
	03	8,75	1,92	14,20	6,39	7,76	8,00	3,07	6,00	8,80
	04	2,72	4,71	15,70	2,05	5,66	10,00	24,60	1,00	1,40
	05	4,16	9,71	3,81	14,60	5,26	7,00	7,04	9,00	7,90
	06	5,81	1,68	4,89	3,15	4,50	4,00	6,32	1,00	3,90
	07	1,61	1,95	3,06	3,03	2,14	5,00	1,56	6,00	9,00
	08	8,35	0,72	4,44	20,10	2,56	11,00	17,10	74,00	5,40
	09	2,49	8,14	2,90	1,80	6,65	1,00	2,88	0,00	1,50
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		6,53	7,09	5,33	0,72	44,00				
Chuva		11,53	15,70	15,49	0,00	74,00				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	16,01	16,85	7,36	44,00	3,16
03	7,05	2,90	8,00	8,80	1,92
04	4,90	3,30	4,71	10,00	1,40
05	6,81	2,18	7,00	9,71	4,16
06	3,98	1,49	4,00	5,81	1,68
07	3,94	3,14	2,14	9,00	1,61
08	5,61	4,18	5,40	11,00	0,72
09	3,96	3,23	2,49	8,14	1,00
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	27,33	18,79	20,60	55,00	13,10
03	7,42	4,76	6,20	14,20	3,07
04	10,84	11,36	8,88	24,60	1,00
05	8,61	4,53	8,02	14,60	3,81
06	3,84	2,29	4,02	6,32	1,00
07	3,41	1,86	3,05	6,00	1,56
08	28,91	30,82	18,60	74,00	4,44
09	1,90	1,36	2,34	2,90	0,00

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Sólidos Totais (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0067	0,0053	0,0126	0,0036	0,0226	0,0148	0,0034	0,0108
	03	0,0085	0,0036	0,0094	0,0049	0,0097	0,0108	0,0078	0,0057
	04	0,0096	0,0042	0,0053	0,0043	0,0053	0,0041	0,0089	0,0079
	05	0,0075	0,0064	0,0058	0,0070	0,0061	0,0043	0,0035	0,01
	06	0,0070	0,0053	0,0048	0,0041	0,0052	0,0087	0,004	0,0061
	07	0,0058	0,0034	0,0037	0,0032	0,0037	0,0066	0,0049	0,0103
	08	0,0073	0,0050	0,0060	0,0044	0,0033	0,0061	0,0037	0,191
	09	0,0042	0,0035	0,0052	0,0055	0,0029	0,0068	0,0078	0,0045
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0067	0,0039	0,0060	0,0029	0,0226			
Chuva		0,0119	0,0328	0,0379	0,0032	0,1910			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0124	0,0080	0,0108	0,0226	0,0053
03	0,0082	0,0032	0,0091	0,0108	0,0036
04	0,0058	0,0026	0,0048	0,0096	0,0041
05	0,0061	0,0013	0,0063	0,0075	0,0043
06	0,0066	0,0017	0,0062	0,0087	0,0052
07	0,0049	0,0016	0,0048	0,0066	0,0034
08	0,0054	0,0017	0,0056	0,0073	0,0033
09	0,0044	0,0017	0,0039	0,0068	0,0029
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0076	0,0048	0,0072	0,0126	0,0034
03	0,0070	0,0020	0,0068	0,0094	0,0049
04	0,0066	0,0022	0,0066	0,0089	0,0043
05	0,0066	0,0027	0,0064	0,0100	0,0035
06	0,0048	0,0010	0,0045	0,0061	0,0040
07	0,0055	0,0033	0,0043	0,0103	0,0032
08	0,0513	0,0932	0,0052	0,1910	0,0037
09	0,0058	0,0014	0,0054	0,0078	0,0045

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Sólidos Fixos (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0044	0,0027	0,0074	0,0017	0,0107	0,0068	0,0034	0,006
	03	0,0062	0,0043	0,0070	0,0026	0,0052	0,0044	0,0026	0,0044
	04	0,0030	0,0025	0,0020	0,0025	0,0032	0,0026	0,0017	0,002
	05	0,0032	0,0039	0,0012	0,0021	0,0034	0,0019	0,0016	0,0016
	06	0,0045	0,0028	0,0025	0,0019	0,0029	0,0016	0,0005	0,0016
	07	0,0018	0,0028	0,0014	0,0013	0,0012	0,0048	0,0016	0,0007
	08	0,0030	0,0013	0,0015	0,0017	0,0012	0,0005	0,0014	0,0025
	09	0,0035	0,0016	0,0035	0,0014	0,0011	0,0024	0,0018	0,0042
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0033	0,0020	0,0030	0,0005	0,0107			
Chuva		0,0025	0,0017	0,0022	0,0005	0,0074			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0062	0,0035	0,0056	0,0107	0,0027
03	0,0050	0,0009	0,0048	0,0062	0,0043
04	0,0028	0,0003	0,0028	0,0032	0,0025
05	0,0031	0,0009	0,0033	0,0039	0,0019
06	0,0030	0,0012	0,0029	0,0045	0,0016
07	0,0027	0,0016	0,0023	0,0048	0,0012
08	0,0015	0,0011	0,0013	0,0030	0,0005
09	0,0022	0,0010	0,0020	0,0035	0,0011
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0046	0,0026	0,0047	0,0074	0,0017
03	0,0042	0,0021	0,0035	0,0070	0,0026
04	0,0021	0,0003	0,0020	0,0025	0,0017
05	0,0016	0,0004	0,0016	0,0021	0,0012
06	0,0015	0,0010	0,0016	0,0025	0,0005
07	0,0013	0,0004	0,0014	0,0016	0,0007
08	0,0018	0,0005	0,0016	0,0025	0,0014
09	0,0027	0,0013	0,0027	0,0042	0,0014

APÊNDICE A – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por variável limnológica e estação amostral. AMOSTRAS DE FUNDO.

Sólidos Voláteis (mg.100mL ⁻¹)									
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10
Estações de amostragem	02	0,0024	0,0026	0,0052	0,0019	0,0119	0,008	0,0044	0,0048
	03	0,0023	0,0020	0,0024	0,0023	0,0045	0,0065	0,0052	0,0013
	04	0,0066	0,0017	0,0033	0,0019	0,0022	0,0015	0,0072	0,0059
	05	0,0043	0,0025	0,0046	0,0050	0,0028	0,0024	0,0018	0,0084
	06	0,0025	0,0025	0,0023	0,0022	0,0023	0,007	0,0045	0,0044
	07	0,0040	0,0006	0,0023	0,0019	0,0024	0,0018	0,0033	0,0096
	08	0,0043	0,0037	0,0045	0,0027	0,0021	0,0057	0,0023	0,1885
	09	0,0007	0,0019	0,0016	0,0041	0,0018	0,0044	0,006	0,0059
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,0035	0,0024	0,0025	0,0006	0,0119			
Chuva		0,0097	0,0327	0,0378	0,0013	0,1885			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0062	0,0046	0,0053	0,0119	0,0024
03	0,0038	0,0021	0,0034	0,0065	0,0020
04	0,0030	0,0024	0,0020	0,0066	0,0015
05	0,0030	0,0009	0,0027	0,0043	0,0024
06	0,0036	0,0023	0,0025	0,0070	0,0023
07	0,0022	0,0014	0,0021	0,0040	0,0006
08	0,0040	0,0015	0,0040	0,0057	0,0021
09	0,0022	0,0016	0,0019	0,0044	0,0007
CHUVA	Média	Desvio	Mediana	Máx.	Mín.
02	0,0041	0,0015	0,0046	0,0052	0,0019
03	0,0028	0,0017	0,0024	0,0052	0,0013
04	0,0046	0,0024	0,0046	0,0072	0,0019
05	0,0050	0,0027	0,0048	0,0084	0,0018
06	0,0034	0,0013	0,0034	0,0045	0,0022
07	0,0043	0,0036	0,0028	0,0096	0,0019
08	0,0495	0,0927	0,0036	0,1885	0,0023
09	0,0044	0,0021	0,0050	0,0060	0,0016

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0535 mg.L⁻¹.

Fluoreto (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,08	0,09
	03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	1,33	0,08
	04	0,05	0,04	0,04	0,04	<LQ	0,03	0,07	0,07
	05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,06	0,07
	06	0,04	0,04	<LQ	0,04	<LQ	0,02	<LQ	<LQ
	07	0,04	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	<LQ	<LQ
	08	0,05	0,05	0,04	0,04	<LQ	0,03	0,07	0,07
	09	0,05	0,04	0,04	0,04	<LQ	0,03	0,06	0,06
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,04	0,01	0,05	0,02	0,07			
Chuva		0,11	0,26	0,02	0,04	1,33			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
03	0,05	0,01	0,05	0,07	0,03
04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
05	0,04	0,01	0,05	0,05	0,03
06	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02
07	0,04	0,01	0,04	0,04	0,03
08	0,04	0,01	0,05	0,05	0,03
09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,03
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,06	0,03	0,06	0,09	0,04
03	0,37	0,64	0,06	1,33	0,04
04	0,06	0,02	0,06	0,07	0,04
05	0,05	0,02	0,05	0,07	0,04
06	0,04	NA	NA	NA	NA
07	<LQ	NA	NA	NA	NA
08	0,06	0,02	0,06	0,07	0,04
09	0,05	0,01	0,05	0,06	0,04

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0900 mg.L⁻¹.

Cloreto (mg.L ⁻¹)										
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10	
Estações de amostragem	01	1,39	-	-	-	-	-	-	-	
	02	1,44	1,55	1,46	1,33	1,37	0,37	1,42	1,53	1,42
	03	1,46	1,70	1,53	1,49	0,94	0,38	0,83	1,52	1,45
	04	1,68	1,86	1,90	2,39	0,83	0,40	1,75	1,80	1,60
	05	1,65	1,88	2,21	2,13	1,69	0,44	1,73	1,73	1,80
	06	1,86	1,90	1,91	2,63	1,83	0,44	1,87	1,87	1,81
	07	1,96	1,95	2,00	2,33	1,51	0,12	1,90	1,90	1,85
	08	1,60	1,76	1,80	2,05	0,80	0,42	1,77	1,68	1,73
	09	2,12	2,31	2,34	2,41	1,77	0,52	1,92	1,97	2,25
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		1,41	0,61	1,63	0,12	2,31				
Chuva		1,85	0,37	0,43	0,83	2,63				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,23	0,49	1,42	1,55	0,37
03	1,19	0,53	1,45	1,70	0,38
04	1,27	0,63	1,60	1,86	0,40
05	1,49	0,60	1,69	1,88	0,44
06	1,57	0,63	1,83	1,90	0,44
07	1,48	0,78	1,85	1,96	0,12
08	1,26	0,61	1,60	1,76	0,42
09	1,79	0,74	2,12	2,31	0,52
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,44	0,08	1,44	1,53	1,33
03	1,34	0,34	1,51	1,53	0,83
04	1,96	0,29	1,85	2,39	1,75
05	1,95	0,26	1,93	2,21	1,73
06	2,07	0,37	1,89	2,63	1,87
07	2,03	0,20	1,95	2,33	1,90
08	1,83	0,16	1,79	2,05	1,68
09	2,16	0,25	2,16	2,41	1,92

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0378 mg.L⁻¹.

Nitrato (mg.L ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,58	0,49	1,02	0,25	0,29	0,15	0,60	0,69	0,28
	03	0,69	0,85	0,47	0,07	<LQ	0,45	<LQ	0,18	0,54
	04	0,68	0,81	0,58	0,20	0,22	0,15	0,40	0,13	1,27
	05	0,64	0,85	0,91	0,10	0,45	0,15	0,38	0,05	<LQ
	06	0,32	0,57	0,48	0,23	0,30	0,12	0,18	<LQ	<LQ
	07	0,45	0,70	0,39	0,13	0,27	<LQ	0,10	0,08	0,21
	08	0,65	0,74	0,48	0,18	0,25	0,17	0,26	<LQ	1,46
	09	0,45	0,48	0,56	0,29	0,26	0,09	0,51	0,30	<LQ
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		0,49	0,31	0,45	0,09	1,46				
Chuva		0,35	0,25	0,34	0,05	1,02				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,36	0,17	0,29	0,58	0,15
03	0,63	0,18	0,62	0,85	0,45
04	0,63	0,46	0,68	1,27	0,15
05	0,52	0,30	0,55	0,85	0,15
06	0,33	0,19	0,31	0,57	0,12
07	0,41	0,22	0,36	0,70	0,21
08	0,65	0,51	0,65	1,46	0,17
09	0,32	0,18	0,36	0,48	0,09
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,64	0,32	0,65	1,02	0,25
03	0,24	0,21	0,18	0,47	0,07
04	0,33	0,20	0,30	0,58	0,13
05	0,36	0,39	0,24	0,91	0,05
06	0,30	0,16	0,23	0,48	0,18
07	0,18	0,14	0,12	0,39	0,08
08	0,31	0,16	0,26	0,48	0,18
09	0,42	0,14	0,41	0,56	0,29

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,1512 mg.L⁻¹.

Fosfato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	0,20	<LQ	0,20	<LQ
	03	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,10	<LQ	<LQ	<LQ
	04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	0,11	<LQ	<LQ
	05	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	06	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,17
	07	<LQ	<LQ	<LQ	0,11	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	08	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	09	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,16	0,05	0,17	0,10	0,20			
Chuva		0,19	0,06	0,05	0,11	0,25			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,20	NA	NA	NA	NA
03	0,10	NA	NA	NA	NA
04	0,16	0,06	0,16	0,20	0,11
05	<LQ	NA	NA	NA	NA
06	0,17	NA	NA	NA	NA
07	<LQ	NA	NA	NA	NA
08	<LQ	NA	NA	NA	NA
09	<LQ	NA	NA	NA	NA
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,23	0,04	0,23	0,25	0,20
03	<LQ	NA	NA	NA	NA
04	<LQ	NA	NA	NA	NA
05	0,20	NA	NA	NA	NA
06	<LQ	NA	NA	NA	NA
07	0,11	NA	NA	NA	NA
08	<LQ	NA	NA	NA	NA
09	<LQ	NA	NA	NA	NA

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0756 mg.L⁻¹.

Sulfato (mg.L ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,58	0,55	0,65	0,37	0,54	<LQ	0,52	0,51	0,69
	03	0,54	0,57	0,48	0,35	0,31	<LQ	0,47	0,31	0,60
	04	0,56	0,56	0,58	0,55	0,52	<LQ	0,59	0,46	0,74
	05	0,58	0,58	0,57	0,53	0,69	<LQ	0,59	0,47	0,66
	06	0,51	0,50	0,58	0,46	0,48	<LQ	0,70	0,47	0,67
	07	0,48	0,51	0,55	0,47	0,43	<LQ	0,55	0,41	0,74
	08	0,55	0,55	0,60	0,53	0,36	<LQ	0,60	0,38	0,67
	09	0,58	0,61	0,60	0,57	0,50	<LQ	0,68	0,46	0,70
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		0,57	0,10	0,56	0,31	0,74				
Chuva		0,52	0,09	0,13	0,31	0,70				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,59	0,07	0,57	0,69	0,54
03	0,51	0,13	0,56	0,60	0,31
04	0,60	0,10	0,56	0,74	0,52
05	0,63	0,06	0,62	0,69	0,58
06	0,54	0,09	0,51	0,67	0,48
07	0,54	0,14	0,50	0,74	0,43
08	0,53	0,13	0,55	0,67	0,36
09	0,60	0,08	0,60	0,70	0,50
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,51	0,11	0,52	0,65	0,37
03	0,40	0,09	0,41	0,48	0,31
04	0,55	0,06	0,57	0,59	0,46
05	0,54	0,05	0,55	0,59	0,47
06	0,55	0,11	0,53	0,70	0,46
07	0,50	0,07	0,51	0,55	0,41
08	0,53	0,10	0,57	0,60	0,38
09	0,58	0,09	0,59	0,68	0,46

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE MEIO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0535 mg.L⁻¹.

Fluoreto (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,05	0,05	0,06	0,05	<LQ	0,03	0,07	0,09
	03	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,07	0,07
	04	0,05	0,05	0,04	0,04	<LQ	0,03	0,07	0,07
	05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,08
	06	0,04	0,04	0,05	<LQ	<LQ	0,03	0,07	0,06
	07	0,06	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	<LQ
	08	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,03	0,07	0,08
	09	0,05	0,04	0,04	0,04	<LQ	0,03	0,06	0,07
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,05	0,01	0,05	0,02	0,08			
Chuva		0,06	0,01	0,01	0,04	0,09			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,05	0,02	0,05	0,08	0,03
03	0,05	0,01	0,05	0,07	0,03
04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,03
06	0,04	0,01	0,04	0,04	0,03
07	0,04	0,02	0,04	0,06	0,02
08	0,05	0,01	0,05	0,07	0,03
09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,03
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,07	0,02	0,07	0,09	0,05
03	0,06	0,01	0,06	0,07	0,05
04	0,06	0,02	0,06	0,07	0,04
05	0,06	0,01	0,06	0,08	0,05
06	0,06	0,01	0,06	0,07	0,05
07	<LQ	NA	NA	NA	NA
08	0,06	0,02	0,06	0,08	0,04
09	0,05	0,02	0,05	0,07	0,04

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE MEIO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0900 mg.L⁻¹.

Cloreto (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	1,43	1,86	1,57	1,45	1,38	0,37	1,67	1,44
	03	1,23	2,04	1,74	2,00	1,21	0,45	1,52	1,71
	04	1,85	1,82	1,71	2,23	1,70	0,49	1,82	1,85
	05	1,73	1,68	1,75	1,63	1,72	0,47	1,91	1,60
	06	1,74	1,90	1,91	1,98	0,21	0,50	1,84	1,89
	07	1,94	1,96	2,00	2,24	1,21	0,51	1,89	1,91
	08	1,61	1,84	1,69	1,77	1,47	0,45	1,72	1,58
	09	2,31	2,39	2,42	2,87	1,15	0,67	2,26	2,19
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		1,43	0,61	1,65	0,21	2,51			
Chuva		1,87	0,30	0,46	1,44	2,87			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,27	0,55	1,38	1,86	0,37
03	1,29	0,58	1,23	2,04	0,45
04	1,47	0,57	1,70	1,85	0,49
05	1,46	0,55	1,68	1,73	0,47
06	1,21	0,79	1,68	1,90	0,21
07	1,49	0,63	1,83	1,96	0,51
08	1,44	0,58	1,61	1,85	0,45
09	1,81	0,84	2,31	2,51	0,67
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,53	0,11	1,51	1,67	1,44
03	1,74	0,20	1,73	2,00	1,52
04	1,90	0,23	1,84	2,23	1,71
05	1,72	0,14	1,69	1,91	1,60
06	1,91	0,06	1,90	1,98	1,84
07	2,01	0,16	1,96	2,24	1,89
08	1,69	0,08	1,71	1,77	1,58
09	2,44	0,31	2,34	2,87	2,19

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE MEIO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0378 mg.L⁻¹.

Nitrato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,66	0,87	1,11	0,55	0,57	0,25	1,58	0,87
	03	0,96	1,18	1,45	0,55	0,66	0,22	2,82	0,96
	04	0,31	0,23	0,16	0,12	0,06	0,06	0,44	0,14
	05	0,37	0,80	1,33	0,84	0,35	0,17	0,98	0,56
	06	0,49	0,87	0,71	0,65	0,19	0,09	0,71	0,17
	07	0,51	0,57	0,21	0,08	<LQ	0,12	0,19	0,28
	08	0,75	0,69	0,29	0,83	0,14	0,17	0,96	0,69
	09	0,30	0,29	0,41	0,40	<LQ	0,08	0,77	0,23
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,47	0,29	0,45	0,06	1,18			
Chuva		0,69	0,56	0,27	0,08	2,82			

Dados por Estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,64	0,26	0,66	0,87	0,25
03	0,70	0,38	0,66	1,18	0,22
04	0,31	0,33	0,23	0,87	0,06
05	0,45	0,24	0,37	0,80	0,17
06	0,45	0,32	0,49	0,87	0,09
07	0,40	0,20	0,46	0,57	0,12
08	0,43	0,28	0,42	0,75	0,14
09	0,31	0,19	0,30	0,55	0,08
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,02	0,44	0,97	1,58	0,55
03	1,45	0,99	1,21	2,82	0,55
04	0,22	0,15	0,15	0,44	0,12
05	0,93	0,32	0,91	1,33	0,56
06	0,56	0,26	0,68	0,71	0,17
07	0,19	0,08	0,20	0,28	0,08
08	0,69	0,29	0,76	0,96	0,29
09	0,45	0,23	0,41	0,77	0,23

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE MEIO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,1512 mg.L⁻¹.

Fosfato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	03	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,22	<LQ	<LQ
	04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	06	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	07	<LQ	<LQ	<LQ	0,26	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	08	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	09	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		<LQ	NA	NA	NA	NA			
Chuva		0,23	0,03	0,03	0,20	0,26			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	<LQ	NA	NA	NA	NA
03	<LQ	NA	NA	NA	NA
04	<LQ	NA	NA	NA	NA
05	<LQ	NA	NA	NA	NA
06	<LQ	NA	NA	NA	NA
07	<LQ	NA	NA	NA	NA
08	<LQ	NA	NA	NA	NA
09	<LQ	NA	NA	NA	NA
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	<LQ	NA	NA	NA	NA
03	0,22	NA	NA	NA	NA
04	<LQ	NA	NA	NA	NA
05	<LQ	NA	NA	NA	NA
06	<LQ	NA	NA	NA	NA
07	0,26	NA	NA	NA	NA
08	<LQ	NA	NA	NA	NA
09	0,20	NA	NA	NA	NA

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE MEIO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0756 mg.L⁻¹.

Sulfato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,52	0,55	0,82	0,90	0,47	<LQ	0,90	0,74
	03	0,46	0,66	0,68	0,62	0,46	<LQ	0,79	0,59
	04	0,30	0,44	0,35	<LQ	<LQ	0,23	0,50	0,37
	05	0,55	0,57	0,55	0,65	0,62	<LQ	0,81	0,68
	06	0,45	0,56	0,62	0,58	<LQ	<LQ	0,70	0,53
	07	0,55	0,52	0,55	0,60	0,43	<LQ	0,63	0,45
	08	0,60	0,57	0,49	0,72	0,54	<LQ	0,66	0,80
	09	0,59	0,58	0,62	0,75	0,25	<LQ	1,41	0,61
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,53	0,13	0,55	0,23	0,77			
Chuva		0,67	0,19	0,15	0,35	1,41			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,53	0,05	0,54	0,59	0,47
03	0,54	0,10	0,52	0,66	0,46
04	0,44	0,24	0,37	0,77	0,23
05	0,60	0,05	0,60	0,67	0,55
06	0,53	0,07	0,56	0,58	0,45
07	0,57	0,14	0,54	0,77	0,43
08	0,51	0,12	0,56	0,60	0,33
09	0,53	0,19	0,59	0,68	0,25
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,84	0,08	0,86	0,90	0,74
03	0,67	0,09	0,65	0,79	0,59
04	0,41	0,08	0,37	0,50	0,35
05	0,67	0,11	0,67	0,81	0,55
06	0,61	0,07	0,60	0,70	0,53
07	0,56	0,08	0,58	0,63	0,45
08	0,67	0,13	0,69	0,80	0,49
09	0,85	0,38	0,69	1,41	0,61

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE FUNDO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0535 mg.L⁻¹.

Fluoreto (mg.L ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	<LQ	0,08	0,09	0,07
	03	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,08	0,09	0,08
	04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,07	0,07	0,06
	05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,07	0,06	0,06
	06	0,04	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	0,06	<LQ	<LQ
	07	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	0,11	<LQ	<LQ
	08	0,05	0,05	0,11	0,04	0,05	0,03	0,07	0,08	0,06
	09	<LQ	0,04	0,04	<LQ	<LQ	0,02	0,07	<LQ	0,06
		Total	Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
		Seca	0,05	0,02	0,05	0,02	0,08			
		Chuva	0,07	0,02	0,02	0,04	0,11			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,06	0,01	0,06	0,07	0,05
03	0,06	0,02	0,05	0,08	0,03
04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
05	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
06	0,04	0,01	0,04	0,04	0,03
07	0,03	0,01	0,03	0,04	0,02
08	0,05	0,01	0,05	0,06	0,03
09	0,04	0,02	0,04	0,06	0,02
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,07	0,02	0,07	0,09	0,05
03	0,07	0,02	0,07	0,09	0,05
04	0,06	0,02	0,06	0,07	0,04
05	0,05	0,02	0,05	0,07	0,04
06	0,06	NA	NA	NA	NA
07	0,11	NA	NA	NA	NA
08	0,08	0,03	0,08	0,11	0,04
09	0,06	0,02	0,06	0,07	0,04

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE FUNDO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0900 mg.L⁻¹.

Cloreto (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	1,72	2,39	1,86	2,05	1,22	0,37	1,73	1,56
	03	1,86	1,31	1,33	1,92	0,83	0,38	1,60	1,60
	04	1,98	1,76	1,67	2,17	1,44	0,40	1,73	1,73
	05	2,08	1,76	1,75	2,24	1,48	0,44	1,80	1,93
	06	2,21	1,78	1,81	2,29	1,41	0,44	1,95	1,98
	07	2,08	1,96	1,89	1,97	1,91	0,12	1,90	1,99
	08	1,81	1,66	1,84	1,89	1,56	0,42	1,82	1,63
	09	0,58	2,11	2,03	2,36	1,92	0,52	1,92	2,10
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		1,46	0,64	1,73	0,12	2,39			
Chuva		1,86	0,22	0,32	1,33	2,36			

Dados por Estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,45	0,74	1,56	2,39	0,37
03	1,20	0,60	1,31	1,86	0,38
04	1,46	0,62	1,73	1,98	0,40
05	1,54	0,65	1,76	2,08	0,44
06	1,56	0,69	1,78	2,21	0,44
07	1,61	0,84	1,96	2,08	0,12
08	1,44	0,58	1,66	1,81	0,42
09	1,45	0,82	1,92	2,11	0,52
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,82	0,18	1,80	2,05	1,64
03	1,62	0,24	1,62	1,92	1,33
04	1,82	0,24	1,71	2,17	1,67
05	1,95	0,22	1,91	2,24	1,75
06	1,90	0,31	1,88	2,29	1,55
07	1,89	0,07	1,90	1,97	1,79
08	1,80	0,11	1,83	1,89	1,63
09	2,06	0,21	1,98	2,36	1,92

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE FUNDO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0378 mg.L⁻¹.

Nitrato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,86	1,17	1,72	0,94	0,68	0,13	1,73	0,17
	03	0,24	0,99	0,95	0,11	0,11	0,30	0,18	0,27
	04	0,12	0,73	0,28	0,10	0,13	0,19	0,22	<LQ
	05	<LQ	0,19	0,16	0,19	0,13	0,10	0,31	0,79
	06	0,27	0,74	0,91	0,19	0,15	0,17	1,19	0,66
	07	0,31	0,82	0,83	0,47	0,29	0,18	0,61	0,14
	08	0,74	0,79	0,51	0,82	0,48	0,23	0,57	0,69
	09	<LQ	0,14	0,18	0,15	0,05	<LQ	0,14	0,05
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,39	0,30	0,25	0,05	1,17			
Chuva		0,52	0,45	0,26	0,05	1,73			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,67	0,39	0,68	1,17	0,13
03	0,37	0,35	0,24	0,99	0,11
04	0,27	0,26	0,17	0,73	0,12
05	0,29	0,31	0,16	0,75	0,10
06	0,32	0,24	0,25	0,74	0,15
07	0,40	0,25	0,31	0,82	0,18
08	0,48	0,29	0,48	0,79	0,16
09	0,23	0,24	0,14	0,50	0,05
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	1,14	0,75	1,33	1,73	0,17
03	0,38	0,39	0,23	0,95	0,11
04	0,20	0,09	0,22	0,28	0,10
05	0,36	0,29	0,25	0,79	0,16
06	0,74	0,42	0,79	1,19	0,19
07	0,51	0,29	0,54	0,83	0,14
08	0,65	0,14	0,63	0,82	0,51
09	0,13	0,06	0,15	0,18	0,05

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE FUNDO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,1512 mg.L⁻¹.

Fosfato (mg.L ⁻¹)									
Campanhas	mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	<LQ	<LQ	<LQ	0,25	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	03	0,12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	05	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	06	0,41	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,19	<LQ	<LQ
	07	<LQ	<LQ	<LQ	0,11	<LQ	<LQ	<LQ	0,51
	08	<LQ	<LQ	0,79	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	09	0,26	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.			
Seca		0,33	0,17	0,34	0,12	0,51			
Chuva		0,31	0,27	0,17	0,11	0,79			

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	<LQ	NA	NA	NA	NA
03	0,12	NA	NA	NA	NA
04	<LQ	NA	NA	NA	NA
05	<LQ	NA	NA	NA	NA
06	0,41	NA	NA	NA	NA
07	0,51	NA	NA	NA	NA
08	<LQ	NA	NA	NA	NA
09	0,26	NA	NA	NA	NA
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,25	NA	NA	NA	NA
03	<LQ	NA	NA	NA	NA
04	<LQ	NA	NA	NA	NA
05	0,20	NA	NA	NA	NA
06	0,19	NA	NA	NA	NA
07	0,11	NA	NA	NA	NA
08	0,79	NA	NA	NA	NA
09	<LQ	NA	NA	NA	NA

APÊNDICE B – Resultados, médias aritméticas, desvios padrões, medianas, valores mínimos e valores máximos, por espécie iônica e estação amostral.

AMOSTRAS DE FUNDO.

Limite de Quantificação (LQ) = 0,0756 mg.L⁻¹.

Sulfato (mg.L ⁻¹)										
Campanhas		mai/08	ago/08	nov/08	fev/09	mai/09	ago/09	nov/09	fev/10	mai/10
Estações de amostragem	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	02	0,78	0,62	0,62	0,93	0,43	<LQ	0,62	0,65	0,45
	03	<LQ	0,47	0,50	0,47	<LQ	<LQ	0,54	0,28	0,26
	04	<LQ	0,54	0,43	0,32	<LQ	<LQ	0,58	0,35	0,47
	05	0,41	0,44	0,34	0,71	0,41	<LQ	0,50	0,62	0,68
	06	0,26	0,56	0,58	0,51	0,44	<LQ	0,72	0,68	0,38
	07	0,57	0,60	0,57	0,65	0,53	<LQ	1,03	0,50	1,16
	08	0,66	0,61	0,89	0,58	0,57	<LQ	0,62	0,65	0,27
	09	<LQ	<LQ	0,13	0,22	<LQ	<LQ	0,32	0,19	0,23
Total		Média	Desvio	Mediana	Mín.	Máx.				
Seca		0,51	0,19	0,47	0,23	1,16				
Chuva		0,54	0,21	0,22	0,13	1,03				

Dados por estações de amostragem					
SECA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,57	0,16	0,54	0,78	0,43
03	0,37	0,15	0,37	0,47	0,26
04	0,51	0,05	0,51	0,54	0,47
05	0,49	0,13	0,43	0,68	0,41
06	0,41	0,12	0,41	0,56	0,26
07	0,72	0,30	0,59	1,16	0,53
08	0,53	0,18	0,59	0,66	0,27
09	0,23	NA	NA	NA	NA
CHUVA	Média aritmética	Desvio	Mediana	Máximo	Mínimo
02	0,71	0,15	0,64	0,93	0,62
03	0,45	0,12	0,49	0,54	0,28
04	0,42	0,12	0,39	0,58	0,32
05	0,54	0,16	0,56	0,71	0,34
06	0,62	0,10	0,63	0,72	0,51
07	0,69	0,24	0,61	1,03	0,50
08	0,69	0,14	0,64	0,89	0,58
09	0,22	0,08	0,21	0,32	0,13

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. SUPERFÍCIE.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	2	2008	maio	<0,02	0,471	<0,03	<0,01	<0,0025	<0,01	<0,02	0,0047	<0,01	<0,06	0,0156	5,47	0,086	0,02	0,0131
			agosto	<0,02	0,044	<0,03	<0,01	<0,002	<0,013	<0,028	<0,001	<0,01	<0,06	0,0149	5,18	<0,02	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,415	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0032	0,02	<0,06	0,0170	6,50	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	0,026	0,228	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0152	5,13	<0,02	<0,016	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0027	<0,01	<0,06	0,0132	4,03	<0,02	0,02	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	4,50	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,156	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0120	<0,01	<0,06	0,0100	5,16	<0,02	0,03	<0,04
		2010	fevereiro	0,026	0,810	<0,03	<0,01	0,0043	<0,01	<0,02	0,0120	<0,019	<0,06	0,0180	6,01	0,105	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,130	<0,03	<0,01	0,0063	<0,01	<0,02	<0,0016	<0,01	<0,06	0,0155	5,30	<0,02	0,02	<0,04
	3	2008	maio	<0,02	0,506	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0025	<0,01	<0,06	0,0156	5,50	0,059	0,02	0,0145
			agosto	<0,02	0,057	<0,03	<0,01	0,0031	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	5,07	<0,02	<0,0194	0,0010
			novembro	<0,02	0,092	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	5,62	<0,02	<0,019	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,145	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	4,98	<0,02	<0,015	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0031	<0,01	<0,06	0,0132	3,72	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	4,46	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,052	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0090	<0,01	<0,06	0,0100	4,50	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,146	<0,03	<0,01	0,0041	<0,01	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0160	4,86	0,093	<0,019	<0,04
			maio	<0,02	0,203	<0,03	<0,01	<0,0027	<0,01	<0,02	0,0043	<0,01	<0,06	0,0155	5,27	<0,02	0,02	<0,04
	4	2008	maio	<0,02	0,398	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0023	0,02	<0,06	0,0156	4,98	0,044	<0,0156	0,0106
			agosto	<0,02	0,025	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0151	4,48	<0,02	<0,018	0,0010
			novembro	<0,02	0,005	<0,03	<0,01	0,0200	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	4,64	<0,02	<0,018	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,037	<0,03	<0,01	<0,0022	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	4,71	<0,02	<0,016	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0094	<0,01	<0,02	0,0033	<0,01	<0,06	0,0132	1,93	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,88	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,015	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0180	<0,01	<0,06	0,0100	4,39	<0,02	<0,019	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,140	<0,03	<0,01	0,0036	<0,01	<0,02	0,0023	<0,01	<0,06	0,0160	4,32	0,090	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,065	<0,03	<0,01	0,0034	<0,01	<0,02	0,0044	<0,01	<0,06	0,1540	4,74	<0,02	<0,017	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
SUPERFÍCIE. Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	2	2008	maio	0,963	2,300	0,4160	0,0031	<0,01	1,700	1,600	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	1,024	2,270	0,0710	<0,0151	<0,01	1,961	2,342	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0014	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,070	2,370	0,4810	<0,0163	<0,01	1,980	2,350	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,060	2,439	0,3410	<0,0192	<0,01	1,780	2,295	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,862	2,160	0,0200	<0,015	<0,01	1,660	1,980	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,829	2,120	0,0200	<0,01	<0,01	1,430	2,060	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,838	2,290	0,3940	<0,014	0,02	1,620	2,220	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,0015	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,975	2,550	0,8950	0,0290	0,02	1,440	2,360	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,809	2,210	0,2210	<0,015	<0,01	1,460	1,490	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	3	2008	maio	0,959	2,220	0,4510	0,0032	<0,01	1,670	1,620	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,989	2,210	0,0650	<0,0138	<0,01	1,903	2,308	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,020	2,180	0,1608	<0,0122	<0,01	1,870	2,200	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,019	2,270	0,1990	<0,0167	<0,01	1,809	2,380	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,586	1,420	0,0200	<0,011	<0,01	1,090	1,360	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,839	2,150	0,0310	<0,01	<0,01	1,440	2,090	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,814	2,140	0,1660	<0,011	0,02	1,590	2,220	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,885	2,250	0,2020	0,0270	0,02	1,260	2,380	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,826	2,260	0,2180	<0,015	<0,01	1,490	1,540	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	4	2008	maio	0,784	1,780	0,2920	<0,01	<0,01	1,600	1,410	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,795	1,741	0,0474	<0,0112	<0,01	1,788	1,960	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,790	1,650	0,0540	0,0098	<0,01	1,640	1,740	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,865	2,000	0,0752	<0,0156	<0,01	1,940	2,199	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,361	1,090	0,0200	<0,01	<0,01	0,755	0,968	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,639	1,660	0,0920	<0,01	<0,01	1,350	1,800	<0,002	0,0090	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,692	1,780	0,0600	<0,01	0,02	1,510	1,980	<0,002	0,0110	<0,0001	0,0028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,677	1,660	0,1130	0,0230	0,02	1,240	2,170	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,664	1,800	0,1630	<0,013	<0,01	1,370	1,340	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
SUPERFÍCIE. Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	5	2008	maio	0,004	0,361	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0046	0,02	<0,06	0,0156	4,96	0,04	<0,0182	0,0101
			agosto	<0,02	0,020	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0153	4,52	<0,02	<0,0161	0,0010
			novembro	<0,02	0,005	<0,03	<0,01	0,0200	<0,01	<0,02	0,0207	0,02	<0,06	0,0169	4,72	<0,02	<0,0171	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,047	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	4,77	<0,02	<0,0147	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0088	<0,01	<0,02	0,0022	<0,01	<0,06	0,0132	3,13	<0,02	<0,015	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,89	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,013	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0020	<0,01	<0,06	0,0100	4,37	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,171	<0,03	<0,01	0,0030	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0160	4,40	0,09	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,076	<0,03	<0,01	0,0043	<0,01	<0,02	0,0026	<0,01	<0,06	0,0155	4,14	<0,02	<0,014	<0,04
	6	2008	maio	0,004	0,034	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0041	0,02	<0,06	0,0156	3,72	<0,02	<0,013	0,0040
			agosto	<0,02	0,005	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0043	0,02	<0,06	0,0152	3,89	<0,02	<0,012	0,0010
			novembro	<0,02	0,006	<0,03	<0,01	<0,0021	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0170	3,84	<0,02	<0,0112	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,004	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0170	3,98	<0,02	0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0043	<0,01	<0,02	0,0052	<0,01	<0,06	0,0133	1,21	<0,02	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,45	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,53	<0,02	<0,01	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,056	<0,03	<0,01	<0,0028	<0,01	<0,02	0,0028	<0,01	<0,06	0,0160	3,74	0,09	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,029	<0,03	<0,01	0,0038	<0,01	<0,02	0,0025	<0,01	<0,06	0,0156	3,78	0,07	<0,01	<0,04
	7	2008	maio	0,004	0,043	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0042	0,02	<0,06	0,0156	3,75	0,04	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,007	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	3,87	<0,02	<0,013	0,0010
			novembro	<0,02	0,014	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0028	0,02	<0,06	0,0170	3,80	<0,02	<0,01	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,003	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0170	3,93	<0,02	<0,011	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0013	<0,01	<0,02	0,0180	<0,01	<0,06	0,0132	3,62	<0,02	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,004	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,38	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,006	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0020	<0,01	<0,06	0,0100	3,43	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,032	<0,03	<0,01	0,0034	<0,01	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0160	3,76	0,10	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,029	<0,03	<0,01	0,0033	<0,01	<0,02	0,0025	<0,01	<0,06	0,0155	3,81	<0,02	<0,01	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
SUPERFÍCIE. Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	5	2008	maio	0,797	1,830	0,2820	<0,01	<0,01	1,680	1,490	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,798	1,770	0,0430	<0,0115	<0,01	1,804	1,967	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,811	1,790	0,0100	<0,0107	<0,01	1,710	1,770	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,871	1,960	0,0910	<0,0154	<0,01	1,800	2,147	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,732	1,780	0,0200	<0,013	<0,01	1,600	1,820	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,654	1,660	0,0780	<0,01	<0,012	1,350	1,840	0,020	0,0100	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,710	1,830	0,0560	<0,01	0,02	1,490	1,980	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,683	1,700	0,1370	0,0230	0,02	1,240	2,170	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,569	1,510	0,1680	<0,011	<0,01	1,250	1,020	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0014	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	6	2008	maio	0,484	1,080	0,0846	<0,01	<0,01	1,340	0,822	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,539	1,142	0,0231	0,0090	<0,01	1,555	1,444	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,557	1,140	0,0440	0,0440	<0,01	1,480	1,260	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,644	1,419	0,0300	<0,0124	<0,01	1,829	1,722	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,452	1,090	0,0200	<0,01	<0,01	1,260	1,160	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,464	1,100	0,0450	<0,01	<0,015	1,200	1,480	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,492	1,230	0,0680	<0,01	0,02	1,350	1,570	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,542	1,380	0,1100	0,0210	0,02	1,180	1,920	<0,002	0,0060	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,436	1,140	0,0880	<0,01	<0,01	1,220	0,688	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	7	2008	maio	0,516	1,200	0,1330	<0,01	<0,01	1,480	0,898	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,559	1,200	0,0410	0,0091	<0,01	1,600	1,440	<0,002	<0,0025	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,566	1,180	0,0220	0,0074	<0,01	1,500	1,290	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,656	1,475	0,0700	<0,0121	<0,01	1,730	1,695	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,518	1,300	0,0200	<0,01	<0,01	0,912	1,180	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,459	1,180	0,0730	<0,01	<0,014	1,250	1,490	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,479	1,240	0,0820	<0,01	0,02	1,360	1,560	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,576	1,530	0,1060	0,0200	0,02	1,280	1,940	<0,002	0,0090	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,440	1,190	0,1130	<0,01	<0,01	1,310	0,726	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
SUPERFÍCIE. Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,004	0,279	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0022	0,02	<0,06	0,0155	5,09	0,048	<0,0172	0,0086
			agosto	<0,02	0,042	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0151	4,84	<0,02	<0,018	0,0010
			novembro	<0,02	0,010	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	4,82	<0,02	0,04	0,8580
		2009	fevereiro	<0,02	0,040	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	4,79	<0,02	<0,0151	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0013	<0,01	<0,02	<0,0018	<0,01	<0,06	0,0132	3,62	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	4,15	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,009	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0070	<0,01	<0,06	0,0100	3,43	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,087	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0022	<0,01	<0,06	0,0160	4,03	0,084	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,059	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0041	<0,01	<0,06	0,0155	4,09	<0,02	<0,014	<0,04
	9	2008	maio	0,004	0,023	<0,03	<0,01	0,0037	<0,01	<0,02	0,0030	0,02	<0,06	0,0155	4,10	0,045	<0,0144	0,0040
			agosto	<0,02	0,013	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0209	0,02	<0,06	0,0151	4,06	0,240	<0,0144	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0022	0,02	<0,06	0,0169	4,13	<0,02	<0,014	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,007	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	4,33	<0,02	<0,0122	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0123	<0,01	<0,02	0,0023	<0,01	<0,06	0,0132	2,63	<0,02	<0,012	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,57	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	0,002	0,002	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,82	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,014	<0,03	<0,01	<0,0022	<0,01	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0160	3,92	0,089	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,021	<0,03	<0,01	0,0046	<0,01	<0,02	0,0023	<0,01	<0,06	0,0155	3,70	<0,02	<0,01	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
SUPERFÍCIE. Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,835	1,910	0,2290	0,0016	<0,01	1,640	1,490	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0023	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,920	2,030	0,0458	<0,014	<0,01	1,790	2,094	<0,002	0,0062	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,840	3,360	0,0100	<0,01	<0,01	1,690	1,890	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,880	2,040	0,0500	<0,0154	<0,01	1,812	2,170	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,518	1,300	0,0200	<0,01	<0,01	0,912	1,180	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,695	1,880	0,0310	<0,01	<0,015	1,390	1,940	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,479	1,240	0,0820	<0,01	0,02	1,360	1,560	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,641	1,580	0,0990	0,0210	0,02	1,140	2,090	<0,002	0,0070	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,554	1,580	0,1260	<0,01	<0,01	1,250	0,997	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	9	2008	maio	0,640	1,430	0,0790	<0,01	<0,01	1,630	1,100	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,671	1,470	0,0481	<0,0117	<0,01	1,730	1,680	<0,002	0,0041	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,676	1,410	0,0530	0,0089	<0,01	1,700	1,540	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,761	1,680	0,0285	<0,0134	<0,01	1,812	1,931	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,539	1,270	0,0200	<0,01	<0,01	1,400	1,370	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,561	1,410	0,0540	<0,01	<0,014	1,410	1,710	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,600	1,550	0,0670	<0,01	0,03	1,460	1,800	<0,002	0,0130	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,597	1,480	0,0640	0,0200	0,02	1,290	2,010	<0,002	0,0090	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,495	1,310	0,1010	<0,01	<0,01	1,390	0,804	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0073	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	2	2008	maio	0,004	0,282	<0,03	<0,01	0,0101	<0,01	<0,02	0,0817	<0,01	<0,06	0,0156	5,69	0,045	0,02	0,0091
			agosto	<0,02	0,044	<0,03	<0,01	0,0052	<0,01	<0,02	0,0174	<0,01	<0,06	0,0154	5,90	<0,02	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,869	<0,03	<0,01	0,0126	<0,01	<0,02	0,0057	<0,01	<0,06	0,0170	5,94	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,844	<0,03	<0,01	0,0145	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0154	6,20	<0,02	0,02	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0035	<0,01	<0,02	0,0039	<0,01	<0,06	0,0133	3,56	<0,02	<0,016	<0,04
			agosto	<0,02	0,016	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	5,28	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,270	<0,03	<0,01	0,0070	<0,01	<0,02	0,0050	<0,01	<0,06	0,0100	5,46	<0,02	0,03	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,687	<0,03	<0,01	0,0300	<0,01	<0,02	0,0230	<0,01	<0,06	0,0170	5,57	0,135	<0,018	<0,04
			maio	<0,02	0,138	<0,03	<0,01	0,0170	<0,01	<0,02	0,0044	<0,01	<0,06	0,0160	5,95	<0,02	<0,019	<0,04
	3	2008	maio	0,004	0,172	<0,03	<0,01	0,0035	<0,01	<0,02	0,0110	0,02	<0,06	0,0156	6,00	0,051	0,02	0,0066
			agosto	<0,02	0,129	<0,03	<0,01	<0,0026	<0,01	<0,02	0,0035	0,02	<0,06	0,0153	5,86	<0,02	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,146	<0,03	<0,01	0,0072	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0169	5,81	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,008	<0,03	<0,01	0,2960	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0153	5,88	<0,02	<0,019	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0520	<0,01	<0,02	0,0053	<0,01	<0,06	0,0133	3,16	<0,02	0,02	<0,04
			agosto	<0,02	0,094	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	4,99	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,086	<0,03	<0,01	0,0130	<0,01	<0,02	0,0110	<0,01	<0,06	0,0100	5,48	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,171	<0,03	<0,01	0,0280	<0,01	<0,02	0,0170	<0,01	<0,06	0,0170	5,62	0,097	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,074	<0,03	<0,01	0,4530	<0,01	<0,02	0,0062	<0,01	<0,06	0,0160	5,62	<0,02	0,02	<0,04
	4	2008	maio	0,004	0,020	<0,03	<0,01	0,4830	<0,01	<0,02	0,0620	0,02	<0,06	0,0155	4,98	0,045	<0,0178	0,0040
			agosto	<0,02	0,003	<0,03	<0,01	0,4950	<0,01	<0,02	0,1390	0,02	<0,06	0,0153	5,50	<0,025	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,5070	<0,01	<0,02	0,0028	0,02	<0,06	0,0169	5,17	<0,02	<0,018	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4820	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	5,33	<0,02	<0,0157	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4600	<0,01	<0,02	0,0035	<0,01	<0,06	0,0132	1,71	<0,02	<0,015	<0,04
			agosto	<0,02	0,007	<0,03	<0,01	0,2600	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	4,71	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,000	<0,03	<0,01	0,3810	<0,01	<0,02	0,0400	<0,01	<0,06	0,0100	4,86	<0,02	<0,019	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,003	<0,03	<0,01	0,2240	<0,01	<0,02	0,0070	<0,013	<0,06	0,0160	5,29	0,091	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,332	<0,03	<0,01	0,0330	<0,01	<0,02	0,0100	<0,01	<0,06	0,0160	5,17	<0,02	<0,017	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.
Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	2	2008	maio	0,970	2,310	0,4040	0,0037	<0,01	1,790	1,530	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	1,043	2,415	0,1630	<0,0169	<0,01	2,070	2,380	<0,002	0,0039	<0,0001	<0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,933	1,930	0,5780	<0,0199	<0,01	1,600	2,760	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,179	2,710	0,8200	0,0248	<0,01	1,690	2,420	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,859	2,110	0,0200	<0,014	<0,01	1,710	1,830	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,879	2,150	0,1500	<0,013	<0,01	1,630	2,180	<0,002	0,0070	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,782	2,180	0,3270	<0,016	<0,019	1,620	2,460	<0,002	0,0090	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,764	1,960	0,3330	0,0310	0,03	1,270	2,470	<0,002	0,0080	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,793	2,210	0,3240	<0,014	<0,01	1,700	1,230	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0026	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	3	2008	maio	0,946	2,340	0,4500	0,0038	<0,01	1,790	1,340	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	1,010	2,330	0,1760	<0,0172	<0,01	2,010	2,460	<0,002	0,0036	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,986	2,150	0,1420	<0,0155	<0,01	1,878	2,100	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,112	2,690	0,5400	0,0280	<0,01	2,092	2,434	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,866	2,230	0,0200	<0,015	<0,01	1,780	1,800	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,815	2,050	0,1690	<0,01	<0,01	1,570	2,460	<0,002	0,0050	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,814	2,280	0,1240	<0,014	<0,016	1,690	2,330	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,817	2,150	0,0970	0,0310	0,02	1,460	2,410	<0,002	0,0080	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,785	2,270	0,1110	0,0220	<0,01	1,690	1,430	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	4	2008	maio	0,765	1,810	2,5900	<0,0171	<0,01	1,650	1,220	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0044	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,959	2,310	0,6550	0,0266	<0,01	1,890	2,126	<0,002	<0,0029	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,868	1,940	1,8810	0,0285	<0,01	1,727	1,780	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,890	2,180	1,3980	0,0339	<0,01	1,940	2,109	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,683	1,730	0,0620	0,0220	<0,01	1,610	1,600	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,769	1,990	4,0600	0,0200	<0,01	1,520	2,070	<0,002	0,0080	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,671	1,900	2,5200	0,0240	0,02	1,580	1,950	<0,002	0,0150	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,727	1,890	1,5600	0,0390	0,03	1,420	2,170	<0,002	0,0100	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,673	1,910	0,2990	<0,017	<0,01	1,430	1,430	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.
Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	5	2008	maio	<0,02	0,090	<0,03	<0,01	0,2780	<0,01	<0,02	0,1330	0,02	<0,06	0,0155	4,98	<0,0266	<0,0174	0,0040
			agosto	<0,02	0,044	<0,03	<0,01	0,0332	<0,0104	<0,02	0,0100	0,02	<0,06	0,0152	5,14	<0,02	<0,0199	0,0010
			novembro	<0,02	0,010	<0,03	<0,01	0,1690	<0,01	<0,02	0,0104	0,02	<0,06	0,0169	5,17	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,234	<0,03	<0,01	0,0059	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	5,29	<0,02	<0,0154	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0110	<0,01	<0,02	0,0024	<0,01	<0,06	0,0132	3,54	<0,02	<0,014	<0,04
			agosto	<0,02	0,000	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	4,05	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,018	<0,03	<0,01	0,0520	<0,01	<0,02	0,0060	<0,01	<0,06	0,0100	4,24	<0,02	<0,015	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,625	<0,03	<0,01	0,0077	<0,01	<0,02	0,0100	<0,014	<0,06	0,0170	5,17	0,125	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,093	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0044	<0,01	<0,06	0,0150	4,18	<0,02	<0,014	<0,04
	6	2008	maio	0,002	0,019	<0,03	<0,01	0,1740	<0,01	<0,02	0,0169	0,02	<0,06	0,0156	4,12	<0,02	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,010	<0,03	<0,01	0,0068	<0,01	0,200	0,0031	0,02	<0,06	0,0153	4,14	<0,02	<0,014	0,0010
			novembro	<0,02	0,002	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0064	0,02	<0,06	0,0171	4,01	<0,02	<0,0133	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,161	<0,03	<0,01	0,0174	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0157	3,32	<0,02	0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0062	<0,01	<0,02	0,0037	<0,01	<0,06	0,0131	3,15	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,42	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,028	<0,03	<0,01	0,0070	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	3,52	<0,02	<0,015	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,206	<0,03	<0,01	0,0200	<0,01	<0,02	0,0072	<0,013	<0,06	0,0170	3,27	0,095	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,067	<0,03	<0,01	0,0210	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0160	3,94	<0,02	<0,01	<0,04
	7	2008	maio	0,002	0,051	<0,03	<0,01	0,0099	<0,01	<0,02	0,0137	0,02	<0,06	0,0156	3,80	<0,0239	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,007	<0,03	<0,01	<0,002	<0,0103	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0153	3,97	<0,02	<0,013	0,0010
			novembro	<0,02	0,014	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,0017	0,02	<0,06	0,0170	3,84	<0,02	<0,0148	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,026	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0156	4,28	<0,02	<0,0108	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0056	<0,01	<0,06	0,0132	1,43	<0,02	<0,01	0,4000
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,35	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,45	<0,02	<0,015	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,033	<0,03	<0,01	0,0032	<0,01	<0,02	0,0070	<0,013	<0,06	0,0170	3,86	0,111	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,026	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0043	<0,01	<0,06	0,0160	3,76	<0,02	<0,01	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.
Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	5	2008	maio	0,805	1,840	0,1530	0,0068	<0,01	1,630	1,360	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,914	2,070	0,0600	0,1520	<0,01	1,790	2,120	<0,002	0,0033	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,918	2,020	0,0551	<0,0139	<0,01	1,788	1,891	<0,002	<0,002	0,0003	0,0130	<0,001	<0,001	<0,001	0,0012
		2009	fevereiro	1,016	2,270	0,3220	0,0217	<0,01	1,645	2,421	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,726	1,710	0,0200	<0,013	<0,01	1,550	1,790	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,679	1,650	0,0760	<0,01	<0,01	1,330	1,840	<0,002	0,0090	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,600	1,590	0,1140	<0,01	<0,015	1,460	1,840	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,736	1,820	0,3370	0,0280	0,02	1,170	2,340	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,557	1,520	0,1640	<0,01	<0,01	1,310	1,080	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	6	2008	maio	0,480	1,090	0,2470	0,0010	<0,01	1,260	0,785	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,563	1,208	0,3260	<0,0111	<0,01	1,527	1,492	<0,002	0,0030	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,553	1,152	0,0100	0,0084	<0,01	1,446	1,272	<0,002	<0,002	0,0004	0,0460	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,468	1,001	0,1610	<0,0141	<0,01	1,253	1,381	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,187	0,020	0,0100	<0,01	<0,01	0,417	0,002	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,497	1,120	0,0600	<0,01	<0,01	1,180	1,520	<0,002	0,0060	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,423	1,070	0,0840	<0,01	<0,019	1,200	1,460	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,388	0,962	0,2080	0,0220	0,02	0,819	1,670	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,355	0,909	0,1700	<0,01	<0,01	1,110	0,437	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	7	2008	maio	0,503	1,140	0,1080	0,0010	<0,01	1,430	0,840	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,555	1,200	0,0250	0,0097	<0,01	1,543	1,477	<0,002	0,0030	<0,0001	0,0036	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,586	1,263	0,0165	0,0077	<0,01	1,590	1,324	<0,002	<0,002	0,0004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,668	1,470	0,0660	<0,0128	<0,01	1,747	1,733	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,383	0,910	0,0200	<0,01	<0,01	1,030	1,010	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,468	1,150	0,0420	<0,01	<0,01	1,230	1,500	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,463	1,270	0,0640	<0,01	<0,018	1,390	1,560	<0,002	0,0090	<0,0001	<0,0014	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,564	1,460	0,0880	<0,019	0,02	1,250	1,900	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,419	1,140	0,0770	<0,01	<0,01	1,260	0,742	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0082	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.
Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,004	0,481	<0,03	<0,01	0,0048	<0,01	<0,02	0,0142	0,02	<0,06	0,0155	5,13	0,048	<0,0179	0,0139
			agosto	<0,02	0,032	<0,03	<0,01	<0,002	<0,0101	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0152	4,72	<0,0205	<0,019	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3500	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,1690	5,56	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,148	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0155	5,32	<0,02	<0,018	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,0023	<0,01	<0,02	0,0022	<0,01	<0,06	0,0132	3,14	<0,02	<0,017	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	4,24	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,028	<0,03	<0,01	0,0510	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	4,66	<0,02	<0,018	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,362	<0,03	<0,01	0,0054	<0,01	<0,02	0,0090	<0,014	<0,06	0,0170	5,27	0,097	<0,018	<0,04
			maio	<0,02	0,011	<0,03	<0,01	0,4040	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0150	5,08	<0,02	<0,016	<0,04
	9	2008	maio	0,004	0,019	<0,03	<0,01	0,0338	<0,01	<0,02	0,0071	0,02	<0,06	0,0155	4,27	0,031	<0,015	0,0040
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3310	<0,0104	<0,02	0,0034	0,02	<0,06	0,0153	4,41	0,259	<0,017	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3380	<0,01	<0,02	0,0046	0,02	<0,06	0,0169	4,25	0,002	<0,015	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,002	<0,03	<0,01	0,0165	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0155	4,34	<0,02	<0,0139	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,2160	<0,01	<0,02	0,0074	<0,01	<0,06	0,0132	1,34	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,57	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0310	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,86	<0,02	<0,019	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,017	<0,03	<0,01	0,1080	<0,012	<0,02	<0,001	<0,014	<0,06	0,0170	4,50	0,597	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,014	<0,03	<0,01	0,2700	<0,01	<0,02	0,0100	<0,01	<0,06	0,0150	4,25	<0,02	<0,014	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. MEIO.
Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,817	1,920	0,3230	0,0021	<0,01	1,660	1,500	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,829	1,820	0,0498	<0,0122	<0,01	1,740	2,003	<0,002	0,0033	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,935	2,090	0,3540	<0,0196	<0,01	1,890	1,982	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,012	2,270	0,2640	0,0208	0,00	1,650	2,404	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,791	1,880	0,0200	<0,014	<0,01	1,590	1,930	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,714	1,820	0,0270	<0,01	<0,011	1,380	1,940	<0,002	0,0070	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,693	1,880	0,0770	<0,01	0,02	1,520	2,010	<0,002	0,0090	<0,0001	<0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,822	2,060	0,2360	0,0280	0,02	1,220	2,400	<0,002	0,0110	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,612	1,760	3,9000	0,0280	<0,01	1,580	1,150	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	9	2008	maio	0,614	1,450	0,3380	0,0010	<0,01	1,770	1,070	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,671	1,519	0,1400	<0,0185	<0,01	1,860	0,004	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,636	1,360	0,2570	<0,0127	<0,01	1,820	1,519	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,709	1,570	0,0920	<0,0186	<0,01	1,856	1,825	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,353	1,010	0,0200	<0,016	<0,01	0,898	0,954	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,547	1,350	0,1820	<0,01	<0,01	1,450	1,720	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,540	1,400	0,1070	<0,01	<0,017	1,530	1,720	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,615	1,600	0,2210	0,0270	0,02	1,410	2,040	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,498	1,480	2,6600	<0,016	<0,01	1,590	0,892	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. FUNDO.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	2	2008	maio	0,004	0,320	<0,03	<0,01	<0,0027	<0,01	<0,02	0,0314	<0,01	<0,06	0,0125	5,51	<0,02	0,02	0,0096
			agosto	<0,02	0,133	<0,03	0,00	0,0100	0,020	<0,02	0,0237	<0,01	<0,06	0,0154	6,21	<0,02	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,127	<0,03	<0,01	0,0363	<0,01	<0,02	0,0040	0,02	<0,06	0,0170	6,46	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,076	<0,03	<0,01	0,2710	<0,01	<0,02	0,0034	<0,01	<0,06	0,0156	6,24	<0,02	0,03	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0980	<0,01	<0,02	0,0081	<0,01	<0,06	0,0133	2,91	<0,02	0,02	<0,04
			agosto	<0,02	0,193	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	5,15	0,046	0,02	<0,04
			novembro	<0,02	0,025	<0,03	<0,011	0,7570	<0,011	<0,02	0,0100	<0,011	<0,06	0,0100	5,80	<0,02	0,03	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,003	<0,03	<0,01	0,3180	<0,015	<0,02	0,0590	<0,015	<0,06	0,0170	5,93	0,146	0,03	<0,04
			maio	<0,02	0,020	<0,03	<0,01	0,8300	<0,01	<0,02	0,0140	<0,01	<0,06	0,0160	5,81	<0,02	0,03	<0,04
	3	2008	maio	0,004	0,001	<0,03	<0,01	0,8890	<0,01	<0,02	0,0194	0,02	<0,06	0,0125	6,15	<0,02	0,03	0,0040
			agosto	<0,02	0,066	<0,03	<0,01	0,0169	<0,0113	<0,02	0,0050	0,02	<0,06	0,0154	5,94	<0,02	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3492	<0,01	<0,02	0,0031	0,02	<0,06	0,0170	6,13	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,7490	<0,01	<0,02	<0,0018	0,02	<0,06	0,0156	6,38	<0,02	0,02	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4780	<0,01	<0,02	0,0094	<0,01	<0,06	0,0132	2,00	<0,02	<0,019	<0,04
			agosto	<0,02	0,022	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	5,16	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,6140	<0,012	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0100	5,49	<0,02	<0,01	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,008	<0,03	<0,01	0,4350	<0,015	<0,02	0,0120	<0,017	<0,06	0,0170	6,11	0,132	0,03	<0,04
			maio	<0,02	0,018	<0,03	<0,01	0,8750	<0,01	<0,02	0,0190	<0,01	<0,06	0,0160	5,95	<0,02	0,03	<0,04
	4	2008	maio	0,004	0,001	<0,03	<0,01	0,4480	<0,01	<0,02	0,0097	0,02	<0,06	0,0125	5,09	<0,02	<0,0156	0,0040
			agosto	<0,02	0,002	<0,03	<0,01	0,0921	<0,0115	<0,02	0,0050	0,02	<0,06	0,0154	4,39	<0,025	<0,0126	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3480	<0,01	<0,02	0,0032	0,02	<0,06	0,0169	5,40	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4510	0,001	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0156	5,74	0,002	0,02	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4060	<0,01	<0,02	0,0046	<0,01	<0,06	0,0132	2,19	<0,02	<0,018	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,76	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,2650	<0,012	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	5,09	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,005	<0,03	<0,01	0,1990	<0,016	<0,02	0,0080	<0,019	<0,06	0,0170	5,67	0,116	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,030	<0,03	<0,01	0,3770	<0,01	<0,02	0,0100	<0,01	<0,06	0,0150	5,61	<0,02	0,02	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral. FUNDO.
Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	2	2008	maio	1,020	2,500	0,3470	<0,0134	<0,01	1,830	2,210	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0024	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	1,020	2,360	0,2670	<0,0177	<0,01	2,210	2,735	<0,002	0,0039	<0,0001	0,0026	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,040	2,390	0,1600	<0,0181	<0,01	2,230	2,407	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,175	2,860	0,0980	0,0266	<0,01	2,110	2,510	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,861	2,150	0,0200	<0,017	<0,01	1,760	1,760	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,780	2,030	0,2130	<0,015	<0,016	1,610	2,850	<0,002	0,0140	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,933	2,750	0,1630	0,0250	<0,017	1,850	2,340	<0,002	0,0110	<0,0001	0,0026	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	1,090	2,900	0,0320	0,0420	0,02	1,590	2,680	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,928	2,760	1,8800	0,0320	<0,01	1,800	1,620	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	3	2008	maio	1,110	2,960	0,4470	0,0359	<0,01	2,030	2,580	0,020	<0,002	<0,0001	<0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,990	2,290	0,1500	<0,015	<0,01	2,020	2,050	<0,002	0,0039	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,030	2,380	0,1608	<0,0122	<0,01	2,040	2,200	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0020	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	1,210	3,035	1,5450	0,0382	<0,01	2,184	2,434	<0,002	0,0032	<0,0001	0,0030	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,589	1,760	0,0200	0,0240	<0,01	0,991	1,160	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,770	2,060	0,0970	<0,013	<0,016	1,590	2,100	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,865	2,530	0,7430	0,0260	<0,019	1,720	2,210	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,0017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	1,030	2,820	0,9530	0,0410	0,02	1,620	2,540	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,932	2,810	5,6600	0,0330	<0,01	1,800	1,740	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	4	2008	maio	0,822	2,000	0,4200	0,0220	<0,01	1,740	1,920	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,526	1,130	0,0390	<0,0136	<0,01	1,520	1,372	<0,002	0,0034	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,884	2,000	1,0610	0,0246	<0,01	1,820	1,841	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,972	2,290	1,8000	0,0335	<0,01	1,977	2,210	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,717	1,870	0,0330	0,0240	<0,01	1,480	1,590	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,548	1,120	0,0620	<0,01	<0,013	1,200	1,450	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,727	2,000	0,1370	0,0200	<0,017	1,590	2,010	<0,002	0,0110	0,0009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,800	2,080	1,1100	0,0400	0,02	1,470	2,270	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,735	2,080	3,0300	0,0790	<0,01	1,750	1,560	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
FUNDO.Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	5	2008	maio	0,004	0,001	<0,03	<0,01	0,4910	<0,01	<0,02	0,0348	0,02	<0,06	0,0125	5,07	<0,02	<0,0158	0,0040
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,5080	<0,0119	<0,02	0,0050	0,02	<0,06	0,0153	5,46	0,032	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4870	<0,01	<0,02	0,0150	0,02	<0,06	0,0169	5,49	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,002	<0,03	<0,01	0,3970	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0156	5,02	<0,02	<0,0148	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3500	<0,01	<0,02	0,0120	<0,01	<0,06	0,0132	1,85	<0,02	<0,018	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3160	<0,01	<0,02	0,0020	<0,01	<0,06	0,0100	4,64	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	0,002	0,001	<0,03	<0,011	0,4430	<0,012	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0100	4,93	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,083	<0,03	<0,01	0,1170	<0,016	<0,02	0,0110	<0,018	<0,06	0,0170	4,58	0,114	<0,01	<0,04
			maio	0,002	0,073	<0,03	<0,01	0,3550	<0,01	<0,02	0,0050	<0,01	<0,06	0,0150	4,90	<0,02	<0,016	<0,04
	6	2008	maio	0,004	0,001	<0,03	<0,01	0,5440	<0,01	<0,02	0,0095	0,02	<0,06	0,0125	5,11	<0,02	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,017	<0,03	<0,01	0,0380	<0,0127	<0,02	0,0040	0,02	<0,06	0,0154	4,21	0,151	<0,0118	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,1272	<0,01	<0,02	0,0051	0,02	<0,06	0,0170	4,92	<0,02	<0,013	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,007	<0,03	<0,01	0,2300	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0157	4,59	<0,02	<0,0119	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,2490	<0,01	<0,02	0,0050	<0,01	<0,06	0,0133	1,14	<0,02	<0,01	<0,04
			agosto	<0,02	0,008	<0,03	<0,01	0,0280	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,55	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,011	0,1360	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,95	0,066	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,015	<0,03	<0,01	0,1740	<0,01	<0,02	0,0079	<0,01	<0,06	0,0160	5,06	0,093	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,128	<0,03	<0,01	0,3390	<0,01	<0,02	0,0060	0,00	0,06	0,0160	4,02	0,033	<0,01	<0,04
	7	2008	maio	0,004	0,051	<0,03	<0,01	0,0133	<0,01	<0,02	0,0144	0,02	<0,06	0,0126	3,99	<0,02	<0,01	0,0040
			agosto	<0,02	0,015	<0,03	<0,01	0,0112	<0,0114	<0,02	<0,0016	0,02	<0,06	0,0154	4,24	<0,02	<0,0101	0,0010
			novembro	<0,02	0,005	<0,03	<0,01	0,0116	<0,01	<0,02	0,0143	0,02	<0,06	0,0170	4,23	<0,02	<0,014	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,050	<0,03	<0,01	0,0187	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0157	3,92	<0,02	<0,0102	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,0140	<0,01	<0,02	0,0050	<0,01	<0,06	0,0133	1,72	<0,02	<0,014	<0,04
			agosto	<0,02	0,003	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	<0,001	<0,01	<0,06	0,0100	3,54	<0,02	<0,01	<0,04
			novembro	<0,02	0,003	<0,03	<0,011	0,0180	<0,013	<0,02	0,0030	<0,012	<0,06	0,0100	3,57	<0,02	0,02	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,179	<0,03	<0,01	0,0061	<0,01	<0,02	0,0075	<0,01	<0,06	0,0170	4,44	0,088	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,062	<0,03	<0,01	0,0900	<0,01	<0,02	0,0050	<0,01	<0,06	0,0160	3,72	<0,02	<0,01	<0,04

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
FUNDO.Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	5	2008	maio	0,807	1,980	0,3460	0,0209	<0,01	1,760	1,920	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,920	2,140	1,1200	0,0267	<0,01	1,931	2,072	<0,002	0,0037	<0,0001	<0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,870	1,990	3,2400	0,0279	<0,01	1,830	1,840	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,777	1,780	0,1320	0,0252	<0,01	1,746	1,883	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,696	1,750	0,0200	0,0200	<0,01	1,530	1,600	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,706	1,970	1,2700	<0,019	<0,015	1,480	1,910	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,701	2,070	3,3400	0,0250	<0,019	1,590	1,960	<0,002	0,0100	<0,0001	0,0065	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,617	1,510	0,0890	0,0270	0,02	1,280	2,040	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,595	1,690	2,8200	0,0220	<0,01	1,500	1,130	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	6	2008	maio	0,637	1,540	0,8440	<0,017	<0,01	1,560	1,600	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,502	1,054	0,0520	<0,011	<0,01	1,510	1,305	<0,002	0,0043	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,510	1,100	0,0920	<0,011	<0,01	1,420	1,186	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,593	1,330	1,8600	<0,0194	<0,01	1,594	1,594	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,412	0,943	0,0200	<0,013	<0,01	1,120	1,020	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,393	0,925	0,0890	<0,01	<0,014	1,150	1,380	<0,002	0,0110	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,466	1,370	0,0960	<0,011	<0,017	1,280	1,500	<0,002	0,0110	0,0002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,528	1,280	1,5100	0,0290	0,02	1,190	1,830	<0,002	0,0080	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,542	1,310	3,5500	<0,018	<0,01	1,320	0,696	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	7	2008	maio	0,533	1,200	0,1980	0,0024	<0,01	1,460	1,430	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,555	1,170	0,0160	<0,0102	<0,01	1,646	1,495	<0,002	0,0046	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,572	1,250	0,0100	0,0097	<0,01	1,569	1,335	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,544	1,200	0,0141	<0,0139	<0,01	1,420	1,487	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,529	1,310	0,0200	<0,01	<0,01	1,510	1,340	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,452	1,090	0,0800	<0,01	<0,016	1,200	1,490	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,476	1,230	0,0520	<0,01	<0,018	1,330	1,550	<0,002	0,0120	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,531	1,300	0,1890	0,0210	0,02	1,110	1,870	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,368	1,030	0,1730	<0,01	<0,01	1,090	0,597	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE C – Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
FUNDO.Cont.

Elementos				B	Al	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Mo	Sn	Li	Si	P	Sr	Ti
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,004	0,157	<0,03	<0,01	<0,0029	<0,01	<0,02	0,0194	0,02	<0,06	0,0125	5,12	<0,02	<0,0156	0,0058
			agosto	<0,02	0,040	<0,03	<0,01	<0,0023	<0,0122	<0,02	0,0031	0,02	<0,06	0,0153	5,05	<0,0215	0,02	0,0010
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,3650	<0,01	<0,02	<0,0018	0,02	<0,06	0,0169	6,35	<0,02	0,02	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,073	<0,03	<0,01	0,1341	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0156	5,42	<0,02	<0,016	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0021	<0,01	<0,06	0,0132	2,00	<0,02	<0,014	<0,04
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,1670	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	5,29	<0,02	0,03	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,2670	<0,011	<0,02	0,0040	<0,011	<0,06	0,0100	4,91	<0,02	<0,018	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,462	<0,03	<0,01	0,0180	<0,01	<0,02	0,0059	<0,01	<0,06	0,0160	5,58	0,104	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,066	<0,03	<0,01	0,3450	<0,01	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0150	4,95	<0,02	<0,016	<0,04
	9	2008	maio	0,004	0,001	<0,03	<0,01	0,4680	<0,01	<0,02	0,0105	0,02	<0,06	0,0125	4,63	<0,02	<0,0145	0,0040
			agosto	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,5820	<0,0116	<0,02	0,0213	0,02	<0,06	0,0153	4,79	0,038	<0,0195	0,0010
			novembro	<0,02	0,002	<0,03	<0,01	0,5360	<0,01	<0,02	0,0069	0,02	<0,06	0,0169	5,06	<0,02	<0,019	<0,04
		2009	fevereiro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,5370	<0,01	<0,02	<0,001	0,02	<0,06	0,0156	5,28	<0,02	<0,0164	<0,04
			maio	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,4880	<0,01	<0,02	0,0040	<0,01	<0,06	0,0132	2,00	<0,02	<0,014	<0,04
			agosto	<0,02	0,008	<0,03	<0,01	<0,002	<0,01	<0,02	0,0030	<0,01	<0,06	0,0100	4,51	<0,02	0,02	<0,04
			novembro	<0,02	0,001	<0,03	<0,012	0,5210	<0,013	<0,02	0,0040	<0,012	<0,06	0,0100	4,69	<0,02	0,03	<0,04
		2010	fevereiro	<0,02	0,001	<0,03	<0,01	0,2950	<0,01	<0,02	0,0063	<0,01	<0,06	0,0160	5,61	0,103	<0,01	<0,04
			maio	<0,02	0,059	<0,03	<0,01	0,4560	<0,01	<0,02	0,0090	<0,01	<0,06	0,0150	4,69	0,051	<0,014	<0,04

APÊNDICE C –Concentrações de elemento-traço e metais obtidas, por campanha de amostragem e estação amostral.
FUNDO.Cont.

Elementos				Mg	Ca	Fe	Ba	Co	Na	K	Be	Ag	Cd	Pb	Sb	Se	As	Hg
Estações de amostragem	8	2008	maio	0,899	2,060	0,1840	0,0084	<0,01	1,710	2,250	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0032	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,892	1,980	0,0290	<0,0144	<0,01	1,850	2,150	<0,002	0,0048	<0,0001	0,0021	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	1,040	2,400	3,3600	0,0283	<0,01	2,020	2,251	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,946	2,090	0,1200	0,0220	0,00	1,766	2,234	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,790	1,310	0,0200	<0,01	<0,01	1,560	1,900	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,787	2,220	0,1230	<0,016	<0,014	1,780	2,040	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,699	1,970	0,0650	<0,01	<0,016	1,580	2,030	<0,002	0,0090	<0,0001	0,0039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,738	1,820	0,2070	0,0280	0,02	1,220	2,330	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,678	1,940	4,5000	0,0300	<0,01	1,640	1,330	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
	9	2008	maio	0,692	1,690	0,4460	<0,0199	<0,01	1,700	1,800	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,671	1,519	0,1400	<0,0185	<0,01	1,860	1,729	<0,002	0,0040	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,756	1,668	3,6400	0,0315	<0,01	1,744	1,655	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2009	fevereiro	0,803	1,807	1,9300	0,0349	<0,01	1,830	1,977	<0,002	0,0032	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,672	1,560	0,1170	0,0230	<0,01	1,650	1,700	<0,002	<0,002	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			agosto	0,604	1,620	9,0500	<0,016	<0,018	1,430	1,760	<0,002	0,0110	0,0003	0,0023	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			novembro	0,638	1,770	2,9900	0,0300	<0,018	1,520	1,830	<0,002	0,0100	<0,0001	<0,0017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
		2010	fevereiro	0,681	1,740	2,4600	0,0430	0,02	1,390	2,100	<0,002	<0,002	0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008
			maio	0,567	1,690	3,6600	0,0320	<0,01	1,550	1,020	<0,002	<0,002	<0,0001	0,0028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0008

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO SECA.
 SUPERFÍCIE

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K
02S	1,010778	-0,1142	-0,7248	1,37977	0,05562	1,71401	1,51249	1,51145	1,16726	1,52054	1,6071	1,43213
03S	1,452488	-0,6976	-0,34	1,22286	-0,3136	0,90786	1,13047	1,09677	1,35392	0,23749	0,57091	1,03736
04S	0,438379	0,66353	-0,5921	-0,145	-0,5035	0,08664	-0,1376	-0,0379	0,49326	0,53358	-0,6531	0,01122
05S	0,324484	0,72186	-0,6717	0,06993	-0,5009	0,29006	0,2696	0,21039	0,37521	0,85434	0,72349	0,48082
06S	-1,0952	-0,2503	0,08459	-1,4957	-0,1874	-1,0887	-1,289	-1,3436	-1,2911	-0,7495	-1,1359	-1,3313
07S	-1,04117	-0,9309	1,35834	-0,6839	-0,5235	-1,2394	-1,1338	-1,0751	-0,6893	-0,7248	-1,1745	-1,2315
08S	0,044125	-1,1837	-0,8442	0,4622	-0,4517	-0,0188	0,23246	0,28814	-0,327	-1,5884	-0,4535	0,17013
09S	-1,13389	1,79129	1,72986	-0,8101	2,42506	-0,6517	-0,5846	-0,6501	-1,0823	-0,0833	0,51558	-0,5688

	13 Ag	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Transp.	18 Turbidez	19 Cond.	20 OD	21 pH	22 Sól. Totais	23 Sól. Fixos	24 Sól. Voláteis	25 Nitrato	26 Sulfato	27 Cloreto
02S	-1,0106	-0,3517	-1,7011	-1,3139	1,13635	-0,28537	1,33876	-0,3193	-1,5397	0,56628	1,27087	-0,05836	-0,8527	0,57202	-0,8623
03S	-1,0106	-0,5362	-1,0503	-1,0453	0,10844	0,554865	0,79034	-1,419	-0,0659	-0,201	-0,4224	-0,01225	1,05031	-1,4486	-1,0725
04S	-0,6397	-0,5362	0,72665	-0,5751	-0,7427	0,159173	0,79034	-0,4898	-0,9885	-0,6213	-0,4083	-0,72695	1,00525	0,69088	-0,6521
05S	-0,2689	-0,3517	0,21749	-0,0378	-0,7879	0,613486	-0,9235	0,26427	1,03646	2,27429	1,87059	2,402743	0,28771	1,46348	0,38933
06S	0,10199	-0,3978	0,84129	0,7682	1,45705	-1,27053	0,14172	0,33609	-0,7728	-0,5413	-0,6341	-0,41571	-1,0642	-0,6166	0,75239
07S	0,28742	-0,5362	1,24761	1,77567	-0,4836	-0,32282	-1,6723	-0,3731	0,49726	-0,6914	-0,8458	-0,50216	-0,5096	-0,6166	0,32245
08S	2,03047	0,34019	0,1079	0,13013	-1,3265	1,748457	0,06789	-0,0769	1,0724	-0,4145	-0,6129	-0,21398	1,19936	-0,7949	-0,7094
09S	0,50993	2,3698	-0,3895	0,29804	0,63884	-1,19726	-0,5333	2,07768	0,76087	-0,3711	-0,2178	-0,47334	-1,1162	0,75031	1,83201

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO SECA.
 MEIO

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K	13 Ag
02M	0,98011	-0,8464	0,43882	1,39126	-0,2626	0,94441	1,19896	1,11338	-0,5008	-0,3599	1,1135	0,88443	0,68691
03M	0,92785	0,0002	-0,644	1,18173	-0,1916	1,38884	1,06894	1,12319	-0,5529	-0,23	1,06133	1,04528	-0,0933
04M	0,38562	2,16959	1,89012	0,18718	-0,2037	0,43557	0,45827	0,54662	2,04788	0,47401	0,4179	0,55138	0,68691
05M	-0,2918	-0,3327	1,00285	0,13689	-0,4841	0,06844	0,27922	0,17008	-0,7277	2,28179	-0,0082	0,43027	1,1618
06M	-0,9461	-0,5397	-0,6613	-0,7359	-0,5635	-1,3035	-1,4249	-1,5726	-0,5965	-0,7555	-1,848	-1,4403	0,0424
07M	-1,0059	-0,8819	-0,6626	-1,4209	-0,5166	-1,3679	-1,1627	-1,1047	-0,8053	-0,7839	-0,9794	-0,8097	-1,3144
08M	1,20725	-0,1744	-0,7451	0,25423	-0,2241	0,36472	0,36661	0,33089	0,75668	-0,2645	0,28748	0,58781	0,48338
09M	-1,2571	0,60529	-0,6187	-0,9946	2,4462	-0,5306	-0,7844	-0,6069	0,3786	-0,3619	-0,0447	-1,2492	-1,6537

	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Turbidez	18 Cond.	19 OD	20 pH	21 Sól. Totais	22 Sól. Fixos	23 Sól. Voláteis	24 Nitrato	25 Sulfato	26 Cloreto
02M	0,36104	-1,7011	-1,0647	0,408329	1,01109	0,68612	-1,722	1,68898	-1,6713	1,89667	1,28561	0,04545	-0,836
03M	-0,6309	-1,0503	-1,3788	1,738205	0,76375	0,43313	-0,3096	-0,8804	-0,2081	-0,7125	1,66369	0,20126	-0,7499
04M	0,36104	0,72665	-0,9354	0,290499	0,76375	-1,6233	-0,7207	0,92055	0,87663	0,78676	-1,0808	-1,9802	0,20867
05M	-0,6309	0,21749	0,43188	-0,32153	0,92606	0,63313	0,33333	-1,1559	-1,3181	-0,9993	-0,0866	1,49973	0,14405
06M	-0,4267	0,84129	0,8753	-0,97989	-0,7241	0,03996	0,77601	0,62001	0,52346	0,52379	-0,0866	-0,0065	-1,2022
07M	2,22824	1,24761	1,24483	-1,15663	-1,6323	0,88954	0,16469	-0,6573	0,19551	-0,7022	-0,4227	0,77259	0,32714
08M	-0,6309	0,1079	0,76445	0,824738	-0,8285	0,45877	1,62976	0,07015	0,97754	-0,0841	-0,1847	-0,422	0,07943
09M	-0,6309	-0,3895	0,06236	-0,80372	-0,2797	-1,5173	-0,1515	-0,6061	0,62436	-0,7091	-1,0878	-0,1104	2,02878

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO SECA.
 FUNDO

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K	13 Ag
02F	2,3272	-0,4689	1,81336	1,36409	-0,0748	1,36412	1,32534	1,26896	-0,6519	-0,0463	1,44238	1,58163	1,9249
03F	-0,3918	1,26575	0,51487	1,23394	-0,6037	1,01011	1,05735	1,30305	0,31084	0,73676	0,52998	0,69461	-0,4321
04F	-0,7487	0,03428	-0,7357	-0,1543	-0,502	-0,2832	-0,2248	-0,2647	-0,4257	1,57747	-0,3379	-0,3032	-0,0393
05F	-0,5436	0,94873	0,78096	0,13933	-0,3555	0,06136	0,23741	0,30189	0,10018	0,36345	0,2606	0,12163	-1,3749
06F	-0,1633	-0,133	-0,9912	-1,1588	2,32571	-1,4349	-1,2845	-1,2991	-0,1693	-0,8384	-1,5443	-1,3888	-0,1179
07F	-0,2747	-1,5378	-0,9113	-1,4325	-0,6037	-1,3264	-1,3447	-1,2872	-1,2432	-1,6397	-1,2562	-1,1874	0,90353
08F	0,37252	-1,0262	-0,6665	0,30285	-0,5732	0,42953	0,63324	0,29337	-0,0899	-0,541	0,65765	0,71757	-0,5107
09F	-0,5776	0,91715	0,19557	-0,2945	0,38702	0,17937	-0,3994	-0,3163	2,16904	0,38773	0,24772	-0,2361	-0,3536

	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Turbidez	18 Cond.	19 OD	20 pH	21 Sól. Totais	22 Sól. Fixos	23 Sól. Voláteis	24 Nitrato	25 Sulfato	26 Cloreto
02F	1,04569	-1,7011	-0,3128	2,353496	0,61999	1,10467	-1,5647	2,21183	1,86203	2,1175	2,0477	0,6497	-0,0977
03F	-0,8433	-1,0503	-1,442	0,128102	0,59025	-0,7952	-0,5961	0,56855	1,12862	0,254682	-0,0711	-0,7663	-2,1392
04F	-0,9782	0,72665	-0,0381	-0,40516	-0,3996	-0,7575	0,2064	-0,3509	-0,3056	-0,38566	-0,7773	0,20074	-0,0179
05F	0,1012	0,21749	0,11445	0,06852	-0,3486	-0,4886	1,00892	-0,2433	-0,1263	-0,38566	-0,6043	0,0626	0,58812
06F	-0,7758	0,84129	-0,0992	-0,63356	-0,1383	0,87802	1,42402	-0,0575	-0,2241	0,060639	-0,4383	-0,4554	0,79546
07F	-0,9108	1,24761	1,85403	-0,64299	-1,6656	1,01357	-0,2825	-0,7128	-0,4197	-1,0066	0,16906	1,65124	1,17823
08F	1,24808	0,1079	0,78586	-0,22939	-0,3996	0,54248	0,61227	-0,4976	-1,1694	0,351704	0,71994	0,35615	-0,1615
09F	1,11315	-0,3895	-0,8622	-0,63902	1,74154	-1,4974	-0,8083	-0,9182	-0,7456	-1,0066	-1,0457	-1,6987	-0,1455

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO CHUVOSA.
 SUPERFÍCIE

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K
02S	2,39642	-0,402	1,41317	1,898	1,96869	0,51386	1,23131	1,50453	2,39403	1,12919	1,74493	1,33204
03S	0,169438	-0,4255	-0,1034	0,82101	0,09746	0,85249	0,93338	1,00258	0,2692	0,2523	0,87471	1,28957
04S	-0,28328	1,65942	0,73531	0,10049	-0,3703	-0,0957	-0,1043	-0,0832	-0,3846	-0,3903	0,27961	0,2599
05S	-0,2089	1,56519	1,24083	0,17634	0,09746	-0,0415	-0,0302	0,03467	-0,3972	-0,3373	0,01047	0,23913
06S	-0,53108	-0,5669	-1,1604	-1,0258	-0,6822	-1,6398	-1,2509	-1,2751	-0,4617	1,80198	-1,1887	-1,2662
07S	-0,55195	-0,508	-0,7008	-1,0903	0,72121	-0,7052	-1,1899	-1,1163	-0,4187	-1,063	-1,096	-1,2539
08S	-0,37872	-0,6729	-0,54	-0,2749	-1,306	1,60423	1,08162	0,6179	-0,4786	-0,5414	-0,7013	-0,0978
09S	-0,61191	-0,6493	-0,8847	-0,6049	-0,5263	-0,4885	-0,6711	-0,6851	-0,5224	-0,8514	0,07626	-0,5027

	13 Ag	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Transp.	18 Turbidez	19 Cond.	20 OD	21 pH	22 Sól. Totais	23 Sól. Fixos	24 Sól. Voláteis	25 Nitrato	26 Sulfato	27 Cloreto
02S	0,99912	1,16986	0,9152	1,04079	-2,0569	2,367622	1,55932	-2,2911	-2,1791	0,56628	1,27087	-0,05836	2,11422	-0,123	-1,3727
03S	-0,333	0,77441	0,04332	0,95934	-0,7007	0,139587	1,0553	0,31357	0,13385	-0,201	-0,4224	-0,01225	-0,7535	-2,1848	-1,6809
04S	0,11101	1,5653	0,38988	-0,3187	0,27403	-0,31481	0,11026	0,42032	0,33088	-0,6213	-0,4083	-0,72695	-0,1262	0,48617	0,37701
05S	0,55507	-0,4119	0,48656	-0,6633	0,00048	-0,06832	0,04725	0,01468	0,91339	2,27429	1,87059	2,402743	0,10679	0,39245	0,34369
06S	-0,333	-0,6756	1,11037	0,25765	0,73251	-0,6899	-1,3388	0,18547	0,59643	-0,5413	-0,6341	-0,41571	-0,3473	0,62675	0,74361
07S	-0,7771	-0,8074	0,00684	1,14103	0,301	-0,45413	-1,1498	-0,2415	-0,5001	-0,6914	-0,8458	-0,50216	-1,2195	-0,451	0,61863
08S	-1,6652	-0,8074	-1,1751	-0,9202	0,21239	-0,25694	0,23626	0,56977	-0,1146	-0,4145	-0,6129	-0,21398	-0,2756	0,15815	-0,0729
09S	1,44317	-0,8074	-1,777	-1,4966	1,23723	-0,72312	-0,5198	1,02878	0,81916	-0,3711	-0,2178	-0,47334	0,50111	1,09534	1,04356

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO CHUVOSA.
 MEIO

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K
02M	2,325909	-0,6511	0,73221	1,17561	-0,1866	1,62079	0,96356	0,88629	0,15971	0,54101	-0,032	1,44054
03M	-0,24393	-0,107	0,40755	1,06241	-0,4134	0,7637	1,06536	1,15981	-0,3305	0,40746	1,29568	0,86689
04M	-0,70555	2,32048	1,84435	0,42494	-0,4492	-0,1374	0,24376	0,40065	2,40954	1,94754	0,65587	-0,0011
5M	0,297427	-0,3199	0,22795	0,19258	-0,2463	-0,2619	0,40722	0,28343	-0,3623	-0,2144	-0,1972	0,33031
06M	-0,2602	-0,6854	-0,449	-1,5203	-0,4253	-1,3095	-1,6547	-1,6787	-0,5172	-1,0116	-2,0968	-1,5285
07M	-0,6274	-0,7577	-0,9256	-1,1306	-0,3298	-1,0238	-1,0109	-0,9653	-0,6142	-1,2203	-0,3187	-1,0249
08M	-0,09821	0,01768	-0,6977	0,4726	-0,4134	0,83695	0,68252	0,61835	-0,3186	-0,0141	0,10928	0,5389
09M	-0,68803	0,18297	-1,1398	-0,6772	2,46399	-0,489	-0,6969	-0,7046	-0,4264	-0,4356	0,58384	-0,6221

	13 Ag	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Turbidez	18 Cond.	19 OD	20 pH	21 Sól. Totais	22 Sól. Fixos	23 Sól. Voláteis	24 Nitrato	25 Sulfato	26 Cloreto
02M	0,11101	-0,4193	0,9152	0,28946	2,160683	0,15914	0,27954	-1,6999	2,46905	2,47146	0,296325	0,76632	1,25879	-1,2228
03M	0,33304	-0,432	0,04332	-0,7423	-0,36677	0,65642	0,43156	-0,2354	-0,3943	-0,3752	-0,31326	1,77153	0,07881	-0,4563
04M	1,88723	-0,4832	0,38988	-1,2738	-0,78741	1,84037	-1,6175	1,22917	-0,3118	-0,3802	2,034762	-1,1038	-1,749	0,12776
5M	-0,5551	0,2835	0,48656	0,25697	0,050618	-0,0803	-0,2514	0,53713	-0,3626	-0,3677	0,341479	0,56178	0,09616	-0,5293
06M	-0,5551	2,39182	1,11037	-0,2303	-0,57663	-1,5025	0,67833	-0,2032	-0,3851	-0,3903	0,341479	-0,2973	-0,355	0,13688
07M	-1,2211	-0,4576	0,00684	1,91249	-0,7459	-0,9124	1,64555	-0,4446	-0,4309	-0,3894	-0,96799	-1,1623	-0,7021	0,52015
08M	0,77709	-0,4001	-1,1751	0,58054	0,702907	0,07361	-0,2603	-0,509	-0,2058	-0,2309	-0,83253	0,01242	0,06146	-0,6479
09M	-0,7771	-0,4832	-1,777	-0,793	-0,4375	-0,2343	-0,9058	1,32573	-0,3785	-0,3377	-0,90026	-0,5486	1,31084	2,07148

APÊNDICE D – Análise estatística multivariada: dados padronizados, a partir das médias aritméticas dos parâmetros analisados.
 ESTAÇÃO CHUVOSA.
 FUNDO

	1 Al	2 Mn	3 Zn	4 Si	5 P	6 Sr	7 Mg	8 Ca	9 Fe	10 Ba	11 Na	12 K
02F	0,476079	0,26231	2,36748	1,22747	1,44747	1,98884	1,34235	1,36587	-1,0726	0,39813	1,41594	1,38685
03F	-0,7022	1,387	-0,287	1,11278	0,78306	0,78606	1,21465	1,30564	-0,2217	0,60304	1,16134	0,98746
04F	-0,72041	0,0869	-0,5596	0,32075	-0,8305	0,08008	0,28236	0,23703	-0,0179	0,6282	0,32798	0,22696
05F	-0,29711	0,35304	0,19609	-0,353	-0,0712	-0,3317	-0,2359	-0,2181	0,75931	0,16087	-0,1565	-0,2122
06F	-0,63629	-0,7891	-0,5692	-0,8906	1,11526	-1,0377	-1,312	-1,2309	-0,1766	-1,0865	-1,2904	-1,3771
07F	0,503942	-1,6902	-0,0526	-1,7364	-1,3051	-1,0181	-1,2797	-1,2755	-1,1269	-1,6545	-1,3552	-1,2818
08F	2,114092	-0,6173	-0,6792	0,44977	-0,5458	-0,4429	0,33195	0,19688	-0,1206	-0,4431	0,00855	0,59818
09F	-0,7381	1,00735	-0,4161	-0,1308	-0,5932	-0,0245	-0,3437	-0,3809	1,97685	1,3939	-0,1117	-0,3284

	13 Ag	14 Pb	15 Temp. Ar	16 Temp. Água	17 Turbidez	18 Cond.	19 OD	20 pH	21 Sól. Totais	22 Sól. Fixos	23 Sól. Voláteis	24 Nitrato	25 Sulfato	26 Cloreto
02F	-0,1003	-0,3198	0,9152	-0,1174	1,481727	0,34238	2,17104	-2,0742	-0,2683	1,70096	-0,3523	1,91765	0,95959	-0,2782
03F	-0,5014	0,18706	0,04332	-0,8741	-0,38614	0,75841	-0,6346	0,46976	-0,3091	1,32662	-0,4316	-0,4156	-0,5436	-1,8402
04F	-0,1003	-0,706	0,38988	-0,692	-0,06506	0,14341	-0,6881	1,09418	-0,331	-0,3284	-0,3212	-0,9587	-0,7042	-0,3173
05F	-0,5014	0,62152	0,48656	-0,1005	-0,27379	-0,1176	-0,5553	-0,1662	-0,3326	-0,6633	-0,2979	-0,4645	0,01095	0,73708
06F	2,3066	-0,706	1,11037	-0,0347	-0,72153	-1,1124	-0,1684	-0,5362	-0,4471	-0,7356	-0,3974	0,68601	0,47797	0,34657
07F	0,30086	-0,706	0,00684	2,19425	-0,76163	-1,5775	0,78682	-0,0275	-0,3985	-0,9588	-0,3399	-0,0025	0,85743	0,24895
08F	-0,9026	2,16627	-1,1751	0,46289	1,630424	-0,0323	-0,3157	0,30787	2,471	-0,5451	2,47261	0,41061	0,84284	-0,4735
09F	-0,5014	-0,537	-1,777	-0,8385	-0,904	1,59563	-0,5958	0,93229	-0,3844	0,20359	-0,3321	-1,1729	-1,9009	1,57666

REFERÊNCIAS

AGUDO, E.G.; PENTEADO, A.C.; BATALHA, B.L. *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. São Paulo: CETESB, 1987.

APHA. American Public Health Association, AWWA American Water Works Association, WEF Water Environmental Federation. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. 20th ed. Washington: American Public Health Association; 2005.

AGEVAP. Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul* – Resumo: Diagnóstico dos Recursos Hídricos. Relatório Final. Resende: COPPETEC, 2006. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/gestao_2.php>. Acesso em: 12 fev. 2011.

AGEVAP. Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul* – Resumo: Análise dos Impactos e das Medidas Mitigadoras que envolvem a Construção e Operação de Usinas Hidrelétricas. Relatório Final. Resende: COPPETEC, 2007. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-009-R1.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2009.

ALVES, R.I.da S. *Avaliação de parâmetros limnológicos, parasitas, bactérias e metais pesados em água superficial no córrego Ribeirão Preto, Ribeirão Preto – SP*. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado de São Paulo, Ribeirão Preto.

BAIRD, C.; CANN, M. *Environmental Chemistry*. 3. ed. New York, N.Y.: W.H. Freeman, 2005. Cap 11, toxic heavy metals. p. 516-556.

BARTH, F.T. Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: REBOUÇAS, A C et al (org). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 1999, p. 565-599.

BRUNO, A-P.S., *Concentração de metais pesados e elementos-traço em dois trechos da planície de inundação do baixo curso do rio Jaboatão, Pernambuco, Brasil*. 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU G.Y. Temporal and spatial variations in littoral benthic communities of Paraibuna reservoir (São Paulo, Brazil). *Tropical Ecology* 37(2): p. 2155-222, 1996.

BIONDI, C.M. *Teores de metais pesados nos solos de referência do estado de Pernambuco*. 2010. Tese (*Doctor Scientiae*) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Quim. Nova*, v.23, n.5, p. 618-622, 2000.

CASTRO, L.M.F.B de. Vulnerabilidades e riscos na Estrada Municipal do Pavoeiro, município de Paraibuna – SP. Um estudo de caso. In: *XVII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2010*. Caxambú: ABEP, 2010. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs_pdf/eixo_3/abep2010_2195.pdf>. Acesso em:: 13 fev. 2011.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. *Clima dos Municípios Paulistas*. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_403.html>. Acesso em:: 12 fev. 2011.

CESP – Companhia Energética de São Paulo. *A empresa*. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_UsinaParaibuna?OpenDocument&Menu=5%20-%20menu_lateral@@002_004_005>. Acesso em: 02 jun. 2009.

CESP – Companhia Energética de São Paulo. *Usina Hidrelétrica Paraibuna*. Disponível em: <<http://www.cesp.com.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2008.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Norma técnica L6.160 - Sedimentos: determinação da distribuição granulométrica -método de ensaio. São Paulo, 15p., 1995.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, 2006*. São Paulo: CETESB, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em:: 17 jul. 2008.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, 2007*. São Paulo: CETESB, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em:: 02 mai. 2011.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo, 2008*. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em:: 02 mai. 2011.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo*. 2009. São Paulo: CETESB, 2010a.

Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em:: 19 jul. 2010.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Águas Superficiais: Águas interiores. *Programa de Monitoramento*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/124-programa-de-monitoramento>>. Acesso em: 27 abr. 2011a.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo*. 2007-2009. São Paulo: CETESB, 2010b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em:: 19 jul. 2010.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Águas. Águas Subterrâneas. Programa de Monitoramento. Consulta por Aquífero Monitorado. *Pré-Cambriano Cristalino*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Qualidade-da-Água-Subterrânea/14-Pré-Cambriano---Cristalino>>. Acesso em: 27 abr. 2011b.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Significado Ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem (Apêndice A)*. Qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo. 2009. São Paulo: CETESB, 2010c. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em:: 25 abr. 2011.

CHAVES, R.C.de P. *Avaliação do teor de metais pesados na água tratada do Município de Lavras – MG*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em:: 04 set. 2009.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos avançados* (online), 2008, v. 22, n. 63, pp. 61-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005>. Acesso em:: 02 jun. 2009.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Brasília, DF. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2008.

COTRIM, M.E.B. *Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeira do Iguape, com vistas ao abastecimento público*. 2006. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CBH-PS. Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul. *Mapa Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Disponível em: <<http://www.comiteps.sp.gov.br/mapas-e-estudos>>. Acesso em: 05 mai. 2011.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. Versão 2.0. Escala 1:750.000. Ministério de Minas e Energia, 2006. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

DANTAS, E.S.K.; COTRIM, M.E.B.; FURUSAWA, H.A.; PIRES, M.A.F. Antimony Determination in River and Drinking Water by AAS and ICP-OES. In: *SEVENTH RIO SYMPOSIUM ON ATOMIC SPECTROMETRY*. Florianópolis: 2002.

DIAS, F.T.; BARROS, M.O.H. A gestão dos recursos hídricos no Brasil: avanços legais e a experiência da cobrança pelo uso da água. In: MESSIAS, A.S.; COSTA, M.R.N. (org). *Água: Tratamento e Políticas Públicas*. Série Encontro das Águas, n 4. Recife, UNICAP, 2007. p. 21-34.

DIAS, W.N.; MORAES, E. C.; NOVO, E.M.L. de M.; ARAI, E.; CATELANI, C. de S. Caracterização das Águas da Represa de Paraibuna com o Uso de Dados Hiperspectrais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis: INPE, 2007. 8 p. p. 3335-3342.

ESPÍNDOLA, E.L.G. *Limnologia de Represas: alguns fatores determinantes*. São Carlos: 2001.

ESTEVES, F. de A. *Fundamentos da Limnologia*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FIGUEIREDO, C. C. Monitoramento da Qualidade da Água de Sete Reservatórios Pertencentes a Furnas Centrais Elétricas S.A. In: *3º SIMPÓSIO DE ESPECIALISTAS EM OPERAÇÃO DE CENTRAIS HIDRELÉTRICAS*, 2002, Foz do Iguaçu. Disponível em: <<http://www2.itaipu.gov.br/sepoeh/artigos/poster/SP31%20-%20FURNAS.PDF>>. Acesso em: 03 mai. 2011.

FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G.T.W. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. Alemanha: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981.

FURUSAWA, H.A.; DANTAS, E.S.K.; COTRIM, M.E.B.; PIRES, M.A.F. Arsenic and Selenium Evaluation in Human Consumption Destination Waters. In: *Seventh Rio Symposium on Atomic Spectrometry*. Florianópolis: 2002.

GENTIL, R. C. *Estrutura da comunidade fitoplancônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão*. 2007. Tese (Doutorado) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.

GUILHERME, L. R. G.; MARCHI, G. *Metais pesados em solos*. DBO Agrotecnologia, São Paulo, v. 5, p. 20 - 21, 01 jul. 2005. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/artigos/MetaisPesados.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2010.

HENRY, F.T. Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: REBOUÇAS, A C et al (org). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 1999, p. 565-599.

HENRY, R. A variabilidade de alguns fatores físicos e químicos da água e implicações para amostragem: Estudo de caso em quatro represas do estado de São Paulo. In: BICUDO, M. E. C.; BICUDO, C. D. *Amostragem em Limnologia*. São Carlos: RIMA, 2004 p. 245-262.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=353560&r=2>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

IGAMI, M.P.Z.; ZARPELON, L.M.C. (Org). *Guia para a elaboração de dissertações e teses*: preparado para orientação dos alunos de Pós-graduação do IPEN. São Paulo: IPEN, Divisão de Informação e Documentação Científicas, 2002. Disponível em: <<https://www.ipen.br/sitio/?idc=662>>. Acesso em: 01 out. 2010.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de satélite. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/manage.php?INDICE=CB2CCD15312620040920&DONTSHOW=0>>. Acesso em: 18 set. 2010.

INSTITUTO H & H FAUSER. Núcleo de Formação Ecoprofissional do Instituto H & H Fauser no município de Paraibuna – SP. Disponível em: <<http://www.ihhf.org.br/ihhf2-br.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

ISA – Instituto Socioambiental. *Almanaque Brasil Socioambiental*. São Paulo: ISA, 2008.

JÔNATAS, J. *Análise Estatística Multivariada: Conceitos e Aplicações*. Data Mining Consultant. Statsoft South America Consulting Services. Acesso em: 23 jul. 2011.

LAXEN D.P.H; HARRISON, R.M. Cleaning methods for polyethene containers prior to the determination of trace metals in freshwater samples. *Anal. Chem*, 1981, 53:345.

LEITE, M. A.; Dornfeld, C.B.; Espíndola, E.L.G. Análise da concentração de metais na água do reservatório de Salto Grande: diagnóstico ambiental e saúde pública. In: *XXIX Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental*, 2004, San Juan - Porto Rico. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/busos.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2010.

LEITE, M.A. *Análise do aporte, da taxa de sedimentação e da concentração de metais na água, plâncton e sedimento do Reservatório de Salto Grande, Americana-SP*. 2002. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

LEMES, M.J.deL. *Avaliação de metais e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo*. 2001. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LILIAMTS, T. B. *Avaliação da adição de nitrato de amônio para redução de odor ns esgotos de Pereira Barreto – SP: reflexos na qualidade da água do reservatório de Três Irmãos, após dez anos de aplicação*. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

VICINI, L. *Análise Multivariada da Estatística à Prática*. 2005. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Acesso em: 23 jul. 2011.

MARIANI, C.F. *Reservatório Rio Grande: caracterização limnológica da água e biodisponibilidade de metais-traço no sedimento*. 2006. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARQUES, A.K. *Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, TO*. 2011. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MATOS, J.C. *Aspectos hidrobiológicos do complexo de represas Paraibuna-Paraitinga, São Paulo, com ênfase na comunidade fitoplanctônica*. 2010. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MINILLO, A. *Análise da distribuição, densidade e toxicidade de florações de cianobactérias e suas toxinas nos reservatórios do médio e baixo rio Tietê (SP) e relação com as características limnológicas do sistema*. 2005. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

NAKANO, V.; AVILA-CAMPOS, M.J. *Metais pesados: um perigo eminente*. Departamento de Microbiologia, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www3.icb.usp.br/bmm/mariojac/index.php?option=com_content&view=article&catid=13:temas-de-interesse&id=33:metais-pesados-um-perigo-eminente&Itemid=58&lang=br>. Acesso em:: 18 set. 2010.

NOVOTNY, V. *Difuse Sources of Pollution by Toxic Metals and Impact on Receiving Waters*. In: SALOMONS, W.; FÖRSTNER, U.; MADER, P. *Heavy Metals: Problems and Solutions*. Alemanha: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995.

PARAIBUNA. *Investir em Paraibuna*. Disponível em: <<http://www.paraibuna.sp.gov.br/investir.htm>>. Acesso em:: 02 jul. 2008.

PARAIBUNA. *Informações sobre a cidade*. Disponível em: <<http://www.paraibunaParaibuna.sp.gov.br/info.php>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

PARAIBUNA SP. *Economia*. Disponível em:
<<http://www.paraibunasp.com.br/index.php?urlid=economia>>. Acesso em: 13 fev. 2011.

PIVELI, R.P.; KATO, M.T. *Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos*. São Paulo: ABES, 2006 (Ed.)

ROSA, L.P., SIGAUD, L., LA ROVERE, E.L., MAGRINI, A., POOLE, A., FEARNSIDE, P., 1995, *Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens*. COOPE/UFRJ.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, 1997. Mapas e Relatório.

SÃO PAULO. Governo do Estado. *Decreto Estadual nº 10.755 de 22 de novembro de 1977*. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo: 1977.

SALBU, B.; STEINNES, E. *Trace Elements in Natural Waters*. Boca Raton: CRC, 1995.

SANTOS, J.S.dos; OLIVEIRA, M.L.P.dos; OLIVEIRA, E. de. Estudo da mobilização de metais e elementos-traço em ambientes aquáticos do semi-árido brasileiro aplicando análises de componentes principais. *Quím. Nova (online)*. 2008, vol.31, n.5, pp 1107-1111.

SIGRH. Sistema de Informação para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. *Relatório nº40.515. Item 7.5 Qualidade das Águas*. Disponível em:
<http://www.SIGRH.sp.gov.br/SIGRH/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TG/415/r0/3_7_5_1e7_5_2qualidadedasaguas1.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2011.

SILVANO, J. *Avaliação de metais na água, no sedimento e nos peixes da lagoa Azul, formada por lavra de mineração de carvão a céu aberto, Siderópolis-SC*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUSA, W. L. *Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens*. 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SPERLING, M.V. *Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2 ed. Belo Horizonte: SEGRAC, 1996.

StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com

STRAŠKRABA, M. Retention time as a key variable of reservoir limnology. In: TUNDISI, J.G.; STRAŠKRABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences; São Carlos: International Institute of Ecology; Backhuys Publishers, 1999.

STRAŠKRABA, M.; TUNDISI, J.G. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. *Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas*. São Carlos: ILEC; IIE, 2000. v. 9.

STUMM, W.; MORGAN, J.J. Aquatic Chemistry: *Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. New York, NY: Wiley-Interscience, 1996.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.N; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

TOMAZELLI, A.C. *Estudo Comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo*. 2003. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

MACHADO, F.B. *Rochas Metamórficas*. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/metamorficas/filito.html>>. Acesso em 23 jul. 2011.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. S. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química do oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP. *Eclética Química*, v. 22, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-46701997000100005&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 ago. 2010.

WORLD COMISSION ON DAMS. Dams and Development. *A new framework for decision-making. The report of the World Commission on Dams*. London and Sterling: Earthscan, 2000. Disponível em: <http://hqweb.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf/>. Acesso em: 28 abr. 2011.

WETZEL, R. G. *Limnology: lake and river ecosystems*. 3ª ed. San Diego: Academic Press. 1006 p., 2001.

YABE, M.J.S.; OLIVEIRA, E. Metais pesados em águas superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. *Quím. Nova*. São Paulo, v. 21, n. 5, Set./Out., 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40421998000500003&script=sci_arttext&tlng=en>. Acesso em: 30 ago. 2008.