

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**ESTUDO DO ASSOREAMENTO E SUA RELAÇÃO COM A VIDA ÚTIL DO
RESERVATÓRIO “REPRESA VELHA”, CEPTA/IBAMA, PIRASSUNUNGA/SP**

André Gustavo Mazzini Bufon

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

Tese de Doutorado elaborada junto
ao Programa de Pós-Graduação em
Geociências-Área de Concentração
em Geociências e Meio Ambiente,
para obtenção do Título de Doutor
em Geociências.

Rio Claro (SP)
2006

551.48 Bufon, André Gustavo Mazzini

B929e Estudo do assoreamento e sua relação com a vida útil do reservatório “represa Velha”, Pirassununga/SP / André Gustavo Mazzini Bufon. – Rio Claro : [s.n.], 2006
313 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim

1. Hidrologia. 2. Represas. 3. Geoestatística. 4. Batimetria.
5. Câmara de sedimentação.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

**“Se não há nada que brilhe
debaixo da pálpebra, é que nada
há que pense no cérebro, e nada
há que ame no coração”.**

(Victor Hugo)

DEDICATÓRIA

**À minha namorada, Mercia
Melyssa Koto Cinotti e a minha
família, pela paciência, amor,
carinho e orações, durante toda
esta minha jornada.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, acima de tudo, pois sua imensa luz sempre tem acompanhado minha vida, transformando circunstâncias totalmente desfavoráveis em caminhos plenamente limpos e transparentes. Sem ele jamais teria a alegria e a satisfação de alcançar este objetivo.

Ao meu orientador prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim, pelas críticas e sugestões dadas contribuíram para ampliar os meus conhecimentos científicos e da minha formação profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de Doutorado e auxílio à pesquisa, o qual foi de grande importância para execução deste trabalho.

A todo o corpo docente da Geociências e Ciências Exatas, em especial aos professores Dr. Chang H. Kiang, Dr. Leandro Eugenio Silva Cerri e Dr^a. Gilda Carneiro Ferreira, pelo exemplo constante de competência e disciplina, pela amizade, apoio e imensa atenção a mim dispensadas.

Aos funcionários da Geociências e Ciências Exatas, em especial à Laura Simara P. P. Narcizo, Maria Cristina Silveira Sartori, Nadia Regina P. L. Lunardi, Vânia Regina Roveratti, Darlene de Cássia Armbrust, pelo companheirismo e apoio recebido em todas as horas.

À prof^a. Dr^a. Sâmia Maria Tauk-Tornisielo, pela amizade e acolhimento durante a realização da minha tese.

Aos funcionários do CEA-UNESP, em especial à Sara Cristina Galvão e Eleni Nadai Malagutti, pelo apoio e companheirismo recebido.

A todas as bibliotecárias da UNESP, que sempre me atenderam com carinho e atenção, principalmente à Moema de Baptista Medina, que não negou esforços nas correções de minha tese.

Ao desenhista do Biotério-IB, UNESP, Nozor Paulo Outeiro Pinto, com seu talento embelezou ainda mais o meu trabalho.

Aos docentes e técnicos da Escola de Engenharia de São Carlos, CRHEA-USP, em especial aos professores Dr. Harry Edmar Shulz e Dr. Swami M. Villela e ao técnico José Roberto Maramarqui, pela amizade, dedicação e companheirismo.

À todos os funcionários do CEPTA/IBAMA/SP, em especial ao Laerte Batista de Oliveira Alves, Olga Helena C. Alves, José Oswaldo J. Mendonça, Pedro Martins

Filho, Ana Celi Tinoco dos Santos, Ciclene Maria Silva de Brito, Antonio Fernando B. Lucas, Cláudio Luiz Bock, Janice Peixer, Osmar Ângelo Cantelmo, José Augusto Senhorini, José S. Colares de Melo, José Henrique de Souza, Paulo Sergio Ceccarelli, Rita de Cássia G. A. Rocha, Saulo dos Reis, Sandoval dos Santos Júnior, Valtair Silva, Luiz Alberto Gaspar, Clair Maria Manzatto de Carli, Nelson Sirmermann, Donizetti Aparecido Ribeiro, Elenice B. Banin Campos, Gediene Araújo Cantelmo, Sílvia Pinelli Costa, Vito Laurino Junior, Pedro Ferreira Barbelli, Jaime da Costa André, Manoel Torres Filho e Monique Baptistela C. Bicudo, pela amizade estímulo e confiança, colocando à minha disposição a infra-estrutura necessária ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros, Ana Beatriz de Oliveira, Marcelo Antonio Harada Penna, Neemias de Castro, Luiz César Koto, Massashiro Sergio Koto, Paulo Roberto Koto, Diana de Lima, Luiz Otávio de L. e Silva, Didier Gastmans, Duílio Prado Moreno, Everaldo Akio Sakata, Marcio Antonio de Jesus Lopes, Eduardo Silveira Bernardes, Kelusodi Eduardo Filemon, Maurício Moreira do Santos, Roberto Wagner Lourenço, Thales Mitsuro Ushizima, Joyce Teixeira Gardel Barrancos, Alessandra Cristina Corsi, Cláudio B. B. Leite, Larissa Marques Barbosa de Araújo, Eymar Sampai Lopes e Rubens Caldeira Monteiro, pela amizade e apoio recebidos.

Aos meus pais José Luiz Bufon e Marli Mazzini Bufon e aos meus irmãos Adriana Angélica e Arnaldo César, através do amor, carinho, compreensão e dedicação, nunca deixaram de me apoiar.

Aos pais Meroveu Francisco Cinotti e Kioyoko Mercia Koto Cinotti e todos os familiares de minha namorada, pelo carinho e compreensão, em todas as horas.

Aos meus avós Leopoldo Mazzini e Lídia Andrioli Mazzini, Luiz Bufon e Nair Rocha Bufon (*in memoriam*), todos tios e tias, primos e primas, que através do apoio, das orações e do amor, sempre se fizeram presentes.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMO	XVIII
ABSTRACT	XIX
1 INTRODUÇÃO	1
2 PREMISSAS, HIPÓTESE DE TRABALHO E OBJETIVOS	4
2.1 Premissas	4
2.2 Hipótese de trabalho	4
2.3 Objetivo	5
3 REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 Distribuição de sedimentos nos reservatórios	13
3.2 Assoreamento e a sua relação com a vida útil dos reservatórios	15
4 CÁLCULO DE VIDA ÚTIL	17
4.1 Estimativa Baseada em Transporte de Sedimentos e Assoreamento	17
4.2 Estimativa Baseada em Levantamento de Linhas Topobatimétricas	20
5 MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1 Área de Estudo	24
5.2 Caracterização vegetal	26
5.3 Caracterização geomorfológica da microbacia do córrego da Barrinha e sua susceptibilidade erosiva	27
5.4 Uso e ocupação do solo	34
5.5 Desenvolvimento do Projeto	39
5.6 Descrição dos pontos de coleta e amostragem	39
5.7 Metodologia das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológico	42
5.7.1 Temperatura da água, oxigênio dissolvido da água, pH, e condutividade elétrica da água	43
5.7.2 Alcalinidade da água	44
5.7.3 Nitrito	44
5.7.4 Nitrato	44
5.7.5 Amônia	44
5.7.6 Determinação simultânea do nitrogênio total e do fósforo total	45
5.7.7 Silicato reativo	45
5.7.8 Fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido	46
5.7.9 Material em suspensão	46
5.7.10 Pigmento total	47
5.7.11 Taxa de sedimentação de material particulado e nutriente nas câmaras de sedimentação e balanço de massa	47
5.7.12 Levantamento topográfico e batimetria da represa Velha CEPTA-IBAMA	49
5.7.13 Análises estatísticas espacial e multivariada	50
5.7.13.1 Análise da superfície de tendência	50
5.7.13.2 Análise de regressão múltipla	52
5.7.13.3 Geoestatística	53
5.7.13.4 Análise estatística multivariada	56
5.7.13.4.1 Análise de agrupamentos	56

5.7.13.4.2	Análise das Componentes Principais	57
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6.1	Levantamento topográfico e batimetria da represa Velha na microbacia do córrego da Barrinha	58
6.2	Parâmetros físicos, químicos e biológico da represa Velha no CEPTA/IBAMA	75
6.2.1	Potencial hidrogeniônico - pH	78
6.2.2	Oxigênio dissolvido no fundo	86
6.2.3	Temperatura da água no fundo	94
6.2.4	Transparência da água	102
6.2.5	Material em suspensão total	109
6.2.6	Material em suspensão inorgânico	116
6.2.7	Material em suspensão orgânico	123
6.2.8	Condutividade elétrica no fundo	130
6.3	Superfície de tendência de 1º grau e análise dos resíduos, dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA	139
6.3.1	Potencial hidrogeniônico - pH	139
6.3.2	Oxigênio dissolvido no fundo	149
6.3.3	Temperatura da água no fundo	159
6.3.4	Transparência da água	169
6.3.5	Material em suspensão total	179
6.3.6	Material em suspensão inorgânico	189
6.3.7	Material em suspensão orgânico	199
6.3.8	Condutividade elétrica no fundo	209
6.4	Análises de agrupamentos e das componentes principais	219
6.5	Correlação dos parâmetros estudados	231
6.6	Comparação dos resultados de batimetria com o material em suspensão total	239
6.7	Equiparação dos resultados de material em suspensão total (MST), durante um período de quatro dias	244
6.8	Modelo de correção para determinar o tempo de vida útil da represa Velha através dos modelos utilizados para câmara de sedimentação e batimetria	245
7	CONCLUSÕES	249
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	250
	APÊNDICE	266
9.1	Pigmento total	267
9.2	Alcalinidade	270
9.3	Oxigênio dissolvido	273
9.4	Fósforo total	277
9.5	Fosfato total dissolvido	281
9.6	Fosfato inorgânico	284
9.7	Nitrogênio total	287
9.8	Nitrato	290
9.9	Nitrito	293
9.10	Amônia	296
9.11	Silicato reativo	299
9.12	Temperatura da água	302
9.13	Condutividade elétrica da água	307

9.14 Vazão**311**

ÍNDICE DE TABELAS

Tabelas		Páginas
1	Constante W e K para cálculo do peso específico aparente em função do tipo de operação do reservatório, sistema métrico, usados nas equações 2 e 5	19
2	Metodologias e equipamentos utilizados nas análises das principais variáveis que identificam a qualidade da água da área em estudo	43
3	Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos	60
4	Batimetria ajustada na represa Velha CEPTA/IBAMA entre os pontos de aproximadamente 45m, na vertical e horizontal, realizada no mês de agosto durante um período de 6 anos	70
5	Combinações das variáveis das batimetrias durante os anos de 1998 a 2001	72
6	Contribuição pura em % de cada variável	72
7	Volume da represa Velha obtidos no período de 4 anos	72
8	Combinações das variáveis das batimetrias durante os anos de 1998 a 2001 com distância aproximadamente entre os pontos de 45m	74
9	Contribuição pura em % de cada variável com distância aproximadamente entre os pontos de 45m	74
10	Coeficientes de determinações obtidos de regressão múltipla realizada para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA nos anos de 1998 a 2001	77
11	Coeficientes de determinações obtidos de regressão múltipla realizada para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005	78
12	Variação espacial e temporal dos valores de pH na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	80
13	Variação espacial e temporal dos valores de pH no fundo na represa Velha, em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	82
14	Variação espacial e temporal dos valores de pH no fundo na represa Velha, junho, julho e agosto de 2005	84
15	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	88
16	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na água no fundo na represa Velha, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	90
17	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na água no fundo na represa Velha, junho, julho e agosto de 2005	92
18	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	96
19	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo na represa Velha, em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	98

20	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	100
21	Transparência da água nos pontos de coleta na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	103
22	Transparência da água nos pontos de coleta na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	105
23	Transparência da água nos pontos de coleta na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	107
24	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total (MST) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	110
25	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo (MST) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	112
26	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo (MST) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	114
27	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico (MSI) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	117
28	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo (MSI) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	119
29	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo (MSI) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	121
30	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico (MSO) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	124
31	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo (MSO) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	126
32	Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo (MSO) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	128
33	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	133
34	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo na represa Velha, em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	135
35	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005	137
36	Dados das análises físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de menores concentrações em julho de 1998	219
37	Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de menores concentrações em julho de 1998	222

38	Dados das análises físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de maiores concentrações em abril de 2001	223
39	Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de maiores concentrações em abril de 2001	226
40	Dados das análises físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de valores aleatórios concentrações em fevereiro de 2000	227
41	Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de valores aleatórios em fevereiro de 2000	230
42	Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de julho de 1998	233
43	Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de abril de 2001	235
44	Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de fevereiro de 2000	238
45	Análise da comparação entre batimetria e material em suspensão total na represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos	241
46	Análise da comparação entre batimetria e material em suspensão total na represa Velha CEPTA/IBAMA entre os anos de 1998 e 2005 e nos meses de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005	243
47	Material em suspensão total (MST), durante 4 dias no mês de setembro de 2005	245
48	Variação espacial e temporal dos valores de pigmento total na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	268
49	Variação espacial e temporal dos valores de alcalinidade na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	271
50	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na superfície na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	273
51	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na média profundidade na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	275
52	Variação espacial e temporal dos valores de fósforo total na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	279
53	Variação espacial e temporal dos valores de fosfato total dissolvido na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	282
54	Variação espacial e temporal dos valores de fosfato inorgânico na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	285
55	Variação espacial e temporal dos valores de nitrogênio total na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	288
56	Variação espacial e temporal dos valores de nitrato na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	291
57	Variação espacial e temporal dos valores de nitrito na represa	

	Velha, nos anos de 1998 a 2001	294
58	Variação espacial e temporal dos valores de amônia na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	297
59	Variação espacial e temporal dos valores de silicato reativo na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	300
60	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na superfície na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	303
61	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na média profundidade na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	305
62	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água na superfície na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	307
63	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água na média profundidade na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001	309
64	Valores da vazão obtidos em diferentes pontos da microbacia do córrego da Barrinha, durante os anos de 1998 a 2001	312

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Páginas
1	Terra preparada para o plantio de soja a montante da nascente do córrego da Barrinha, 1990. Pirassununga/SP	8
2	Mineração de areia junto a microbacia do córrego da Barrinha, 1990. Pirassununga/SP	8
3	Plantio de cana-de-açúcar e cítricos até a margem da barragem a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1990. Pirassununga/SP	9
4	Represa Velha do CEPTA, com alta turbidez, 1990. Pirassununga/SP	10
5	Contorno da área da nascente a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP	10
6	Área das nascentes com vegetação destruída por incêndio a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP	11
7	Mineração de areia a margem do córrego da Barrinha, 1994. Pirassununga/SP	11
8	Carreamento de material arenoso para o córrego da Barrinha, 1994. Pirassununga/SP	12
9	Esvaziamento da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP	12
10	Esquema de seções batimétricas em levantamento de pequenos reservatórios	22
11	Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998	23
12	Planta batimétrica em 3D da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998	23
13	Vista aérea da microbacia do córrego da Barrinha, mostrando a represa Velha	25
14	Média anual de precipitação pluviométrica na região da microbacia, série de 10 anos de medidas. Dados fornecidos pela DMET na AFA (Academia da Força Aérea de Pirassununga)	26
15	Latossolo vermelho amarelo da Formação Serra Geral da microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP	29
16	Área de terraço fluvial, trilha as margens da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP	29
17	Solo da formação Pirassununga, área de mineração de areia na microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP	30
18	Área de nicho de nascente na microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP	31
19	Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP	31
20	Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 2002. Pirassununga/SP	32
21	Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 2003. Pirassununga/SP	32
22	Carreamento de material arenoso para o córrego da Barrinha, devido manejo mal orientado, 2002. Pirassununga/SP	33
23	Vista aérea da microbacia do córrego da Barrinha, mostrando a	

	represa Velha	33
24	Cultura de cítricos no divisor de água da microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP	35
25	Mata galeria junto a cava do córrego da Barrinha e cultivo de cana-de-açúcar, a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Observa-se a falta de preservação da mata ciliar na encosta do vale (área mais clara). Pirassununga/SP	35
26	Mata da microbacia do córrego da Barrinha a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP	37
27	Mapa do uso e ocupação do solo da microbacia do córrego da Barrinha	39
28	Croqui da represa Velha mostrando os pontos iniciais de amostragens	41
29	Croqui da represa Velha mostrando os novos pontos de amostragens	42
30	Esquema das câmaras de sedimentação	48
31	Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), no período de agosto de 1998 a agosto de 2001	59
32	Planta batimétrica em 3D da represa Velha (CEPTA/IBAMA) com todos os pontos de amostragem	68
33	Variogramas referentes às direções 90° N/S – E/W, 45° NW/SE e 45° NE/SW	69
34	Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), com os pontos de amostragem de 1 a 20 com distância aproximada entre si de 45 m, no período de agosto nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001, 2004 e 2005	71
35	Representação dos diferentes volumes da represa Velha obtidos através das batimetrias em um período de quatro anos	73
36	Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	81
37	Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	83
38	Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, e agosto de 2005	85
39	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	89
40	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	91
41	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	93
42	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água	

	no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	97
43	Varição espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	99
44	Varição espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	101
45	Varição espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	104
46	Varição espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	106
47	Varição espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	108
48	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	111
49	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	113
50	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	115
51	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	118
52	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	120
53	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	122
54	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	125
55	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	127
56	Varição espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	129
57	Varição espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica	

	no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	134
58	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	136
59	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005	138
60	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Potencial Hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001	140
61	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro fevereiro de 2005	142
62	Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005	143
63	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.	145
64	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro fevereiro de 2005	147
65	Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005	148
66	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001	150
67	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	152

- 68 Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 153
- 69 Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001. 155
- 70 Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 157
- 71 Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 158
- 72 Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 160
- 73 Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 162
- 74 Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 163
- 75 Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001. 165
- 76 Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 167
- 77 Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 168
- 78 Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo

- algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 **170**
- 79** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **172**
- 80** Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **173**
- 81** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001. **175**
- 82** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **177**
- 83** Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **178**
- 84** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 **180**
- 85** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **182**
- 86** Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **183**
- 87** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001. **185**

- 88** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **187**
- 89** Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **188**
- 90** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 **190**
- 91** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **192**
- 92** Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **193**
- 93** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001. **195**
- 94** Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005 **197**
- 95** Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005 **198**
- 96** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 **200**
- 97** Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e

	dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	202
98	Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005	203
99	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.	205
100	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	207
101	Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005	208
102	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001	210
103	Análises da superfície de tendência de 1º grau, calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	212
104	Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005	213
105	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.	215
106	Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005	217
107	Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e	

	período de junho, julho e agosto de 2005	218
108	Dendrograma obtido pelo método de Ward, utilizando-se distâncias euclidianas como medida de similaridade nos menores valores dos elementos físicos, químicos e biológico no mês de julho de 1998.	220
109	Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de julho de 1998.	221
110	Dendrograma obtido pelo método de Ward, utilizando-se distâncias euclidianas como medida de similaridade nos maiores valores dos elementos físicos, químicos e biológico no mês de abril de 2001.	224
111	Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de abril de 2001.	225
112	Dendrograma obtido pelo método de Ward, utilizando-se distâncias euclidianas como medida de similaridade nos valores aleatórios dos elementos físicos, químicos e biológico no mês de fevereiro de 2000.	228
113	Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de fevereiro de 2000.	229
114	Assoreamento da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998 na área do delta. Pirassununga/SP	244
115	Gráfico do ajuste do tempo de vida útil obtidos através das câmaras de sedimentação ajustados através do cálculo de K para os anos de 1998/1999 (1), 1999/2000 (2), 2000/2001 (3) e 2004/2005 (4)	248
116	Variação espacial e temporal dos valores de pigmento total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	269
117	Variação espacial e temporal dos valores de alcalinidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	272
118	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	274
119	Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	276
120	Variação espacial e temporal dos valores de fósforo total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	280
121	Variação espacial e temporal dos valores de fosfato total dissolvido, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	283
122	Variação espacial e temporal dos valores de fosfato inorgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	286
123	Variação espacial e temporal dos valores de nitrogênio total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	289
124	Variação espacial e temporal dos valores de nitrato, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a	

	2001	292
125	Variação espacial e temporal dos valores de nitrito, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	295
126	Variação espacial e temporal dos valores de amônia, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	298
127	Variação espacial e temporal dos valores de silicato reativo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	301
128	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	304
129	Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	306
130	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	308
131	Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001	310
132	Variação espacial e temporal dos valores de vazão, nos pontos de B1 a P11, medidas nos anos de 1998 a 2001	313

ESTUDO DO ASSOREAMENTO E SUA RELAÇÃO COM A VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO “REPRESA VELHA”, CEPTA/IBAMA, PIRASSUNUNGA/SP

RESUMO

Este trabalho teve como finalidade aplicar análise espacial, visando elaborar um modelo estocástico para determinação do tempo de vida útil de um reservatório de pequeno porte localizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA)/Pirassununga (SP). Para elaboração do modelo foram utilizados dois métodos: densidade aparente do sedimento utilizando câmaras de sedimentação e batimetria do reservatório. As variáveis estudadas revelaram para o potencial hidrogeniônico (pH) concentrações entre 8,71 e 2,15; oxigênio dissolvido no fundo entre 12,48 e 0,20 mg.L⁻¹; temperatura da água no fundo entre 28,85 e 16,00°C; transparência da água entre 1,30 e 0,25 m; material em suspensão total entre 618,30 e 2,45 mg.L⁻¹; material em suspensão inorgânico entre 425,80 e 0,20 mg.L⁻¹; material em suspensão orgânico entre 192,60 e 2,15 mg.L⁻¹ e condutividade elétrica da água no fundo entre 40,00 e 5,00 µS.cm⁻¹. Quanto aos resultados da batimetria, verificou-se que houve perda significativa de profundidade durante o ano de 1998. Ao comparar as análises de batimetria e material em suspensão total (MST) verificou-se a perda da profundidade durante os 4 anos estudados de -1,32 m e pela câmara de sedimentação observou-se um ganho de sedimento de 584,05 mg.L⁻¹. Como conclusão obteve-se o valor de 50 anos como o tempo de vida útil da represa.

Palavras-chave: vida útil, batimetria, sedimentação, limnologia, modelagem.

STUDY OF THE SILTING AND HIS RELATION WITH THE HELPFUL LIFE OF THE RESERVOIR “REPRESA VELHA”, CEPTA/IBAMA, PIRASSUNUNGA/SP

ABSTRACT

The purpose of this work is to apply space analysis aiming elaborate a stochastic model for time determination of useful life of a small size reservoir at the Centre of Research and Administration of Continental Fishing Resources (CEPTA/IBAMA)/Pirassununga (SP). For model elaboration were used two methods: apparent density of the sediment using reservoir sedimentation and bathymetry cameras. The studied variables revealed for the pH concentrations between 8,71 and 2,15; oxygen dissolved in the bottom between 12,48 and 0,20 mg.L⁻¹; water temperature in the bottom between 28,85 and 16,00°C; water transparency between 1,30 and 0,25 m; material in total suspension between 618,30 and 2,45 mg.L⁻¹; material in inorganic suspension between 425,80 and 0,20 mg.L⁻¹; material in organic suspension between 192,60 and 2,15 mg.L⁻¹ and electric conductivity of water in the bottom between 40,00 and 5,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Regarding bathymetry results, it verified that there was significant loss of depth during the year of 1998. When comparing bathymetry and material analyses in total suspension it was verified depth loss during the 4 years studied of -1,32 m and by the sedimentation camera a sediment gain of 584,05 mg.L⁻¹ was observed. As conclusion it obtained the value 50 year as time of useful life for dam.

Key-words: helpful life, bathymetry, sedimentation, limnology, modeling.

1 - INTRODUÇÃO

Os reservatórios são construídos para vários propósitos, dentre eles destacam-se fonte de abastecimento de água, fonte de água para irrigação, fonte de energia, prevenção de enchentes e recreação. Estes reservatórios, ao serem construídos sobre o curso de um rio, estão sujeitos a um grau de sedimentação, já que o sedimento transportado pelo curso de água, ao alcançar o reservatório, encontra baixa velocidade e tende a se depositar. Isto ocorre desde a entrada do reservatório, onde é maior a deposição, até a entrada da barragem, principalmente na direção natural do antigo perfil longitudinal do curso de água (PONCE, 1986).

Ainda que lagos e reservatórios sejam tratados de forma conjunta na literatura, convém mencionar e destacar suas principais diferenças. Lagos são corpos naturais de água cujo movimento é bastante lento, quando comparado aos movimentos dos rios. A atividade geológica natural é a principal responsável pela gênese dos lagos. Essa atividade tanto pode levar milhares de anos, como pode ser associada a eventos catastróficos e súbitos. Em 1974, um lado da montanha de Cochacay deslizou para dentro do vale do rio Mantaro, no Peru. O lago formado por esse acidente chegou a ter 31 km de comprimento, 170 m de profundidade e um volume de 670.000.000 m³ de água, antes de provocar a ruptura da barragem natural formada com o material do deslizamento (NOGUEIRA, 1984).

Os reservatórios são formados pela ação direta do homem, como o barramento artificial de um vale natural ou a formação artificial de lagos, não associados a uma bacia de drenagem natural, e com as vazões defluentes sujeitas a controle. Pode-se mencionar, como exemplo dessa última situação que, em vários lugares da Holanda, existem hoje reservatórios para abastecimento de água localizados em imensas crateras que foram escavadas para exploração de pedreiras (KOK, 1976).

Na realidade, a distinção mais substancial entre lagos e reservatórios é o controle das vazões. No caso de reservatórios destinados ao abastecimento de água ou à geração de energia elétrica, esse controle permite que o nível de água seja alterado com bastante rapidez, provocando mudanças nas características das margens por essa flutuação, podendo vir a causar impactos severos nos habitats aquáticos. Também a limnologia física dos reservatórios é bem distinta da dos lagos naturais. Correntes de densidade que ocorrem dentro dos reservatórios podem carrear sedimentos que se depositam em áreas que em outros tempos eram varridas pelo escoamento do rio. Os padrões de

estratificação térmica e química, particularmente na proximidade das barragens, também são marcadamente diferentes das ocorrências em corpos naturais (NOGUEIRA, 1991).

Os problemas relacionados à sedimentação em obras hidráulicas vêm sendo documentados desde 2000 anos a.C., na China, Egito e Mesopotâmia. Entretanto, a transferência de conhecimentos das atividades científicas do Egito e da Mesopotâmia para os países Europeus ocorreu apenas no ano 1000 da era Cristã. A fase de aproveitamento dos rios ocorreu com a ocupação Otomana no século XV. Os rios passaram a ser aproveitados através das construções de pontes e das obras de controle de enchentes. Novas experiências surgiram com o advento do Renascimento na Itália, posto que nessa época a ciência apresentou um grande salto (CARVALHO, 1994).

As primeiras investigações sobre sedimentação em reservatórios foram feitas na Itália, no final do século XVII e os princípios fundamentais dos problemas de sedimento foram investigados cientificamente na França, no decorrer do século XVIII. Entretanto, resultados de cunho quantitativo só puderam ser obtidos em estudos realizados no início do século XIX. As primeiras medições da carga sólida foram feitas por Gorse e Subours, no rio Ródano, entre 1808 e 1809, na região de Arles, França. Os países precursores nos estudos e nas medições sedimentométricas, além dos já citados, foram Alemanha, Estados Unidos, Iraque, Finlândia, Índia e Afeganistão (CARVALHO, 1994).

Na América Latina, as primeiras medições de sedimentos em suspensão foram efetuadas no rio Neuquem, Argentina, entre os anos de 1915 e 1918, em ponto a 0,5 m abaixo da superfície. O primeiro trabalho de sedimentometria registrado no Brasil ocorreu somente em 1950, ocasião em que se iniciaram as primeiras investigações sedimentométricas com finalidade de aplicação na previsão do assoreamento de reservatórios. Esse tipo de pesquisa evoluiu bastante no país; todavia, continua longe das expectativas e necessidades (CARVALHO, 1994).

Como exemplo, pode ser citada a publicação efetuada pela CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica - RS) sobre o rio Camaquã, RS, onde previu-se o assoreamento do reservatório da Barragem do Paredão, por intermédio do cálculo de vida útil (NEBRICK, 1960 apud CARVALHO, 1994).

Inúmeras questões de difíceis soluções surgem durante as fases de planejamento, construção e pós-construção dos reservatórios, que necessitam ser abordadas de forma

interdisciplinar (TUNDISI, 1987). Dentre elas, destaca-se o processo de deposição de sedimentos.

O depósito do sedimento pode ocorrer tanto próximo da fonte de erosão como distante dela. O material pode ser depositado em locais planos, em canais, planícies de inundação, reservatórios, deltas, estuários ou oceanos. O sedimento, constituído por partículas de tamanhos que podem ir desde a argila até areia, podendo causar danos, dependendo da quantidade, qualidade e local de deposição. Em reservatórios o processo de sedimentação causa a perda da vida útil do sistema, acarretando grandes perdas econômicas e ambientais.

Na entrada do reservatório é formado um delta pelas partículas mais grossas provenientes do sedimento de fundo e algumas do sedimento em suspensão. À medida em que a velocidade e o peso das partículas são menores, a deposição ocorre cada vez mais no interior do reservatório, até restar uma corrente de densidade que é um escoamento de fluido com partículas finíssimas que vão depositar-se no pé da barragem. O que fica restando é uma corrente com partículas finas que podem se movimentar em círculos, girando do fundo para a superfície e retornando ao fundo; estas partículas finas podem permanecer em suspensão por muito tempo e até transpor a barragem, levadas pelas águas descarregadas pelas comportas, pelas turbinas ou pelos extravasores (PONCE, 1986).

De acordo com Asthana et al. (1980) os fatores que influenciam na deposição de sedimentos e sua distribuição no reservatório são: as operações dos reservatórios, sedimento transportado, tamanho do sedimento, deflúvio afluente, forma do reservatório, declividade do vale do rio, vegetação e deflúvio efluente. Conceitualmente, a sedimentação inicia-se no leito principal do rio, até alcançar o nível das margens. Logo, o fluxo move-se lateralmente (THOMAS, 1970).

Brune e Allen (1941) os fatores que influenciam a deposição de sedimentos em reservatórios são: a quantidade de sedimentos que adentra ao reservatório; a capacidade de retenção de sedimentos do reservatório; a razão entre a capacidade do reservatório e a quantidade de sedimentos já acumulada no mesmo e o modo de operação do reservatório.

Na verdade, o tempo de vida útil de um reservatório é o tempo que um reservatório leva para ser assoreado, a ponto de impedir o uso do mesmo de acordo com o planejamento inicial. A vida útil é função a descarga sólida de entrada, da eficiência de entrada de sedimento no reservatório e do peso específico do sedimento retido

(VILLELA; PONCE, 1986). O manejo de reservatórios é de extrema importância. Neste trabalho foi escolhido como objeto de estudo a represa Velha, que além de sua beleza cênica, é utilizada para abastecimento de uma unidade de pesquisa em piscicultura tropical, ou seja, o Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA/SP). Este possui longa tradição no desenvolvimento da piscicultura, tendo sido o Centro Regional Latino Americano de Treinamento em Aqüicultura (1975-1988). Atualmente é uma unidade de pesquisa, com jurisdição em todo o território nacional, tendo a missão de gerar, adaptar e difundir conhecimentos científicos, tecnológicos e ambientais para o ordenamento do uso racional dos ecossistemas aquáticos continentais, com ênfase nos recursos ictícos, visando à execução das políticas ambientais nacionais, nas atribuições federais permanentes, para a melhoria da qualidade de vida.

A represa Velha foi escolhida para o desenvolvimento deste trabalho devido ao seu tamanho (pequeno porte) e ao banco de dados já existente, podendo servir como base para aplicações em situações semelhantes em reservatórios de maior porte.

2 - PREMISSAS, HIPÓTESE DE TRABALHO E OBJETIVOS

2.1 - Premissas

Estudos já desenvolvidos por Carvalho (1994), Coelho (1993); Leite (1998), em reservatórios demonstraram, em sua maioria, uma preocupação com a capacidade de armazenamento de água para produção de energia e abastecimento.

Convencionalmente não se utilizam métodos estocásticos para a avaliação e estimativa da vida útil de um reservatório, isto é, não há uma preocupação centrada na variabilidade espacial dos dados.

Em vista da crescente demanda de água para abastecimento público, o controle do assoreamento do reservatório por modelos confiáveis é de suma importância, mas que levam também em consideração o grau de incerteza das estimativas.

2.2 - Hipótese de trabalho

Através dos métodos estocásticos deve ser possível elaborar um modelo de avaliação do tempo de vida útil confiável para os reservatórios.

2.3 - Objetivo

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um modelo estocástico para o reservatório represa Velha (Pirassununga – SP), que auxilie na avaliação do contínuo aporte de sedimentos em reservatórios durante as estações seca e chuvosa, bem como dos sedimentos decorrentes das ações antrópicas.

3 - REVISÃO DA LITERATURA

O planejamento para o uso dos recursos hídricos visa estabelecer o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, de modo a assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade, qualidade e confiabilidade. Trata-se de um processo que procura definir as melhores alternativas de utilização destes recursos e orientar a tomada de decisão de modo a produzir os melhores resultados econômicos e sociais. O planejamento é essencialmente interativo em decorrência das incertezas inerentes ao ciclo hidrológico e dos cenários de desenvolvimento socioeconômicos, que projetam as demandas para os diferentes usos (DOMINGUES et al., 2003).

Em algumas regiões do mundo não há água suficiente para atender as demandas, surgindo competições de uso e conflitos entre os diversos usuários. A escala de conflitos varia desde as discussões entre indivíduos até a falta de acordo entre comunidades e, em casos extremos, até mesmo entre cidades e países. Entretanto, nem tudo está relacionado com a escassez de água. As enchentes também são problemas em muitas partes do mundo, resultando em prejuízos das mais diversas ordens e na morte de milhares de pessoas por ano (GONDIM FILHO et al., 2003).

Na hidrossedimentologia o estudo mais importante é a previsão do assoreamento e da vida útil de um reservatório. No entanto, a seqüência de assuntos tratados inclui a erosão, que corresponde à fase inicial do fenômeno e também, a fonte principal dos problemas.

Nas represas, o assoreamento reduz em 30 a 40% a "vida útil" dos reservatórios, afetando a produção de energia. Em áreas onde o processo erosivo já se encontra avançado e, conseqüentemente, com acúmulo de sedimento nos vales dos rios ou no fundo dos reservatórios, a única saída possível é sua reabilitação, ou seja, a dragagem do material depositado é a única forma possível de manutenção das profundidades dos

canais e reservatórios. A dragagem pode ser realizada por dragas de sucção com recalque ou dragas de caçamba ou alcatruzes. É um método caro, custando cerca de US\$1,00 por metro cúbico de sedimento retirado, além de requerer áreas extras para servirem de depósito para disposição do material retirado (SILVA et al., 2004).

Em escala temporal, tendo em vista a própria evolução do uso do solo, pode-se considerar o caráter de transitoriedade das feições erosivas lineares e das feições de sedimentação correspondentes. Estas últimas são representadas pelos depósitos tecnogênicos que se formam nas bacias hidrográficas, sejam como depósitos de vertentes, ou como depósitos de fundos de vale. Os depósitos tecnogênicos formados pela retenção dos sedimentos no reservatório correspondentes ao seu assoreamento, constituem, neste estudo, considerada a escala de observações hidrológicas, o destino final dos sedimentos (OLIVEIRA, 1994).

A quantidade de sedimentos provenientes de uma dada bacia contribuinte e, por exemplo, retidos dentro de um reservatório, com eficiência plena de retenção, corresponde a quantidade total de partículas desprendidas nas áreas-fonte “perdas de solo” da bacia, menos a quantidade de partículas que se depositaram entre as áreas-fonte e o reservatório, para um dado período (DUNNE et al., 1982).

A partir do momento em que os sedimentos atingem os cursos de água permanentes, passam então a ser submetidos aos processos de dinâmica fluvial, até o exutório (eliminação) da bacia, quando são lançados num outro rio ou depositados num reservatório.

São considerados, nos estudos de vida útil de reservatórios, os depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão, correspondentes a corpos coluvionares ou aluvionares, nos cursos de água ou nos reservatórios onde constituem o assoreamento (OLIVEIRA, 1994).

O problema da degradação ambiental é bastante antigo, confundindo-se no tempo e no espaço com a evolução e a capacidade modificadora do homem em relação ao ambiente. A apropriação, o uso e a exploração deste meio são realizados, em geral, de forma indiscriminada, levando em consideração tão somente atender às necessidades com resultados imediatos e privilegiando políticas desenvolvimentistas que contemplam apenas os aspectos econômicos e financeiros. Atualmente, a sociedade percebe que o desenvolvimento econômico somente atingirá um ponto máximo e assim permanecerá se for conciliado com o respeito à qualidade ambiental, ao que se denomina desenvolvimento sustentável (NASCIMENTO et al., 1999).

A microbacia do córrego da Barrinha, escolhida para o presente estudo, está localizada em Cachoeira de Emas, no Município de Pirassununga/SP, a 575 m de altitude, com extensão aproximada de 4 km e área estimada aproximadamente em 862 ha; é uma sub-bacia da bacia do rio Mogi-Guaçu, constituída de 9 propriedades, sendo que aproximadamente 259 ha (40%) da área é de propriedade da União desde 1938, adquirida da Fazenda Graciosa para a criação da antiga Estação Experimental de Biologia e Piscicultura (EEBP) e, em 1979, repassada para o Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais (CEPTA/IBAMA). Com localização em área com forte influência demográfica, recortada por estrada asfaltada e limitada por dois distritos urbanos (Cachoeira de Emas e Vila Santa Fé), essa microbacia sofre diretamente os efeitos da pressão antrópica (SILVA et al., 1994).

Trabalhos estão sendo realizados desde 1990 sobre o levantamento das áreas rurais limítrofes ao CEPTA, tipos de cultura, conservação de solos, defensivos agrícolas, os quais podemos verificar através de registros de fotos.

Medidas de controle de sedimento em pequenas bacias podem ser diferentes para as de maior porte. Se a bacia não é muito grande, o efeito de conservação de solo pode ser sentido em curto tempo. As áreas de agricultura devem ter o controle de sedimentos por práticas adequadas de conservação e de manejo do solo. Entre essas práticas estão as plantações em contorno ou em curva de nível que exigem a aração também em curvas de nível. Além da plantação estar em curva de nível, convém que sejam preparados pequenos diques de altura de 30 cm, em terrenos que sejam mais inclinados (CARVALHO, 1994).

Nos locais preparados para o plantio de soja, observa-se que não foram feitas curvas de nível, fato totalmente em desacordo com os preceitos da técnica de conservação do solo e, também, a existência de formação de sulcos de erosão, com a terra escoando para a várzea, tendo inclusive, assoreado o plantio de arroz que ocupa faixa marginal da várzea (MENDONÇA et al., 1990) (Figura 1).



Figura 1 – Terra preparada para o plantio de soja a montante da nascente do córrego da Barrinha, 1990. Pirassununga/SP. **Fonte:** Mendonça et al. (1990).

A mineração de areia junto à bacia proporciona o carreamento de partículas sólidas para o córrego, durante o período chuvoso, provocando grande turbidez na água (MENDONÇA et al., 1990) (Figura 2).



Figura 2 – Mineração de areia junto a microbacia do córrego da Barrinha, 1990. Pirassununga/SP. **Fonte:** Mendonça et al. (1990).

A região possui também uma pequena barragem, com alta turbidez da água, ocasionada pela total inexistência de práticas de conservação a montante, pelo plantio de cana-de-açúcar até a margem da barragem sem haver qualquer faixa de proteção. Conseqüentemente, há carreamento de sólidos para a bacia, inclusive de defensivos e fertilizantes. Observa-se a falta de técnicas inadequadas para construção de barragem,

aliado ao desconhecimento de técnicas de conservação de solo. Observa-se também a existência de cultura de cítricos até a beira da barragem, sem faixa de proteção, ou de terraço para contenção de água, provocando violenta erosão. O rompimento possível desta barragem poderá acarretar conseqüências drásticas para o CEPTA, visto estar a barragem a montante da sua área. Além desses problemas a montante desta, há outra preocupação é com a terra preparada para cultivo (MENDONÇA et al., 1990) (Figura 3).



Figura 3 – Plantio de cana-de-açúcar e cítricos até a margem da barragem a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1990. Pirassununga/SP. **Fonte:** Mendonça et al. (1990).

A inexistência de práticas conservacionistas nas atividades agrícolas observadas ao longo da microbacia do córrego da Barrinha é refletida principalmente na alta turbidez da água na represa Velha, o que por sua vez, ocasiona, como evidenciado por Mendonça et al. (1990), a mortalidade de larvas de peixes no período de chuvoso (Figura 4).



Figura 4 – Represa Velha do CEPTA, com alta turbidez, 1990. Pirassununga/SP. **Fonte:** Mendonça et al. (1990).

Trabalho realizado por Silva et al. (1994) na microbacia listou alguns problemas recentes, além dos anteriores observados por Mendonça et al. (1990). Por exemplo, observou-se que a área da nascente estava rodeada por solo preparado para cultivo de algodão, com restos de plumas do plantio anterior (Figura 5).



Figura 5 – Contorno da área da nascente a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP. **Fonte:** Silva et al. (1994).

Também se observou que a área de várzea onde estão as primeiras nascentes estava com a vegetação destruída por incêndio ocorrido em setembro de 1994. Havia vegetação inadequada ali plantada e drenos mal localizados e, ao fundo, culturas de laranja (SILVA et al., 1994) (Figura 6).



Figura 6 – Área das nascentes com vegetação destruída por incêndio a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP. **Fonte:** Silva et al. (1994).

Na figura 7, observa-se a atividade de mineração de areia na margem esquerda do córrego da Barrinha, não apresentando qualquer atividade de recuperação da vegetação ciliar, como já observado por Mendonça et al. (1990).



Figura 7 – Mineração de areia a margem do córrego da Barrinha, 1994. Pirassununga/SP. **Fonte:** Silva et al. (1994).

Na figura 8 tem-se uma área à direita do córrego, apresentando terreno inclinado, solo com textura arenosa e técnicas inadequadas de cultivo de cana-de-açúcar, havendo risco potencial de carregamento de material arenoso e início de erosão, aumentando o assoreamento do corpo hídrico (SILVA et al., 1994).



Figura 8 – Carreamento de material arenoso para o córrego da Barrinha, 1994. Pirassununga/SP. **Fonte:** Silva et al. (1994).

O carreamento de solo, devido ao uso de práticas inadequadas de conservação do solo, proporcionou o assoreamento da represa Velha. Em julho de 1994, foi realizada uma atividade de esvaziamento desta represa, evidenciando-se o acúmulo de material carreado na entrada da represa, formando um delta (SILVA et al., 1994) (Figura 9).



Figura 9 – Esvaziamento da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1994. Pirassununga/SP. **Fonte:** Silva et al. (1994).

As figuras de 1 a 9 facilitam a compreensão e discussão dos processos e mecanismos de funcionamento da represa Velha CEPTA/IBAMA e, desta forma, contribuem para o manejo e recuperação do sistema.

3.1 - Distribuição de sedimentos nos reservatórios

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1976), o problema do assoreamento traduz-se pelos seguintes impactos:

- diminuição do armazenamento de água;
- colmatção total de pequenos lagos e açudes;
- obstrução de canais de cursos de água;
- destruição dos habitats aquáticos;
- criação de turbidez, prejudicando o aproveitamento da água e reduzindo a atividade de fotossíntese;
- degradação da água para consumo;
- aumento dos custos para o tratamento de água;
- prejuízo dos sistemas de distribuição de água;
- veiculação de poluentes como fertilizantes, inseticidas, pesticidas, herbicidas, etc. ;
- veiculação de bactérias e vírus;
- obstrução de canais de irrigação e navegação; e
- abrasão nas tubulações e nas partes internas das turbinas.

A redução do volume dos reservatórios constitui um dos principais impactos do assoreamento, tendo em vista a perda parcial ou total da finalidade da obra. Como o destino de todo reservatório é ser assoreado com sedimentos (LINSLEY; FRANZINI, 1978), o impacto da redução de volume corresponde à redução do tempo de operação do reservatório, ou seja, de sua vida útil. Entretanto, até o comprometimento total da operação do reservatório, o impacto pode ser avaliado através da perda progressiva de sua função.

Se os reservatórios são de abastecimento de água, a perda de volume implica em problemas de fornecimento de água nos períodos de estiagem, nos quais a função regularizadora da acumulação fica prejudicada pelo volume assoreado (OLIVEIRA, 1994).

No caso de reservatórios de produção de energia elétrica, o impacto da perda de volume será tanto maior quanto mais importante for sua função regularizadora no sistema hidroelétrico. Esta função caracteriza os reservatórios classificados como reservatórios de acumulação. Por outro lado, os reservatórios conhecidos como reservatórios a fio de água, embora sejam menos sensíveis à perda de volume,

relativamente a sua função de produção de energia, o volume assoreado pode prejudicar a operação das tomadas de água e da usina. Com efeito, Carvalho e Catharino (1993) assinalam que com o assoreamento, atingindo a altura da soleira das tomadas de água, faz com que os sedimentos passem a escoar com a água em grande quantidade, impedindo completamente a operação da usina.

Heinemann (1962) destacou a importância do conhecimento do peso específico dos sedimentos depositados em reservatórios. Este dado permite a determinação da produção de sedimentos na bacia hidrográfica, e a aplicação das informações obtidas na resolução de outros problemas relacionados à sedimentação.

Baker (1987) ressaltou exemplos de diferenças importantes entre as expectativas de vida útil de um reservatório e o seu rápido assoreamento. Nestes exemplos, as taxas reais de sedimentação (relação entre o volume assoreado e o volume de um reservatório, em porcentagem) chegam a atingir quase 20 vezes a mais as taxas de sedimentação calculadas para os projetos de construção de barragens, chamando a atenção para problemas nos métodos adotados para o cálculo destas taxas.

Muitos autores dedicaram especial atenção à mensuração e modelagem das características hidráulicas do fluxo nos meandros e à distribuição das forças nas margens fluviais. Entretanto, não demonstraram o mesmo interesse com as características geotécnicas dos sedimentos das margens. O controle do padrão e da mudança espacial e temporal da erodibilidade do sedimento que têm particular importância no caso dos sedimentos coesivos, onde a erodibilidade é uma função da combinação dos processos físico-químicos a que estão submetidos os sedimentos (FERNANDEZ, 1995).

Rocha e Ferreira (1980) publicaram um trabalho que procurou estimar a quantidade de sedimentos que se depositará no reservatório de Alqueva (Portugal) num período de 100 anos. A estimativa da quantidade de sedimentos afluentes ao reservatório foi feita com base no método empírico de Fournier, e em dados obtidos em medições efetuadas em bacias vizinhas.

Vários problemas podem ser observados em reservatórios. Dentre eles, destacam-se a entrada e deposição do sedimento, que está diretamente relacionada com o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica e do seu entorno. De acordo com Thornton (1990), o transporte e a deposição dos sedimentos são processos dominantes em reservatórios, influenciando de forma significativa os mecanismos e processos de funcionamento do sistema. Além disso, o sedimento também funciona como um grande

transportador e catalisador de defensivos agrícolas, resíduos orgânicos, nutrientes e organismos patogênicos.

Outras causas e conseqüências do assoreamento são os escorregamentos nas encostas marginais dos reservatórios, sendo um fenômeno que causa preocupações devido à contribuição do material escorregado para o assoreamento do reservatório, podendo afetar tanto sua capacidade de armazenamento como as áreas de ocupação situadas nos seus entornos, comprometendo as terras de particulares e obras de engenharia marginais aos reservatórios (LEITE et al., 1984).

O assoreamento dos reservatórios derivado dos escorregamentos oriundos dos ventos que atuam de forma indireta, através da geração de ondas nas superfícies das águas que incidem às margens, associado a outros aspectos, como tipos litológicos, feições de degradação, posição e forma das encostas, espessura de solos e características da ocupação territorial, foi considerado insignificante tendo em vista o volume do reservatório (COELHO, 1993). A presença de cobertura vegetal, em encostas sujeitas à ação do embate das ondas, em geral não constitui, por si só, uma proteção muito eficaz contra a sua erosão por abrasão, principalmente se estas encostas estão sujeitas a um grau de abrasão muito intenso (JORGE, 1984).

3.2 - Assoreamento e a sua relação com a vida útil dos reservatórios

A diminuição da velocidade da corrente nos reservatórios facilita a decantação dos sedimentos. Esse efeito é tanto maior quanto maior for o reservatório. Costuma-se chamar “eficiência de retenção do reservatório” à relação entre a quantidade de sedimento retido e a quantidade de sedimento que entra no reservatório. O sedimento depositado no fundo dos reservatórios sofre uma ação de adensamento que faz com que seu volume diminua com o tempo (VILLELA; MATTOS, 1975).

Um dos métodos mais usados para resolver o problema de assoreamento é destinar, no projeto de reservatórios, uma porcentagem de seu volume como capacidade reservada ao assoreamento. Na realidade não é bem uma solução, se não o retardamento do problema; o assoreamento dos reservatórios não pode ser evitado, mas pode ser retardado (PONCE, 1986).

As observações sistemáticas fundamentadas em medidas efetivas, entretanto, passaram a ser feitas somente após a década de 20, destacando-se os trabalhos do Departamento do Interior dos Estados Unidos da América (MADDOCK; BORLAND,

1951). Estes autores reuniram uma série de observações sobre o assoreamento de reservatórios no sentido de fundamentar um modelo empírico para a previsão do fenômeno.

Remenieras e Braudeau (1951) mostraram o comportamento de alguns reservatórios franceses, destacando, entretanto, que as observações são muito raras. Estes autores buscaram limitar-se a casos com observações confiáveis. Um dos reservatórios apresentados pelos autores é o de Motty, criado no rio Idraque, de regime torrencial, na região dos Alpes. Esse reservatório, com 1.750.000 m³, foi totalmente assoreado em 2 anos. Duquennois (1951) apresentou observações referentes ao comportamento de um reservatório experimental de pequeno porte, ou seja, uma barragem com 10 m de altura e com pouco mais de 1 km² de área. O reservatório foi formado em 1947, e dois anos depois encontrava-se totalmente assoreado.

Os principais estudos a respeito de assoreamento foram realizados no âmbito dos reservatórios de produção de energia elétrica e, neste âmbito, é possível traçar alguns aspectos da evolução do tratamento dispensado ao tema no Brasil.

Petri e Fúlfaro (1965) apresentaram uma série de características dos sedimentos depositados na represa Billings, construída em 1933 pela Light & Power em São Paulo. Após 30 anos da construção desta represa, verificaram a predominância de sedimentos argilosos no reservatório, ocorrendo, ocasionalmente, sedimentos arenosos finos apenas nas bordas da represa e ao longo dos antigos ribeirões contribuintes. Calcularam uma taxa de sedimentação da ordem de 1 cm por ano.

Leite et al. (1984) confirmaram o papel da drenagem no assoreamento do reservatório de Paraibuna-Paraitinga que, embora submetido a mais de 3.000 escorregamentos em suas margens, apresentava um volume de depósitos essencialmente produzido por aporte fluvial dos sedimentos.

Segundo Carlstron Filho e Prandini (1984), o estudo de caso do reservatório de Isolina Superior, importante exemplo do papel da urbanização na geração intensa de sedimentos devido ao processo de urbanização de sua bacia de contribuição, mostrou que as taxas de sedimentação anuais, tornaram-se 15 vezes superiores às taxas medidas na fase anterior, até ser completamente assoreado.

Dos anos 70 até hoje, a Eletrobrás e várias de suas concessionárias vêm desenvolvendo importante papel no estímulo desses estudos. A Eletrobrás, em 1977, iniciou os primeiros entendimentos com o IPT visando à realização de estudos de assoreamento, de caráter piloto, em reservatórios de grande porte. Os objetivos

principais eram o de diagnosticar o assoreamento e o de estabelecer um roteiro metodológico que pudesse vir a ser aplicado em reservatórios das regiões Sul e Sudeste (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1978).

Conclui-se que os dados disponíveis a respeito do assoreamento de reservatórios, no seu conjunto, são escassos, indicando um quadro deficiente de informações. Assim, a escassez de informações a respeito de volumes de assoreamento, efetivamente medidos, incentiva o estudo de modelos e procedimentos de análise que indiquem as concentrações e transporte dos sedimentos.

4 - CÁLCULO DE VIDA ÚTIL

4.1 - Estimativa Baseada em Transporte de Sedimentos e Assoreamento

Muitos pesquisadores têm proposto modelos analíticos para a sedimentação de reservatórios. Entre eles se encontram Yucel e Graf (1973), cujo modelo considera um sistema rio-reservatório adequado para um sistema de análise numa dimensão. A análise é feita em duas partes independentes; a primeira é sobre o perfil de água represada e a segunda é sobre o transporte de sedimentos e sedimentação. Asada (1973) utilizou um modelo similar ao de Yucel e Graf, mas também levou em conta o efeito da variação do fluxo do rio relacionado como dado na forma da Hidrógrafa de Enchente. Hurst e Chao (1975) desenvolveram um modelo para determinar a provável locação, extensão e gradação da deposição de sedimentos no reservatório.

Vários autores têm feito os cálculos baseados no peso específico do sedimento retido, como a metodologia descrita em Trindade (1988) associada à quantidade de material depositado (kg/ano). Esta metodologia é utilizada para exprimir a massa do solo, levando-se em conta o espaço total do solo (volume ocupado pelos sólidos e pelos espaços porosos do conjunto).

Solos soltos e porosos terão pesos reduzidos por unidade de volume e os mais compactos valores mais elevados. O teor de matéria orgânica nos solos arenosos também contribui para aumentar a densidade. A granulação contribui para dar uma condição fofa e porosa, que em decorrência reduz os valores de densidade aparente ou de volume. Desta forma, a densidade aparente de superfície argilo-siltico bem granulada é mais reduzida do que a de um argilo-arenoso representativo. Densidade aparente é

definida como a massa de uma unidade de volume de solo seco, volume este que incluirá os sólidos e os poros.

Esse utiliza um balão volumétrico de 100 ml, de peso conhecido. Enche-se o balão com o sedimento seco ao ar, compactando-o com batidas leves, até atingir o menisco, pesa-se o conjunto.

Pela equação abaixo calcula-se a densidade aparente do sedimento seco:

$$D = (P-p)/V \quad (1)$$

Onde:

D - densidade aparente

V - volume do balão

p - peso do balão

P - peso do balão + peso do sedimento seco ao ar.

De acordo com Carvalho (1994) a equação correta é.

$$\gamma_i = W_c \cdot P_c + W_m \cdot P_m + W_s \cdot P_s \quad (2)$$

$$\gamma_T = \gamma_i + K \cdot \log T \quad (3)$$

$$\gamma_T = \gamma_i + 0,4343 \cdot K [T/(T-1) \cdot (\ln T) - 1] \quad (4)$$

$$K = K_c \cdot P_c + K_m \cdot P_m + K_s \cdot P_s \quad (5)$$

Onde:

γ_i - peso específico aparente inicial (t/m^3)

W_c, W_m, W_s - coeficientes de compactação de argila, silte e areia, respectivamente, obtidos segundo o tipo de operação do reservatório

P_c, P_m, P_s - frações de quantidades de argila, silte e areia contidas no sedimento afluyente

γ_T - peso específico aparente médio em T anos (t/m^3)

T - tempo de compactação do sedimento depositado (anos)

K - constante que depende da granulometria do sedimento e obtida com base no tipo de operação do reservatório

Ln - logaritmo neperiano

Ainda de acordo com Carvalho (1994), utiliza-se em geral o valor médio de γ_T obtido pelas equações 3 e 4. No caso da avaliação da maximização do assoreamento, usa-se o menor valor.

O peso específico aparente dos depósitos de sedimentos de um reservatório pode ser calculado segundo o tipo de operação deste, do grau de compactação dos sedimentos e da granulométrica (Tabela 1). Tais fatores são os maiores responsáveis sobre a compactação dos depósitos (CARVALHO, 1994).

Tabela 1 - Constante W e K para cálculo do peso específico aparente em função do tipo de operação do reservatório, sistema métrico, usados nas equações 2 a 5. **Fonte:** Carvalho, 1994.

Tipo de operação de reservatório	Argila		Silte		Areia	+
	W_c	K_c	W_m	K_m	W_s	K_s
Sedimento sempre ou quase sempre submerso (1)	0,416	0,2563	1,121	0,0913	1,554	0,0
Depressão do reservatório de pequena média (2)	0,561	0,1346	1,137	0,0288	1,554	0,0
Reservatório com consideráveis variações de nível (3)	0,641	0,0000	1,153	0,0000	1,554	0,0
Reservatório normalmente vazio (4)	0,961	0,0000	1,169	0,0000	1,554	0,0

As frações, ou porcentagens, P_c , P_m e P_s (γ_{ap}) devem ser obtidas das composições médias das curvas granulométricas de análise do sedimento afluente. É necessário obter o volume do reservatório (V). Para o cálculo do tempo de assoreamento, é previsto que a cada ano ocorra um depósito (P) de sedimento no reservatório. O tempo do depósito de certo volume pode ser calculado através das equações 6 e 7:

$$P = V \cdot p' \quad (6)$$

$$T = V \cdot \gamma_{ap} / P \quad (7)$$

Onde:

T - tempo de assoreamento

V - volume do reservatório (m^3)

γ_{ap} - peso específico aparente (t/m^3)

P - massa de sedimento acumulado por ano na represa (t/ano)

p' - taxa de sedimento anual

O p' foi obtido através do material em suspensão total acumulado em um período de 24 h nas câmaras de sedimentação, que ficaram dispostas verticalmente na coluna de água, a 50 cm em relação ao sedimento. A medida em que o reservatório é assoreado, o volume de água e a eficiência de retenção diminuem. O aumento da população e o conseqüente aumento do uso do solo provocam maior carga de afluentes, o que pode resultar na redução gradativa dos tempos propostos pelos cálculos.

Villela et al. (1986) desenvolveram um modelo matemático, baseado em Lopez (1978), a fim de prever a quantidade de sedimento em função do tempo em um rio - reservatório, considerando-se como modelo um reservatório construído no curso de um rio na Colômbia (URRA II do rio do Sinu). Os autores consideraram o rio como sendo um canal simples, assumiram o fenômeno do fluxo predominante e um conjunto de múltiplos canais para simular o reservatório. As equações para o cálculo das deformações de fundo do rio foram as equações do movimento e da continuidade. Consideraram que as condições hidráulicas variaram em função do espaço e do tempo e omitiram a variação da velocidade na vertical. Foram utilizadas as equações não lineares da continuidade da água, quantidade de movimento da água e a equação da continuidade do sedimento. Os resultados obtidos para o reservatório do rio do Sinu baseados em dois valores anuais de vazão, foram estimados em 200 anos de funcionamento. Utilizou-se um valor da vazão média do inverno de $354,76 \text{ m}^3/\text{s}$ e um da média do verão de $134,54 \text{ m}^3/\text{s}$. Os resultados foram bons apenas do ponto de vista qualitativo, não sendo possível calibrar o modelo sem os dados para sedimento, que eles não coletaram. Mesmo com resultados apenas satisfatórios, verificou-se que este reservatório não teria problemas com assoreamento ao longo de sua vida útil. A elevação do fundo do reservatório, prevista para 200 anos de funcionamento seria cerca de 7 m no canal 1, 10,5 m no canal 2 e 7,5 m no canal 3, as profundidades máxima, média e mínima do reservatório não foram mencionadas, contudo os autores ressaltaram que havia medidas de controle de erosão na Bacia, o que colaboraria na prevenção da perda de vida útil do reservatório.

4.2 - Estimativa Baseada em Levantamento de Linhas Topobatimétricas

Os levantamentos sedimentométricos em reservatórios não são feitos com muita frequência porque os custos são elevados. Entretanto, se considerarmos o custo da construção das barragens, este levantamento se torna insignificante. Em reservatórios

que recebem uma grande carga de depósitos e que perdem sua capacidade de funcionamento com maior rapidez devem ser monitorados com maior frequência. De qualquer forma, os custos são elevados para a verificação da capacidade do reservatório e do volume de assoreamento. Um levantamento é necessário a cada dois anos em reservatórios pequenos, a cada cinco em reservatórios de porte médio, e a cada dez anos para os grandes reservatórios (CARVALHO, 1994).

A escolha do método será em função da disponibilidade de mapas, condições de mapeamento prévio, dos objetivos do estudo, do tamanho e profundidade do reservatório, além do grau de precisão desejada. A sobreposição de dados de mapas já existentes com os novos levantamentos pode, inclusive, fornecer o quanto o reservatório perdeu em profundidade e em vida útil num determinado período.

Suleiman (1951) teceu considerações acerca do transporte e deposição de sedimentos no reservatório de Assuan no Egito. Iniciou o trabalho analisando em detalhe a carga sedimentar do rio Nilo. Em seguida descreveu os levantamentos de seção batimétricas efetuadas com sonar no reservatório em 1927 e repetidas em 1942, concluindo que a quantidade de sedimentos depositada no período não é detectável por este método.

O método mais utilizado para reservatórios de porte médio e grande é o levantamento de linhas topobatimétricas. Entretanto, antes de se iniciar o trabalho, é necessário o conhecimento prévio, o planejamento das seções a levantar, escolha dos métodos de trabalho e dos equipamentos, determinação do nível de redução do levantamento, medida de profundidades, locação dos pontos de profundidades medidas, amarração topográfica dos pontos em posição e nível (altitude ou cota), interpretação, cálculos, mapeamento e desenhos gerais, e, finalmente, a preparação das conclusões.

A locação e o número de seções são determinados de acordo com cada reservatório. As seções são localizadas de tal forma que o volume calculado represente o melhor possível o volume real. Seções transversais devem ser locadas nas bocas de todos os braços principais do reservatório, deverão ser estendidas a todos os tributários, especialmente o do curso principal onde se deve levantar seções até acima da área do remanso. A figura 10 exemplifica um esquema de seções batimétricas em levantamentos de pequenos reservatórios.

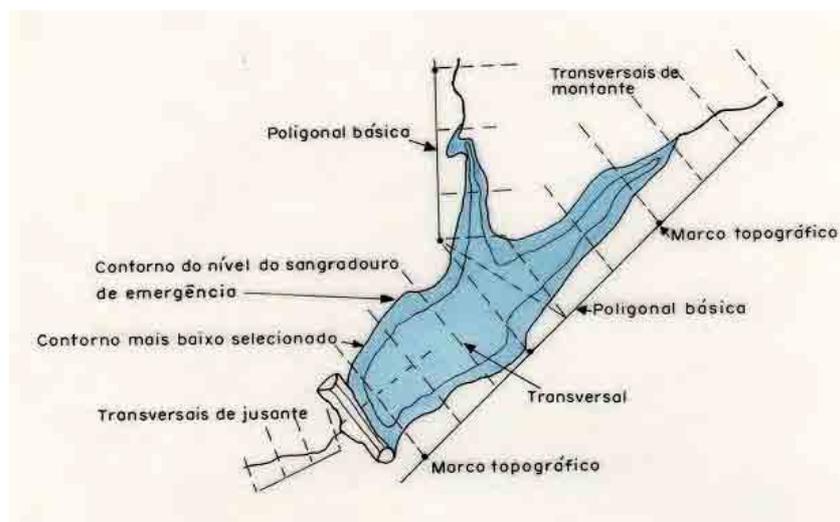


Figura 10 – Esquema de seções batimétricas em levantamento de pequenos reservatórios. **Fonte:** Carvalho (1994).

Os cálculos finais poderão ser feitos através da equação:

$$T_v = V \cdot T / S \quad (8)$$

Onde:

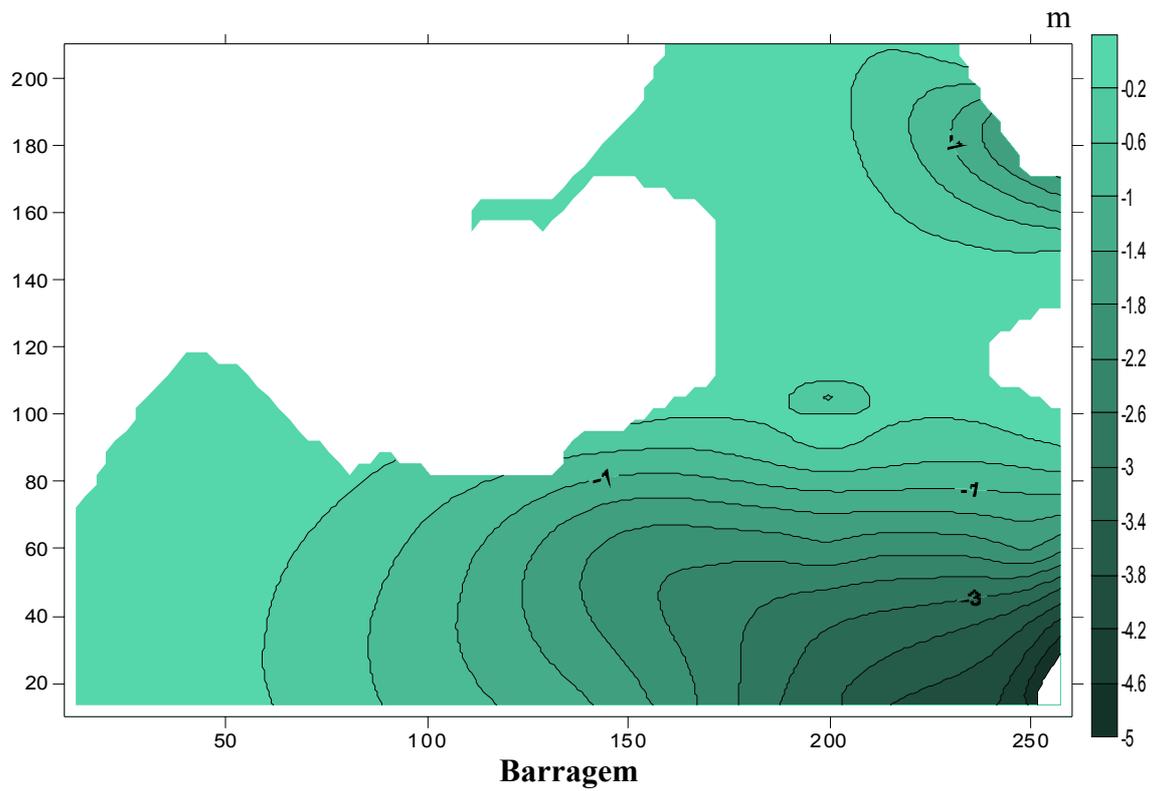
T_v = Tempo de vida útil do reservatório

V = volume do reservatório (m^3)

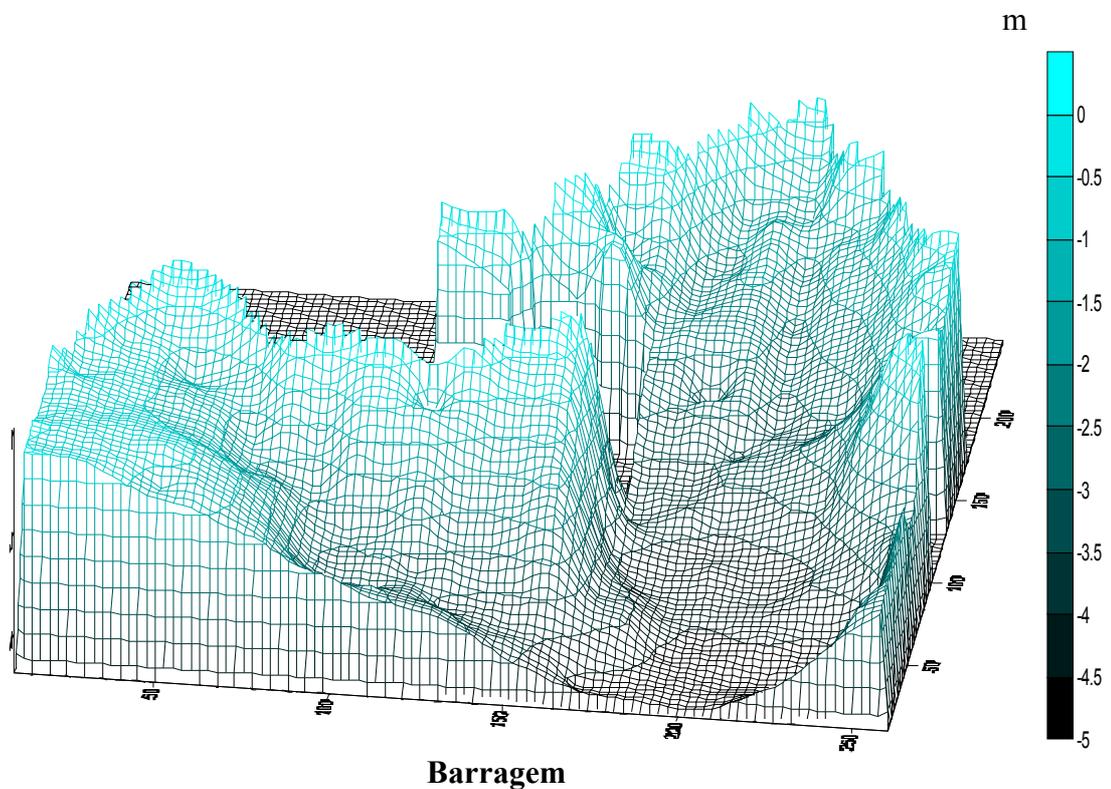
S = material depositado em anos (m^3)

T = Tempo de comparação entre uma medida e outra.

As figuras 11 e 12 apresentam o mapa topobatimétrico, da represa Velha (CEPTA/IBAMA) em Pirassununga/SP, obtido em 1998.



Barragem
Figura 11 - Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. **Fonte:** Bufon (1999).



Barragem
Figura 12 - Planta batimétrica em 3D da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. **Fonte:** Bufon (1999).

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - Área de Estudo

A área de estudo se localiza geograficamente em 21° 55' 35" S e 47° 22' 00" W, e 21° 57' 30" S e 47° 24' 00" W, a aproximadamente 575 m acima do nível do mar, no Município de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil.

Tem um coeficiente de escoamento superficial ("runoff") igual a 0,40 mm em função do tipo de solo, cobertura vegetal e declividade. A intensidade de chuva de determinado tempo de recorrência e de duração igual ao tempo de concentração da bacia é de 72 mm/h (KLEEREKOPER, 1941).

Na área da nascente, o córrego sofreu retificação através da construção de vários canais artificiais, com o objetivo de melhorar a distribuição da água, tornando a área agriculturável. Esses canais estendem-se em várias direções. A extensão do córrego é de 3.217 m, da nascente até desembocar na represa Velha do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais – CEPTA/IBAMA, antiga Estação Experimental de Biologia e Piscicultura – EEBP (KLEEREKOPER, 1941).

Kleerekoper (1941) afirma que está represa foi construída no final do ano de 1939 e a água alcançou seu nível atual em fevereiro de 1940. Uma barragem de 300 m de comprimento, feita de terra, represou a água procedente de três riachos. O córrego da Barrinha é um destes três riachos e atualmente é o principal contribuinte desta represa e tem sua nascente fora da área do CEPTA.

Com uma superfície de aproximadamente 5 ha e um sistema de comporta que permite seu esvaziamento total, a represa Velha é atualmente a responsável por grande parte do abastecimento dos tanques, viveiros e laboratórios do CEPTA, onde a água é utilizada em experimentos de pesquisa de criação de peixes, e o efluente dessa atividade despejado no rio Mogi-Guaçu.

A área da microbacia do córrego da Barrinha é dividida em pequenas propriedades rurais, as quais desenvolvem diversas atividades agropecuárias, como a plantação de cítricos, cana-de-açúcar, forrageiras de inverno entre outras, além de criação de gado bovino e atividades de mineração, como a extração de areia. No CEPTA é praticada a aqüicultura.

A figura 13 apresenta um vista aérea do CEPTA/IBAMA, onde visualiza-se a represa Velha ao fundo, uma mata ciliar no entorno da represa, as instalações de viveiros de piscicultura. A foto mostra uma visão panorâmica da microbacia do córrego da Barrinha.



Figura 13 - Vista aérea da microbacia do córrego da Barrinha, mostrando a represa Velha.

Legenda: (a) – represa Velha, (b) – tanques e viveiros de criação de peixes, (c) – laboratórios, (d) – rio Mogi-Guaçu e (e) – nascentes. **Fonte:** Bufon (1999).

As características climáticas da região de Pirassununga, pela classificação de Köpen, são do tipo CWA (clima subtropical de altitude), com inverno seco e chuvas no verão. A temperatura dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) é superior a 22°C e a do mês mais frio (julho), inferior a 18°C. O total médio de chuva do mês mais seco não ultrapassa 30 mm (LOMBARDI NETO; CAMARGO, 1992). A pluviosidade anual é de 1410,99 mm, média calculada para os últimos doze anos, como mostra a figura 14; dados fornecidos pela Divisão de Meteorologia Aeronáutica (DMET) localizada na Academia da Força Aérea (AFA) de Pirassununga/SP.

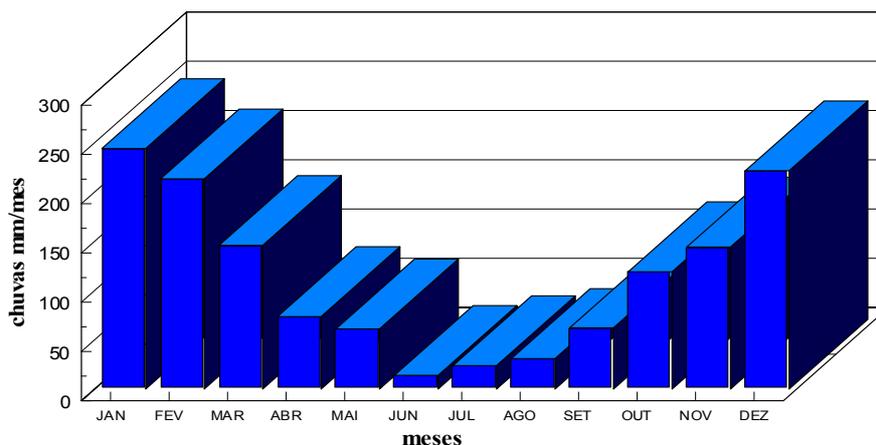


Figura 14 - Média anual de precipitação pluviométrica na região da microbacia, série de 10 anos de medidas. Dados fornecidos pela DMET na AFA de Pirassununga/SP.

5.2 - Caracterização vegetal

As florestas não podem ser manejadas de forma a sofrerem desmatamento total. Embora tal restrição exista, não há que se falar da ausência de finalidade econômica na preservação dessas florestas, pois qual melhor investimento senão aquele que visa garantir, através da preservação dessas florestas, o bem estar da população, num sentido amplo. Mesmo porque, ao se preservar tais formas de vegetação, protege-se o solo dos processos erosivos, preserva-se a fauna e a flora.

O solo quando privado de sua cobertura florestal fica modificado em sua estrutura e perde as propriedades físico-químicas capazes de garantir a retenção de água. A vegetação existente ao longo dos rios funciona como um obstáculo natural ao escoamento das águas que ficam retidas e são absorvidas, em grande parte, pela mata, evitando que uma quantidade exagerada de partículas sólidas seja arrastada e depositada no leito dos rios.

Além de evitar o assoreamento do leito dos rios, a mata ciliar consiste em um ecossistema peculiar que abriga uma diversidade florística e faunística de vital importância para o equilíbrio de toda uma região. Além de proteger indiretamente a fauna aquática, pode evitar o transporte de resíduos de agrotóxicos utilizados largamente na agricultura, os quais, na ausência da mata ciliar, são arrastados para os

rios ocasionando, não raras vezes, a morte de peixes e de outros organismos aquáticos provocada em função da poluição.

No córrego da Barrinha a atividade antrópica que tem maior influência na mata ciliar são as culturas temporárias com 18,0% sobre a área total, tendo a área urbanizada em segundo lugar com 14,3% e a cana de açúcar com 15,1%. As culturas temporárias são os locais onde ocorrem rotações de cultura como soja, milho e algodão. Apesar da mineração ter um valor menor que 1% (0,2%), sua atividade tem poder de degradação muito grande, visto que ocorre nesta área extração de areia (MACEDÔNIO DA SILVA, 2000).

Um dos grandes problemas decorrentes da degradação da mata ciliar é o acentuado escoamento superficial de resíduos para o leito dos rios e, nesta região, isto já está ocorrendo conforme análise feita por Bufon (1999) na represa Velha, que se encontra na área interna do CEPTA/IBAMA, observando-se que em 60 anos houve uma perda de 70 cm de profundidade da mesma, provocado pela deposição de sedimentos ao longo do córrego da Barrinha.

A área total é composta pela Formação Pirassununga, sendo que esta formação geológica é composta por areias e conglomerados da era Cenozóica e do período Terciário. Já a formação geológica de Intrusivas Básicas corresponde aos diabásios da era Mesozóica e do período Jura-Cretáceo que dão origem ao latossolo roxo.

Podemos notar que a área tem maior porcentagem de uso na atividade agrícola, pois, somando-se as classes de culturas temporárias, cana-de-açúcar e laranja, temos um total de 46,5% do total da área da microbacia (MACEDÔNIO DA SILVA, 2000).

A área está sendo utilizada como atividade agrícola em uma geologia do tipo atividade agrícola; geologia impactante; vegetação; parque ecológico e hidrografia, cuja formação corresponde a áreas de areias e conglomerados, que são solos altamente susceptíveis a erosão, tendo a influência das condições climáticas, do relevo e da cobertura vegetal podendo se tornar uma área restrita a aptidão agrícola de acordo com o tipo de manejo que está sendo aplicado no local.

Guerra (1999) afirmou que o volume de material erodido é muito maior nos campos agrícolas arenosos do que nos argilosos, e isto pode ser apontado pelo papel da textura na erodibilidade dos solos.

5.3 - Caracterização geomorfológica da microbacia do córrego da Barrinha e sua susceptibilidade erosiva

A microbacia do córrego da Barrinha está localizada no município de Pirassununga, Estado de São Paulo. O município localiza-se, no contexto geomorfológico regional, em área de interface entre a Depressão Periférica Paulista e o domínio de Cuestas Arenito-Basálticas.

Tal localização lhe confere morfologia caracterizada predominantemente por relevo suave, colinas escarpadas no domínio de Cuestas, vales dissecados, com baixa amplitude altimétrica, donde registram cotas não superiores a 850 m e vale em torno de 500 m, cabendo ressaltar tratar-se do nível de base de dissecação do rio Mogi-Guaçu, principal bacia regional.

O município encontra-se assentado sobre assoalho geológico representado por sedimentos mal consolidados, de idade cenozóica, por litotipos do Grupo São Bento, cabendo ressaltar a ocorrência de extensas áreas com predomínio de material decorrente de pedogênese em rocha básica, donde se prescreve área de ocorrência de sills de diabásio.

Quanto ao solo, verificam-se grandes manchas de terra roxa estruturada, inclusive sob a malha urbana, além da ocorrência de solos em estágios pedogenéticos diferenciados sob litotipos da Formação Pirassununga.

O rio Mogi-Guaçu, em seu médio curso, drena assoalho geológico representado por sedimentos de origem deposicional recente, sendo que na área, tema desta pesquisa, apresenta seu leito sobre sill de diabásio (Formação Serra Geral), onde se observa a formação de corredeiras.

A microbacia do córrego da Barrinha, área tema deste estudo, drena o assoalho acima descrito, onde registra-se, da pedogênese sobre o diabásio que decorre a terra roxa estruturada, presente em toda a extensão leste da microbacia (Figura 15).



Figura 15 - Latossolo vermelho amarelo da Formação Serra Geral da microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP.

Na área de abrangência, a morfologia da superfície neste caso é representada por vale côncavo, em área de coalescência entre o córrego da Barrinha e o rio Mogi-Guaçu, de gradiente insipiente, com declividade em torno de 2%, situação verificada em todo baixo curso do manancial.

Sob a fase argilosa observada nesta superfície, ocorrem dois níveis fundamentais de depósitos: alúvios coluvionares, cuja ação pedogenética diferencial evidencia lentes de cascalho intemperizado, e fração granulométrica do quartzo com diâmetro entre 1 mm e 4 mm (Figura 16).



Figura 16 - Área de terraço fluvial, trilha as margens da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP.

Interposta ao domínio da terra roxa, constata-se a ocorrência de latossolos oriundos do intemperismo sobre sedimentos predominantemente arenosos a areno argilosos da Formação Pirassununga, de idade Cenozóica (GALIANO, 2001).

Essa formação é constituída por sedimentos arenosos inconsolidados, não estratificados e sem estrutura, verticalmente homogêneos, sobrepostos indiferentemente às formações mais antigas. Sua espessura provavelmente não ultrapassa vinte metros e dispõe-se de modo descontínuo. A coloração predominante desses sedimentos é marrom avermelhada, com baixo grau de seleção, contendo minerais argilosos, grãos de quartzo com vários índices de arredondamento, às vezes com película de óxido de ferro secundário e minerais máficos. O seu ambiente de sedimentação seria de origem continental. A formação, ora descrita, encontra-se provavelmente sobreposta às Intrusivas Básicas (Grupo São Bento) e ocorre na forma de sill de diabásio, e também de afloramentos pontuais (GALIANO, 2001) (Figura 17).



Figura 17 - Solo da Formação Pirassununga, área de mineração de areia na microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP.

Tais sedimentos abrangem cerca de 80% da microbacia, correspondendo ao assoalho dos setores de alto e médio curso do córrego da Barrinha.

No setor de alto curso, de morfologia côncava, observam-se nichos de nascentes que confluem em represamento natural junto ao topo do interflúvio, onde o componente pedogenético é representado predominantemente por solos em estágio adiantado de hidromorfismo (Figura 18).



Figura 18 - Área de nicho de nascente na microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP.

No entorno desta área, ainda junto ao alto curso do manancial, as vertentes, de morfologia convexa, apresentam gradiente insipiente, onde as classes de declive variam entre 2% e 5% (GALIANO, 1998).

A morfologia de superfície, que em toda a extensão da microbacia registra classes de declives nunca superiores a 20%, associada ao manejo do solo, ainda que prevaleçam as culturas temporárias, respondem pelo predomínio da erosão laminar nas propriedades, em relação à ocorrência de sulcos, ravinas e voçorocas, processos constatados principalmente junto ao terraço fluvial, em setor de leito encaixado (Figuras 19, 20 e 21).



Figura 19 - Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP.



Figura 20 - Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 2002. Pirassununga/SP.



Figura 21 - Voçoroca a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 2003. Pirassununga/SP.

O desenvolvimento de processos erosivos é comumente deliberado, entre outros fatores, pelas características topográficas, litológicas, de uso do solo e pedológicas, que mediante a urbanização, vão apresentar seu potencial morfodinâmico alterado, inibindo ou intensificando o desencadeamento de tais processos. Neste contexto, a investigação da aptidão natural à ocupação nos espaços periurbanos e ou na zona rural, representa prerrogativa importante na orientação de ações de planejamento, bem como de procedimentos mitigadores de impactos ambientais. Referindo-se aqui à situação de perda de solo, ocasionada principalmente pelo manejo mal orientado, como carreadores sem curvas de nível ou pela prática agrícola em zonas de preservação permanente, fatores que tendem a contribuir para a perda de solo fértil, bem como intensificar o assoreamento de canais (Figura 22).



Figura 22 – Carreamento de material arenoso para o córrego da Barrinha, devido manejo mal orientado, 2002. Pirassununga/SP.

A bacia hidrográfica, área tema da presente pesquisa, apresenta duas práticas principais de uso do solo, com predomínio de plantios perenes e intermitentes nos setores de alto e médio curso, e, no setor de baixo curso, 8 laboratórios e demais edificações que compõem a estrutura administrativa e funcional do CEPTA/IBAMA, além de duas represas, a represa Velha e a represa Nova, que abastecem cerca de 129 tanques e viveiros de piscicultura (Figura 23).

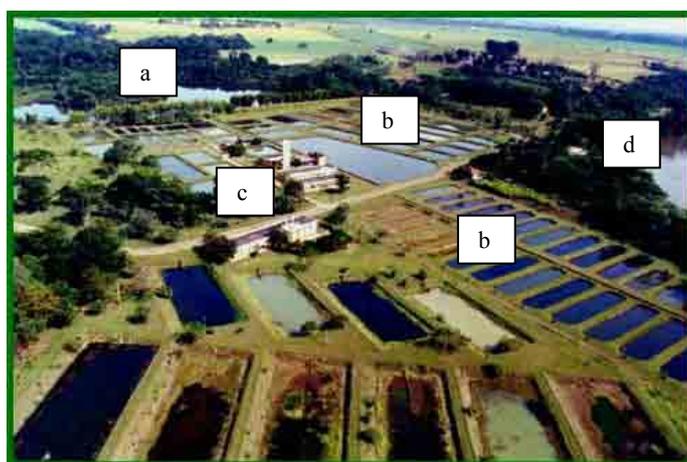


Figura 23 - Vista aérea da microbacia do córrego da Barrinha, mostrando a represa Velha.

Legenda: (a) – represa Velha, (b) – tanques e viveiros de criação de peixes, (c) – laboratórios e (d) – rio Mogi-Guaçu, 1998. Pirassununga/SP.

Tais represas representam o principal nível de base para a contribuição sedimentológica de montante, cabendo, portanto, a análise dos fatores intervenientes no assoreamento destas unidades, a avaliação do manejo do solo e alterações no percurso do flúvio. As avaliações visam dar subsídios para identificação dos principais fatores responsáveis pelos índices de assoreamento verificados na represa nos últimos anos, bem como, conduzir a proposições visando minimizar esta situação.

Partindo desta ótica, consideram-se as características dos solos que ocorrem na microbacia, além dos aspectos referentes à tipologia, a suscetibilidade erosiva do manto de alteração, tomando como referência as variações anisotrópicas verticais e horizontais apresentadas e, fundamentalmente, o uso do solo.

5.4 - Uso e ocupação do solo

A área tema da presente pesquisa apresenta predomínio de cultura temporária fundamentalmente na área de alto curso, em setores cuja morfologia, conforme descrita acima, apresenta declividade pouco acentuada.

Temos neste contexto a ocorrência de plantio de milho, algodão e painço, em área de coalescência, junto ao interflúvio principal do córrego e o nicho de nascentes.

As características de declive (insípiente) bem como a incidência de área côncava, traçada pela abrangência do charco no setor de nascentes, com o raio, cerca de 100 m, compreendem fatores deliberativos para a acomodação do material decorrente da lixívia de superfície, que tende a se concentrar nesta área de embaciamento.

Portanto, ainda que pese o manejo de culturas que propiciam condições de solo nu durante alguns meses do ano, temos que as características morfológicas e de morformetria compreendem fatores deliberativos para o controle da contribuição sedimentológica, decorrente de processo erosivo laminar para jusante.

Na área de média alta vertente persiste o cultivo de cultura perene, representada pela citricultura (13,4%), que, com a propriedade de cobertura do solo, em função das copas, contribui para a menor incidência erosiva na área de sua abrangência (Figura 24).



Figura 24 - Cultura de cítricos no divisor de água da microbacia do córrego da Barrinha, 1998. Pirassununga/SP.

Nos setores de médio e baixo curso, sobre os diques marginais do córrego e terraços recente e sub-recente, verifica-se domínio de mata ciliar e galeria (6,4%), a propriedade de contenção erosiva da mata é rompida somente em pequenos trechos onde constata-se, em perfil fluvial encaixado, supressão da cobertura vegetal (Figura 25).



Figura 25 - Mata galeria junto a cava do córrego da Barrinha e cultivo de cana-de-açúcar, a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Observa-se a falta de preservação da mata ciliar na encosta do vale (área mais clara). Pirassununga/SP.

Neste setor ocorre a presença de erosões regressiva em taludes, marcadas por sulcos em ravinas, pronunciados em áreas de terraço recentes. De acordo com a antiga

proprietária, o cultivo de laranja foi substituído por cana-de-açúcar e lavra de extração de areia a céu aberto. O minério é retirado do solo e removido para um local determinado. A seguir é retirado através de caminhões para ser comercializado.

Nos setores de vertente, pela margem direita, observam-se dois compartimentos morfométricos característicos, representados por topo plano, e pela margem esquerda, as características morfológicas do córrego da Barrinha.

Na vertente direita, tem-se em área de topo duas categorias de parcelamento de solo, onde se observa o uso de glebas agrícolas lindeiras (vizinhas, confrontantes) à área urbanizada, vila Santa Fé.

O setor agrícola apresenta cultura perene, prevalecendo também neste caso, o cultivo da laranja. Ressalta-se que o deflúvio de superfície tem estrangulamento promovido por uma pista de rolamento “SP 201 – Rodovia Prefeito Euberto Nemésio Pereira de Godoy”, que corta a microbacia no sentido Norte-Sul (3,7%).

A contribuição de água deste setor não atinge as áreas de média a média baixa vertente pela margem direita do córrego da Barrinha, situação que redime o carreamento de sedimentos para o manancial.

Já nos setores de vertente ocorre a predominância de mata ciliar, galeria e, próximo à rodovia, o domínio de cerradão (8,1%). Esse tipo de vegetação promove a proteção do corpo de água, funcionando como um sistema de filtro. Parte da água que chega via precipitação é retida pelas raízes da vegetação e infiltra-se.

Os nutrientes e materiais oriundos de lixos e outras fontes são retidos pelas vegetações próximas à rodovia; o que não é retido pela primeira vegetação fica na segunda e assim sucessivamente. Desta forma justifica-se a preservação deste tipo de vegetação ao longo dos rios e demais corpos de água.

Cabe concluir que o uso do solo nos setores de média e média baixa vertente do córrego da Barrinha, pela margem direita, em função da cobertura vegetal preservada, inibe o desenvolvimento de processos erosivos, situação resguardada também pelo corte da estrada, Rodovia SP 201 (Figura 26).



Figura 26 - Mata da microbacia do córrego da Barrinha a montante da represa Velha (CEPTA/IBAMA), 1998. Pirassununga/SP.

Na vertente esquerda, a morfologia predominantemente côncava constata que neste setor ocorreu predomínio de cultura perene, representada pelo plantio de laranja, que perdurou de 1988 até 1992, quando a laranja cedeu espaço ao cultivo de milho e algodão, que persiste até os dias atuais.

Neste contexto de uso do solo verifica-se que o potencial das áreas para o desencadeamento de processos erosivos (erosão laminar) vem sendo intensificado, situação pertinente ao plantio intermitente. Temos neste caso períodos de solo nu, característicos do manejo.

Esse quadro tem como fator amenizador os baixos índices de declive, onde se verifica predomínio de valores entre 2 e 5%. Na contenção da contribuição sedimentológica das vertentes compreende a área de nicho de nascentes, tendo a morfologia, conforme já foi ressaltada, vai favorecer a concentração de sedimentos nesta área.

Em direção ao vale fluvial com a morfologia côncava, observa-se o plantio de cana-de-açúcar, cultura esta intermitente, donde a ocorrência do solo nu dentro da prática de manejo proporciona condições de lixívia que também terá sua intensidade reduzida em função do baixo gradiente do terreno.

No setor de médio curso, com morfologia predominantemente convexa em área de topo e média vertente, o plantio de cana-de-açúcar, que ressaltamos anteriormente terá a contribuição de interflúvio inibida pela declividade.

Em todo setor de médio curso em área de vertente há o predomínio de cana-de-açúcar, onde, assim como no compartimento geomorfológico anterior, a morfologia e os índices de declividade reprimem a intensidade da lixívia horizontal. Tem-se ainda que a cana é plantada em curva de nível fora do recuo da Área de Preservação Permanente (APP).

No setor de coalescência de ambas as margens constata-se presença de mata ciliar em trecho onde o vale fluvial ainda permanece encaixado. Junto ao baixo curso pela margem esquerda constatou-se que até a década de 80 havia o predomínio de pastagem, hoje também substituída por cana-de-açúcar.

Neste setor observa-se também uma pequena contribuição por deflúvio. O vale fluvial em todo o baixo curso apresenta cobertura vegetal representada por mata ciliar e galeria sob sedimentos predominantemente arenosos de terraços recentes e sub-recente do córrego da Barrinha.

Neste setor a vegetação representa a principal variável na contenção de processos erosivos, uma vez que, em que pese o baixo gradiente, a composição textural do pacote alúvio coluvionar do terraço apresenta grande susceptibilidade ao transporte tanto pela água da chuva como pela ação erosiva ocasionada pelo próprio córrego.

Observa-se que o desvio provocado no leito natural do córrego, visando o escoamento da represa para a retirada dos peixes, procedimento que conduziu o manancial para setor de terraço arenoso, com supressão de vegetação, resultou em uma grave intensificação da erosão neste setor, causando inclusive o recuo de margem. Tal quadro compreende a principal causa do aumento do assoreamento na represa Velha.

As informações foram obtidas através de entrevistas com os antigos e atuais proprietários, além de visita a cada propriedade, considerando três grandes unidades para a microbacia do córrego da Barrinha, setor de alto curso, médio curso e baixo curso, conforme pode ser observado na figura 27.

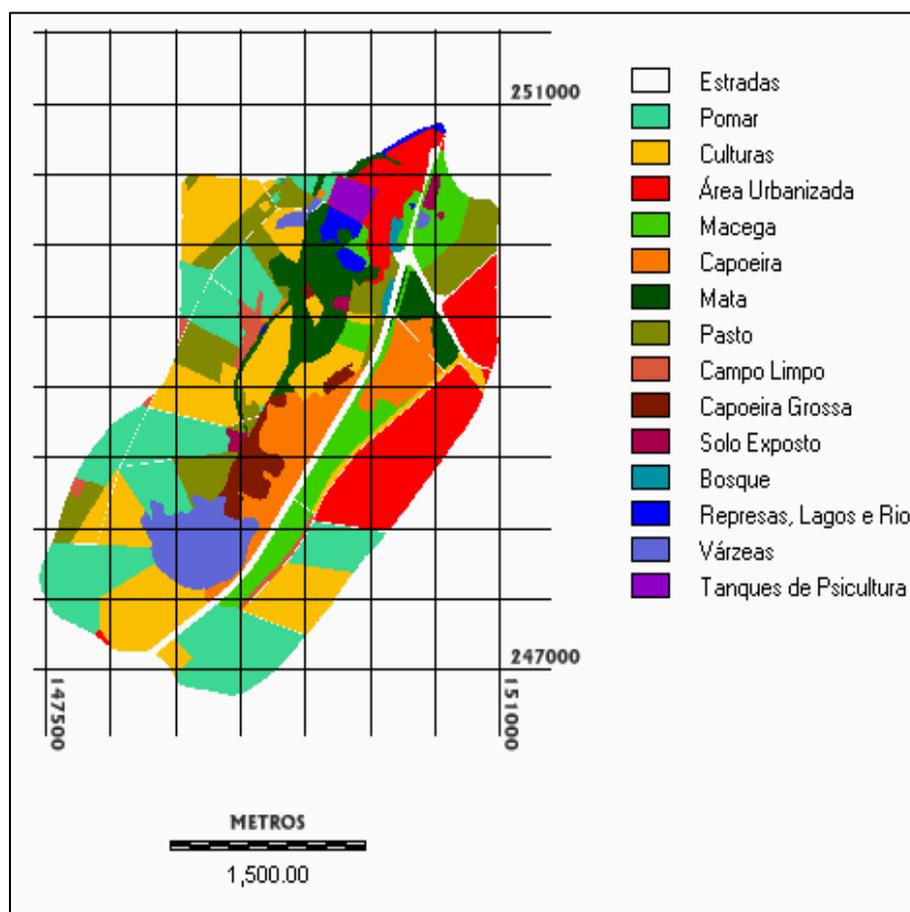


Figura 27 - Mapa do uso e ocupação do solo da microbacia do córrego da Barrinha, 2005. Pirassununga/SP.

5.5 - Desenvolvimento do Projeto

Este estudo foi desenvolvido baseado, fundamentalmente, nos resultados obtidos no Mestrado realizado por Bufon (2002), que implicou nas análises liminológicas e batimétrica durante um período de 4 anos na represa Velha do CEPTA/IBAMA, mais os dados coletados durante o programa de Doutorado.

5.6 – Descrição dos pontos de coleta e amostragem

As amostras de sedimentação foram coletadas conforme a metodologia descrita por Maricato (1994); Leite (1998) com periodicidade mensal, nos períodos seco e chuvoso. No período seco as amostras foram coletadas nos meses de junho, julho,

agosto e outubro. No período chuvoso nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e abril, durante os anos de 1998 a 2001.

Inicialmente foram estabelecidos 6 (seis) pontos de coleta de dados baseando-se na característica física da represa Velha, onde as amostras de água foram obtidas, a 50 cm em relação ao sedimento (Figura 28).

Posteriormente as análises geoestatísticas foram realizadas para determinar a melhor distância entre os pontos de coleta. Os variogramas obtidos indicaram que a melhor distância entre os pontos seria de aproximadamente 45 m, pois este foi o valor do alcance (a) encontrado. Desta forma, repetiram-se as amostragens no período seco nos meses de junho, julho e agosto de 2004 e junho, julho e agosto de 2005 e no período chuvoso nos meses de dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005, com esta distância entre os pontos de amostragem.

Ao todo foram estabelecidos 20 (vinte) pontos de coleta (Figura 29), onde as amostras de água permaneceram sendo coletadas também a 50 cm em relação ao sedimento.

As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro de coloração âmbar e mantidas em caixa de isopor contendo blocos de gelo, e levadas ao laboratório, onde as subamostras foram separadas em frascos de polietileno, datados, identificados e, se necessário, congeladas para posterior processamento e análises.

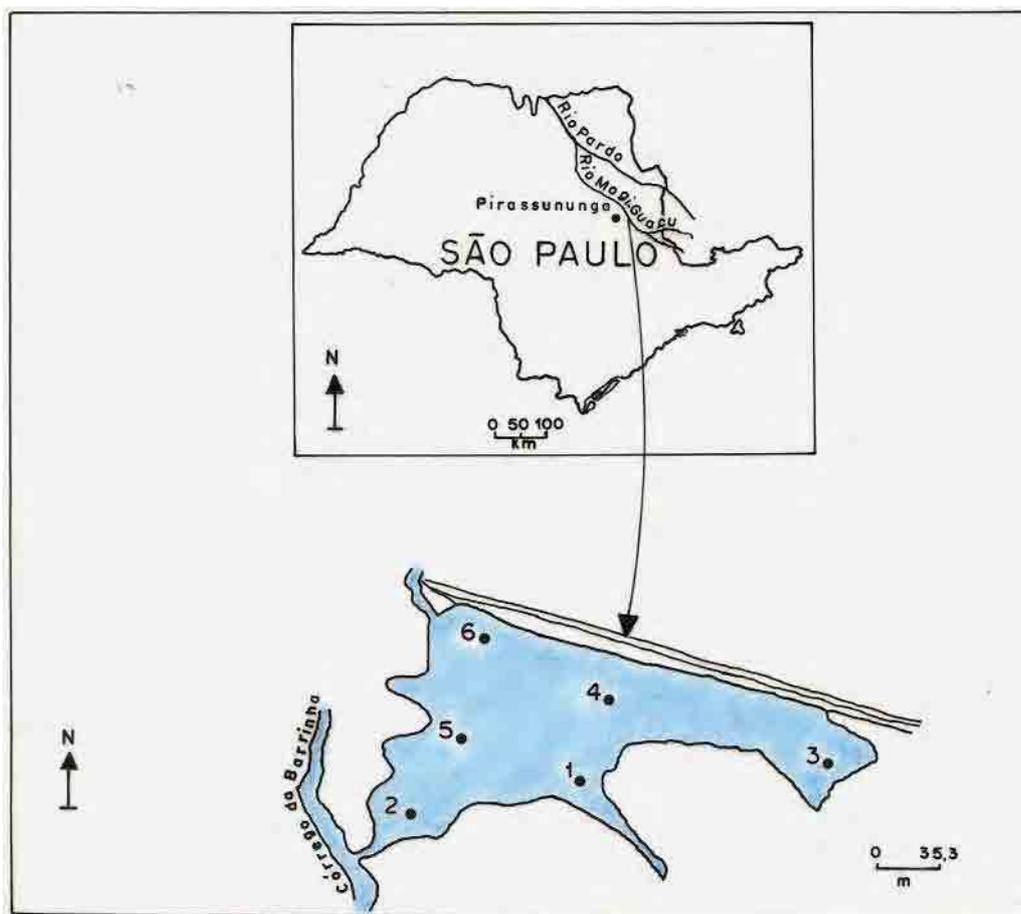


Figura 28 – Croqui da represa Velha mostrando os pontos iniciais de amostragens. **Fonte:** Bufon (2002).

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

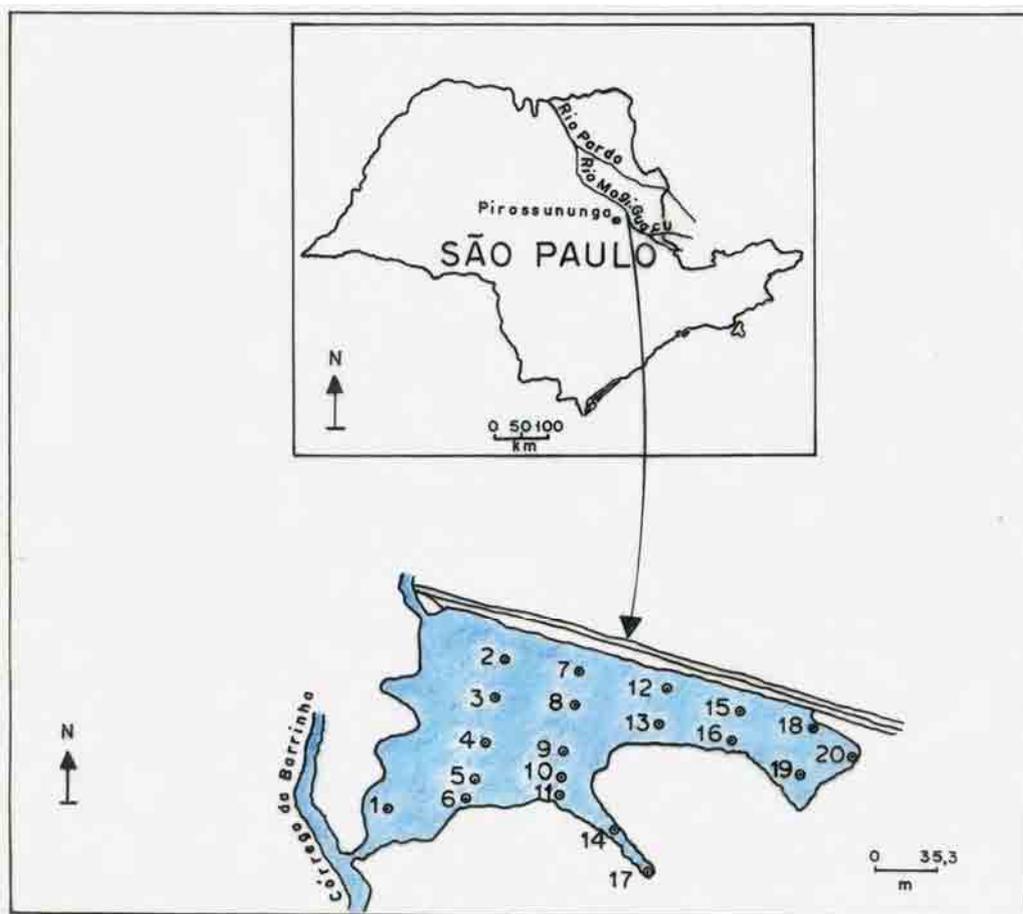


Figura 29 – Croqui da represa Velha mostrando os novos pontos de amostragens. **Fonte:** Bufon (2002).

5.7 – Metodologia das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológico

A metodologia usada para as análises da água encontra-se de forma resumida na tabela 2.

Tabela 2 – Metodologias e equipamentos utilizados nas análises das principais variáveis que identificam a qualidade da água da área em estudo.

Variáveis	Equipamentos	Métodos	Autores
Temperatura da água	Horiba-U-10		
Oxigênio dissolvido	Horiba-U-10		
Condutividade	Horiba-U-10		
Transparência	Disco de Secchi		
pH	Horiba-U-10		
Alcalinidade		titulométrica	Boyd (1981)
Nitrito e Nitrato		espectrofotométrica-colorimétrica	Mackereth et al. (1978)
Amônia		espectrofotométrica-colorimétrica	Koroleff (1976)
Nitrogênio total		espectrofotométrica-colorimétrica	Mackereth et al. (1978)
Fósforo total		espectrofotométrica-colorimétrica	Golterman et al. (1978)
Fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido		espectrofotométrica-colorimétrica	Strickland e Parsons (1960)
Silicato reativo		espectrofotométrica-colorimétrica	Golterman et al. (1978)
Topografia		Trigonométrico	Garcia-Tejero (1978)
Batimetria		Irradiação/ponto de referência	Garcia-Tejero (1978)
Material em suspensão		Gravimétrica	Wetzel e Likens (1991)
Pigmento total		espectrofotométrica-colorimétrica	Marker et al. (1980)
Análise estatística	XLSTAT 6.1	Smoothing, Principal Component Analysis (PCA), Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) e Correlação - teste bi-caudal	Addinsoft (2002)
	SURFER 8.0	Variogram Properties, Análise da superfície de tendência e Análise de resíduo	Goldem Software, Inc. (2002)

5.7.1 - Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}), pH, e condutividade elétrica da água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$).

A temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido da água (mg.L^{-1}), pH, e condutividade elétrica da água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) foram determinados com o aparelho de campo HORIBA modelo U-10 de leitura direta em cada ponto de amostragem.

5.7.2 - Alcalinidade da água (mg.L^{-1})

A alcalinidade foi determinada pelo método de Boyd (1981), que mede a quantidade de ácido requerido para titular bases em água, ou seja, o número destas, incluindo carbonatos, bicarbonato, hidróxidos, silicatos, fosfato, amônia e vários compostos orgânicos que ocorrem na água.

5.7.3 - Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

As análises de nitrito foram realizadas pelo o método de Strickland e Parsons (1960) e modificado por Mackereth et al. (1978), baseando-se no fato de que em meio fortemente ácido, o nitrito (NO_2^-) reage com a sulfanilamida para formar um composto diazônio. Este reage com bicloridrato-N-1-Naftil-etilenodiamina formando um composto de coloração rósea, pelo qual foi realizada a medida de absorbância a 543 nm através de um espectrofotômetro. As concentrações foram calculadas através da equação obtida com a curva padrão (absorbância x concentração NO_2^-), pelo método dos mínimos quadrados.

5.7.4 - Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

O método utilizado baseia-se na redução do nitrato a nitrito, através do cádmio amalgamado, conforme Strickland e Parsons (1960) e modificado por Mackereth et al. (1978). O nitrito já reduzido é complexado pela sulfanilamida-N-1-naftil-etilenodiamida, formando um complexo nitrogenado de coloração rósea; a quantidade de nitrito inicialmente presente é deduzida do total obtido. A leitura foi realizada na faixa de 543 nm, através do espectrofotômetro, de marca Hach. As concentrações foram calculadas através da equação obtida a partir da curva padrão (absorbância x concentração NO_2^-) pelo método dos mínimos quadrados.

5.7.5 - Amônia ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

A amônia foi determinada pelo o método de Koroleff (1976), baseando-se na reação da amônia com fenol e com o hipoclorito de sódio, em uma solução alcalina, a

qual forma uma solução de cor azul. A reação é catalisada pelo nitroprussiato de sódio. Foi tomada uma alíquota de cada amostra filtrada e transferida para tubos de ensaio. As amostras (35 ml) foram tratadas na seguinte ordem dos reagentes: citrato trissódico (1 ml); fenol (1 ml) e hipoclorito (1 ml). Após este tratamento, as amostras permaneceram em repouso e abrigadas de contato com a luz, por um período de 4 h. A leitura foi feita em espectrofotômetro da marca Hach, no comprimento de onda de 630 nm. Calculou-se a concentração de amônia na amostra, através da equação obtida a partir da curva padrão (absorbância x concentração de amônia), pelo método dos mínimos quadrados.

5.7.6 - Determinação simultânea do nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e do fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Para permitir que os compostos nitrogenados sejam oxidados, torna-se necessário o uso de um meio alcalino, para que o nitrato seja produzido em um conteúdo quantificável. A oxidação dos compostos fosforados deve ser realizada em meio ácido. Em oxidação simultânea, a reação inicia-se em pH 9,7 e termina em pH 5,0 ou 6,0. Estas condições são obtidas através do sistema ácido bórico-hidróxido de sódio. Em temperatura elevada (120°C-autoclave), forma-se um precipitado que é dissolvido quando a oxidação é completada. Os produtos obtidos sob oxidação de vários compostos nitrogenados dependem da forma de ligação nitrogenada. O tempo de digestão é de 30 min. A análise do nitrogênio total segue a mesma técnica descrita para o nitrito (MACKERETH et al., 1978). A análise de fósforo total segue a mesma técnica descrita para fosfato inorgânico dissolvido (GOLTERMAN et al., 1978).

Utilizaram-se, para análise do nitrogênio, frascos plásticos para pesar 0,6 g de cádmio amalgamado, 10 ml de amostra de água, transferindo-se para frascos plásticos, 3 ml da solução aquosa de cloreto de amônio 2,6%, 1 ml de solução aquosa de bórax 2,1%, agitando-se em agitador durante 20 min. Transferiu-se para tubos de ensaio de 7 ml, adicionando-se 1 ml de sulfanilamida e agitou-se, após 4 a 6 min, adicionando 1 ml de naftil-etilenoamina e agitando-se novamente. A leitura de absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 543 nm em cubeta de 1 cm.

5.7.7 - Silicato reativo (mg.L^{-1})

O silicato reativo foi determinado segundo a metodologia descrita em Golterman et al. (1978). O método baseia-se no princípio pelo qual o silicato forma um complexo amarelo, com íons molibdatos, os quais podem, a seguir, ser reduzidos para um complexo azul, em pH abaixo (em torno de 3 e 4). A absorvância foi lida em espectrofotômetro a 815 nm. Para o cálculo das concentrações, foi também aplicado o método dos mínimos quadrados.

5.7.8 - Fosfato total dissolvido (μgL^{-1}) e fosfato inorgânico dissolvido (μgL^{-1})

As amostras de água para a determinação do fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido foram previamente filtradas em filtros Whatman GF/C, acondicionadas em frascos de polietileno e armazenadas em freezer. Após o descongelamento, as amostras de fosfato total dissolvido sofreram uma digestão com persulfato de sódio em autoclave a 120°C , por 1 h. As amostras de fosfato inorgânico dissolvido foram analisadas em digestão prévia. A metodologia seguida para determinação foi a descrita por Strickland e Parsons (1960).

5.7.9 - Material em suspensão (mg.L^{-1})

Materiais em suspensão total, orgânico e inorgânico foram determinados em amostras brutas e fracionadas (malhas de 68 e 20 μm), retidas em filtros de fibra de vidro, previamente calcinados e de massa conhecida (M1), por técnica gravimétrica (WETZEL; LIKENS, 1991). Os filtros contendo material particulado foram secos em estufa a 60°C durante um período de 24 h, resfriados e pesados (M2). Após, foram calcinados em mufla a 480°C , por 60 min, resfriados e pesados (M3).

As diferenças de massas entre: M1 e M2; M1 e M3; M2 e M3, forneceram as massas dos materiais em suspensão total, inorgânico e orgânico, respectivamente, conforme as equações abaixo, utilizadas por Leite (1998).

$$\text{M.S.T.} = (\text{M2-M1})/(\text{V}\cdot 1000) \quad (9)$$

Onde:

M.S.T. - material em suspensão total (mg.L^{-1})

M1 - peso inicial do filtro (g)

M2 - peso do filtro com material coletado após secagem em estufa (g)

V - volume de água utilizado para a filtração (L)

1000 - conversão para miligramas

$$\text{M.S.I.} = (\text{M3}-\text{M1})/(\text{V}\cdot 1000) \quad (10)$$

Onde:

M.S.I. - material em suspensão inorgânico ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

M3 - peso do filtro após queima da matéria orgânica em mufla (g)

$$\text{M.S.O} = \text{M.S.T.}-\text{M.S.I.} \quad (11)$$

Onde:

M.S.O. - material em suspensão orgânico ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)

5.7.10 - Pigmento total ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)

Os valores de pigmento total das diversas frações foram estimados através dos pigmentos fotossintéticos. No laboratório, após a coleta, as amostras foram filtradas a vácuo em filtros de fibra de vidro Whatman GF/C. O volume filtrado varia de acordo com a quantidade filtrada, sem obstruí-lo. Após este procedimento, o material foi acondicionado em envelope de papel e colocado em frasco escuro, com sílica gel, e conservado à baixa temperatura (-20°C), até o momento da extração. Esta foi realizada utilizando-se etanol 80% aquecido a 75°C , por 5 min, e resfriamento imediato, após o aquecimento em água com a temperatura abaixo de 0°C por 5 min, sob baixa iluminação. As leituras foram feitas em espectrofotômetro UV – visível, a 663 e a 750 nm, em intervalo de 14 e 20 h, após a extração (MARKER et al., 1980).

5.7.11 - Taxa de sedimentação de material particulado e nutriente nas câmaras de sedimentação e balanço de massa

Para avaliar a deposição de material particulado na represa, foram utilizadas câmaras de sedimentação confeccionadas com tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 30 cm de comprimento, o que representa uma proporção aproximada de comprimento/diâmetro de 3:1 (MARICATO, 1994). Foram usadas, entre os anos de 1998 a 2001, 6 (seis) câmaras de sedimentação, e durante os anos de 2004 e 2005, 20 (vinte) câmaras, distribuídas entre os pontos amostrados na represa Velha. As câmaras foram dispostas verticalmente na coluna de água, a 50 cm em relação ao sedimento, como já citado anteriormente (Figura 30).

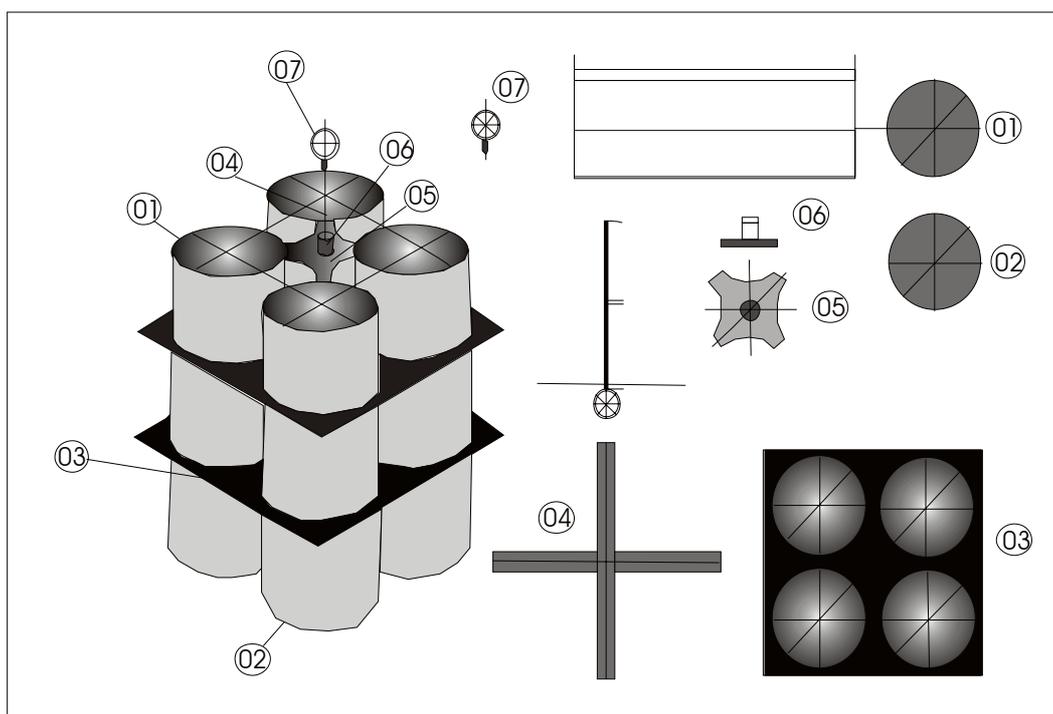


Figura 30 – Esquema das câmaras de sedimentação. 1- Abertura da câmara; 2- fundo da câmara; 3 – suporte das câmaras; 4 – Rosca de trava; 5 – Trava das câmaras; 6 – Parafuso da trava das câmaras; 7 – Alça de amarração.

Antes da incubação, as câmaras foram preenchidas com água destilada, evitando-se assim a deposição de material antes do início do experimento. Posteriormente, as mesmas foram colocadas nas profundidades estabelecidas, sendo amarradas a um flutuador de madeira com bóias, o qual foi ancorado em cada ponto de amostragem, permitindo, desta forma, avaliar a diferença espacial na sedimentação do material produzido, bem como as contribuições do principal tributário.

O tempo de exposição foi de 24 h, ciclo diário (LEITE, 1998), tempo este suficiente para a acumulação de “tripton” nos coletores. Após o período de incubação, o conteúdo da câmara foi recolhido em galões e levados ao laboratório para a análise da quantidade de material em suspensão (total, inorgânico e orgânico), da concentração de nutrientes totais e dissolvidos, dos pigmentos totais e calculada a taxa de sedimentação.

No laboratório, um volume conhecido de água foi filtrado em membranas do tipo Whatman Gf/C, sendo estes submetidos ao mesmo procedimento seguido para a determinação do material em suspensão. A taxa de sedimentação do material particulado foi correspondente à quantidade de material da amostra filtrada, corrigida para o volume médio das câmaras de sedimentação, expressos em unidades de área (cm^2) e de tempo (número de dias do período de incubação). A taxa de sedimentação (TS) foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{T.S.} = \text{Vc} \cdot \text{C} / \text{Ac} \cdot \text{T} \quad (12)$$

Onde:

Vc = volume das câmaras de sedimentação (2,36 L)

C = concentração de material em suspensão dentro das câmaras (mg/L)

Ac = área da abertura da superfície da câmara de sedimentação ($78,54 \text{ cm}^2$)

T = tempo (dias)

O balanço de massa foi determinado através das diferenças das estimativas de entrada e saída de nutrientes e materiais em suspensão na represa durante o período de 4 anos. O modelo deverá conter informações sobre os principais fluxos na represa e permitirá a comparação da qualidade da água. Isso contribuirá para as tomadas de decisão e gerenciamento da represa Velha. As técnicas para a análise dos nutrientes totais e dissolvidos são as mesmas daquelas citadas na tabela 2.

5.7.12 - Levantamento topográfico e batimetria da represa Velha CEPTA/IBAMA

Os procedimentos gerais para se fazer levantamentos de reservatórios têm mudado com o avanço científico e o surgimento de novas tecnologias e equipamentos. Uma ferramenta muito importante no estudo do processo de sedimentação da represa é

o acompanhamento temporal do material depositado (aspecto quantitativo) e, desta forma, torna-se necessário o levantamento topográfico da microbacia, já que desta forma consegue-se obter a localização quase que perfeita dos pontos necessários ao levantamento batimétrico da represa.

A batimetria consiste basicamente da obtenção de conhecimentos da profundidade do leito do rio, das represas, lagos e oceano, baseado em um referencial que poderá ser o RN (referências de nível), pois este método não apresenta variações significativas.

Para os trabalhos voltados à batimetria são necessárias seções transversais em cursos de água. Essas seções podem mostrar as mudanças sofridas devido à erosão de margens, ou desbarrancamentos, bem como depósitos de sedimentos que podem ter evoluído a um assoreamento indesejável. Essas mudanças dizem respeito a aspectos de degradação dos cursos de água provocando, às vezes, mudanças irreversíveis (CARVALHO, 1994).

Segundo Carvalho (1994) a freqüência dos levantamentos sedimentométricos em reservatórios depende de alguns fatores, principalmente do valor da acumulação de sedimentos, tamanho do reservatório e custo financeiro. Deve-se considerar como fator mais importante na necessidade de levantamento de reservatório a estimativa de maior quantidade de sedimentos depositados.

O acompanhamento temporal do processo de sedimentação foi apoiado pela topografia, pois foram colocados pontos topográficos originados do levantamento, sendo fornecidas as coordenadas, que auxiliaram na determinação das coordenadas dos pontos de batimetria. Desta forma, foram realizadas 4 batimetrias durante 4 anos sendo comparadas com os dados das análises liminológicas nos mesmos anos. Pela análise da regressão múltipla aplicada aos dados batimétricos, pretende-se comparar as diversas superfícies, verificando desta forma qual a influência da topografia original na deposição dos diversos níveis de sedimentos.

5.7.13 – Análises estatísticas espacial e multivariada

5.7.13.1 - Análise de superfícies de tendência

Foram utilizadas como variáveis as batimetrias realizadas desde 1998 a 2001, sendo realizado estudo exploratório através da análise de superfície de tendência como

da análise variográfica, verificando a correlação espacial entre os valores batimétricos. Para análise dos dados de batimetria e das variáveis físicas, químicas e biológica, foi utilizado o programa SURFER versão 8.0.

O SURFER dispõe de diversos métodos para a interpolação de dados, sendo o “default” a krigagem. Além deste, consta o Inverso da Distância à Potência (Inverse Distance to a Power), normalmente utilizando a 2º potência (Inverso do Quadrado da Distância/IQD) e o da Mínima Curvatura, que é um método suavizador e fornece resultado gráfico razoável para uma rápida avaliação do comportamento espacial da variável.

Para a Análise das Superfícies de Tendência foi usada a regressão polinomial. É um método pelo qual uma superfície contínua é ajustada, por critérios de regressão por mínimos quadrados aos valores de Z_i como uma função linear das coordenadas X-Y dos pontos amostrados e irregularmente distribuídos. A equação matemática utilizada para o ajuste da superfície baseia-se nos polinômios não-ortogonais. O ajuste é incrementado pela adição de termos adicionais (ordens) à equação polinomial. Após o ajuste da superfície aos dados amostrados, segundo o grau desejado, os valores de Z^*_i para os nós da grade são calculados (LANDIM et al., 2001).

A solução das equações, com a determinação dos coeficientes, são utilizadas para o cálculo de Z^* para qualquer valor de X-Y. No caso a localização dos nós das células da grade, se necessário, é possível calcular os resíduos entre a superfície gerada e os valores originais.

A superfície determinada foi a de primeira ordem utilizando-se seguinte equação:

$$Z^* = a+bX+cY \quad (13)$$

Onde:

Z^* = valor estimado de Z^*_i para o nó da célula (variável dependente);

X e Y = coordenadas X_i e Y_i (variáveis independentes);

a = coeficientes que proporcionam o melhor ajuste aos dados amostrados.

Mapa de resíduos

Os mapas de resíduos apresentam tanto valores negativos como positivos, os quais podem ser interpretados da seguinte maneira: os valores positivos indicam áreas de maior concentração das variáveis físicas, químicas e biológica, e os negativos, onde teria ocorrido menor acúmulo dos elementos. Para a confecção do mapa de valores residuais, utilizou-se o algoritmo da mínima curvatura.

5.7.13.2 – Análise de regressão múltipla

A regressão de uma variável Y (dependente ou explicada) a partir de uma variável X (independente ou explicativa) pode ser traduzida sob a forma da equação linear $Y = aX + b$, sendo a o coeficiente angular de Y em X e b o coeficiente linear (= constante). A introdução de um determinado valor de X na equação resulta num valor, estimativa de \hat{Y} . Assim temos:

$$\hat{Y} = aX + b + \varepsilon, \quad (14)$$

onde ε constitui o resíduo (= erro) da estimativa, pois $\varepsilon = \hat{Y} - (aX + b)$, *i.e.*, $\varepsilon = \hat{Y} - Y$. Quanto menor ε , melhor será o modelo para estimar Y a partir de X . Não é raro, porém, que o termo ε_i seja numericamente mais importante que a explicação motivada pela variável X , significando que outras variáveis devem ser incorporadas ao modelo a fim de explicar o comportamento de Y . O modelo exige então uma análise de regressão múltipla linear.

A idéia de correlação entre duas variáveis pode ser estendida ao caso de várias variáveis. Deve-se observar que essa expressão parte da existência de uma variável dependente Y e diversas variáveis independentes X_i . Pode-se também perceber que essa definição é uma generalização daquela já conhecida para o caso de apenas duas variáveis. Da mesma forma, R^2 indica a parcela da variação total de Y , expressa por S_{yy} , que é explicada pelo hiperplano de regressão. Da definição, resulta imediatamente que $0 \leq R \leq 1$. Também por analogia ao caso da reta, pode-se perceber a variância residual em torno do hiperplano de análise de regressão múltipla (COSTA NETO, 1977).

A regressão múltipla é usada, portanto, para testar dependências cumulativas de uma única variável dependente em relação a diversas variáveis independentes. Cada variável é isolada e mantida constante enquanto as variáveis restantes variam sistematicamente, sendo observados os seus efeitos sobre a variável dependente. A

variável a ser inicialmente mantida constante é aquela que ocasiona a maior influência na variabilidade da variável dependente (VALENTIN, 2000).

$$\hat{Y} = a_{y1}X_1 + a_{y2}X_2 + \dots + a_{ym}X_m + b_{yx} + \varepsilon \quad (15)$$

Uma análise em regressão múltipla consiste em elaborar um modelo que possa explicar a maior parte possível da variância de Y , *i. e.*, diminuir ao máximo o erro da estimativa.

A variância total de Y é em parte explicada pelas diversas variáveis X , e o restante, pela variabilidade devida ao erro (ε). É claro que o termo *explicada* tem apenas um significado numérico, não implicando necessariamente um conhecimento sobre o porquê da relação existente.

Os tamanhos relativos dessas duas componentes de variáveis são obviamente de grande interesse quando da aplicação da análise de regressão múltipla. A proporção da variância dos Y observados *explicada* por uma equação de regressão ajustada é representada pelo coeficiente de determinação R^2 .

$$R^2 = \frac{\text{(variância de Y explicada pela análise de regressão)}}{\text{(variância total)}} = \frac{s_{y*}^2}{s_y^2} \quad (16)$$

Valores de R^2 irão dispor-se no intervalo 0-1, fornecendo uma medida dimensional do ajuste do modelo de regressão múltipla aos dados. Se o valor de R^2 for próximo de 1, significa que as diversas variáveis x medidas são responsáveis quase que totalmente pela variabilidade de Y . Caso contrário, R^2 apresentará um valor próximo a zero.

Embora a regressão múltipla seja multivariada no sentido de que mais de uma variável é medida simultaneamente em cada observação, trata-se na realidade de uma técnica univariada, pois o estudo diz respeito apenas à variação da variável dependente Y , sem que o comportamento das variáveis independentes, X , seja objeto de análise (LANDIM, 1999).

5.7.13.3 – Geoestatística

A geoestatística nasceu da necessidade da modelagem de recursos geológicos, caracterização da dispersão espacial da concentração de metais em jazigos minerais, e o estudo da qualidade de águas subterrâneas. Atualmente os métodos geoestatísticos são aplicados aos mais diversos domínios das Ciências da Terra e do Ambiente para a modelagem de fenômenos espaciais a eles ligados, dos quais é ilustrativo o seguinte caso de estudo geoestatístico: caracterização espacial de contaminantes de lodos de rio, tendo por objetivo a sua remediação.

Uma outra razão da pouca aplicabilidade da estatística clássica e, conseqüentemente, do aparecimento da geoestatística diz respeito à importância das características intrínsecas de cada recurso na construção dos dados estatísticos. Por exemplo, um segundo momento de uma lei de distribuição, correlograma, covariância, só passa a ser um instrumento medidor da continuidade ou da dispersão espacial de uma grandeza, contribuindo para um posterior modelo de interpolação, se incorporar na sua estimação o conhecimento das características do fenômeno, as características estruturais e sedimentológicas de um recurso geológico, as características dinâmicas de um fluido nos recursos geoidrológicos, as características climatológicas e de solo no estudo de uma floresta (SOARES, 2000).

A geoestatística calcula estimativas dentro de um contexto regido por um fenômeno natural com distribuição no espaço e, desse modo, supõe que os valores das variáveis, consideradas como regionalizadas, sejam espacialmente correlacionados. Devido a essa característica, tem tido grande aplicação, principalmente para efetuar estimativas e/ou simulações de variáveis em locais não amostrados. De uma forma geral, a metodologia geoestatística procura extrair, de uma aparente aleatoriedade dos dados coletados, as características estruturais probabilísticas do fenômeno regionalizado, ou seja, uma função de correlação entre os valores situados em uma determinada vizinhança e direção no espaço amostrado (LANDIM; STURARO, 2002).

Para a obtenção de um variograma, portanto, é suposto que a variável regionalizada tenha um comportamento fracamente estacionário, onde os valores esperados, assim como sua covariância espacial, sejam os mesmos por uma determinada área. Assume-se, desse modo, que os valores dentro da área de interesse não apresentem tendências que possam afetar os resultados. Isso nem sempre acontece, pois existem situações em que a variável exibe uma variação sistemática e torna-se necessário, então, metodologia específica para a devida correção (LANDIM et al., 2002).

Aqui cabe uma explicação: em lugar do termo semivariograma, é muito comum, por simplificação, o uso da expressão variograma; porém, para o cálculo, é sempre levado em consideração a divisão do somatório de pares por $2n$.

Se uma variável regionalizada $v(i)$ for coletada em diversos pontos i , o valor de cada ponto estará relacionado com valores obtidos a partir de pontos situados a uma certa distância h e a influência será tanto maior quanto menor for à distância entre os pontos. O grau de relação entre pontos numa certa direção pode ser expresso pela covariância, sendo os pontos regularmente espaçados por múltiplos inteiros de h . É necessário verificar se o variograma estabiliza-se ou não em um patamar com o aumento de h . Quando isto não ocorre, há evidências de uma tendência dos dados e não estacionariedade do fenômeno em estudo (LANDIM; STURARO, 2002).

Para $h = 4 m$, podemos dizer que existe uma boa correlação linear entre os valores $Z(x)$ das amostras localizadas em x e os valores das amostras distanciadas de $4 m$, $Z(x+4)$, o que significa que existe boa correlação espacial entre amostras distanciadas de $4 m$ na direção vertical.

À medida que os valores de h aumentam, as nuvens tornam-se mais dispersas, e a correlação espacial entre as amostras diminui até ao valor de $h = 48 m$, para o qual se pode dizer que não existe qualquer correlação espacial significativa entre amostras separadas de $h = 48 m$.

O conjunto destas nuvens, para os diferentes passos h , contém a quase totalidade da informação disponível, a partir do biponto, relativa ao grau de dispersão/continuidade da variável $Z(x)$. No entanto, para uma melhor interpretação e posterior utilização, é necessário sintetizar aquelas nuvens em instrumentos que, resumindo a sua dispersão, permitem visualizar a sua evolução com h (SOARES, 2000).

O vetor h apresentando-se infinitamente pequeno faz com que a variância e a covariância se tornem muito próximas. Como consequência, espera-se que ambas sejam aproximadamente iguais para pequenos valores de h . Para h maiores, a covariância diminuirá enquanto a variância aumentará, porque ocorrerá progressivamente maior independência entre os pontos a distâncias cada vez maiores.

A semivariância distribui-se assim de 0 , quando $h = 0$, até um valor igual à variância das observações para um alto valor de h . Essas relações são mostradas quando a função $\gamma(h)$ é colocada em gráfico contra h para originar o semivariograma. A distância segundo a qual $\gamma(h)$ atinge um patamar, denominado soleira (*sill*), igual à variância dos dados, é chamada de alcance (*range*). Geralmente, a soleira é representada

por C e o alcance por α . Para construir um semivariograma é necessário, portanto, dispor de um conjunto de valores obtidos a intervalos regulares dentro de um mesmo suporte geométrico (LANDIM, 1999).

5.7.13.4 – Análise estatística multivariada

5.7.13.4.1 - Análise de agrupamentos

Análise de agrupamento é um termo usado para descrever diversas técnicas numéricas cujo propósito fundamental é classificar os valores de uma matriz de dados sob estudo em grupos discretos. A técnica classificatória multivariada da análise de agrupamentos pode ser utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos (modo Q) ou entre variáveis (modo R) definindo-os em grupos, considerando simultaneamente, no primeiro caso todas as variáveis medidas em cada indivíduo e, no segundo, todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas mensurações (LANDIM, 2002).

Agrupar objetos consiste em reconhecer entre eles um grau de similaridade suficiente para reuni-los num mesmo conjunto. A escolha do método de agrupamento é tão crítica quanto à escolha do coeficiente de associação. Dele dependerá a correta classificação de uma amostra dentro de um ou outro grupo já formado (VALENTIN, 2000).

Segundo Davis (1986) os diversos métodos para a análise de agrupamentos podem ser enquadrados em quatro tipos gerais: métodos de partição; métodos com origem arbitrária; métodos por similaridade mútua; e métodos por agrupamentos hierárquicos. Embora diversas medidas de similaridade tenham sido propostas, somente duas são geralmente usadas: o coeficiente de correlação de Pearson e a medida de distância euclidiana.

Existindo à disposição diversas técnicas para a análise de agrupamentos e não havendo testes estatísticos válidos para os resultados obtidos, o pesquisador geralmente fica em dúvida sobre qual método aplicar. Entendendo que esta análise sempre deve ser aplicada com caráter introdutório, e nesse sentido tem o seu mérito, a consideração de ordem pragmática a ser adotada é que o melhor método é aquele que fornece os resultados mais coerentes com a realidade do estudo. Eventualmente, testes, como o de Hotelling ou a análise generalizada de variâncias, podem ser aplicados aos

agrupamentos encontrados para a verificação da sua validade estatística (LANDIM, 2002).

O passo final, numa análise de agrupamento, é a interpretação do dendrograma, a identificação dos grupos. À exceção dos métodos probabilísticos, pouco usados pela complexidade do algoritmo de cálculo, há uma grande parte de subjetividade na decisão de destacar e interpretar os grupos que poderiam, aparentemente, constituir uma realidade (VALENTIN, 2000).

Visualmente isso pode ser também verificado por meio da construção de um sistema de eixos ortogonais. Nele os valores dos coeficientes de similaridade originais estarão na abscissa e os coeficientes de similaridade a partir do dendrograma, na ordenada. Se ambas as matrizes forem idênticas os pontos cairão sobre uma linha reta que passa pela origem do sistema. Desvios dos pontos em relação a essa reta indicarão as distorções. Se situadas acima da reta indicarão coeficientes de similaridade apontados pelo dendrograma mais altos que os originais e vice-versa (LANDIM, 2002).

5.7.13.4.2 - Análise das Componentes Principais

A Análise das Componentes Principais - ACP (Principal Component Analysis – PCA), foram analisadas através do programa XLSTAT 6.1, sendo realizado em modo R; conseqüentemente, é preciso definir perfeitamente, a priori, o que corresponde aos descritores e aos objetos.

Deve ser verificada a necessidade de uma transformação dos dados, quando utilizar o coeficiente “r” de Pearson como índice de semelhança. Nesse caso, não há necessidade de uma padronização dos dados, já que ela está incluída no próprio cálculo de “r”. Em ACP, essas contribuições são iguais às coordenadas dos pontos sobre o eixo, o que dispensa o seu cálculo (VALENTIN, 2000).

A ACP nada mais é que o cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores de uma matriz de variâncias-covariâncias ou de uma matriz de coeficientes de correlação entre variáveis. Quando as variáveis, devido a escalas diferentes de mensurações empregadas, não podem ser diretamente comparadas, torna-se necessário preliminarmente a padronização, de modo que as variáveis transformadas passem a ter média zero e variância unitária, o que é conseguido pela transformação “z”. Nesses casos, com variáveis padronizadas, a matriz de variâncias-covariâncias e a de coeficientes de correlação tornam-se idênticas. Geralmente os dois ou três primeiros

autovetores encontrados explicarão a maior parte da variabilidade presente. Quando o primeiro autovetor já explica 90 a 95% da variabilidade isso deve ser encarado com cuidado e verificado se não estão presentes variáveis com valores de magnitudes muito maiores que as demais (LANDIM, 2002).

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - Levantamento topográfico e batimetria da represa Velha na microbacia do córrego da Barrinha

A represa foi submetida a esvaziamentos em 1943 para limpeza de restos de vegetação aérea que ficara submersa, em 1948 por ocasião de uma despesca, outros esvaziamentos ocorreram em 1980, 1981, 1985, 1989 e 1994, para nivelamento e limpeza do fundo. Este procedimento foi possível devido a um sistema de comporta que permite o esvaziamento total da represa. No esvaziamento de 1994, foi observado assoreamento no local onde desemboca o córrego da Barrinha, principal contribuinte da represa Velha (NASCIMENTO et al., 1994).

Determinou-se a batimetria na represa Velha, pois através desta pode-se verificar o efeito das atividades antrópicas na área de mananciais. A batimetria consiste, basicamente, no conhecimento da profundidade da represa, utilizando-se um referencial, como RN (Referência de nível). Esta ferramenta possibilita o estudo do acompanhamento temporal do material depositado no fundo do corpo de água. Os resultados das quatro (4) batimetrias realizadas no mês de agosto de 1998 a agosto de 2001 encontram-se na figura 31 e tabela 3.

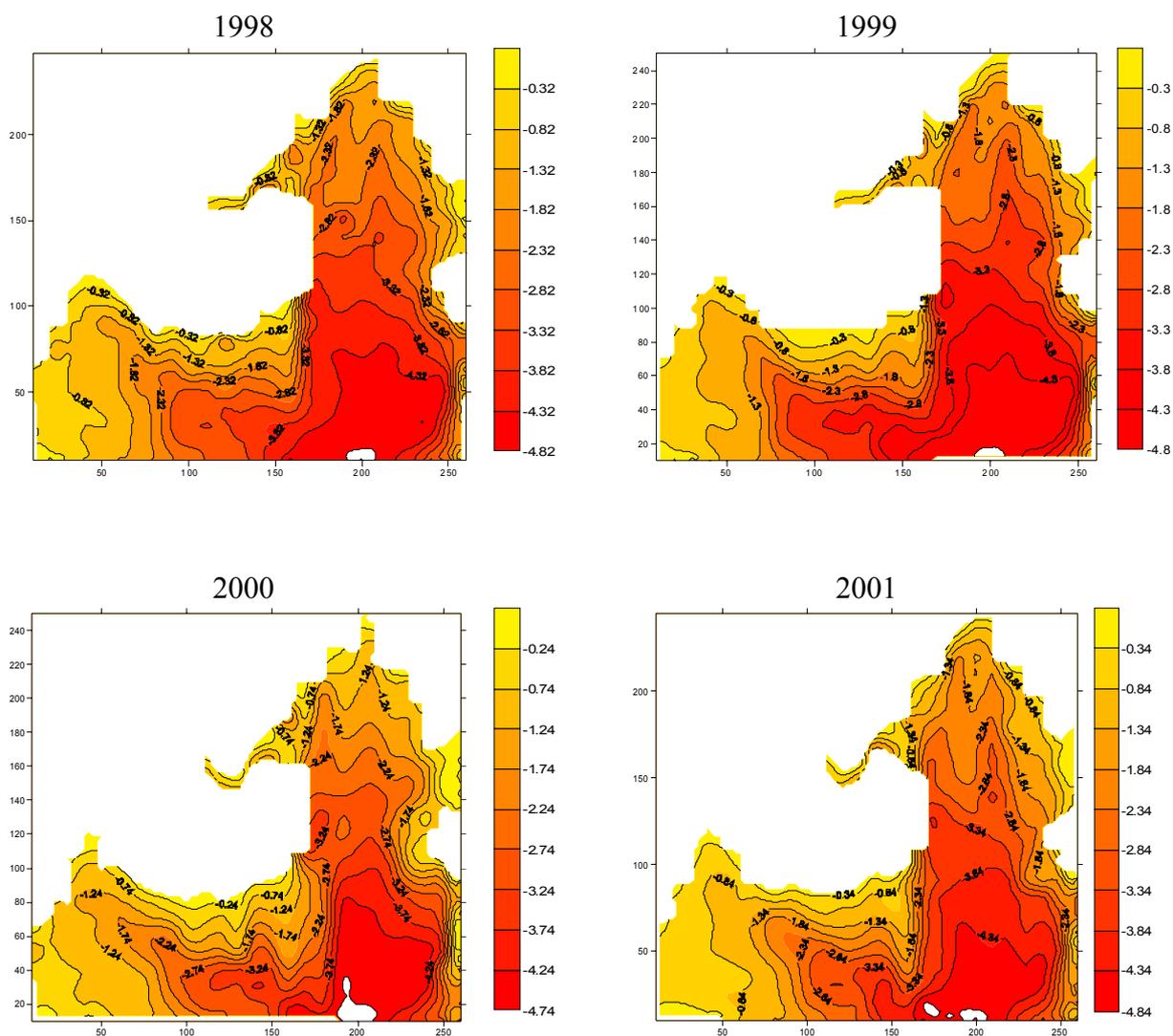


Figura 31 - Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), no período de agosto de 1998 a agosto de 2001.

O levantamento topobatimétrico do reservatório, efetuado com batimetria e amarração topográfica, ou outro processo, permite determinar o volume de água ou capacidade do reservatório, determinar a nova área de espelho de água, novo perfil do leito do reservatório, curvas de cota-área e cota-volume, características físicas dos sedimentos acumulados, quantificar o sedimento assoreado no período, por comparação com levantamentos anteriores ou do mapa da época de formação do reservatório, determinar a capacidade de retenção de sedimentos e a descarga sólida média afluente do reservatório (CARVALHO, 1994).

Tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
010	010,0	-0,47	010	010	-0,31	010	010,0	-0,58	010	010,0	-0,32
010	020,0	-0,49	010	020	-0,43	010	020,0	-0,58	010	020,0	-0,70
010	030,0	-0,41	010	030	-0,42	010	030,0	-0,52	010	030,0	-0,51
010	040,0	-0,72	010	040	-0,53	010	040,0	-0,59	010	040,0	-0,45
010	050,0	-0,63	010	050	-0,51	010	050,0	-0,89	010	050,0	-0,44
010	060,0	-0,66	010	060	-0,54	010	060,0	-0,42	010	060,0	-0,34
010	067,0	0,00	010	070	0,00	010	065,0	0,00	010	065,0	0,00
020	010,0	-0,48	020	010	-0,39	020	010,0	-0,38	020	010,0	-0,15
020	020,0	-0,59	020	020	-0,54	020	020,0	-0,35	020	020,0	-0,38
020	030,0	-0,51	020	030	-0,61	020	030,0	-0,65	020	030,0	-0,69
020	040,0	-0,59	020	040	-0,65	020	040,0	-0,63	020	040,0	-0,66
020	050,0	-0,63	020	050	-0,57	020	050,0	-0,67	020	050,0	-0,59
020	060,0	-0,51	020	060	-0,57	020	060,0	-0,71	020	060,0	-0,61
020	070,0	-0,79	020	070	-0,39	020	070,0	-0,66	020	070,0	-0,51
020	080,0	-0,71	020	080	-0,40	020	080,0	-0,52	020	080,0	-0,37
020	089,0	0,00	020	090	0,00	020	082,0	0,00	020	087,0	0,00
030	010,0	-0,57	030	010	-0,49	030	010,0	-0,74	030	010,0	-0,47
030	020,0	-0,67	030	020	-0,56	030	020,0	-0,55	030	020,0	-0,48
030	030,0	-0,61	030	030	-0,57	030	030,0	-0,66	030	030,0	-0,61
030	040,0	-0,67	030	040	-0,64	030	040,0	-0,69	030	040,0	-0,67
030	050,0	-0,79	030	050	-0,71	030	050,0	-0,85	030	050,0	-0,70
030	060,0	-0,79	030	060	-0,73	030	060,0	-0,92	030	060,0	-0,65
030	070,0	-0,77	030	070	-0,63	030	070,0	-0,92	030	070,0	-0,64
030	080,0	-0,77	030	080	-0,71	030	080,0	-0,92	030	080,0	-0,68
030	090,0	-0,75	030	090	-0,64	030	090,0	-0,59	030	090,0	-0,54
030	100,0	-0,35	030	100	-0,32	030	100,0	-0,18	030	100,0	-0,16
030	108,0	0,00	030	110	0,00	030	105,0	0,00	030	106,0	0,00
040	010,0	-0,97	040	010	-0,82	040	010,0	-0,44	040	010,0	-0,61
040	020,0	-0,82	040	020	-0,81	040	020,0	-0,74	040	020,0	-0,65
040	030,0	-0,79	040	030	-0,81	040	030,0	-0,79	040	030,0	-0,68
040	040,0	-0,73	040	040	-0,72	040	040,0	-0,76	040	040,0	-0,72
040	050,0	-0,86	040	050	-0,89	040	050,0	-1,01	040	050,0	-0,85
040	060,0	-1,01	040	060	-0,93	040	060,0	-1,06	040	060,0	-0,80
040	070,0	-0,97	040	070	-0,82	040	070,0	-1,07	040	070,0	-0,79
040	080,0	-0,97	040	080	-0,89	040	080,0	-1,56	040	080,0	-0,92
040	090,0	-0,83	040	090	-0,83	040	090,0	-1,05	040	090,0	-0,85
040	100,0	-0,75	040	100	-0,94	040	100,0	-0,81	040	100,0	-0,65
040	110,0	-0,29	040	110	-0,43	040	110,0	-0,11	040	110,0	-0,44
040	119,0	0,00	040	120	0,00	040	120,0	0,00	040	120,0	0,00
050	010,0	-1,21	050	010	-1,13	050	010,0	-0,73	050	010,0	-0,61
050	020,0	-1,27	050	020	-1,19	050	020,0	-0,76	050	020,0	-0,80
050	030,0	-0,75	050	030	-0,69	050	030,0	-0,74	050	030,0	-0,78
050	040,0	-0,86	050	040	-0,77	050	040,0	-0,91	050	040,0	-0,78
050	050,0	-1,07	050	050	-0,89	050	050,0	-1,15	050	050,0	-0,96
050	060,0	-1,13	050	060	-0,99	050	060,0	-1,36	050	060,0	-1,01
050	070,0	-1,05	050	070	-0,93	050	070,0	-1,33	050	070,0	-1,07
050	080,0	-1,17	050	080	-1,01	050	080,0	-1,31	050	080,0	-1,09
050	090,0	-1,49	050	090	-0,89	050	090,0	-1,09	050	090,0	-1,11
050	100,0	-0,74	050	100	-0,74	050	100,0	-0,77	050	100,0	-0,62
050	110,0	-0,31	050	110	-0,21	050	110,0	-0,19	050	110,0	-0,31
050	118,0	0,00	050	120	0,00	050	120,0	0,00	050	116,0	0,00
060	010,0	-1,42	060	010	-1,20	060	010,0	-1,06	060	010,0	-1,04
060	020,0	-1,13	060	020	-0,99	060	020,0	-1,20	060	020,0	-1,14

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
060	030,0	-1,05	060	030	-0,95	060	030,0	-0,84	060	030,0	-0,71
060	040,0	-1,07	060	040	-0,97	060	040,0	-0,98	060	040,0	-0,88
060	050,0	-1,29	060	050	-1,21	060	050,0	-1,30	060	050,0	-1,10
060	060,0	-1,31	060	060	-1,32	060	060,0	-1,60	060	060,0	-1,17
060	070,0	-1,32	060	070	-1,21	060	070,0	-1,75	060	070,0	-1,16
060	080,0	-1,32	060	080	-1,33	060	080,0	-1,26	060	080,0	-0,84
060	090,0	-1,23	060	090	-1,05	060	090,0	-0,99	060	090,0	-0,69
060	100,0	-0,51	060	100	-0,42	060	100,0	-0,33	060	100,0	-0,14
060	107,0	0,00	060	110	0,00	060	102,0	0,00	060	107,0	0,00
070	010,0	-1,75	070	010	-1,63	070	010,0	-1,24	070	010,0	-1,29
070	020,0	-1,47	070	020	-1,39	070	020,0	-0,99	070	020,0	-1,26
070	030,0	-1,42	070	030	-1,37	070	030,0	-1,04	070	030,0	-1,00
070	040,0	-1,47	070	040	-1,41	070	040,0	-1,23	070	040,0	-1,08
070	050,0	-1,80	070	050	-1,79	070	050,0	-1,74	070	050,0	-1,39
070	060,0	-1,95	070	060	-1,83	070	060,0	-2,01	070	060,0	-1,61
070	070,0	-1,87	070	070	-1,82	070	070,0	-1,49	070	070,0	-1,51
070	080,0	-1,35	070	080	-1,24	070	080,0	-0,93	070	080,0	-0,88
070	090,0	-0,90	070	090	-0,74	070	090,0	-0,24	070	090,0	-0,24
070	095,0	0,00	070	100	0,00	070	092,0	0,00	070	090,5	0,00
080	010,0	-1,92	080	010	-1,87	080	010,0	-1,43	080	010,0	-1,48
080	020,0	-1,91	080	020	-2,33	080	020,0	-1,35	080	020,0	-1,27
080	030,0	-1,97	080	030	-2,59	080	030,0	-1,38	080	030,0	-1,30
080	040,0	-1,97	080	040	-2,53	080	040,0	-1,61	080	040,0	-1,44
080	050,0	-1,99	080	050	-2,49	080	050,0	-2,16	080	050,0	-1,99
080	060,0	-2,21	080	060	-2,36	080	060,0	-2,17	080	060,0	-2,23
080	070,0	-1,33	080	070	-1,19	080	070,0	-1,22	080	070,0	-1,84
080	080,0	-0,59	080	080	-0,54	080	080,0	-0,60	080	080,0	-0,54
080	085,0	0,00	080	090	0,00	080	086,5	0,00	080	085,0	0,00
090	010,0	-2,29	090	010	-2,24	090	010,0	-1,78	090	010,0	-1,73
090	020,0	-2,63	090	020	-2,64	090	020,0	-1,87	090	020,0	-1,67
090	030,0	-2,89	090	030	-2,94	090	030,0	-2,32	090	030,0	-1,85
090	040,0	-2,89	090	040	-2,91	090	040,0	-2,56	090	040,0	-2,04
090	050,0	-2,64	090	050	-2,74	090	050,0	-2,49	090	050,0	-2,44
090	060,0	-2,42	090	060	-1,61	090	060,0	-2,11	090	060,0	-2,38
090	070,0	-1,67	090	070	-0,67	090	070,0	-1,02	090	070,0	-1,66
090	080,0	-0,83	090	080	-0,16	090	080,0	-0,23	090	080,0	-0,76
090	090,0	0,00	090	090	0,00	090	085,0	0,00	090	090,0	0,00
100	010,0	-2,42	100	010	-2,46	100	010,0	-1,89	100	010,0	-2,00
100	020,0	-2,91	100	020	-2,89	100	020,0	-2,49	100	020,0	-2,48
100	030,0	-3,24	100	030	-3,24	100	030,0	-2,81	100	030,0	-2,74
100	040,0	-3,05	100	040	-2,86	100	040,0	-2,71	100	040,0	-2,86
100	050,0	-2,91	100	050	-2,49	100	050,0	-1,87	100	050,0	-2,62
100	060,0	-1,71	100	060	-1,35	100	060,0	-0,92	100	060,0	-2,19
100	070,0	-0,92	100	070	-0,70	100	070,0	-0,51	100	070,0	-1,13
100	080,0	-0,44	100	080	-0,12	100	080,0	-0,09	100	080,0	-0,50
100	085,0	0,00	100	090	0,00	100	081,0	0,00	100	086,0	0,00
110	010,0	-2,87	110	010	-2,89	110	010,0	-2,3	110	010,0	-2,36
110	020,0	-2,91	110	020	-2,92	110	020,0	-3,01	110	020,0	-2,84
110	030,0	-3,32	110	030	-3,34	110	030,0	-3,16	110	030,0	-3,34
110	040,0	-2,92	110	040	-3,27	110	040,0	-2,87	110	040,0	-3,18
110	050,0	-2,79	110	050	-2,12	110	050,0	-1,78	110	050,0	-2,89

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
110	060,0	-1,92	110	060	-1,45	110	060,0	-1,13	110	060,0	-1,74
110	070,0	-0,87	110	070	-0,83	110	070,0	-0,58	110	070,0	-0,90
110	080,0	-0,46	110	080	-0,24	110	080,0	-0,12	110	080,0	-0,49
110	084,0	0,00	110	090	0,00	110	087,0	0,00	110	085,0	0,00
110	154,0	-0,67	110	160	-0,36	110	157,0	-0,99	110	155,0	-0,84
110	164,0	0,00	110	170	0,00	110	167,0	0,00	110	165,0	0,00
120	010,0	-3,04	120	010	-2,94	120	010,0	-2,58	120	010,0	-2,65
120	020,0	-3,08	120	020	-3,09	120	020,0	-2,84	120	020,0	-2,97
120	030,0	-3,18	120	030	-3,44	120	030,0	-3,27	120	030,0	-3,37
120	040,0	-3,32	120	040	-3,13	120	040,0	-3,20	120	040,0	-2,98
120	050,0	-2,31	120	050	-2,58	120	050,0	-1,91	120	050,0	-2,37
120	060,0	-1,67	120	060	-1,75	120	060,0	-1,26	120	060,0	-1,61
120	070,0	-0,97	120	070	-1,04	120	070,0	-0,81	120	070,0	-1,04
120	080,0	-1,57	120	080	-0,49	120	080,0	-0,23	120	080,0	-0,53
120	085,0	0,00	120	090	0,00	120	081,5	0,00	120	084,0	0,00
120	156,0	-0,94	120	160	-0,65	120	146,0	-1,04	120	144,0	-1,14
120	166,0	0,00	120	170	0,00	120	156,0	0,00	120	154,0	0,00
130	010,0	-3,14	130	010	-3,04	130	010,0	-2,93	130	010,0	-2,95
130	020,0	-3,25	130	020	-3,25	130	020,0	-2,98	130	020,0	-2,97
130	030,0	-3,67	130	030	-3,20	130	030,0	-3,16	130	030,0	-3,39
130	040,0	-3,15	130	040	-3,43	130	040,0	-3,23	130	040,0	-3,40
130	050,0	-2,84	130	050	-2,73	130	050,0	-1,40	130	050,0	-2,44
130	060,0	-2,16	130	060	-1,35	130	060,0	-0,81	130	060,0	-1,72
130	070,0	-1,21	130	070	-0,73	130	070,0	-0,49	130	070,0	-1,09
130	080,0	-0,69	130	080	-0,20	130	080,0	-0,06	130	080,0	-0,66
130	084,0	0,00	130	090	0,00	130	085,0	0,00	130	088,0	0,00
130	154,0	-1,71	130	160	-1,23	130	145,0	-1,21	130	148,0	-1,58
130	164,0	0,00	130	170	0,00	130	155,0	0,00	130	158,0	0,00
140	010,0	-3,45	140	010	-3,46	140	010,0	-2,96	140	010,0	-3,36
140	020,0	-3,63	140	020	-4,02	140	020,0	-3,10	140	020,0	-3,91
140	030,0	-3,68	140	030	-3,59	140	030,0	-3,78	140	030,0	-3,76
140	040,0	-3,41	140	040	-3,23	140	040,0	-3,09	140	040,0	-3,42
140	050,0	-2,79	140	050	-2,55	140	050,0	-2,75	140	050,0	-2,67
140	060,0	-2,13	140	060	-1,92	140	060,0	-2,17	140	060,0	-2,14
140	070,0	-1,59	140	070	-1,31	140	070,0	-1,43	140	070,0	-1,41
140	080,0	-0,90	140	080	-0,87	140	080,0	-0,96	140	080,0	-1,05
140	090,0	-0,48	140	090	-0,47	140	090,0	-0,36	140	090,0	-0,52
140	098,0	0,00	140	100	0,00	140	091,5	0,00	140	096,0	0,00
140	168,0	-1,57	140	170	-1,12	140	161,5	-1,05	140	166,0	-1,94
140	177,5	0,00	140	180	0,00	140	171,5	0,00	140	176,0	0,00
150	010,0	-3,95	150	010	-3,91	150	010,0	-3,16	150	010,0	-3,98
150	020,0	-3,84	150	020	-3,92	150	020,0	-3,32	150	020,0	-3,98
150	030,0	-3,87	150	030	-3,87	150	030,0	-3,63	150	030,0	-3,96
150	040,0	-3,35	150	040	-3,06	150	040,0	-3,33	150	040,0	-3,30
150	050,0	-2,54	150	050	-2,16	150	050,0	-2,69	150	050,0	-2,41
150	060,0	-2,11	150	060	-1,77	150	060,0	-1,99	150	060,0	-1,94
150	070,0	-1,46	150	070	-1,49	150	070,0	-1,41	150	070,0	-1,09
150	080,0	-1,05	150	080	-0,94	150	080,0	-0,87	150	080,0	-0,68
150	090,0	-0,54	150	090	-0,57	150	090,0	-0,25	150	090,0	-0,36
150	098,0	0,00	150	100	0,00	150	093,0	0,00	150	093,0	0,00
150	168,0	-2,12	150	170	-1,65	150	163,0	-1,59	150	163,0	-1,81

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
150	178,0	-0,46	150	180	-0,95	150	173,0	-0,21	150	173,0	-0,51
150	188,0	0,00	150	190	0,00	150	183,0	0,00	150	183,0	0,00
160	010,0	-4,22	160	010	-4,32	160	010,0	-4,04	160	010,0	-3,99
160	020,0	-4,11	160	020	-4,09	160	020,0	-4,08	160	020,0	-3,70
160	030,0	-3,92	160	030	-3,64	160	030,0	-2,94	160	030,0	-2,96
160	040,0	-3,11	160	040	-2,84	160	040,0	-2,26	160	040,0	-1,99
160	050,0	-2,33	160	050	-2,11	160	050,0	-1,44	160	050,0	-1,62
160	060,0	-1,82	160	060	-1,44	160	060,0	-1,27	160	060,0	-1,31
160	070,0	-1,63	160	070	-1,31	160	070,0	-1,19	160	070,0	-1,17
160	080,0	-1,02	160	080	-0,97	160	080,0	-0,87	160	080,0	-1,39
160	090,0	-0,71	160	090	-0,85	160	090,0	-0,55	160	090,0	-1,40
160	100,0	-0,42	160	100	-0,54	160	100,0	-0,20	160	100,0	-0,21
160	105,0	0,00	160	110	0,00	160	110,0	0,00	160	110,0	0,00
160	165,0	-0,50	160	170	-0,35	160	160,0	-0,11	160	155,0	-0,13
160	175,0	-0,69	160	180	-0,84	160	170,0	-0,45	160	165,0	-0,64
160	185,0	-1,91	160	190	-1,39	160	180,0	-0,99	160	175,0	-0,71
160	195,0	-1,82	160	200	-2,31	160	190,0	-2,22	160	185,0	-1,47
160	205,0	-0,27	160	210	-0,61	160	200,0	-0,84	160	195,0	-0,24
160	215,0	0,00	160	220	0,00	160	210,0	0,00	160	205,0	0,00
170	010,0	-4,38	170	010	-4,34	170	010,0	-4,14	170	010,0	-4,33
170	020,0	-4,69	170	020	-4,69	170	020,0	-4,15	170	020,0	-4,88
170	030,0	-4,11	170	030	-3,57	170	030,0	-3,64	170	030,0	-3,62
170	040,0	-3,80	170	040	-3,53	170	040,0	-3,03	170	040,0	-3,55
170	050,0	-3,77	170	050	-3,39	170	050,0	-2,43	170	050,0	-3,35
170	060,0	-3,62	170	060	-3,11	170	060,0	-2,04	170	060,0	-3,08
170	070,0	-3,64	170	070	-3,12	170	070,0	-1,74	170	070,0	-3,12
170	080,0	-3,83	170	080	-2,89	170	080,0	-1,63	170	080,0	-3,00
170	090,0	-3,17	170	090	-2,89	170	090,0	-1,52	170	090,0	-2,84
170	100,0	-3,87	170	100	-3,52	170	100,0	-2,11	170	100,0	-2,84
170	110,0	-3,72	170	110	-3,44	170	110,0	-3,37	170	110,0	-3,18
170	120,0	-3,46	170	120	-3,41	170	120,0	-3,29	170	120,0	-3,51
170	130,0	-3,04	170	130	-2,77	170	130,0	-2,65	170	130,0	-3,69
170	140,0	-2,57	170	140	-2,66	170	140,0	-2,66	170	140,0	-2,89
170	150,0	-2,54	170	150	-2,54	170	150,0	-2,29	170	150,0	-2,81
170	160,0	-2,47	170	160	-2,31	170	160,0	-2,08	170	160,0	-2,70
170	170,0	-2,23	170	170	-1,77	170	170,0	-1,40	170	170,0	-2,29
170	180,0	-1,67	170	180	-1,41	170	180,0	-1,27	170	180,0	-1,85
170	190,0	-1,57	170	190	-1,04	170	190,0	-0,55	170	190,0	-1,17
170	200,0	-0,68	170	200	-0,26	170	200,0	-0,24	170	200,0	-0,90
170	210,0	0,00	170	210	0,00	170	210,0	0,00	170	210,0	0,00
180	010,0	-4,51	180	010	-4,47	180	010,0	-4,19	180	010,0	-4,57
180	020,0	-4,63	180	020	-4,53	180	020,0	-3,74	180	020,0	-4,63
180	030,0	-4,40	180	030	-4,30	180	030,0	-3,42	180	030,0	-4,30
180	040,0	-3,92	180	040	-3,82	180	040,0	-3,09	180	040,0	-3,85
180	050,0	-3,89	180	050	-3,83	180	050,0	-2,90	180	050,0	-3,84
180	060,0	-4,02	180	060	-3,97	180	060,0	-2,54	180	060,0	-3,86
180	070,0	-4,27	180	070	-4,03	180	070,0	-2,16	180	070,0	-3,86
180	080,0	-4,09	180	080	-3,92	180	080,0	-2,32	180	080,0	-3,95
180	090,0	-3,92	180	090	-3,34	180	090,0	-2,39	180	090,0	-3,44
180	100,0	-3,90	180	100	-3,74	180	100,0	-2,54	180	100,0	-3,80
180	110,0	-3,70	180	110	-3,74	180	110,0	-2,89	180	110,0	-3,80

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
180	120,0	-3,59	180	120	-3,53	180	120,0	-3,41	180	120,0	-3,84
180	130,0	-3,32	180	130	-3,22	180	130,0	-3,47	180	130,0	-3,67
180	140,0	-3,03	180	140	-2,77	180	140,0	-2,90	180	140,0	-3,06
180	150,0	-2,54	180	150	-2,29	180	150,0	-2,62	180	150,0	-2,67
180	160,0	-2,25	180	160	-2,14	180	160,0	-2,63	180	160,0	-2,69
180	170,0	-2,23	180	170	-2,19	180	170,0	-2,39	180	170,0	-2,54
180	180,0	-2,39	180	180	-2,30	180	180,0	-2,32	180	180,0	-2,38
180	190,0	-2,31	180	190	-2,21	180	190,0	-2,19	180	190,0	-1,75
180	200,0	-2,09	180	200	-1,74	180	200,0	-1,99	180	200,0	-1,54
180	210,0	-1,47	180	210	-1,09	180	210,0	-1,27	180	210,0	-1,01
180	220,0	-0,59	180	220	-0,19	180	220,0	-0,17	180	220,0	-0,58
180	224,0	0,00	180	230	0,00	180	230,0	0,00	180	223,0	0,00
190	010,0	-4,59	190	010	-4,55	190	010,0	-4,49	190	010,0	-4,61
190	020,0	-4,61	190	020	-4,61	190	020,0	-4,68	190	020,0	-4,71
190	030,0	-4,59	190	030	-4,64	190	030,0	-4,69	190	030,0	-4,72
190	040,0	-4,59	190	040	-4,53	190	040,0	-4,62	190	040,0	-4,61
190	050,0	-4,37	190	050	-4,36	190	050,0	-4,46	190	050,0	-4,46
190	060,0	-4,45	190	060	-4,41	190	060,0	-4,39	190	060,0	-4,46
190	070,0	-4,37	190	070	-4,24	190	070,0	-4,26	190	070,0	-4,33
190	080,0	-4,24	190	080	-3,99	190	080,0	-4,14	190	080,0	-4,12
190	090,0	-4,05	190	090	-3,94	190	090,0	-3,73	190	090,0	-3,88
190	100,0	-3,65	190	100	-3,49	190	100,0	-3,35	190	100,0	-3,45
190	110,0	-3,80	190	110	-3,64	190	110,0	-2,94	190	110,0	-3,65
190	120,0	-3,67	190	120	-3,30	190	120,0	-2,64	190	120,0	-3,48
190	130,0	-3,17	190	130	-2,88	190	130,0	-2,77	190	130,0	-3,14
190	140,0	-2,78	190	140	-2,59	190	140,0	-2,87	190	140,0	-2,72
190	150,0	-3,48	190	150	-2,35	190	150,0	-2,40	190	150,0	-2,39
190	160,0	-2,36	190	160	-2,26	190	160,0	-2,17	190	160,0	-2,28
190	170,0	-2,17	190	170	-2,11	190	170,0	-1,95	190	170,0	-2,12
190	180,0	-2,12	190	180	-2,02	190	180,0	-1,68	190	180,0	-2,09
190	190,0	-2,04	190	190	-1,83	190	190,0	-1,38	190	190,0	-1,99
190	200,0	-2,17	190	200	-2,05	190	200,0	-1,10	190	200,0	-2,28
190	210,0	-2,00	190	210	-1,99	190	210,0	-0,86	190	210,0	-2,07
190	220,0	-1,87	190	220	-1,88	190	220,0	-0,56	190	220,0	-1,95
190	230,0	-0,42	190	230	-0,14	190	230,0	-0,19	190	230,0	-0,84
190	235,0	0,00	190	240	0,00	190	231,0	0,00	190	235,0	0,00
200	010,0	-4,72	200	010	-4,79	200	010,0	-4,73	200	010,0	-4,75
200	020,0	-4,69	200	020	-4,71	200	020,0	-4,71	200	020,0	-4,69
200	030,0	-4,67	200	030	-4,68	200	030,0	-4,64	200	030,0	-4,66
200	040,0	-4,61	200	040	-4,56	200	040,0	-4,54	200	040,0	-4,61
200	050,0	-4,59	200	050	-4,46	200	050,0	-4,52	200	050,0	-4,54
200	060,0	-4,42	200	060	-4,32	200	060,0	-4,40	200	060,0	-4,39
200	070,0	-4,30	200	070	-4,21	200	070,0	-4,34	200	070,0	-4,21
200	080,0	-4,07	200	080	-3,99	200	080,0	-4,20	200	080,0	-4,07
200	090,0	-4,18	200	090	-4,02	200	090,0	-3,92	200	090,0	-4,05
200	100,0	-3,92	200	100	-3,86	200	100,0	-3,55	200	110,0	-3,58
200	110,0	-3,46	200	110	-3,41	200	110,0	-3,26	200	110,0	-3,50
200	120,0	-3,35	200	120	-3,36	200	120,0	-2,95	200	120,0	-3,69
200	130,0	-3,61	200	130	-3,09	200	130,0	-2,98	200	130,0	-2,89
200	140,0	-2,81	200	140	-2,66	200	140,0	-2,93	200	140,0	-2,71
200	150,0	-2,50	200	150	-2,39	200	150,0	-2,60	200	150,0	-2,38

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
200	160,0	-2,31	200	160	-2,25	200	160,0	-2,35	200	160,0	-2,31
200	170,0	-2,23	200	170	-2,22	200	170,0	-2,10	200	170,0	-2,26
200	180,0	-2,05	200	180	-2,05	200	180,0	-1,76	200	180,0	-2,08
200	190,0	-1,90	200	190	-1,85	200	190,0	-1,50	200	190,0	-1,87
200	200,0	-1,63	200	200	-1,66	200	200,0	-1,32	200	200,0	-1,71
200	210,0	-1,44	200	210	-1,22	200	210,0	-1,08	200	210,0	-1,35
200	220,0	-1,57	200	220	-1,31	200	220,0	-0,81	200	220,0	-1,34
200	230,0	-1,06	200	230	-1,37	200	230,0	-0,64	200	230,0	-1,38
200	240,0	-0,49	200	240	-0,51	200	240,0	-0,32	200	240,0	-0,54
200	241,0	0,00	200	250	0,00	200	250,0	0,00	200	244,0	0,00
210	010,0	-4,62	210	010	-4,62	210	010,0	-4,59	210	010,0	-4,61
210	020,0	-4,70	210	020	-4,62	210	020,0	-4,63	210	020,0	-4,63
210	030,0	-4,79	210	030	-4,75	210	030,0	-4,66	210	030,0	-4,63
210	040,0	-4,62	210	040	-4,56	210	040,0	-4,63	210	040,0	-4,52
210	050,0	-4,50	210	050	-4,49	210	050,0	-4,53	210	050,0	-4,41
210	060,0	-4,42	210	060	-4,41	210	060,0	-4,40	210	060,0	-4,30
210	070,0	-4,38	210	070	-4,35	210	070,0	-4,29	210	070,0	-4,30
210	080,0	-4,27	210	080	-4,21	210	080,0	-4,17	210	080,0	-4,18
210	090,0	-4,06	210	090	-4,01	210	090,0	-4,03	210	090,0	-4,12
210	100,0	-3,76	210	100	-3,66	210	100,0	-3,72	210	100,0	-3,79
210	110,0	-3,49	210	110	-3,44	210	110,0	-3,47	210	110,0	-3,52
210	120,0	-3,29	210	120	-3,23	210	120,0	-3,15	210	120,0	-3,15
210	130,0	-3,19	210	130	-3,17	210	130,0	-3,08	210	130,0	-3,10
210	140,0	-3,39	210	140	-3,31	210	140,0	-3,02	210	140,0	-3,51
210	150,0	-3,13	210	150	-3,09	210	150,0	-2,73	210	150,0	-2,99
210	160,0	-2,97	210	160	-2,92	210	160,0	-2,53	210	160,0	-2,96
210	170,0	-2,70	210	170	-2,79	210	170,0	-2,27	210	170,0	-2,90
210	180,0	-2,67	210	180	-2,64	210	180,0	-1,90	210	180,0	-2,62
210	190,0	-2,38	210	190	-2,60	210	190,0	-1,62	210	190,0	-2,29
210	200,0	-2,26	210	200	-2,31	210	200,0	-1,47	210	200,0	-2,05
210	210,0	-1,75	210	210	-1,77	210	210,0	-1,32	210	210,0	-1,90
210	220,0	-1,77	210	220	-1,87	210	220,0	-1,24	210	220,0	-1,43
210	230,0	-1,31	210	230	-1,37	210	230,0	-0,99	210	230,0	-1,15
210	240,0	-0,52	210	240	-0,74	210	240,0	-0,25	210	240,0	-0,44
210	247,0	0,00	210	250	0,00	210	243,0	0,00	210	245,0	0,00
220	010,0	-4,27	220	010	-4,15	220	010,0	-4,10	220	010,0	-4,24
220	020,0	-4,56	220	020	-4,44	220	020,0	-4,45	220	020,0	-4,52
220	030,0	-4,78	220	030	-4,72	220	030,0	-4,69	220	030,0	-4,76
220	040,0	-4,72	220	040	-4,59	220	040,0	-4,65	220	040,0	-4,64
220	050,0	-4,42	220	050	-4,45	220	050,0	-4,54	220	050,0	-4,47
220	060,0	-4,32	220	060	-4,26	220	060,0	-4,19	220	060,0	-4,34
220	070,0	-4,34	220	070	-4,14	220	070,0	-3,89	220	070,0	-4,24
220	080,0	-4,19	220	080	-4,06	220	080,0	-3,81	220	080,0	-4,09
220	090,0	-3,93	220	090	-3,80	220	090,0	-3,38	220	090,0	-3,91
220	100,0	-3,44	220	100	-3,37	220	100,0	-3,14	220	100,0	-3,48
220	110,0	-3,22	220	110	-3,13	220	110,0	-2,57	220	110,0	-3,31
220	120,0	-2,97	220	120	-2,86	220	120,0	-2,12	220	120,0	-3,04
220	130,0	-3,14	220	130	-2,94	220	130,0	-2,42	220	130,0	-2,73
220	140,0	-2,97	220	140	-2,97	220	140,0	-2,62	220	140,0	-2,65
220	150,0	-2,74	220	150	-2,72	220	150,0	-2,32	220	150,0	-2,40
220	160,0	-2,49	220	160	-2,51	220	160,0	-1,89	220	160,0	-2,28

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
220	170,0	-2,30	220	170	-2,26	220	170,0	-1,65	220	170,0	-1,90
220	180,0	-2,00	220	180	-1,74	220	180,0	-1,42	220	180,0	-1,20
220	190,0	-1,77	220	190	-1,61	220	190,0	-1,21	220	190,0	-1,59
220	200,0	-1,57	220	200	-1,52	220	200,0	-0,88	220	200,0	-1,54
220	210,0	-1,57	220	210	-1,48	220	210,0	-0,74	220	210,0	-0,73
220	220,0	0,00	220	220	0,00	220	218,0	0,00	220	216,0	0,00
230	010,0	-3,90	230	010	-3,82	230	010,0	-3,75	230	010,0	-3,62
230	020,0	-4,47	230	020	-4,52	230	020,0	-4,40	230	020,0	-4,26
230	030,0	-4,75	230	030	-4,75	230	030,0	-4,68	230	030,0	-4,55
230	040,0	-4,62	230	040	-4,66	230	040,0	-4,60	230	040,0	-4,40
230	050,0	-4,58	230	050	-4,49	230	050,0	-4,54	230	050,0	-4,23
230	060,0	-4,27	230	060	-4,21	230	060,0	-4,19	230	060,0	-3,88
230	070,0	-3,97	230	070	-3,95	230	070,0	-3,64	230	070,0	-3,71
230	080,0	-3,97	230	080	-3,93	230	080,0	-3,31	230	080,0	-3,62
230	090,0	-3,61	230	090	-3,61	230	090,0	-2,50	230	090,0	-2,36
230	100,0	-3,37	230	100	-3,31	230	100,0	-1,33	230	100,0	-2,52
230	110,0	-2,89	230	110	-2,83	230	110,0	-0,98	230	110,0	-2,79
230	120,0	-2,47	230	120	-2,46	230	120,0	-1,32	230	120,0	-2,44
230	130,0	-2,81	230	130	-2,75	230	130,0	-1,32	230	130,0	-2,18
230	140,0	-2,97	230	140	-2,90	230	140,0	-2,08	230	140,0	-1,94
230	150,0	-2,50	230	150	-2,49	230	150,0	-2,34	230	150,0	-1,68
230	160,0	-2,28	230	160	-2,27	230	160,0	-2,03	230	160,0	-1,50
230	170,0	-2,05	230	170	-2,06	230	170,0	-1,52	230	170,0	-1,25
230	180,0	-1,75	230	180	-1,74	230	180,0	-1,23	230	180,0	-1,18
230	190,0	-1,51	230	190	-1,55	230	190,0	-1,21	230	190,0	-1,06
230	200,0	-1,33	230	200	-1,23	230	200,0	-0,89	230	200,0	-0,75
230	210,0	-1,23	230	210	-0,71	230	210,0	-0,80	230	210,0	-0,41
230	218,0	0,00	230	220	0,00	230	215,0	0,00	230	214,0	0,00
240	010,0	-3,37	240	010	-3,41	240	010,0	-3,30	240	010,0	-3,46
240	020,0	-3,82	240	020	-3,76	240	020,0	-3,64	240	020,0	-3,79
240	030,0	-4,63	240	030	-4,56	240	030,0	-4,36	240	030,0	-4,40
240	040,0	-4,65	240	040	-4,54	240	040,0	-4,43	240	040,0	-4,55
240	050,0	-4,46	240	050	-4,47	240	050,0	-4,35	240	050,0	-4,32
240	060,0	-4,23	240	060	-4,19	240	060,0	-3,99	240	060,0	-4,24
240	070,0	-3,77	240	070	-3,70	240	070,0	-3,40	240	070,0	-3,71
240	080,0	-3,42	240	080	-3,38	240	080,0	-3,03	240	080,0	-3,48
240	090,0	-2,75	240	090	-2,76	240	090,0	-2,15	240	090,0	-1,80
240	100,0	-1,83	240	100	-1,84	240	100,0	-0,91	240	100,0	-1,72
240	110,0	-1,83	240	110	-1,61	240	110,0	-0,29	240	110,0	-1,78
240	120,0	-1,74	240	120	-1,75	240	120,0	-0,79	240	120,0	-2,28
240	130,0	-2,05	240	130	-1,87	240	130,0	-0,55	240	130,0	-1,97
240	140,0	-1,94	240	140	-1,71	240	140,0	-1,24	240	140,0	-1,76
240	150,0	-1,74	240	150	-1,49	240	150,0	-1,57	240	150,0	-1,52
240	160,0	-1,52	240	160	-1,33	240	160,0	-1,43	240	160,0	-1,39
240	170,0	-1,32	240	170	-1,10	240	170,0	-0,42	240	170,0	-1,08
240	180,0	-1,07	240	180	-0,73	240	180,0	-0,63	240	180,0	-0,74
240	190,0	-0,67	240	190	-0,35	240	190,0	-0,64	240	190,0	-0,63
240	193,0	0,00	240	200	0,00	240	198,0	0,00	240	198,0	0,00
250	010,0	-2,92	250	010	-2,89	250	010,0	-2,90	250	010,0	-2,87
250	020,0	-2,72	250	020	-2,70	250	020,0	-2,68	250	020,0	-2,61
250	030,0	-2,87	250	030	-2,87	250	030,0	-2,57	250	030,0	-2,71

Continuação da tabela 3 - Dados anuais das batimetrias realizadas em metros (m) na represa Velha (CEPTA/IBAMA) no mês de agosto durante um período de 4 anos.

x	y	1998	x	y	1999	x	y	2000	x	y	2001
250	040,0	-3,61	250	040	-3,51	250	040,0	-2,14	250	040,0	-2,96
250	050,0	-4,00	250	050	-3,91	250	050,0	-3,41	250	050,0	-3,49
250	060,0	-3,77	250	060	-3,75	250	060,0	-3,12	250	060,0	-3,11
250	070,0	-3,10	250	070	-3,13	250	070,0	-2,72	250	070,0	-2,92
250	080,0	-2,95	250	080	-2,95	250	080,0	-2,67	250	080,0	-2,18
250	090,0	-2,19	250	090	-2,19	250	090,0	-1,96	250	090,0	-1,71
250	100,0	-0,92	250	100	-0,92	250	100,0	-0,86	250	100,0	-0,91
250	108,0	0,00	250	110	0,00	250	104,0	0,00	250	108,0	0,00
250	128,0	-0,79	250	130	-0,67	250	124,0	-1,02	250	128,0	-0,96
250	138,0	-1,28	250	140	-1,26	250	134,0	-1,09	250	138,0	-1,17
250	148,0	-1,61	250	150	-1,65	250	144,0	-0,08	250	148,0	-0,74
250	158,0	-0,61	250	160	-0,69	250	154,0	-0,09	250	158,0	-0,19
250	168,0	-0,75	250	170	-0,80	250	164,0	-0,30	250	168,0	-0,48
250	173,0	0,00	250	180	0,00	250	174,0	0,00	250	172,0	0,00
260	010,0	-2,53	260	010	-2,44	260	010,0	-2,43	260	010,0	-2,54
260	020,0	-2,50	260	020	-2,39	260	020,0	-2,41	260	020,0	-2,50
260	030,0	-2,36	260	030	-2,22	260	030,0	-2,19	260	030,0	-2,31
260	040,0	-2,01	260	040	-1,82	260	040,0	-1,47	260	040,0	-2,02
260	050,0	-1,46	260	050	-1,23	260	050,0	-0,61	260	050,0	-1,43
260	060,0	-1,41	260	060	-1,19	260	060,0	-0,24	260	060,0	-1,50
260	070,0	-2,69	260	070	-2,44	260	070,0	-0,61	260	070,0	-2,58
260	080,0	-2,66	260	080	-2,69	260	080,0	-1,49	260	080,0	-2,58
260	090,0	-2,00	260	090	-2,01	260	090,0	-1,12	260	090,0	-1,19
260	091,5	0,00	260	100	0,00	260	093,0	0,00	260	094,0	0,00
260	131,5	-0,80	260	140	-0,89	260	133,0	-0,63	260	134,0	-0,79
260	141,5	-1,10	260	150	-1,14	260	143,0	-0,60	260	144,0	-0,91
260	151,5	-0,56	260	160	-0,59	260	153,0	-0,73	260	154,0	-0,50
260	161,5	-0,39	260	170	-0,40	260	163,0	-0,55	260	164,0	-0,43
260	171,5	-0,25	260	180	-0,45	260	173,0	-0,19	260	174,0	-0,74
260	175,0	0,00	260	190	0,00	260	183,0	0,00	260	184,0	0,00

A figura 32 mostra a malha de pontos através da imagem em 3D, pelo programa SURFER 8.0, obtida por meio dos dados de batimetria da represa durante os 4 anos estudados, com uma distância entre os pontos de 10 m, totalizando 389 pontos.

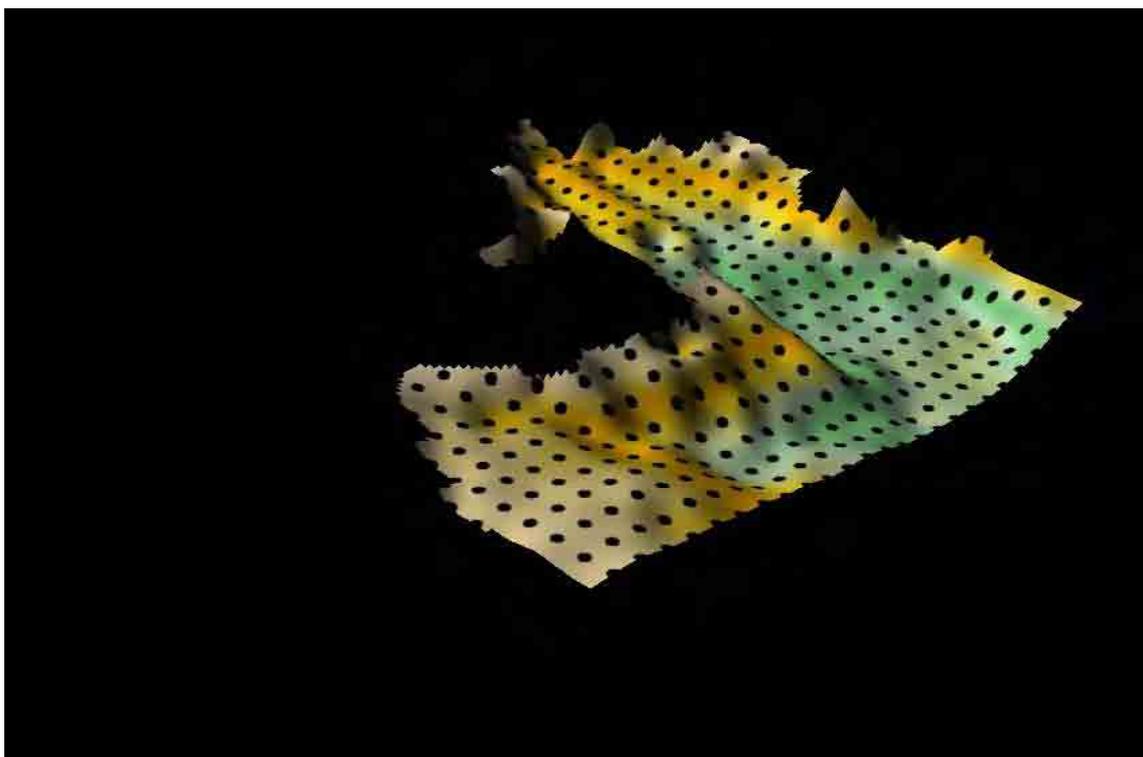


Figura 32 - Planta batimétrica em 3D da represa Velha (CEPTA/IBAMA) com todos os pontos de amostragem.

Analisando geoestatisticamente os dados obtidos da batimetria, através da função “Variogram Properties” do programa SURFER 8.0, foram realizados variogramas experimentais nas direções N/S – E/W, NW/SE e NE/SW, com ângulos de tolerância de 45°, juntamente com a direção global isotrópica. Os variogramas das cotas apresentam um comportamento isotrópico. O intervalo de distância (a) que melhor se ajustou foi de aproximadamente 45 m, e para todos os casos não ocorreram sills e alcances diferentes (Figura 33).

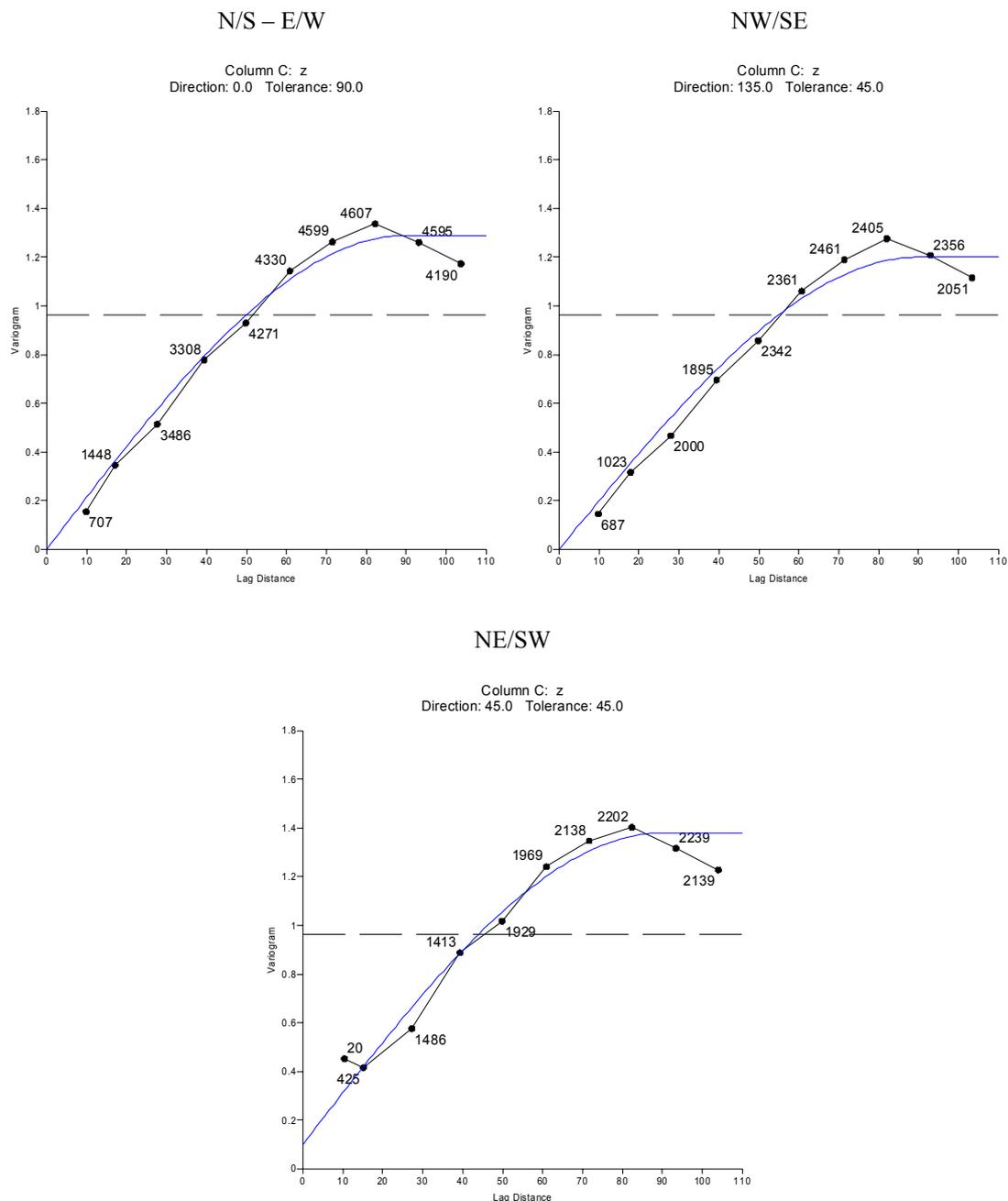


Figura 33 – Variogramas referentes às direções 90° N/S - E/W, 45° NW/SE e 45° NE/SW.

Com a análise variográfica verificou-se, portanto, que a distância adequada era de aproximadamente 45 m, resultando em apenas 20 pontos. As batimetrias realizadas com distâncias de 10 m em estudos anteriores, durante os anos de 1998, 1999, 2000, 2001, 2004 e 2005, foram ajustadas para as novas distâncias, coincidindo com alguns pontos dos resultados anteriores conforme pode-se observar na tabela 4 e figura 34.

Desta forma, ocorreu a redução dos custos e diminuição do tempo em decorrência do aumento de distância de 10 para 45 m.

Tabela 4 - Batimetria ajustada na represa Velha CEPTA/IBAMA entre os pontos de aproximadamente 45 m, na vertical e horizontal, realizada no mês de agosto durante um período de 6 anos.

x	y	1998	1999	2000	2001	2004	2005
30	60	-0,79	-0,73	-0,92	-0,65	-0,59	-0,56
70	20	-1,47	-1,39	-0,99	-1,26	-0,98	-0,95
70	60	-1,95	-1,83	-2,01	-1,61	-1,42	-1,38
115	20	-2,91	-2,92	-3,01	-2,84	-2,37	-2,30
115	60	-1,92	-1,45	-1,13	-1,74	-2,13	-1,42
115	160	-0,67	-0,36	-0,99	-0,84	-1,08	-0,90
155	20	-4,11	-4,09	-4,08	-3,70	-3,90	-3,73
155	60	-1,82	-1,44	-1,27	-1,31	-1,57	-1,51
155	180	-1,91	-2,31	-2,22	-1,47	-2,14	-1,95
195	20	-4,69	-4,71	-4,71	-4,69	-4,30	-4,15
195	60	-4,42	-4,32	-4,40	-4,39	-3,18	-2,92
195	100	-3,92	-3,86	-3,55	-3,58	-3,40	-3,23
195	140	-2,81	-2,66	-2,93	-2,71	-2,50	-2,42
195	180	-0,49	-0,51	-0,32	-0,54	-0,50	-0,44
230	20	-4,47	-4,52	-4,40	-4,26	-3,90	-3,91
230	60	-4,27	-4,21	-4,19	-3,88	-4,08	-3,92
230	100	-3,37	-3,31	-1,33	-2,52	-2,90	-2,70
230	140	-2,97	-2,90	-2,08	-1,94	-2,20	-1,90
230	180	-1,23	-0,71	-0,80	-0,75	-0,76	-0,56
250	150	-1,61	-1,65	-0,89	-0,74	-0,44	-0,29

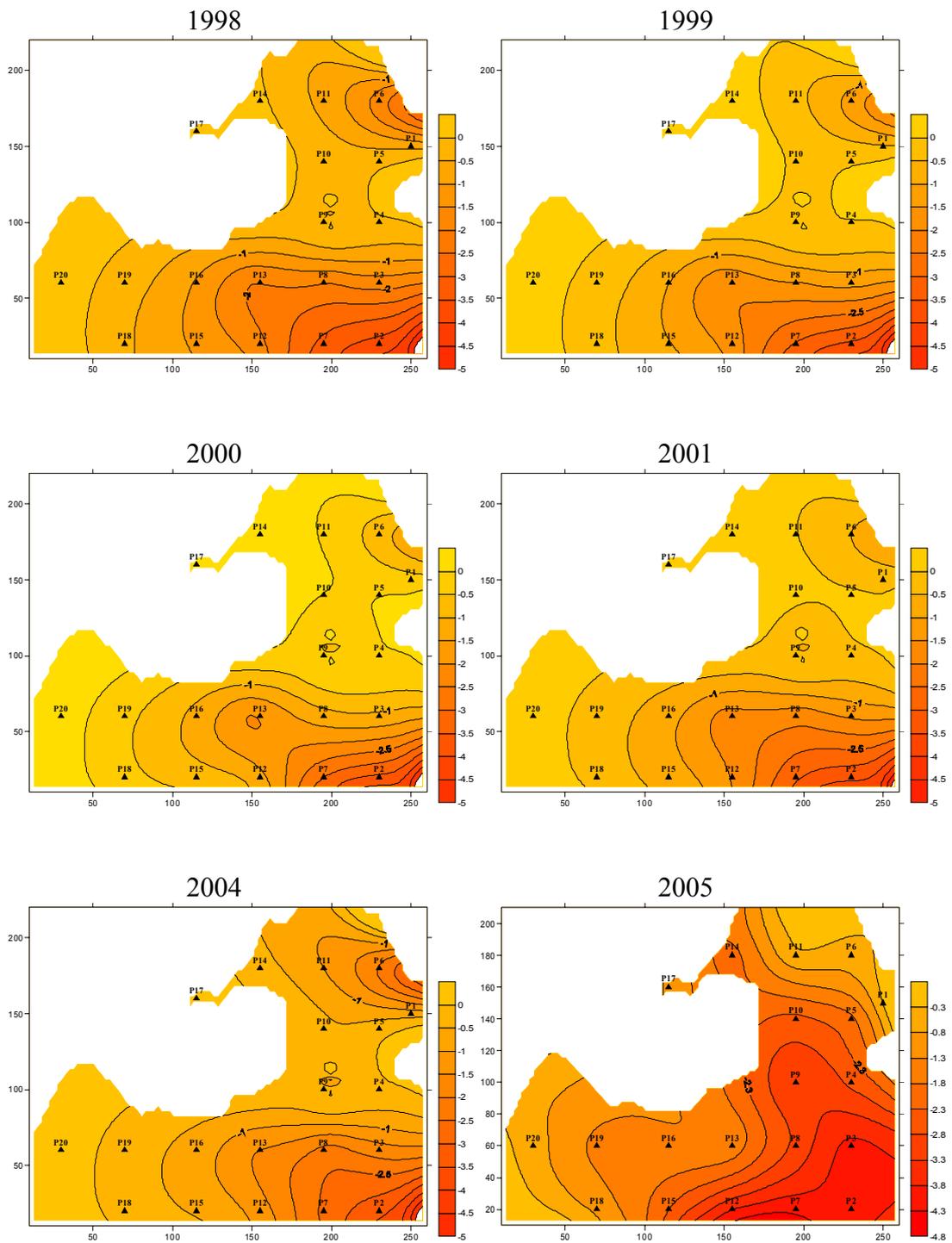


Figura 34 - Planta batimétrica das curvas de nível da represa Velha (CEPTA/IBAMA), com os pontos de amostragem de 1 a 20 com distância aproximada entre si de 45 m, no período de agosto nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001, 2004 e 2005.

A tabela 5 apresenta os valores das combinações das variáveis obtidas através da análise de regressão múltipla, realizada pelos dados das batimetrias durante 4 anos, tendo como variável dependente o ano de 2001 e independentes os anos de 1998, 1999 e 2000 (Tabela 6).

Tabela 5 - Combinações das variáveis das batimetrias durante os anos de 1998 a 2001

Combinações das variáveis			yi explicada (%)
2000			88,8
1999			93,9
1998			94,8
2000	1999		94,6
2000	1998		95,5
1999	1998		95,0
2000	1999	1998	95,6

A tabela 6 apresenta as contribuições puras em % do assoreamento da represa Velha utilizando a análise de regressão múltipla, durante os 4 anos estudados. A maior contribuição observada nesta análise foi o ano de 1998, explicado através do $R^2=94,8\%$.

Tabela 6 - Contribuição pura em % de cada variável

Contribuição pura em % de cada variável	
1998	94,8
1999	0,01
2000	0,07

O maior volume de água obtido através das análises das batimetrias, durante o mês de agosto de todos os anos foi em 1999, com $57217,262 \text{ m}^3$ e o menor valor foi em 1998 de $41589,356 \text{ m}^3$, tendo uma diferença de $15627,906 \text{ m}^3$ (Tabela 7).

Tabela 7 – Volume de água da represa Velha obtidos no período de 4 anos, no mês de agosto.

Anos	Simpson's Rule/Volume m^3
1998	41589.356
1999	57217.262
2000	53893.040
2001	51443.597

Ao visualizar os dados da tabela 7 através da figura 35 pode-se concluir que o ano de maior volume de água por m^3 foi o ano de 1999.

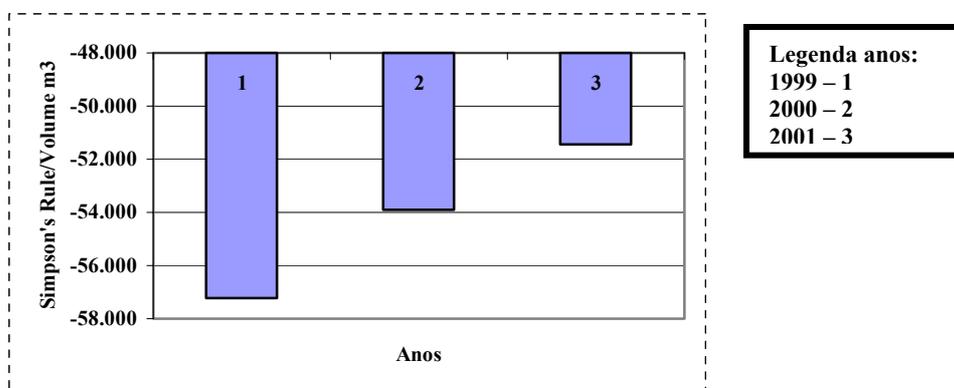


Figura 35 - Representação dos diferentes volumes de água da represa Velha obtidos através das batimetrias em um período de três anos.

A perda da capacidade do reservatório tem como principal fator a topografia inicial ($R^2_{1998} = 94,8\%$), podendo ou não ser extrapolada temporal ou espacialmente para outros reservatórios.

Ao analisar os dados das batimetrias através do SURFER 8.0, os valores encontrados demonstram um assoreamento progressivo durante o período de quatro anos, sendo que a maior concentração foi entre os anos de 1999 e 2000 de $3.324 m^3$.

Os dados referentes à tabela 8 apresentam os valores das combinações das variáveis obtidas através da análise de regressão múltipla, para as batimetrias ajustadas com distância aproximada de 45 m entre os 20 pontos durante 4 anos, tendo como variável dependente o ano de 2001 e independentes os anos de 1998, 1999 e 2000. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos inicialmente para distâncias de 10 m. O melhor resultado estatístico sobre o assoreamento na represa Velha foi de 95,9%, obtido utilizando as combinações entre todas as variáveis independentes.

Este resultado significa que o formato original do fundo da represa (representado pelo ano de 1998) é que controla a sedimentação nos anos subsequentes.

Tabela 8 - Combinações das variáveis das batimetrias durante os anos de 1998 a 2001 com distância aproximadamente entre os pontos de 45 m.

Combinações das variáveis			yi explicada (%)
2000			92,5
1999			92,7
1998			94,8
2000	1999		95,9
2000	1998		97,2
1999	1998		94,8
2000	1999	1998	97,5

A tabela 9 apresenta as contribuições puras em % do assoreamento da represa Velha utilizando a análise de regressão múltipla, para as batimetrias ajustadas com distância aproximada de 45 m entre os 20 pontos estudados durante os 4 anos. A maior contribuição observada nesta análise foi novamente o ano de 1998, explicado através do $R^2=94,8\%$ semelhante às obtidas para distância de 10 m.

Tabela 9 - Contribuição pura em % de cada variável com distância aproximadamente entre os pontos de 45 m.

Contribuição pura em % de cada variável	
1998	94,8
1999	0,3
2000	2,4

Ao analisar o volume através das análises das batimetrias ajustadas para a distância aproximada de 45 m, não foi possível obter o volume real da represa, devido à diminuição dos pontos de 389 para 20.

De acordo com Bufon (2002) em estudos batimétricos realizados anteriormente na represa Velha, em um período de um (1) ano, foi possível determinar que o tempo de vida útil da represa seria de setenta e dois (72) anos. Ao comparar a informação obtida da batimetria com outro estudo realizado com câmaras de sedimentação durante um período mensal de 24 h, em um período de um (1) ano, o tempo de vida útil obtido para este tipo de estudo na represa seria de sete anos e meio (7,5), chegando a uma diferença entre os estudos de sessenta e quatro anos e meio (64,5). Provavelmente essas diferenças sejam decorrentes da movimentação do fundo devido aos ventos que acarretam turbilhonamento na represa ou da movimentação de grandes cardumes, ou ainda, por barcos próximos às câmaras de sedimentação.

A batimetria é somente uma das técnicas para se calcular a vida útil de uma represa, pois existem outros fatores que influenciam o depósito de sedimentos, como: operações do reservatório; tamanho; declividade do vale do rio, vegetação e outros.

Villela e Ponce (1986) observaram, em outro reservatório, um delta de sedimentos na entrada do tributário principal, composto principalmente por areia grossa, sendo que nos demais pontos de coleta, o sedimento encontrado foi mais fino. Pelo método topobatimétrico, o cálculo foi realizado pela integração de toda a área da represa e o resultado mostrou o que estava acontecendo na represa como um todo, independente da velocidade de transporte, natureza e deposição do sedimento.

Os métodos que utilizam câmaras de sedimentação para o cálculo de vida útil de um reservatório não têm sido corretamente adequados (COELHO, 1993; LEITE, 1998), pois demonstram tempos de vida útil distintos para um mesmo reservatório.

Vários fatores podem explicar o funcionamento de um reservatório, dentre eles, o tempo de residência e a força do vento que atuam como funções de força na coluna da água, promovendo ou não a homogeneização de toda a coluna. O tempo de residência da água parece ser o principal fator, dependendo do tamanho e da morfologia da represa, da diminuição do tempo de residência em decorrência do aumento da vazão, podendo explicar as mudanças na estabilidade do ambiente, considerando-se como uma transição entre os padrões de estratificação/circulação (STRAŠKRABA, 1973), como observado neste estudo.

6.2 – Parâmetros físicos, químicos e biológico da represa Velha do CEPTA/IBAMA

A perda da qualidade das águas, afetada por poluentes de diversos tipos, veiculados ou não pelos sedimentos, pode produzir conseqüências prejudiciais à vida aquática, à piscicultura, ao uso da água para consumo e também à própria operação das usinas devido à abrasão (desgaste) das turbinas e assoreamento.

Os planejamentos e os gerenciamentos de um ecossistema aquático podem ser descritos em termos da atividade de dois sistemas constituintes de sua área de mananciais. Eles são: sistema ambiental natural do corpo hídrico e da área de mananciais; sistema ambiental quase natural composto por florestas, agricultura e pesca, com atividades primárias e população e seus centros de atividades sócio-econômicas (NAKAMURA et al., 2000).

A relação de nitrogênio (N) e o fósforo (P) em águas urbanas servidas são de 3:1, enquanto fontes não-pontuais apresentam uma relação muito superior. Nitrogênio pode, portanto, ser freqüentemente o fator limitante de águas servidas lançadas em lagos. Isso não implica que a eutrofização pode ser melhor controlada mediante a remoção do nitrogênio. Como o fósforo é removido mais facilmente das águas residuárias do que o nitrogênio, mediante precipitação química, e, também, como a parcela mais significativa do fósforo tem como origem esses efluentes, ao contrário do nitrogênio, a eutrofização pode ser freqüentemente controlada pela remoção do fósforo dos esgotos (OVERBECK, 2000).

O N e o P são consumidos pelo fitoplâncton em uma relação de massa com média de 7,2:1. Se a disponibilidade total diferir muito dessa relação, ocorrerá uma limitação na produção. A relação crítica de N:P é cerca de 10:1. Dos estudos comparativos das razões de N:P nas células de algas em cultura e em água de lagos, determinaram o papel desses elementos como nutrientes limitantes do crescimento (FORSBERG et al., 1978).

A eutrofização dos ecossistemas aquáticos é resultado do enriquecimento com nutrientes de plantas, principalmente fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada em lagos, represas e rios e são transformados em partículas orgânicas, matéria viva vegetal, pelo metabolismo das plantas. A eutrofização natural é resultado da descarga normal de nitrogênio e fósforo nos sistemas aquáticos. A eutrofização cultural é proveniente dos despejos de esgotos domésticos e industriais e da descarga de fertilizantes aplicados na agricultura, acelerando o processo de enriquecimento das águas superficiais e subterrâneas; esse processo consiste no rápido desenvolvimento de plantas aquáticas, inicialmente cianobactérias, ou algas verdes azuis, as quais produzem substâncias tóxicas (TUNDISI, 2003).

As denominações para a eutrofização dos lagos, represas e rios, são oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico, com diferentes concentrações de nutrientes, principalmente N e P. As concentrações de N e P para lagos oligotróficos e eutróficos de regiões temperadas e regiões tropicais variam, e os níveis de concentração que definem o estado trófico não são iguais para as regiões temperadas e tropicais (UNEP/IETC, 2001; PNUMA/CITA, 2001 apud TUNDISI, 2003).

Analisando a represa Velha através destas classificações e suas causas podemos dizer que a represa em estudo, dependendo do período chuvoso do ano se encontra eutrófica devido o carreamento de nutrientes (principalmente N e P) colocados na

agricultura próxima ao córrego que abastece a represa, e no período seco, oligotrófico, devido ao não carreamento de nutriente e ao maior tempo de permanência da água, fazendo com que estes nutrientes sedimentem.

Na análise da regressão múltipla realizada para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA nos anos de 1998 a 2001, determinando como dependente o material em suspensão total (MST) e os demais elementos como independentes, foi possível obter quais parâmetros têm maior influência no assoreamento e na eutrofização do ambiente estudado, como pode ser observado na tabela 10. Adotando os parâmetros com maior influência, foi possível realizar novas coletas nos meses de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005, sendo ajustado às coletas pelas distâncias determinadas pelo variograma utilizado na batimetria de aproximadamente 45 m.

Tabela 10 – Coeficientes de determinações obtidos de regressão múltipla realizada para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002. (N = 504)

Parâmetros	Coefficiente de determinação R²
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	0,028**
Amônia (µg.L ⁻¹)	0,001 ns
Condutividade da água na média prof. (µS.cm ⁻¹)	0,018**
Condutividade da água na superfície (µS.cm ⁻¹)	0,054**
Condutividade da água no fundo (µS.cm ⁻¹)	0,235**
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	0,011*
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	0,035**
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	0,159**
Material em Suspensão Inorgânico (MSI) (mg.L ⁻¹)	0,980**
Material em Suspensão Orgânico (MSO) (mg.L ⁻¹)	0,862**
Nitrato (µg.L ⁻¹)	0,072**
Nitrito (µg.L ⁻¹)	0,003 ns
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	0,527**
Oxigênio dissolvido da água na média prof. (mg.L ⁻¹)	0,080**
Oxigênio dissolvido da água na superfície (mg.L ⁻¹)	0,030**
Oxigênio dissolvido no fundo (mg.L ⁻¹)	0,172**
PH	0,061**
Pigmento total (µg.L ⁻¹)	0,060**
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	0,121**
Temperatura da água na média prof. (°C)	0,225**
Temperatura da água na superfície (°C)	0,230**
Temperatura da água no fundo (°C)	0,324**
Transparência da água (m)	0,003 ns
Vazão (m ³ /s ⁻¹)	0,186**

** = Significativo a 0,01; * = Significativo a 0,05; ns = Não Significativo. **Fonte:** Steel e Torrie (1981).

Nos anos de 1998 a 2001 foi realizada análise da regressão múltipla para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA (BUFON, 1999; 2002). Os parâmetros com maior influência foram analisados novamente durante os anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005, determinando como dependente o material em suspensão total (MST) e os demais elementos como independentes, comprovando-se os mesmos resultados obtidos durante os anos e períodos de 1998 a 2001 como pode ser observado na tabela 11.

Tabela 11 - Coeficientes de determinações obtidos de regressão múltipla realizada para os parâmetros estudados na represa Velha no CEPTA/IBAMA nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005. (N = 640)

Parâmetros	Coefficiente de determinação R ²
Condutividade da água no fundo ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	0,030**
Material em Suspensão Inorgânico (MSI) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,999**
Material em Suspensão Orgânico (MSO) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,994**
Oxigênio dissolvido no fundo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,371**
pH	0,535**
Temperatura da água no fundo ($^{\circ}\text{C}$)	0,001 ns
Transparência da água (m)	0,377**

** = Significativo a 0,01; * = Significativo a 0,05; ns = Não Significativo. **Fonte:** Steel e Torrie (1981).

6.2.1 - Potencial hidrogeniônico - pH

O pH significa a medida da concentração de íons H^+ . O balanço dos íons hidrogênio (H^+) e hidróxido (OH^-) determina o quão ácida ou básica é a água. Quando esta é quimicamente pura os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O controle do pH da água no abastecimento é de grande importância, pois acarreta a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição. O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo em que é uma das mais difíceis de se interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo (ESTEVES, 1988).

Na tabela 12 e figura 36 observa-se o maior valor de pH na represa Velha CEPTA/IBAMA, nos pontos P5 e P6 (meio da represa e antigo local dos tanques-rede),

no período seco, no mês de agosto de 2000, de 8,11, e o menor valor foi obtido no ponto P1 (antigo cercado da represa), no período chuvoso, no mês de fevereiro de 2000, de 5,24 (BUFON, 1999; 2002). Os valores de pH encontrados para a maioria dos pontos de coleta situaram-se dentro daqueles citados pela Resolução CONAMA nº 357/Decreto 99.274, para rios de Classe 2 ou, seja, pH de 6,00 a 9,00.

Nascimento (1994) encontrou valor na represa Velha que revelou pH ácido, o menor valor foi observado no período chuvoso de 3,60 e o maior no período seco de 5,70. Estes resultados demonstram semelhanças de períodos ao presente estudo que está sendo realizado. Segundo este mesmo autor no mesmo local de estudo no ano de 2000, encontrou valor de pH abaixo de 4,00, o que lhe dá um caráter ácido à água. Esse autor atribuiu a causa devido ao pH do solo ácido e a produção de ácidos húmicos, proveniente da decomposição de turfeiras e de outros materiais de origem orgânica nas áreas alagadas. Kleerekoper (1941) obteve pH do húmus de 4,10 nas turfeiras da cabeceira e no material em decomposição da matéria orgânica ao longo do córrego até a represa.

Ferraz de Lima et al. (1992); Bufon (2002) também encontraram valores próximos aos encontrados neste estudo na represa Velha, no período seco, entre 5,25 e 8,11, os quais também estão classificados para rios de Classe 2. Outros estudos foram realizados a jusante da represa Velha, nos viveiros de criação de peixes, por Costa Neto (1990); Eler (1996; 2000); Watanabe (2001), que encontraram valores entre 4,40 e 9,50.

Estudos realizados em outros meios aquáticos localizados na região de São Carlos, SP, nos córregos da Água Quente e Água Fria, tiveram variações de pH em ambos os córregos, entre 4,70 e 7,10 (SANTOS, 1993). Na bacia do rio Piracicaba, SP, os estudos realizados indicaram pH=8,86 em Limeira, local onde também foram observadas as maiores mudanças nesta variável entre 6,97 e 8,86 (MELETTI, 1997). Na represa do Lobo, em Itirapina, o pH foi obtido com tendência ligeiramente ácida entre 5,5 e 6,7 (REIS et al., 2002).

Estudos realizados em três lagoas marginais do baixo rio Mogi-Guaçu, no trecho compreendido entre os municípios de Barrinha e Pitangueiras, obtiveram valores de pH que oscilaram entre 5,00 no período seco e 7,70 no período chuvoso (OLIVEIRA, 1978). Segundo este autor, o pH é muito dependente do tipo de solo do fundo do ambiente. Na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, em duas lagoas estudadas o pH oscilou entre 7,34 e 8,79 (BRAZIL, 2000). Outros reservatórios estudados nos rios Tietê, Paranapanema e no sistema Paraná, no período chuvoso,

durante os anos de 1989 a 1996, os valores obtidos foram entre 5,80 e 7,30 (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998).

Para Boyd (1990); Sipaúba-Tavares et al. (1993) o aumento do pH em um sistema pode estar relacionado às condições de extrema alcalinidade e à dureza da água. Estas três variáveis estão intimamente relacionadas em um sistema aquático.

Tabela 12 – Variação espacial e temporal dos valores de pH na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	6,67	6,83	6,56	6,73	6,83	6,66
22/08/1998	2	6,81	7,00	7,09	7,00	6,98	6,86
16/12/1998	3	6,66	6,62	6,57	6,62	6,60	6,59
30/01/1999	7	6,65	6,84	6,63	6,61	6,61	6,67
27/02/1999	8	7,60	8,10	7,70	7,60	6,90	7,80
01/05/1999	9	6,63	6,74	6,72	6,89	6,72	6,51
26/06/1999	12	7,60	7,56	7,25	7,73	7,50	7,29
24/07/1999	13	6,68	6,60	6,56	6,74	6,79	6,81
21/08/1999	14	7,40	7,50	7,32	7,50	7,33	7,40
23/10/1999	15	6,48	6,00	6,69	6,64	7,72	7,30
31/12/1999	17	6,43	6,80	6,37	6,36	6,63	6,45
28/01/2000	19	7,00	6,57	6,41	6,46	6,40	6,52
26/02/2000	20	5,24	6,17	6,44	6,20	6,57	6,16
28/06/2000	21	6,15	6,45	6,29	6,19	6,19	6,15
24/07/2000	25	7,43	7,53	7,49	7,41	7,23	7,38
29/08/2000	26	7,70	7,89	7,92	8,04	8,11	8,11
27/10/2000	27	6,29	6,40	6,88	5,25	6,01	6,70
21/12/2000	29	6,62	7,47	6,87	6,64	6,84	7,09
31/01/2001	31	6,81	7,27	7,45	7,06	7,20	7,21
21/02/2001	32	6,48	6,00	6,69	6,64	7,72	7,30
25/04/2001	33	6,78	7,03	6,68	6,70	6,50	7,00

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

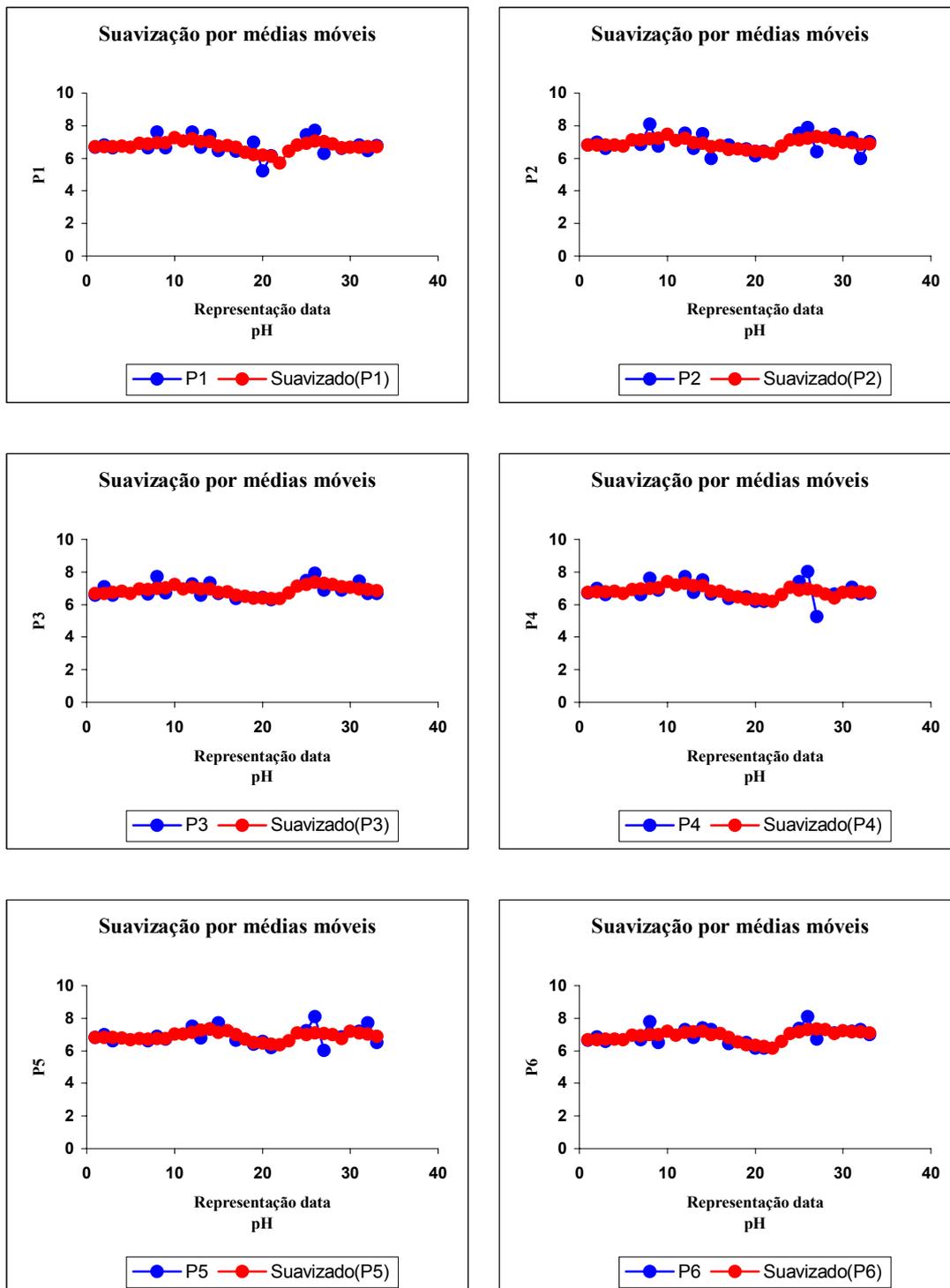


Figura 36 - Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Na tabela 13 e figura 37 observam-se os maiores valores espaço-temporais de pH da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco, no ponto P1, no mês de julho de 2004, de 6,30, e o menor valor também foi obtido no mês de julho de 2004 no ponto P3, de 5,09. No período chuvoso, o maior valor observado foi no mês de dezembro de 2004, no ponto P11, de 8,71, e o menor valor obtido foi no mês de fevereiro de 2005, no ponto P20, de 4,84. Os resultados obtidos durante os anos de 2004 e 2005 de pH na represa Velha coincidiram com os observados nos anos de 1998 a 2001. Os valores de pH encontrados para a maioria dos pontos de coleta situaram-se abaixo daqueles citados pela Resolução CONAMA nº 357/Decreto 99.274, para rios de Classe 2 ou, seja, pH de 6,00 a 9,00.

Tabela 13 - Variação espacial e temporal dos valores de pH no fundo na represa Velha, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas				
	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	6,30	5,95	7,25	5,78	8,33
P2	5,19	5,86	7,05	7,91	6,22
P3	5,09	5,80	6,87	7,76	6,58
P4	5,14	5,79	6,18	6,75	5,68
P5	5,18	5,84	6,53	5,29	5,60
P6	5,27	5,77	6,98	6,18	5,40
P7	5,29	5,77	6,93	6,44	4,93
P8	5,26	5,72	6,94	6,47	5,26
P9	5,29	5,66	6,87	6,33	5,06
P10	5,29	5,68	7,85	5,83	4,93
P11	5,34	5,67	8,71	6,22	5,11
P12	5,38	5,72	6,77	7,39	5,24
P13	5,35	5,70	7,19	7,08	5,30
P14	5,45	5,63	7,12	5,48	5,06
P15	5,49	5,70	7,19	6,19	4,95
P16	5,49	5,72	7,18	6,44	4,98
P17	5,48	5,73	7,16	6,88	5,06
P18	5,54	5,78	7,27	7,79	5,07
P19	5,56	5,80	7,30	7,02	4,90
P20	5,57	5,81	7,26	6,73	4,84

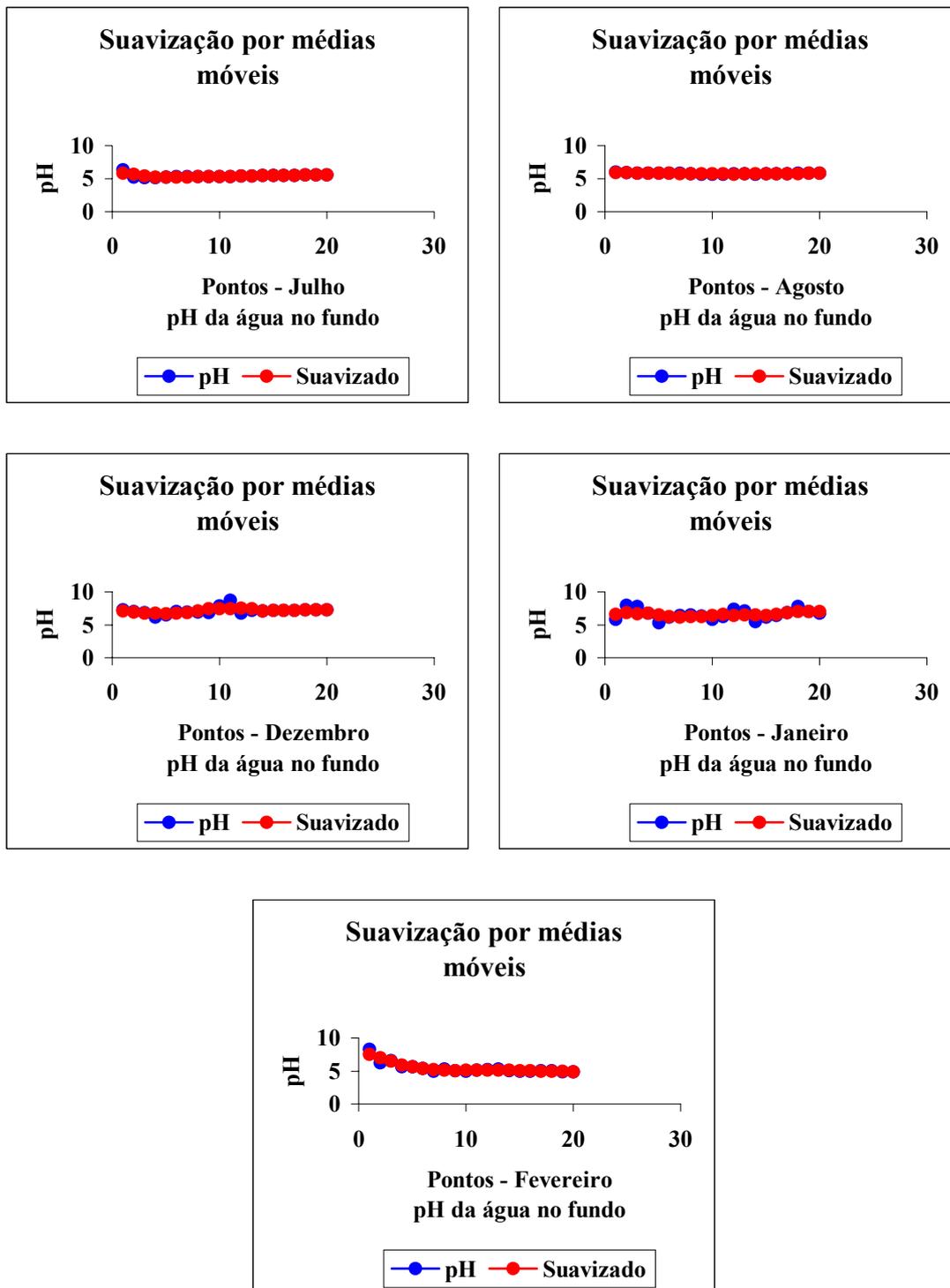


Figura 37 - Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Os maiores valores espaço-temporais de pH da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco foi obtido no mês de agosto de 2005, no ponto P1, de 6,22, e o menor valor observado ocorreu no mês de junho de 2005, no ponto P8, de 2,15. Estes resultados foram bem semelhantes aos observados no ano de 2004, conforme apresentados na tabela 14 e figura 38.

Tabela 14 - Variação espacial e temporal dos valores de pH no fundo na represa Velha, junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	4,39	5,10	6,22
P2	2,81	5,22	5,78
P3	2,45	5,20	5,60
P4	2,45	5,17	5,69
P5	2,33	5,20	5,57
P6	2,19	5,15	5,71
P7	2,19	5,13	5,44
P8	2,15	5,90	5,57
P9	2,42	4,85	5,10
P10	2,42	4,79	5,40
P11	2,56	4,78	5,67
P12	2,48	5,19	5,53
P13	2,43	5,25	5,64
P14	2,62	5,27	5,53
P15	2,54	5,32	5,88
P16	2,48	5,29	5,97
P17	2,59	5,40	5,76
P18	2,59	5,35	6,04
P19	2,50	5,73	5,93
P20	2,67	5,60	5,98

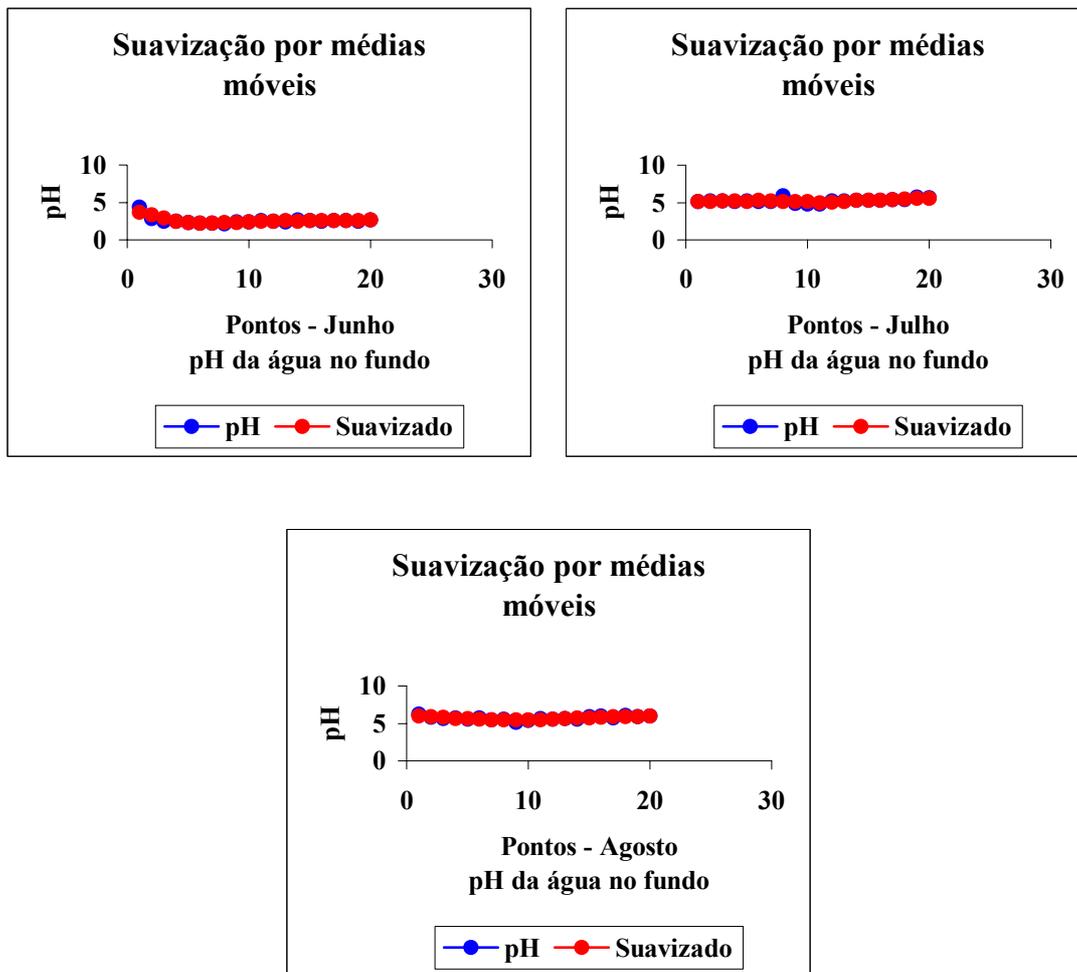


Figura 38 - Variação espacial e temporal dos valores de potencial hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.2 - Oxigênio dissolvido no fundo

O maior valor de oxigênio dissolvido no fundo da represa Velha foi observado no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede), no mês de junho de 2000, período seco, de 10,85 mg.L⁻¹, e o menor valor também foi obtido no ponto P6, no mês de agosto de 1998, período seco, de 0,20 mg.L⁻¹ (BUFON, 1999; 2002), apresentado na tabela 15 e figura 39.

Kleerekoper (1944) realizou estudos na represa Velha entre os anos de 1941 e 1942, os valores obtidos de oxigênio dissolvido no fundo foram entre 0,34 e 3,37 mg.L⁻¹. Outros trabalhos realizados por este autor na represa do rio Guatemí em Campinas – SP obtiveram valores de oxigênio dissolvido no fundo da represa de 8,59 mg.L⁻¹. Esses valores foram semelhantes aos obtidos no atual trabalho.

Ferraz de Lima et al. (1992) observou na represa Velha, próximo a quatro gaiolas flutuantes para engorda de peixes, apresentou o valor de oxigênio dissolvido de 6,63 mg.L⁻¹. Segundo Costa Neto (1990); Nascimento (1994); Bufon (2002), os valores encontrados na represa Velha durante esses anos oscilaram entre 2,00 e 11,67 mg.L⁻¹. Nos viveiros de criação de peixes e nas canaletas de abastecimento de água à jusante da represa Velha, foram medidas valores de oxigênio dissolvido próximos àqueles obtidos neste estudo, os quais oscilaram entre 1,24 e 10,00 mg.L⁻¹ (COSTA NETO, 1990; ELER, 1996; 2000; WATANABE, 2001). Uma das principais fontes de oxigênio dissolvido na água é a fotossíntese do fitoplâncton (BOYD, 1981; ESTEVES, 1988; ELER, 1996).

Em estudos realizados na bacia do rio Piracicaba, Meletti (1997) obtiveram os menores valores em Piracicaba, SP, de 0,66 mg.L⁻¹, e o maior valor em Limeira e Campinas, SP, de 10,55 mg.L⁻¹. Em outro estudo realizado em dois córregos, o da Água Quente e o da Água Fria, na região de São Carlos, SP, os valores obtidos foram entre 4,29 e 10,70 mg.L⁻¹ (SANTOS, 1993).

Este mesmo parâmetro foi analisado em outros ecossistemas lênticos. Trabalhos realizados em três lagoas marginais do baixo rio Mogi-Guaçu, no trecho compreendido entre os municípios de Barrinha e Pitangueiras, conduziram a valores de oxigênio dissolvido entre 0,00 e 12,00 mg.L⁻¹ (OLIVEIRA, 1978). Em outros trabalhos realizados nos reservatórios do rio Tietê, Paranapanema e sistema Paraná, os valores obtidos localizaram-se entre 5,00 e 7,10 mg.L⁻¹ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Em outras duas lagoas na região do Bairro Bonsucesso no

Município de Guarulhos, SP, os valores obtidos foram entre 0,30 e 7,30 mg.L⁻¹ (BRAZIL, 2000).

Desde Pennak (1946), é sabido que o oxigênio livre nunca é um fator limitante em águas naturais não poluídas. O oxigênio dissolvido está sujeito às flutuações diárias e sazonais que são devidas, em parte, às variações de temperatura, atividades fotossintéticas e à vazão. Os processos de biodepleção e reaeração controlam as concentrações de oxigênio dissolvido. A decomposição de resíduos orgânicos e oxidação dos inorgânicos podem reduzir também os níveis de oxigênio dissolvido (BUFON, 2002).

Muitos fatores contribuem para a variação do oxigênio dissolvido em um reservatório. Dentre eles, as chuvas, por acarretarem lavagem do fitoplâncton da superfície e ao aumento da vazão, além do aumento da turbidez. Verifica-se nesse ambiente a formação das oxiclina que podem estar relacionadas aos processos de oxidação no hipolímnio, cuja intensidade reflete-se na quantidade de matéria orgânica que chega à represa, proveniente das zonas produtivas do córrego, resultando na diminuição da concentração de oxigênio dissolvido no hipolímnio e aumento desta no epilímnio (WETZEL; LIKENS, 1991).

Também em corpos de água, concentrações elevadas de oxigênio dissolvido são vitais para a manutenção de condições oxidantes (aeróbias) para degradar a matéria orgânica e para manter, por exemplo, o fósforo no sedimento de lagos. Na ausência de oxigênio dissolvido no fundo de lagos, dosam-se nitratos, que serão uma fonte de oxigênio dissolvido para bactérias facultativas, mantendo-se assim condições oxidantes junto aos sedimentos. A manutenção de níveis adequados de oxigênio dissolvido é essencial à pesca esportiva e aquicultura, pois a imensa maioria dos consumidores numa cadeia ecológica é estritamente aeróbia (PORTO et al., 1991).

Tabela 15 – Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo (mg.L^{-1}) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	5,50	6,70	5,50	0,80	8,50	2,20
22/08/1998	2	4,00	6,00	5,50	1,00	1,00	0,20
16/12/1998	3	4,50	4,40	6,80	2,00	5,20	2,60
30/01/1999	7	5,20	4,20	5,10	1,50	2,30	4,70
27/02/1999	8	7,20	5,00	6,50	7,00	6,20	5,60
01/05/1999	9	4,00	7,00	5,00	6,20	5,00	5,80
26/06/1999	12	3,30	3,60	4,40	0,70	3,50	3,50
24/07/1999	13	4,40	5,00	4,50	3,40	0,50	1,00
21/08/1999	14	2,00	4,50	6,00	1,50	2,50	3,50
23/10/1999	15	5,50	5,80	1,00	2,50	4,20	1,00
31/12/1999	17	3,20	4,00	3,50	2,60	3,10	3,50
28/01/2000	19	1,50	5,50	4,50	3,80	4,00	4,20
26/02/2000	20	3,00	2,00	3,00	2,00	6,50	6,00
28/06/2000	21	8,60	10,54	9,08	9,08	1,28	10,85
24/07/2000	25	8,36	5,00	9,36	8,87	1,14	1,00
29/08/2000	26	6,70	7,60	7,20	3,60	2,60	0,40
27/10/2000	27	3,50	4,00	4,30	3,50	3,10	3,38
21/12/2000	29	5,30	4,60	2,70	4,50	1,50	1,00
31/01/2001	31	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	2,00
21/02/2001	32	6,50	5,50	6,00	3,50	2,00	1,00
25/04/2001	33	1,60	2,30	4,00	4,50	3,90	3,40

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

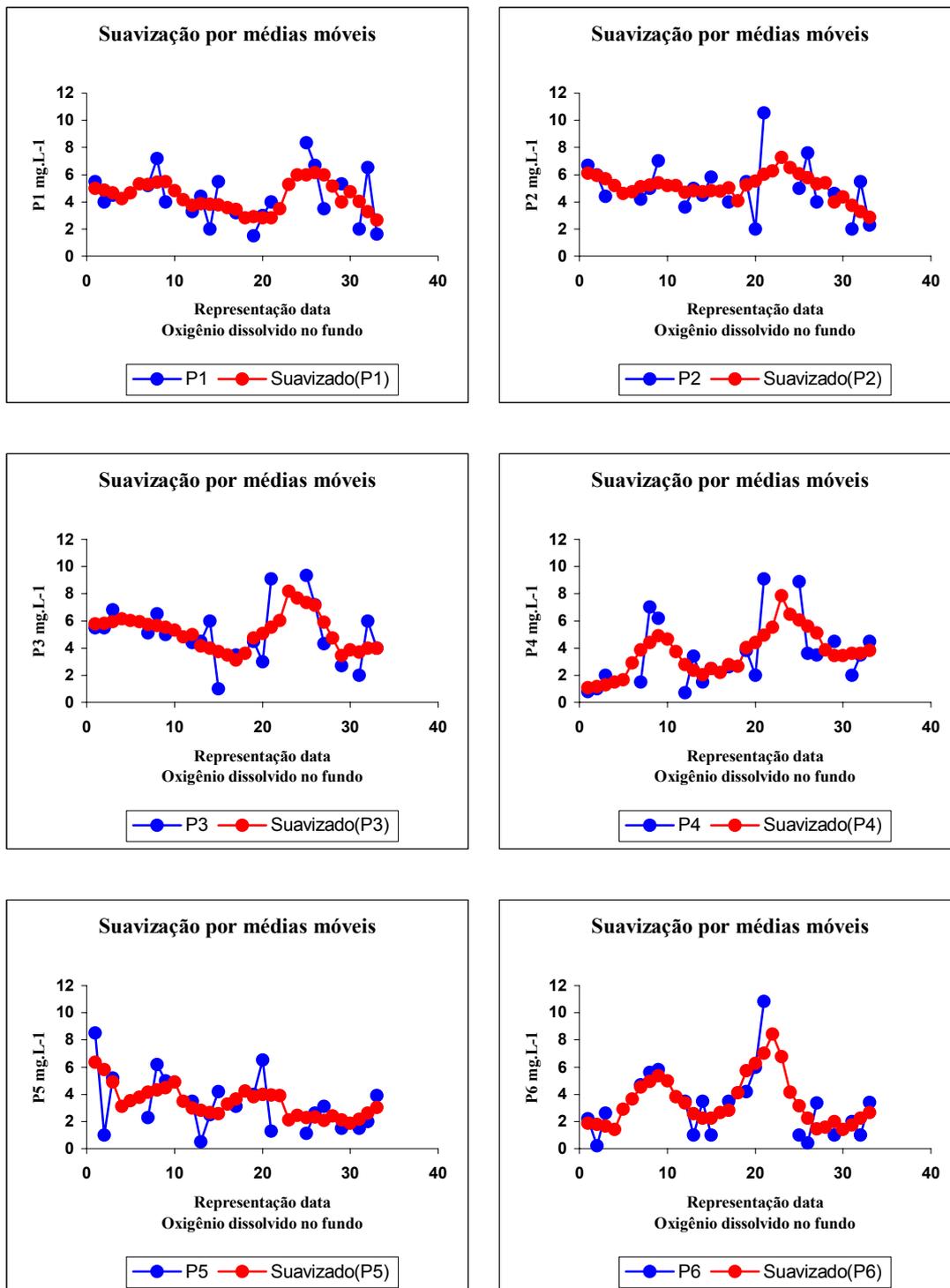


Figura 39 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Em nova bateria de ensaios, entre os anos de 2004 e 2005, verificou-se que na represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco o maior valor espaço-temporal de oxigênio dissolvido da água no fundo foi no ponto P18, no mês de agosto de 2004, de 12,46 mg.L⁻¹, e o menor valor obtido no mesmo período foi no mês de julho de 2004, no ponto P3, de 8,66 mg.L⁻¹. Durante o período chuvoso o maior valor obtido foi no mês de janeiro de 2005, de 9,92 mg.L⁻¹, no ponto P8, e o menor valor observado foi no mês de dezembro de 2004 de 3,60 mg.L⁻¹, no ponto P4. Esses resultados estão na tabela 16 e figura 40.

Tabela 16 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na água no fundo (mg.L⁻¹) na represa Velha, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas				
	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	8,97	11,86	7,13	9,02	9,69
P2	9,05	12,29	6,33	5,18	4,01
P3	8,66	11,11	8,20	4,80	5,09
P4	9,48	10,58	3,60	5,18	7,53
P5	9,87	12,10	4,38	9,80	6,49
P6	9,98	11,83	7,52	8,07	5,19
P7	9,38	11,49	5,11	8,33	6,48
P8	9,33	10,32	5,65	9,92	4,09
P9	9,40	9,74	5,70	9,88	4,35
P10	9,61	11,24	6,94	9,55	4,09
P11	10,04	12,04	6,99	4,85	6,08
P12	9,52	10,65	5,77	7,06	6,51
P13	10,11	11,86	8,21	5,60	5,89
P14	9,79	10,20	7,42	7,30	7,03
P15	10,15	11,05	8,33	9,50	5,63
P16	9,80	11,00	7,06	5,52	5,45
P17	10,16	12,08	8,79	6,40	6,60
P18	10,44	12,46	8,78	5,62	4,55
P19	10,27	12,24	9,39	5,45	4,56
P20	10,18	12,18	9,29	7,33	7,22

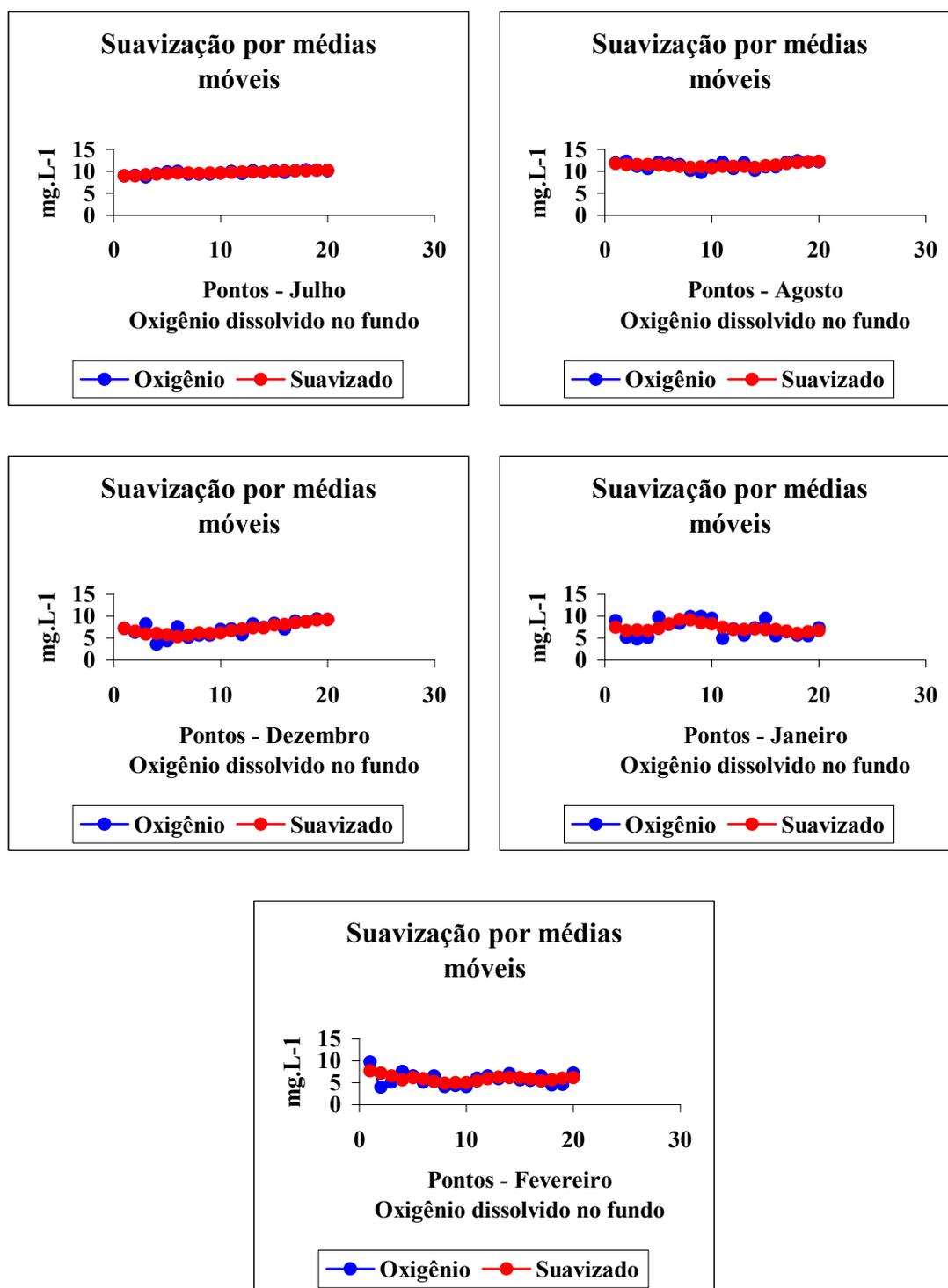


Figura 40 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, em medidas conduzidas em 2005, o maior valor espaço-temporal de oxigênio dissolvido da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco foi no mês de junho de 2005, de 12,48 mg.L⁻¹, no ponto P1, e o menor valor observado foi no mês de julho de 2005 de 3,36 mg.L⁻¹, no ponto P10. Esses resultados estão na tabela 17 e figura 41.

Tabela 17 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na água no fundo (mg.L⁻¹) na represa Velha, junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	12,48	8,70	10,86
P2	10,69	6,82	11,29
P3	10,03	5,65	10,11
P4	10,79	5,68	9,58
P5	11,85	6,68	11,10
P6	12,14	6,71	10,83
P7	10,40	5,82	10,49
P8	8,37	5,73	9,32
P9	11,33	4,47	8,74
P10	11,57	3,36	10,24
P11	11,95	4,53	11,04
P12	9,97	5,56	9,65
P13	10,51	6,40	10,86
P14	11,21	5,58	9,20
P15	10,35	4,56	10,05
P16	11,21	7,33	10,00
P17	10,13	5,15	11,08
P18	10,99	4,54	11,46
P19	11,08	4,46	11,24
P20	11,94	5,44	11,18

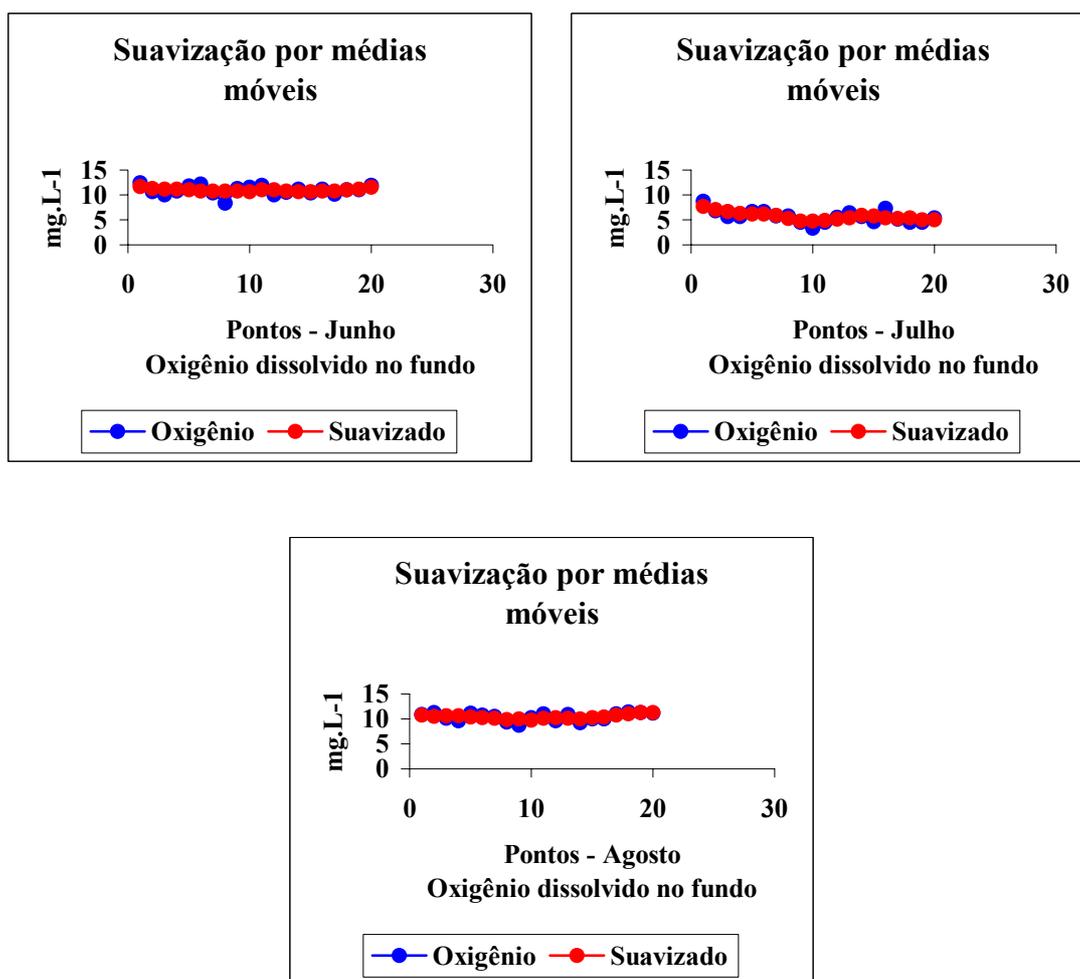


Figura 41 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.3 - Temperatura da água no fundo

Um dos fatores abióticos de grande importância é a temperatura, independentemente do ambiente a ser considerado, tendo variações espacial e temporal. No ambiente aquático essas variações são menores em relação a outros sistemas. Da temperatura dependem a sobrevivência e o metabolismo dos seres vivos e de maneira direta ou indireta ela atua sobre outros fatores presentes no meio. A importância da temperatura da água está relacionada com a quantidade de oxigênio e ambos fatores determinam quantitativa e qualitativamente a biota presente nesse ecossistema (BUFON, 2002).

Nos corpos de água a temperatura é um fator de extrema importância porque influencia diretamente a solubilidade dos gases na água, principalmente oxigênio dissolvido e gás carbônico. Também pode acelerar a velocidade das reações e conseqüentemente elevar a taxa de degradação da matéria orgânica na água, além de influenciar o metabolismo dos peixes principalmente em relação ao consumo de alimentos (BRANCO; ROCHA, 1977; ALABASTER; LLOYD, 1982).

A temperatura influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e também outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. A solubilidade dos gases decresce e a dos sais minerais cresce com o aumento da temperatura da água (PORTO et al., 1991).

No fundo da represa Velha o maior valor de temperatura da água foi obtido no ponto P3 (antigo banco de macrófitas) no mês de dezembro de 1998, período de chuvoso, de 28,0°C, e o menor valor foi no ponto P1 (antigo cercado da represa), no mês de junho de 2000, período seco, de 16,0°C (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 18 e Figura 42).

Segundo Kleerekoper (1944), estudos realizados na represa Velha durante os anos de 1941 e 1942, observaram-se valores de temperatura no fundo da represa entre 22,6 e 28,0°C, sendo estes valores semelhantes aos observados no atual estudo. Outros trabalhos realizados por este mesmo autor em outra represa do rio Gratemí em Campinas – SP, no ano de 1940, apontaram valor no fundo da represa de 22,1°C no período chuvoso.

Os valores de temperatura da água obtidos nos viveiros de criação de peixes e canaletas de abastecimento a jusante da represa Velha por Costa Neto (1990); Eler (1996; 2000); Watanabe (2001), oscilaram entre 16,2 e 31,0°C.

Na bacia do rio Piracicaba, o maior valor de temperatura observado foi de 28,7°C e a menor de 18,9°C (MELETTI, 1997). Na região de São Carlos, SP, dois córregos estudados (Água Quente e Água Fria), tiveram oscilações entre 11,0 e 25,0°C (SANTOS, 1993).

Costa Neto (1990), ao desenvolver seu estudo na represa Velha do CEPTA/IBAMA, descreveu a presença de estratificação térmica na coluna de água durante o inverno e o verão. Lucas et al. (1988) constataram que durante o dia as temperaturas na superfície são bem maiores que as temperaturas encontradas no fundo, enquanto que no período noturno ocorre uma inversão térmica e oscilações de concentração de oxigênio dissolvido podendo provocar alterações no ambiente levando a morte de peixes e de outros organismos aquáticos.

O ecossistema aquático é adaptado apenas a pequenas variações de temperatura da água. Quando essa queda de temperatura ultrapassa 1,0°C por metro de profundidade, a curva é denominada termoclínio. Em lagos de suficiente profundidade, após um período prolongado de aquecimento, esse fenômeno se reproduz. A espessura de cada uma dessas camadas varia nos diversos lagos e durante a estação, assim como de ano para ano. A velocidade do vento, topografia do lago e de suas margens, intensidade e duração do aquecimento, são fatores decisivos, os quais determinam a posição das diversas camadas. Essa sobreposição é conhecida por estratificação térmica e as camadas de água recebem as denominações de epilímnio, metalímnio e hipolímnio (KLEEREKOPER, 1944).

No atual trabalho observou-se, entre as três camadas estudadas, estratificações térmicas em quase todos os períodos e anos analisados. As temperaturas oscilaram entre 1,0 e 8,1°C, podendo também ser aplicada esta estratificação para as outras variáveis químicas e físicas estudadas.

Tabela 18 – Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo (°C) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	20,0	19,5	19,9	18,5	18,8	19,0
22/08/1998	2	26,0	25,0	26,5	24,0	24,0	22,5
16/12/1998	3	27,0	27,0	28,0	27,0	27,0	23,0
30/01/1999	7	26,0	26,0	26,5	26,0	26,0	26,2
27/02/1999	8	24,0	23,0	24,0	23,0	23,0	24,0
01/05/1999	9	19,5	20,0	19,5	19,5	19,5	19,0
26/06/1999	12	19,5	20,0	19,0	19,5	19,5	19,0
24/07/1999	13	19,0	19,5	19,0	19,5	19,5	19,0
21/08/1999	14	24,0	24,0	24,0	21,5	21,0	21,0
23/10/1999	15	26,0	25,0	25,0	25,0	25,0	24,0
31/12/1999	17	26,5	27,0	26,2	26,0	27,5	26,0
28/01/2000	19	25,0	24,9	25,0	25,0	25,0	25,0
26/02/2000	20	19,0	19,0	20,0	21,0	21,0	21,0
28/06/2000	21	16,0	16,7	16,9	16,3	16,2	16,2
24/07/2000	25	19,5	19,5	20,0	18,0	18,0	18,0
29/08/2000	26	25,0	22,0	23,0	22,0	22,0	18,0
27/10/2000	27	23,0	23,5	21,8	22,0	22,0	22,0
21/12/2000	29	26,0	26,0	25,0	26,5	26,0	25,0
31/01/2001	31	25,5	25,0	26,0	25,0	26,0	24,9
21/02/2001	32	24,0	24,5	26,5	24,0	24,0	25,6
25/04/2001	33	26,5	26,0	26,5	24,0	25,0	23,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

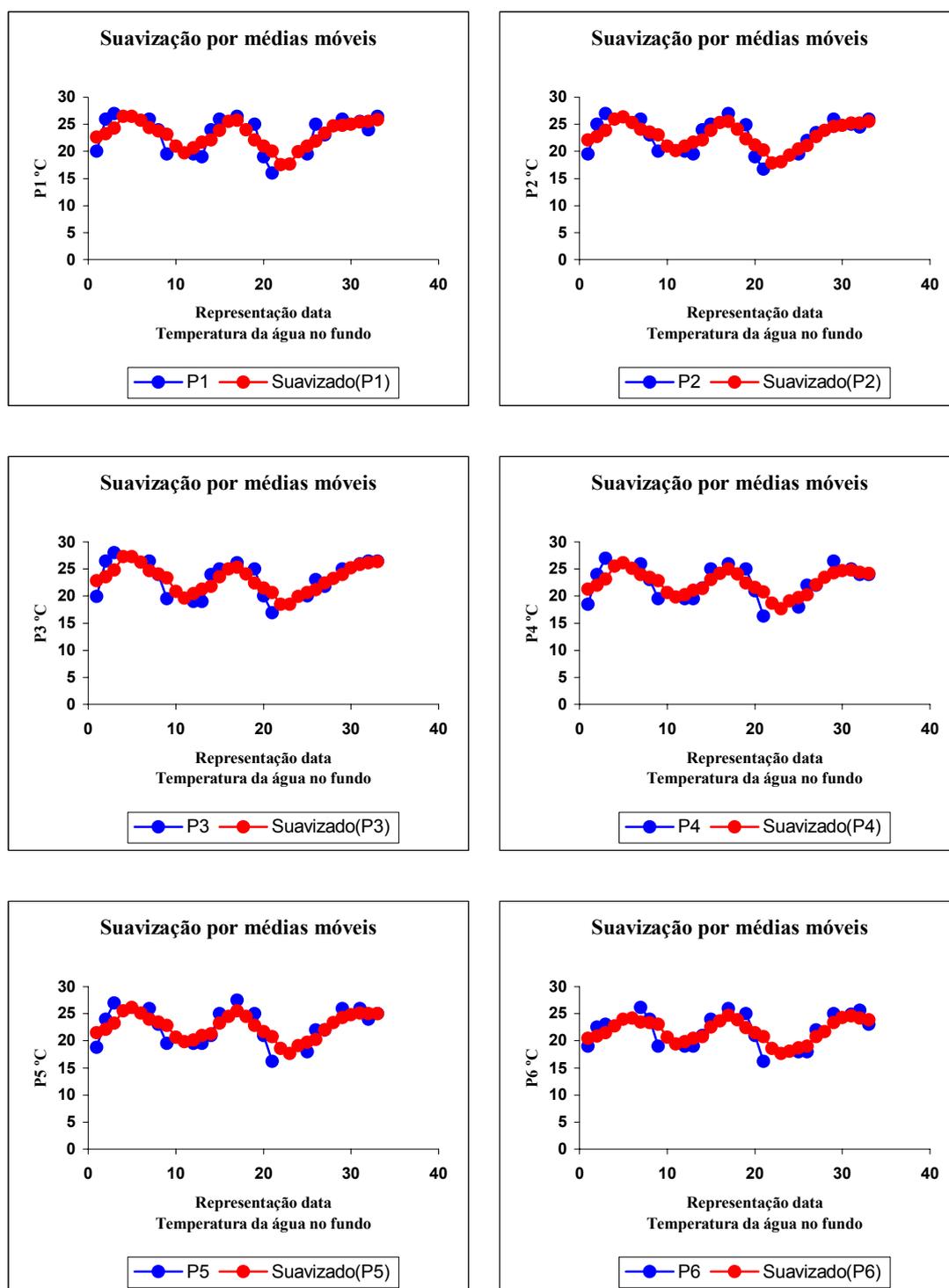


Figura 42 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para os estudos realizados em 2004 a 2005, o maior valor espaço-temporal de temperatura da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco foi obtido no ponto P20, no mês de julho de 2004, de 21,7°C. O menor valor foi observado no ponto P1, no mês de agosto de 2004, de 17,8°C. No período chuvoso o maior valor obtido foi no mês de dezembro de 2004, de 28,9°C, no ponto P20, e o menor valor foi observado no mês de fevereiro de 2005, no ponto P8, de 23,8°C (Tabela 19 e Figura 43).

Tabela 19 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo (°C) na represa Velha, em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas				
	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	20,1	17,8	25,7	28,7	24,9
P2	20,1	18,7	26,4	28,4	23,9
P3	20,0	18,2	26,9	28,2	23,9
P4	20,3	18,3	24,8	27,1	24,1
P5	20,5	18,6	25,1	26,9	24,1
P6	20,9	19,9	27,9	28,3	25,1
P7	20,2	18,4	25,2	26,2	23,9
P8	20,3	18,3	25,2	25,9	23,8
P9	20,3	18,2	25,0	25,9	23,9
P10	20,4	18,6	25,7	26,3	23,9
P11	21,2	19,7	28,1	28,5	25,5
P12	20,3	18,2	24,5	26,2	23,9
P13	20,9	18,6	26,9	27,1	24,3
P14	20,6	18,4	26,1	27,7	24,3
P15	20,6	18,5	26,2	26,0	24,0
P16	20,6	18,5	25,9	26,4	24,0
P17	21,0	19,3	27,8	28,6	25,0
P18	21,1	19,1	28,0	27,8	24,4
P19	20,8	18,9	27,0	27,0	24,4
P20	21,7	19,8	28,9	28,6	24,9

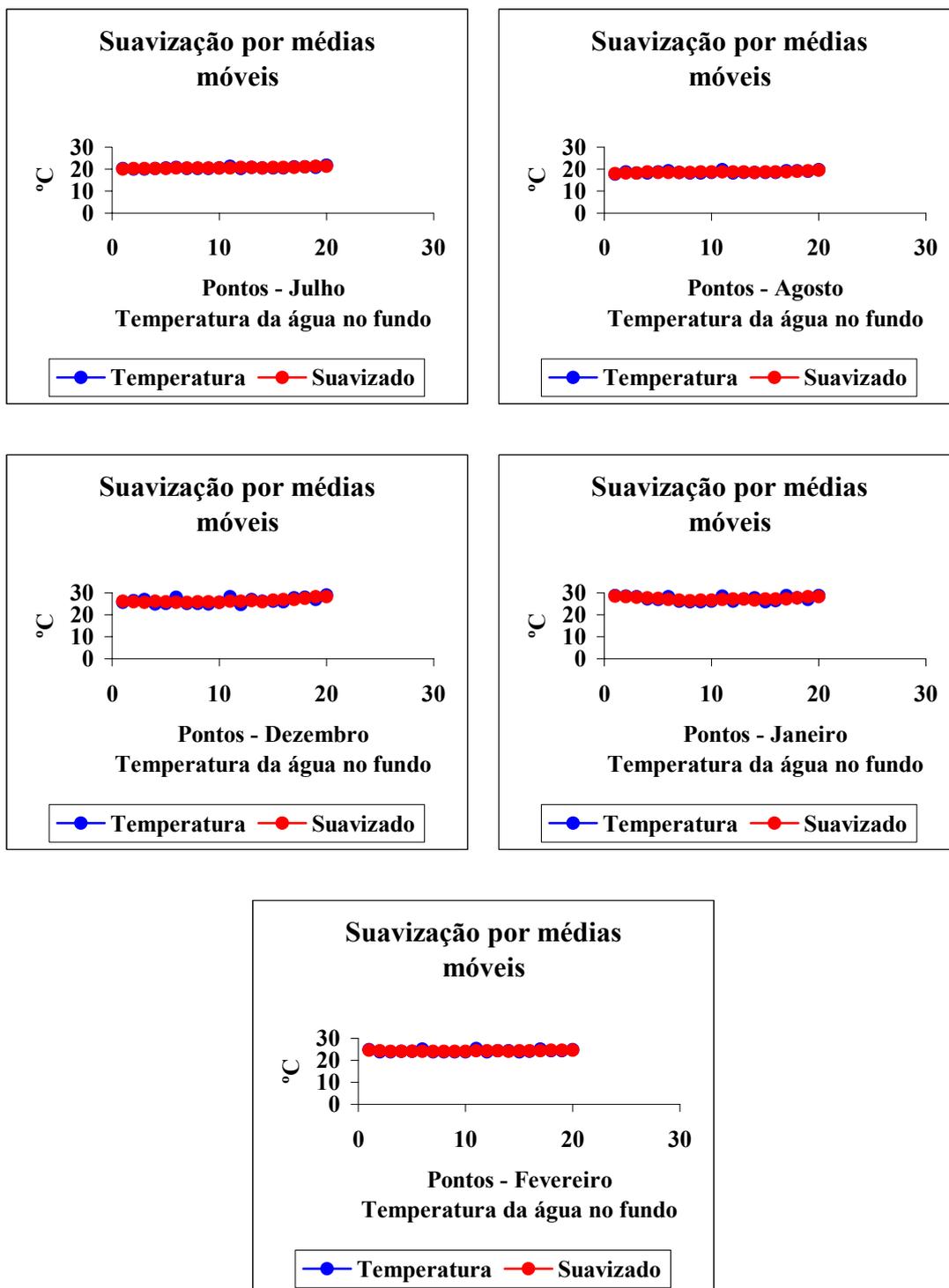


Figura 43 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, para as coletas efetuadas em 2005, verificou-se que na represa Velha CEPTA/IBAMA, o maior valor espaço-temporal de temperatura da água no fundo foi no ponto P11, no mês de agosto de 2005, de 22,3°C, e o menor valor obtido no mesmo período foi no mês de julho de 2005, no ponto P2, de 18,3°C, conforme pode ser observado na tabela 20 e figura 44.

Tabela 20 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo (°C) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	19,7	18,7	20,4
P2	20,8	18,3	18,9
P3	20,8	18,5	18,9
P4	20,8	19,6	19,2
P5	20,7	19,4	19,8
P6	21,0	19,6	21,7
P7	20,7	18,4	18,9
P8	20,7	18,5	19,1
P9	20,6	18,5	19,2
P10	20,6	19,2	19,5
P11	21,4	19,9	22,3
P12	20,8	18,4	18,9
P13	20,8	19,5	20,2
P14	20,6	19,1	19,6
P15	20,8	18,8	19,4
P16	20,8	19,5	20,3
P17	20,5	19,3	21,7
P18	20,8	19,5	20,7
P19	20,8	19,5	20,4
P20	21,1	19,8	22,1

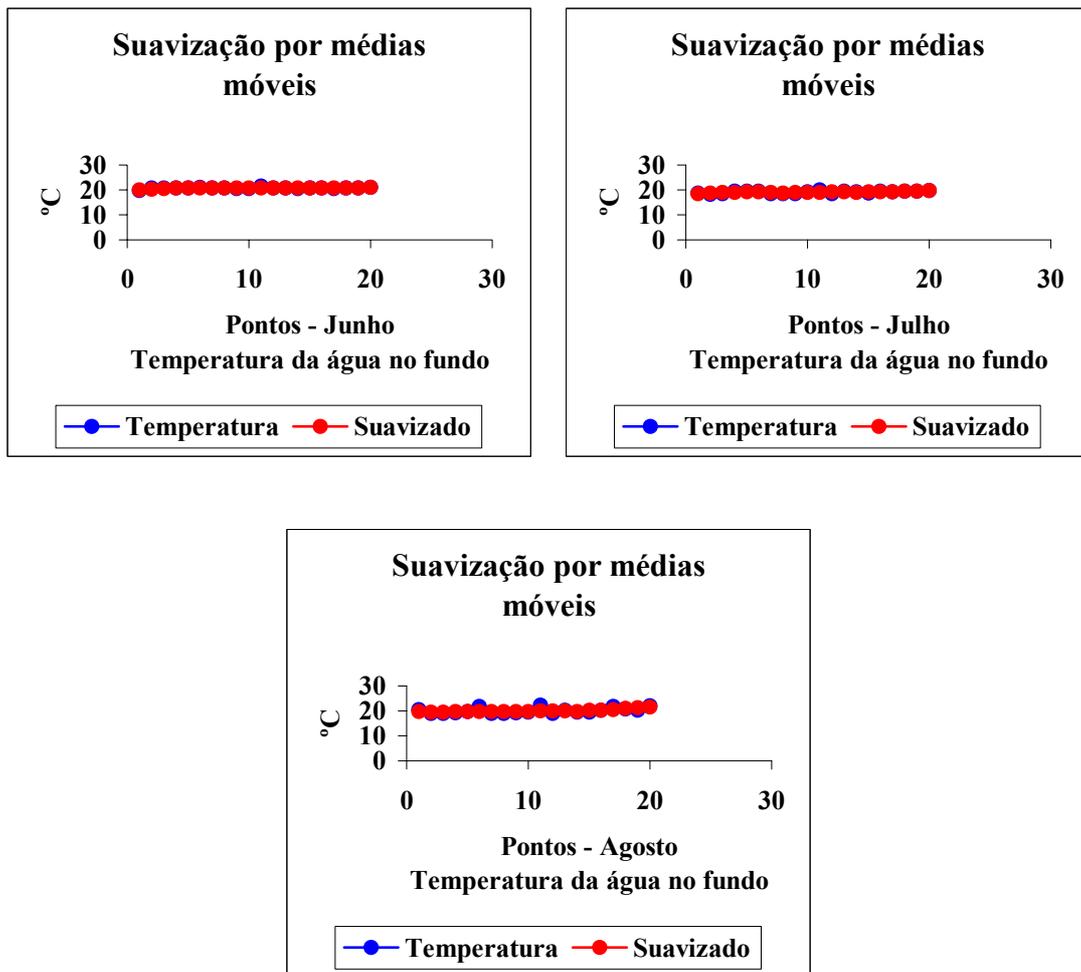


Figura 44 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.4 - Transparência da água (m)

A tabela 21 e a figura 45 apresentam os valores da transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, sendo o maior valor de 1,30 m, obtido no período seco, nos meses de agosto de 1999 e outubro de 2000, nos pontos P4 e P5 (barragem e meio da represa). O menor valor foi de 0,40 m, no P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) no período chuvoso, no mês de dezembro de 1999 (BUFON, 1999; 2002). Estes valores foram obtidos somente na represa, pois a baixa profundidade do córrego da Barrinha não permitiu a medição.

Trabalho realizado por Bufon (2002), na mesma represa, apresentou valores que oscilaram entre 0,70 e 1,30 m, sendo semelhantes aos obtidos neste estudo.

Eler (1996; 2000); Watanabe (2001) obtiveram valores a jusante da represa Velha, nos viveiros de criação de peixes, que oscilaram entre 0,40 e 1,40 m, revelando uma água levemente turbida.

Na região de São Carlos, SP, em dois córregos distintos, o da Água Quente e Água Fria, em geral, houve penetração de luz em toda coluna de água, com visibilidade do disco de Secchi até o fundo, com exceção de um ponto com maior profundidade, até 2,00 m (SANTOS, 1993).

Trabalhos realizados nos reservatórios dos rios Tietê, Paranapanema e sistema Paraná obtiveram valores de transparência da água no período chuvoso que oscilaram entre 0,60 e 3,90m durante os anos de 1989 a 1996 (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Outras duas lagoas localizadas na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, tiveram valores que oscilaram entre 0,65 e 1,45 m (BRAZIL, 2000).

Fracácio et al. (2002) realizou trabalhos nos reservatórios dos rios Tietê, em Promissão e Três Irmãos, os valores de transparência da água oscilaram entre 0,30 e 8,30 m.

Tabela 21 – Transparência da água (m) nos pontos de coleta na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	0,90	0,80	0,80	0,93	0,90	0,80
22/08/1998	2	1,00	1,10	0,90	1,00	1,10	1,10
16/12/1998	3	0,90	0,90	0,80	0,95	0,85	0,85
30/01/1999	7	0,70	0,80	0,70	0,70	0,80	0,80
27/02/1999	8	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
01/05/1999	9	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
26/06/1999	12	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,80
24/07/1999	13	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80
21/08/1999	14	0,70	0,80	0,70	1,30	1,00	1,00
23/10/1999	15	0,70	1,10	0,70	0,90	0,80	1,20
31/12/1999	17	0,80	0,40	0,70	0,60	0,60	0,60
28/01/2000	19	1,00	1,00	0,70	1,00	0,90	1,00
26/02/2000	20	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
28/06/2000	21	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
24/07/2000	25	1,10	0,80	0,70	1,10	1,20	0,90
29/08/2000	26	0,90	1,00	0,80	0,80	1,00	1,00
27/10/2000	27	1,00	0,90	0,80	1,30	1,30	1,00
21/12/2000	29	0,80	1,00	0,80	0,80	1,00	1,10
31/01/2001	31	0,90	0,78	0,80	1,00	1,20	0,70
21/02/2001	32	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80
25/04/2001	33	0,85	0,80	0,70	0,85	0,85	0,85

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

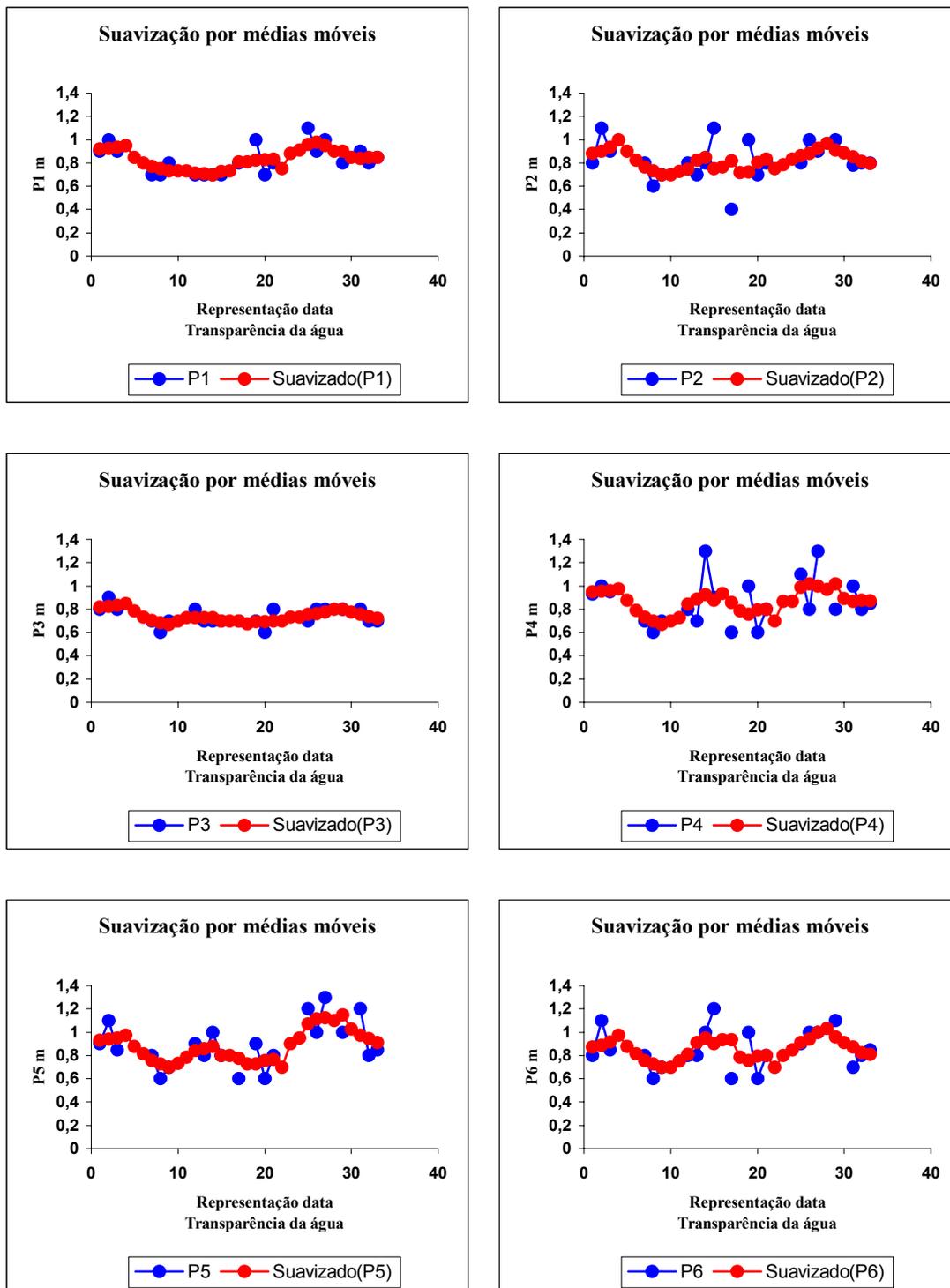


Figura 45 - Variação espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para o período de coleta de 2004 a 2005, a tabela 22 e figura 46 apresentam os valores espaço-temporais da transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, o maior valor obtido no período seco, foi no mês de junho de 2004, nos pontos P5, P8, P9, P10 e P12, de 1,10 m. O menor valor obtido no mesmo período foi de 0,50 m, no ponto P11, no mês de agosto de 2004; o maior valor observado no período chuvoso, foi no mês de dezembro de 2004, de 0,90 m, nos pontos P3, P4, P5, P7, P14, P16, P18 e P19, e o menor valor obtido foi de 0,25 m, nos pontos P10, P15, P18, P19 e P20, no mês de fevereiro de 2005.

Tabela 22 – Transparência da água (m) nos pontos de coleta na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas					
	Jun./2004	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	0,65	0,65	0,60	0,50	0,50	0,30
P2	1,00	0,90	0,70	0,80	0,70	0,30
P3	1,00	0,80	0,80	0,90	0,80	0,30
P4	1,00	0,90	0,70	0,90	0,80	0,30
P5	1,10	0,90	0,70	0,90	0,70	0,30
P6	0,70	0,70	0,60	0,70	0,80	0,30
P7	1,00	0,80	0,70	0,90	0,70	0,40
P8	1,10	0,90	0,70	0,80	0,80	0,30
P9	1,10	0,90	0,70	0,80	0,80	0,30
P10	1,10	0,90	0,60	0,80	0,80	0,25
P11	0,60	0,60	0,50	0,60	0,60	0,30
P12	1,10	0,80	0,70	0,80	0,80	0,30
P13	1,00	0,80	0,70	0,80	0,80	0,30
P14	0,90	0,90	0,70	0,90	0,80	0,30
P15	1,00	0,90	0,70	0,80	0,80	0,25
P16	1,00	1,00	0,60	0,90	0,80	0,30
P17	0,90	0,90	0,70	0,80	0,80	0,30
P18	0,90	1,00	0,60	0,90	0,70	0,25
P19	0,90	1,00	0,60	0,90	0,70	0,25
P20	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70	0,25

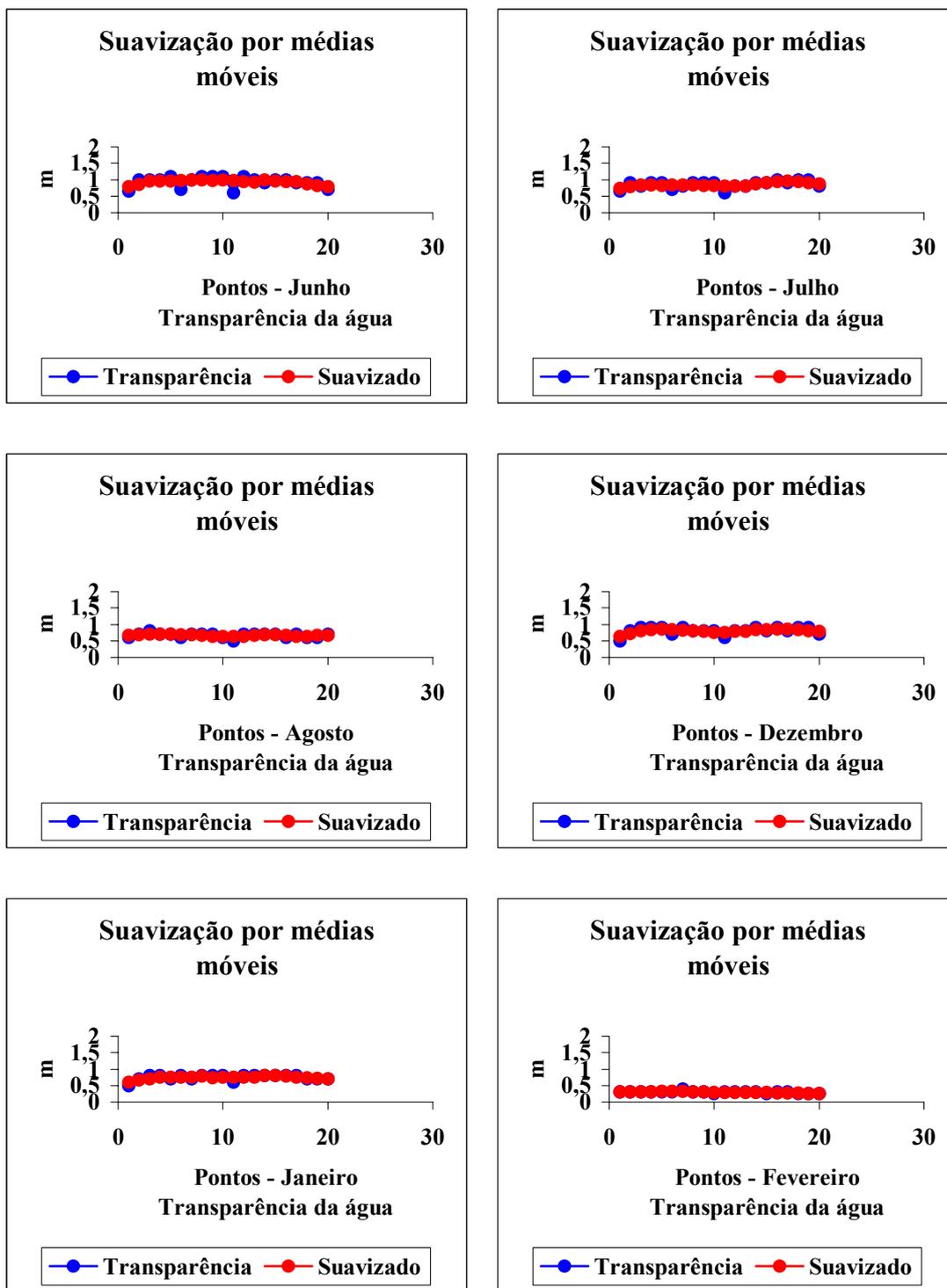


Figura 46 - Variação espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, para as coletas efetuadas em 2005, o maior valor de transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, obtido no período seco, foi nos meses de julho e agosto de 2005, nos pontos P2 e P8, de 0,90 m, e o menor valor observado no mesmo período foi no mês de agosto de 2005, no ponto P11, de 0,40 m (Tabela 23 e Figura 47).

Tabela 23 - Transparência da água (m) nos pontos de coleta na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	0,55	0,70	0,50
P2	0,70	0,90	0,80
P3	0,80	0,70	0,70
P4	0,80	0,80	0,80
P5	0,80	0,80	0,80
P6	0,70	0,70	0,60
P7	0,80	0,80	0,80
P8	0,80	0,70	0,90
P9	0,80	0,70	0,80
P10	0,80	0,70	0,60
P11	0,50	0,50	0,40
P12	0,80	0,70	0,80
P13	0,70	0,70	0,70
P14	0,80	0,60	0,70
P15	0,80	0,70	0,80
P16	0,70	0,60	0,70
P17	0,80	0,70	0,80
P18	0,80	0,70	0,70
P19	0,70	0,70	0,70
P20	0,60	0,60	0,50

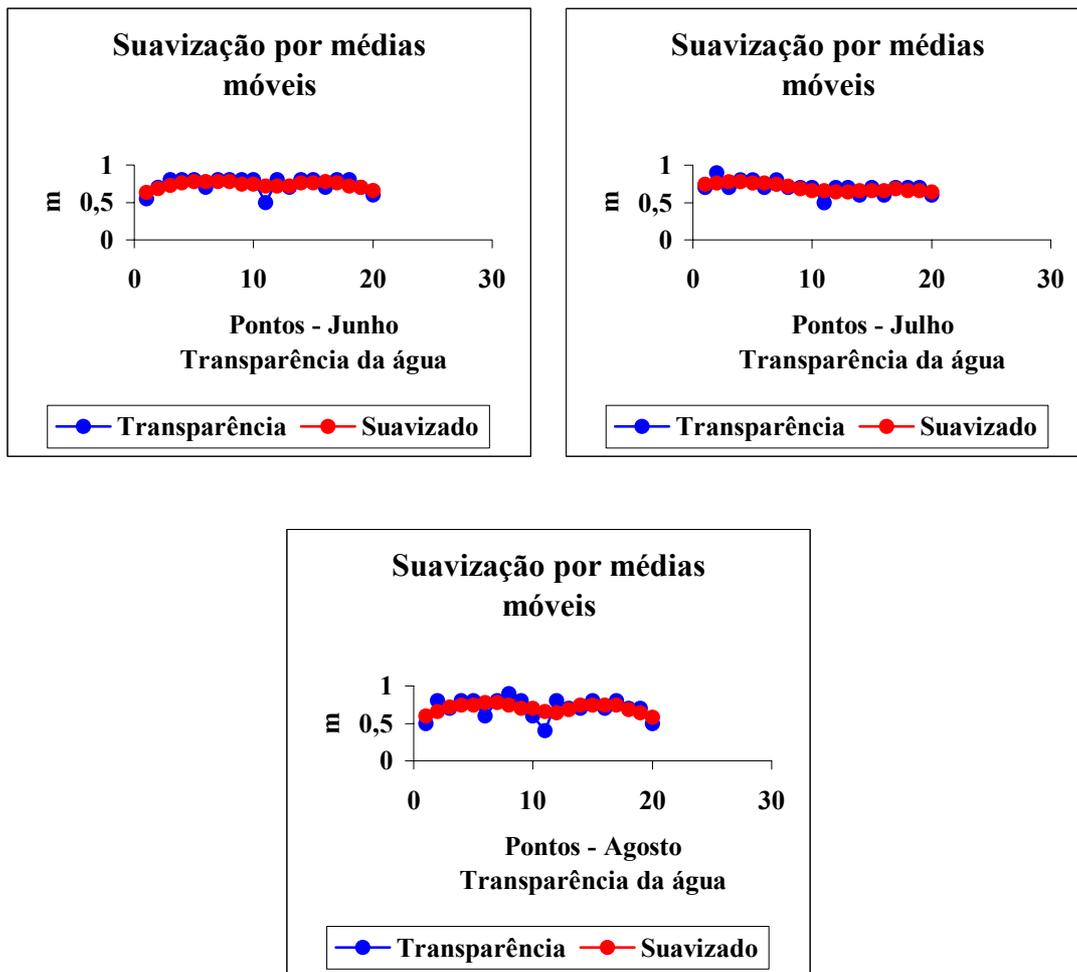


Figura 47 - Variação espacial e temporal dos valores de transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.5 - Material em suspensão total (mg.L⁻¹)

Observando-se a tabela 24 e figura 48, verifica-se na represa Velha CEPTA/IBAMA, no período chuvoso o maior valor de material em suspensão total no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) no mês de abril de 2001, de 618,30 mg.L⁻¹ e o menor valor no mesmo ponto, mas no período seco do mês de julho de 1998, de 19,60 mg.L⁻¹ (BUFON, 1999; 2002).

O material em suspensão pode variar com o período de cheias. Adicionalmente, nos lagos de clima tropical, onde suas águas invadem o solo adjacente, elas podem receber um grande aporte de materiais orgânicos e inorgânicos. No período seco, a deposição de partículas finas de silte e argila é maior do que no período chuvoso, devido à pouca turbulência no corpo de água (BUFON, 2002).

Outros estudos, realizados por Costa Neto (1990); Eler (1996; 2000); Pereira (1998) nos viveiros de criação de peixes e nas canaletas de abastecimento de água à jusante da represa Velha CEPTA/IBAMA, apresentaram valores de material em suspensão total próximo àqueles obtidos neste estudo, os quais oscilaram entre 0,45 e 87,03 mg.L⁻¹.

Na bacia do rio Piracicaba, SP, os valores de material em suspensão total oscilaram entre 11,10 e 210,88 mg.L⁻¹ (MELETTI, 1997). Outro trabalho realizado em duas lagoas localizadas na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, obteve valores entre 2,91 e 6,88 mg.L⁻¹ (BRAZIL, 2000).

Trabalhos realizados na represa do Lobo, no período seco, mostraram que a taxa de sedimentação não ultrapassou 0,5 cm.ano⁻¹, sendo pequena se comparada com a média de outros reservatórios, de 8,5 cm.ano⁻¹ para Salto Grande, 5 cm.ano⁻¹ para Itaparica, e 2,2 cm.ano⁻¹ para Jurumirim (REIS et al., 2002).

Tabela 24 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total (MST) (mg.L^{-1}) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	159,70	19,60	85,70	61,90	42,90	45,40
22/08/1998	2	157,00	211,00	341,70	39,20	61,60	56,00
16/12/1998	3	42,50	161,10	269,30	73,50	52,50	65,40
30/01/1999	7	26,90	114,60	73,10	45,40	56,90	35,90
27/02/1999	8	52,90	47,60	151,30	118,00	86,80	93,80
01/05/1999	9	83,20	44,50	94,70	58,90	60,60	57,30
26/06/1999	12	119,50	38,70	68,20	28,90	32,70	32,20
24/07/1999	13	51,80	34,50	104,60	45,30	53,70	33,60
21/08/1999	14	51,70	45,80	251,20	50,40	81,20	59,80
23/10/1999	15	285,20	103,10	483,80	35,00	40,70	49,70
31/12/1999	17	133,10	123,20	112,00	191,20	247,20	271,00
28/01/2000	19	81,90	112,70	149,90	70,70	194,00	67,20
26/02/2000	20	152,00	225,50	213,60	89,60	79,10	63,70
28/06/2000	21	264,00	102,90	145,00	59,50	49,00	47,60
24/07/2000	25	62,30	51,80	186,30	38,50	32,20	34,30
29/08/2000	26	102,90	87,50	95,20	35,00	30,80	31,50
27/10/2000	27	131,00	161,80	163,90	58,10	42,00	38,50
21/12/2000	29	65,60	131,10	585,10	65,60	44,60	50,30
31/01/2001	31	76,40	446,90	585,70	72,60	59,20	71,90
21/02/2001	32	116,20	226,20	145,70	88,90	86,10	56,70
25/04/2001	33	53,20	618,30	122,50	39,20	38,50	42,70

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

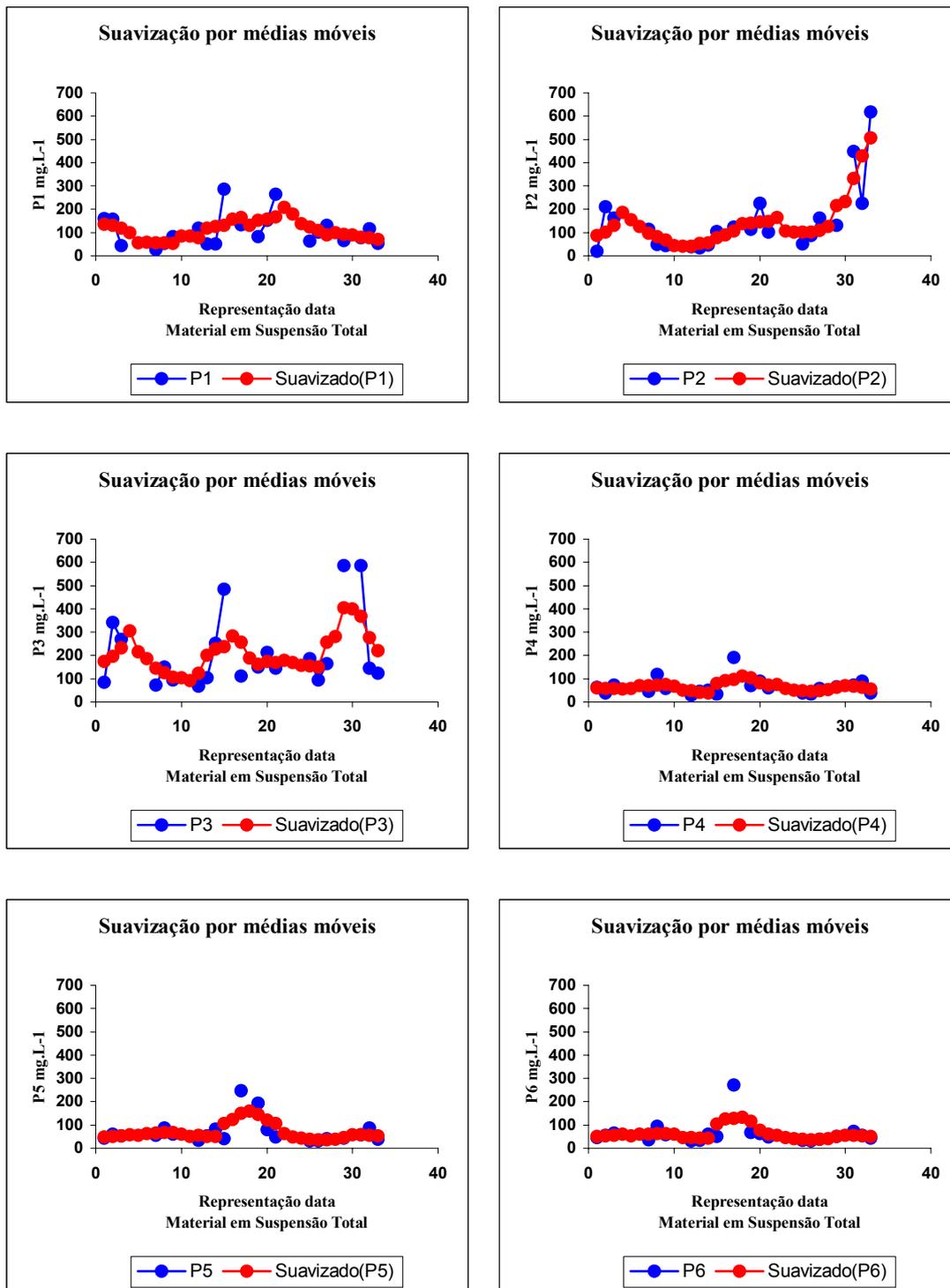


Figura 48 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para a coleta de dados efetuada de 2004 a 2005, a tabela 25 e figura 49 permitem verificar, na represa Velha CEPTA/IBAMA, o maior valor espaço-temporal de material em suspensão total no fundo no período seco, foi no ponto P1, no mês de agosto de 2004, de 80,40 mg.L⁻¹ e o menor valor no mesmo período, no mês de junho de 2004, nos pontos P10 e P18, de 2,55 mg.L⁻¹. No período chuvoso o maior valor obtido foi no mês de fevereiro de 2005, de 112,25 mg.L⁻¹, no ponto P1, e o menor valor observado foi no mês de janeiro de 2005, de 2,85 mg.L⁻¹, no ponto P10.

Tabela 25 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo (MST) (mg.L⁻¹) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas					
	Jun./2004	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	54,80	28,60	80,40	18,25	5,85	112,25
P2	4,50	3,85	7,80	6,05	4,20	48,45
P3	6,30	4,25	5,50	6,05	4,60	52,40
P4	4,30	4,70	6,85	4,20	4,75	22,15
P5	3,00	6,50	5,95	4,40	4,15	11,00
P6	6,75	20,70	6,10	3,40	4,05	6,85
P7	5,65	5,90	5,30	7,65	6,15	56,95
P8	4,70	5,20	8,10	5,55	6,10	28,60
P9	2,70	2,70	3,75	4,95	4,05	26,15
P10	2,55	3,10	3,45	4,05	2,85	13,15
P11	12,75	4,55	10,50	3,20	7,30	32,65
P12	5,30	7,00	3,95	5,20	4,85	48,65
P13	3,20	5,95	3,40	3,25	3,10	9,90
P14	8,75	8,60	8,45	11,70	6,05	27,85
P15	3,55	6,70	3,30	4,65	4,05	21,75
P16	3,00	3,40	3,35	5,85	3,55	13,00
P17	7,10	5,15	6,40	7,60	9,35	9,05
P18	2,55	3,50	4,95	4,45	4,85	8,30
P19	6,70	4,00	3,95	8,00	6,55	15,30
P20	6,75	9,45	9,20	29,00	14,05	22,20

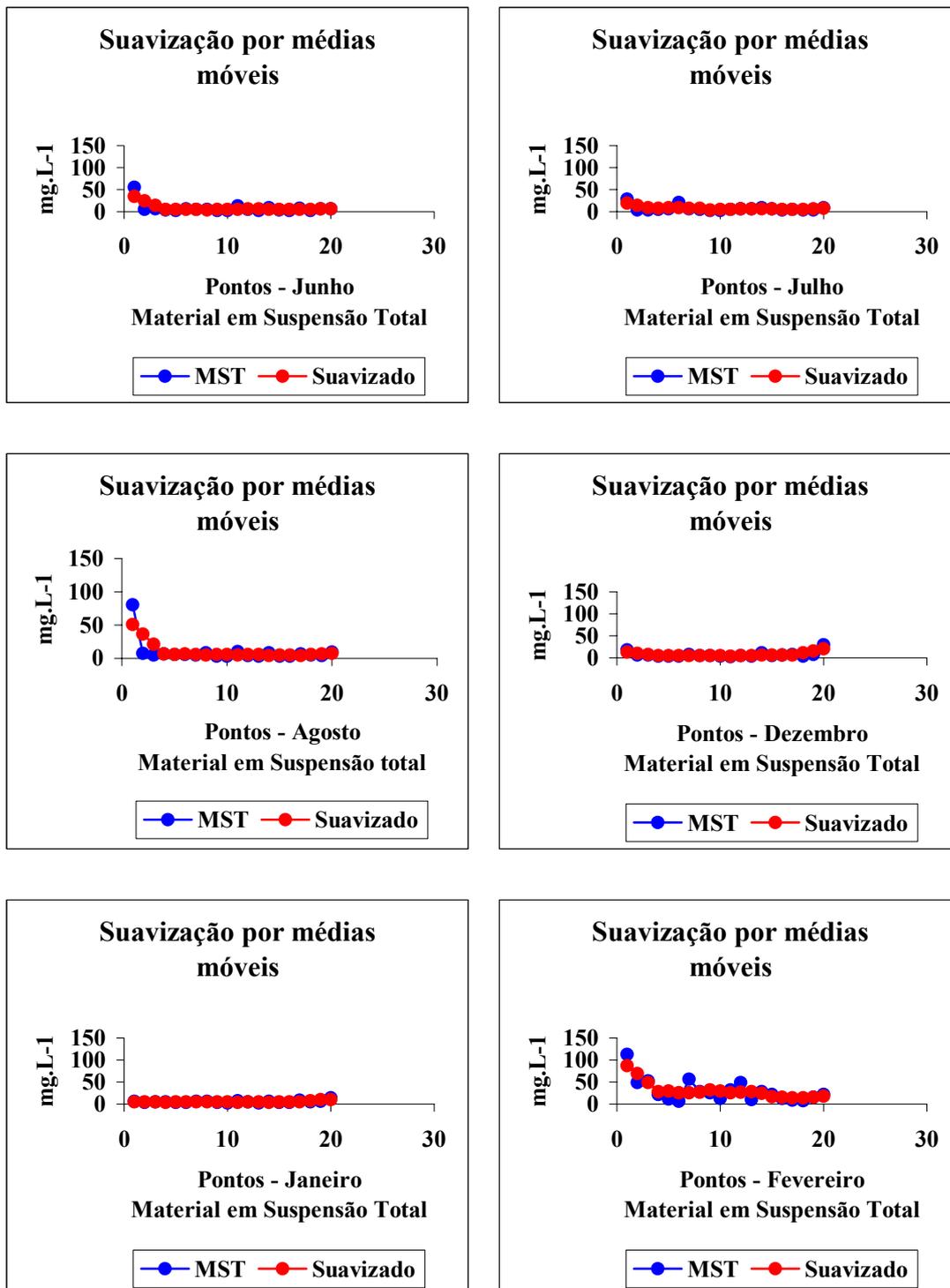


Figura 49 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, para os dados coletados em 2005, o maior valor espaço-temporal de material em suspensão total no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco foi observado no mês de agosto de 2005, ponto P1, de 181,85 mg.L⁻¹, devido este período ter ocorrido maior intensidade de ventos, fazendo com que o material do fundo da represa ficasse em suspensão, e o menor valor também no mês de agosto de 2005, no ponto P4, de 2,45 mg.L⁻¹ (Tabela 26 e Figura 50).

Tabela 26 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo (MST) (mg.L⁻¹) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	85,25	16,80	181,85
P2	7,80	3,60	3,15
P3	4,80	3,70	3,65
P4	5,05	3,95	2,45
P5	4,70	5,20	2,75
P6	9,40	12,10	12,55
P7	6,40	4,45	4,80
P8	10,75	3,40	3,00
P9	5,05	3,10	2,85
P10	3,40	3,05	3,15
P11	5,60	10,25	35,40
P12	8,90	4,30	5,55
P13	4,05	2,65	3,60
P14	8,20	4,65	4,30
P15	4,50	3,00	3,20
P16	5,40	3,65	3,60
P17	4,35	4,85	11,40
P18	3,95	3,50	5,75
P19	5,40	4,00	21,15
P20	18,90	11,35	20,75

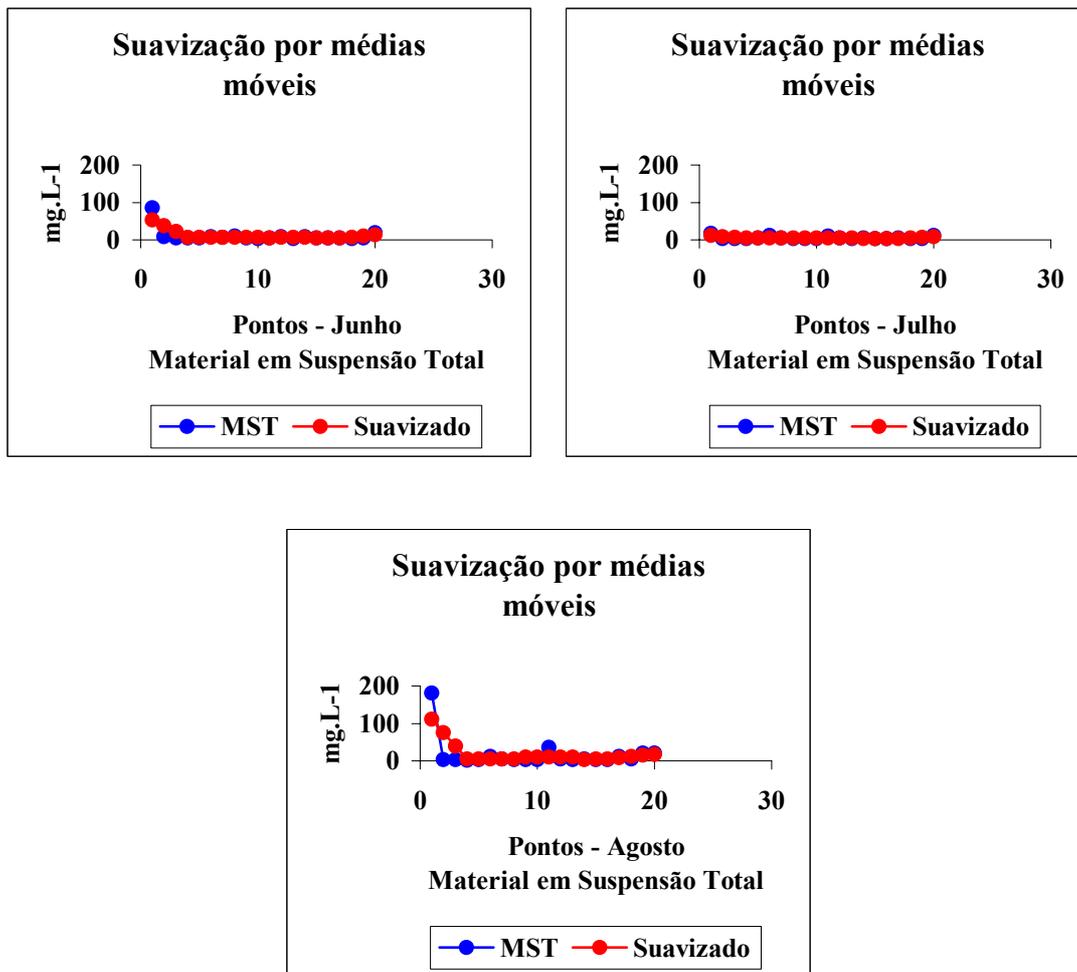


Figura 50 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão total no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.6 - Material em suspensão inorgânico (mg.L^{-1})

O material em suspensão inorgânico possui predominantemente sílica, argila e compostos de cálcio, ferro e manganês, entre outros. No Brasil, este tipo de material é encontrado principalmente em lagunas e represas (ESTEVEZ, 1988).

Para o período de 1998 a 2001, o material em suspensão inorgânico analisado da represa Velha CEPTA/IBAMA, tabela 27 e figura 51 apresentou maior valor no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa), no mês de abril de 2001, no período chuvoso, de $425,80 \text{ mg.L}^{-1}$ e o menor valor também foi obtido no ponto P2, no mês de julho de 1998, no período seco, de $8,70 \text{ mg.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002).

Bufon (2002) apresentou valores obtidos na represa Velha de 0,50 m do sedimento entre $11,00 \text{ mg.L}^{-1}$, no período seco e $425,80 \text{ mg.L}^{-1}$, no período chuvoso, sendo estes valores semelhantes aos apresentados neste trabalho. Valores inferiores aos obtidos neste trabalho foram observados na superfície e apresentados por Costa Neto (1990), nesta mesma represa, entre $0,40 \text{ mg.L}^{-1}$, no período seco e $5,82 \text{ mg.L}^{-1}$ para o período chuvoso.

Segundo Costa Neto (1990), as análises de material em suspensão inorgânico, realizado nos viveiros de criação de peixes a jusante da represa Velha, mostraram valores entre $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco e de $68,83 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso. Estes valores foram coincidentes tanto nos períodos como nos 7 (sete) viveiros analisados.

Análises de material em suspensão inorgânicos realizados na bacia do rio Piracicaba, SP, revelaram maiores concentrações nas amostras coletadas em Santa Bárbara, com valor de $186,00 \text{ mg.L}^{-1}$ (MELETTI, 1997).

Na região do Bairro Bonsucesso, no Município de Guarulhos, SP, em duas lagoas analisadas, os valores obtidos foram inferiores aos apresentados neste trabalho, oscilando entre $1,59 \text{ mg.L}^{-1}$, no período seco e $4,00 \text{ mg.L}^{-1}$, no período chuvoso (BRAZIL, 2000).

Tabela 27 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico (MSI) (mg.L^{-1}) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	119,90	8,70	50,40	47,60	36,40	33,60
22/08/1998	2	95,30	157,00	238,70	22,40	33,60	28,00
16/12/1998	3	9,80	91,90	176,80	31,50	19,60	21,90
30/01/1999	7	12,30	33,30	44,30	21,80	28,30	16,20
27/02/1999	8	34,00	29,40	101,50	77,70	56,40	63,40
01/05/1999	9	53,10	25,10	60,10	34,60	35,00	34,60
26/06/1999	12	78,00	20,10	41,10	12,60	15,90	14,50
24/07/1999	13	27,50	13,50	67,20	23,80	29,90	15,90
21/08/1999	14	27,10	16,80	173,20	26,10	48,60	31,70
23/10/1999	15	196,10	63,00	340,60	12,10	17,20	23,60
31/12/1999	17	98,00	84,00	70,00	135,20	184,20	215,20
28/01/2000	19	56,70	81,90	104,30	41,30	120,40	39,20
26/02/2000	20	102,20	177,20	147,80	58,10	50,40	39,20
28/06/2000	21	181,40	68,60	94,50	30,80	23,10	20,30
24/07/2000	25	39,90	30,10	130,30	19,60	14,70	18,20
29/08/2000	26	65,10	46,90	60,90	14,70	10,50	11,20
27/10/2000	27	87,50	107,10	109,20	33,60	20,30	18,90
21/12/2000	29	36,30	87,20	415,70	33,70	21,00	24,80
31/01/2001	31	44,60	330,40	412,50	40,10	35,70	45,80
21/02/2001	32	74,20	162,50	99,40	51,10	53,20	29,40
25/04/2001	33	26,60	425,80	71,40	16,10	21,70	18,20

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

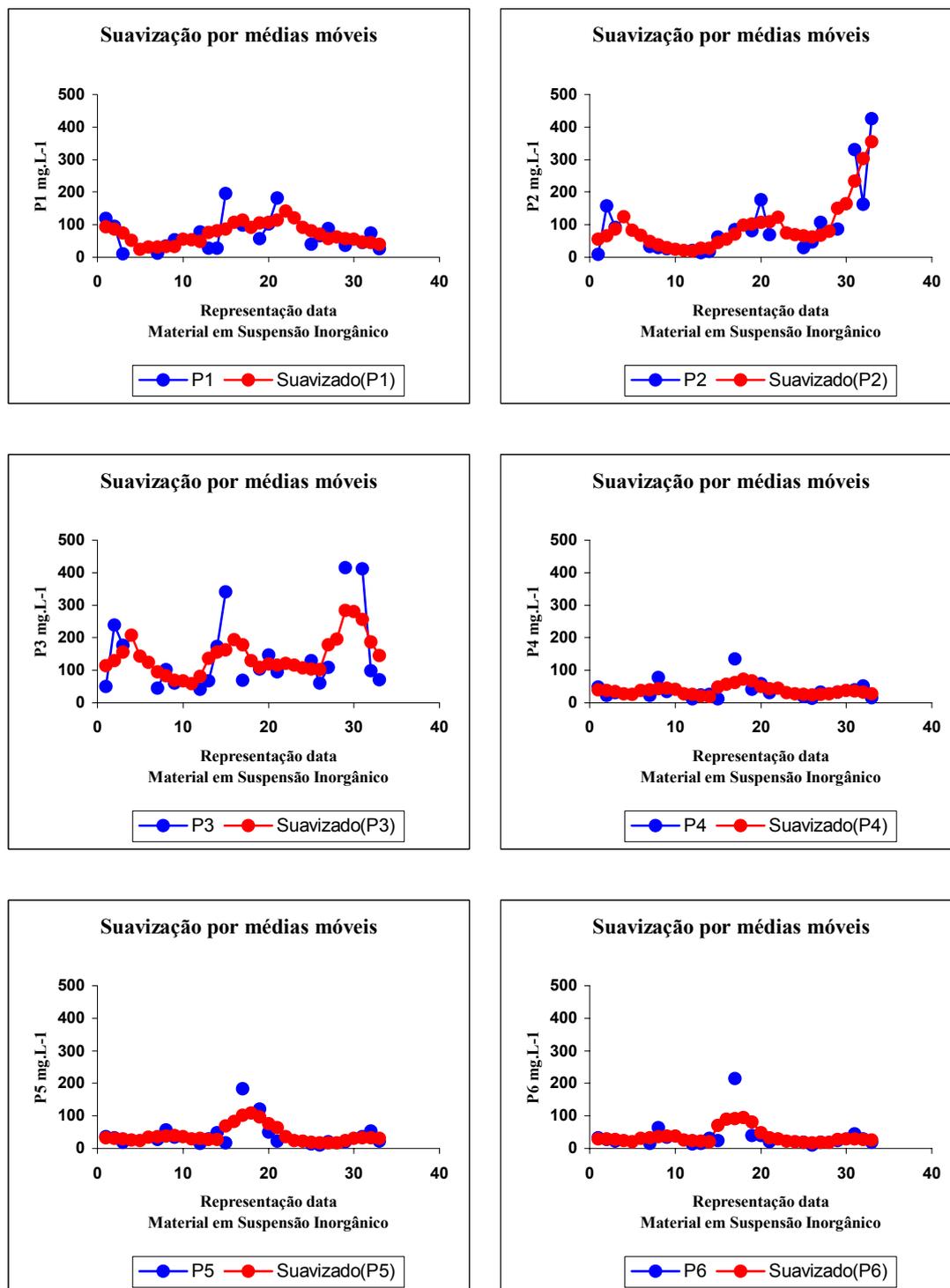


Figura 51 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para as coletas efetuadas entre 2004 e 2005, o material em suspensão inorgânico analisado do fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco tabela 28 e figura 52, apresentou maior valor espaço-temporal no ponto P1, no mês de agosto de 2004, de 57,30 mg.L⁻¹ e o menor valor obtido no ponto P9, no mês de julho de 2004, de 0,45 mg.L⁻¹. No período chuvoso, o maior valor observado foi no mês de fevereiro de 2005, no ponto P1, de 80,10 mg.L⁻¹, e o menor valor obtido foi no mês de janeiro de 2005, de 0,20 mg.L⁻¹, no ponto P13.

Tabela 28 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo (MSI) (mg.L⁻¹) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas					
	Jun./2004	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	37,25	18,60	57,30	10,65	2,05	80,10
P2	2,10	1,55	4,15	1,85	0,85	38,35
P3	3,85	1,75	2,20	2,45	0,85	41,20
P4	1,90	1,85	3,00	1,25	1,55	16,40
P5	1,00	3,45	2,60	1,70	1,10	7,20
P6	2,90	11,35	2,15	0,85	0,80	4,05
P7	2,80	2,85	1,90	3,50	2,05	45,60
P8	2,05	2,10	4,00	1,80	2,25	22,75
P9	0,60	0,45	0,75	1,40	0,90	20,70
P10	0,55	0,55	0,55	0,90	0,30	8,75
P11	8,70	1,90	5,80	0,75	3,45	23,60
P12	2,60	3,65	0,95	1,60	1,20	38,70
P13	1,05	1,30	0,55	0,45	0,20	6,60
P14	5,15	4,55	4,40	6,65	2,30	20,80
P15	1,30	3,60	0,50	1,20	0,95	16,85
P16	1,00	1,00	0,70	2,55	0,75	8,60
P17	3,90	2,15	2,70	3,75	4,60	5,30
P18	1,00	0,80	1,90	1,45	1,55	5,10
P19	3,60	1,20	1,00	4,15	2,50	10,50
P20	4,35	5,05	4,55	18,70	7,70	14,90

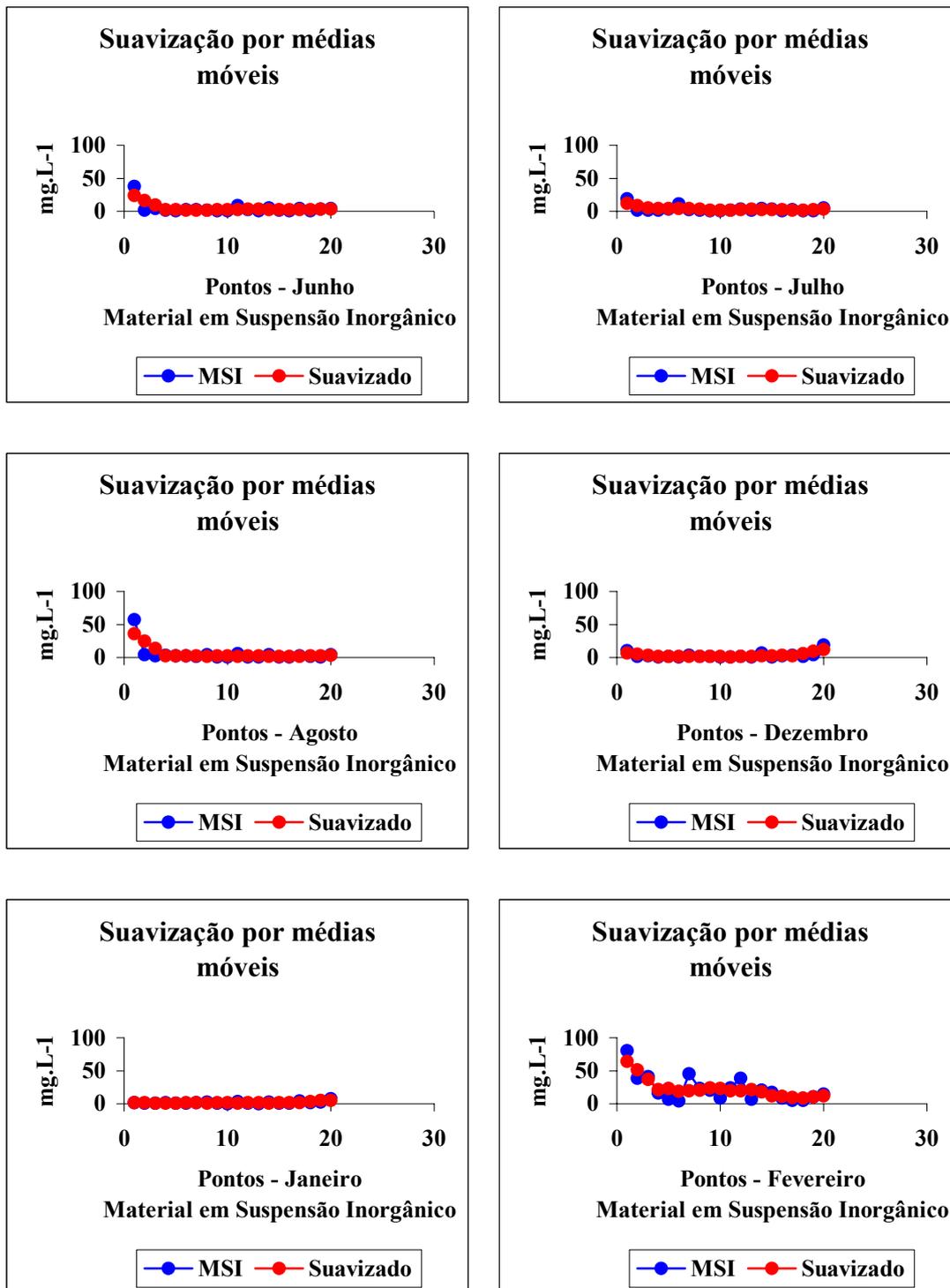


Figura 52 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, para as coletas realizadas em 2005, verificou-se o maior valor espaço-temporal de material em suspensão inorgânico no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco, no mês de agosto de 2005, no ponto P1, de 119,60 mg.L⁻¹. O menor valor obtido no mesmo período e também no mês de agosto de 2005 foi no ponto P5, de 0,25 mg.L⁻¹, conforme pode ser observado na tabela 29 e figura 53.

Tabela 29 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo (MSI) (mg.L⁻¹) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	57,60	9,40	119,60
P2	4,25	0,95	0,30
P3	1,85	1,10	1,05
P4	2,30	1,05	0,30
P5	1,90	1,80	0,25
P6	4,10	7,40	6,10
P7	3,25	1,70	1,85
P8	6,40	0,90	0,30
P9	2,15	0,65	0,35
P10	1,10	0,75	0,55
P11	2,25	6,10	24,50
P12	5,25	2,10	2,40
P13	1,45	0,40	0,70
P14	4,55	1,65	1,35
P15	1,80	0,35	0,35
P16	2,20	0,85	0,75
P17	1,60	1,90	6,50
P18	1,30	1,05	2,50
P19	2,35	1,25	14,15
P20	11,55	6,25	12,55

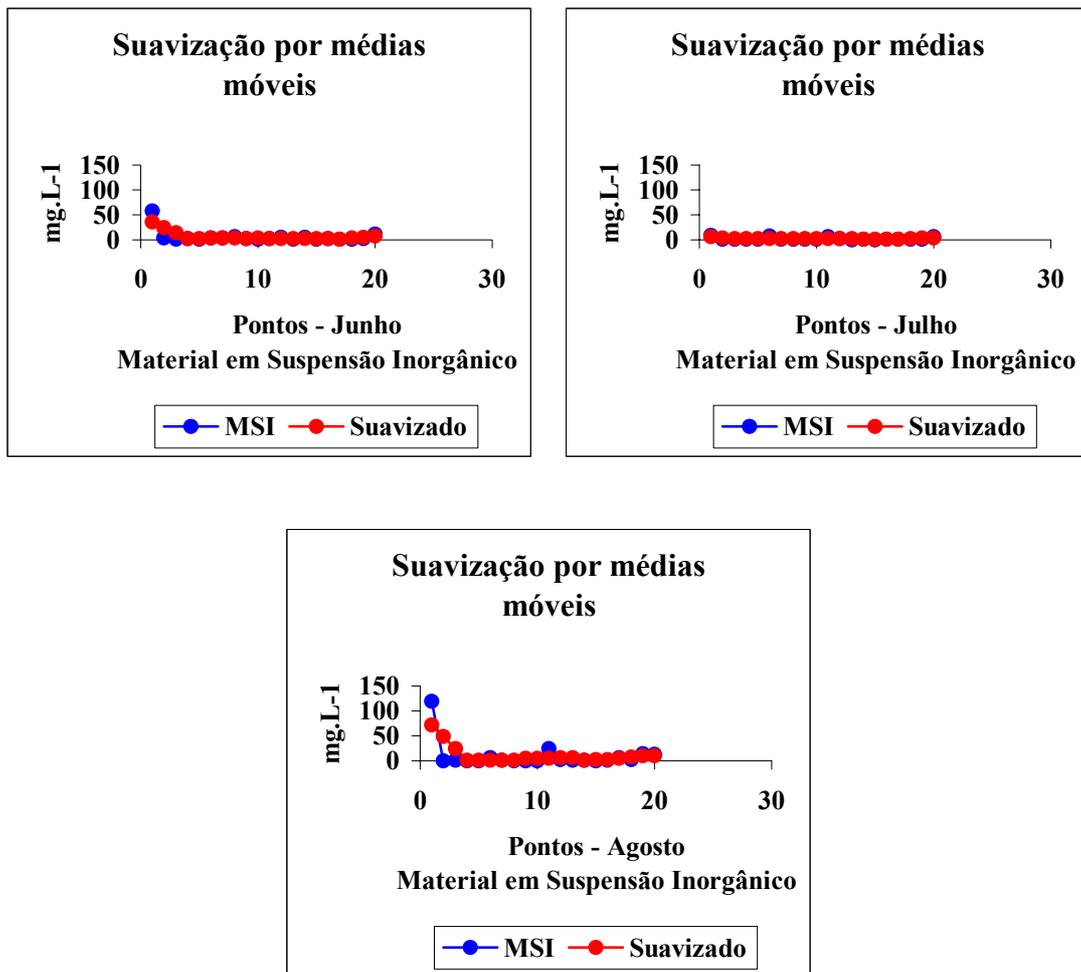


Figura 53 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão inorgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.7 - Material em suspensão orgânico (mg.L^{-1})

A matéria orgânica particulada em lagos e oceanos pode ser originada de fontes alóctones (adubação orgânica e rações) ou autóctones (material orgânico natural, vegetal e animal), incluindo-se os organismos vivos e não vivos, livres e flutuantes na água, que participam do sistema trófico (BUFON, 2002).

No período de coletas de 1998 a 2001, o maior valor do material em suspensão orgânico obtido na represa Velha CEPTA/IBAMA, foi no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) no mês de abril de 2001, período chuvoso, de $192,60 \text{ mg.L}^{-1}$, e o menor valor foi no ponto P5 (meio da represa) no mês de julho de 1998, período seco, de $6,40 \text{ mg.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 30 e Figura 54).

Segundo Costa Neto (1990), os valores obtidos de material em suspensão orgânico na superfície desta mesma represa foram inferiores aos apresentados neste estudo, entre $1,80 \text{ mg.L}^{-1}$, no período seco e $4,08 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso. Valores semelhantes aos obtidos neste trabalho também foram apresentados por Bufon (2002), observados a 0,50 m do sedimento, nesta mesma represa, que obteve o menor valor de $16,00 \text{ mg.L}^{-1}$, no período seco, e o maior valor foi no período chuvoso de $192,60 \text{ mg.L}^{-1}$.

Valores próximos àqueles aqui verificados foram citados por Costa Neto (1990); Eler (2000), que realizaram estudos nos viveiros de criação de peixes, à jusante da represa Velha, na entrada, interior e saída dos viveiros, sendo estes entre $0,36 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco a $18,20 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso. Vale lembrar que esses locais receberam ração que aumentam o material em suspensão orgânico nos viveiros.

Estudos realizados na bacia do rio Piracicaba, SP, por Meletti (1997), apresentaram maior concentração de material em suspensão orgânico nas amostras coletadas em Santa Bárbara, de $24,88 \text{ mg.L}^{-1}$.

Brazil (2000), na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, em duas lagoas distintas, obtiveram-se valores inferiores aos apresentados neste trabalho, entre $1,07 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco e $3,45 \text{ mg.L}^{-1}$, no período chuvoso.

Tabela 30 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico (MSO) (mg.L^{-1}) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	39,80	10,90	35,30	14,30	6,40	11,80
22/08/1998	2	61,70	54,00	103,10	16,80	28,00	28,00
16/12/1998	3	32,70	69,20	92,40	42,00	32,90	43,40
30/01/1999	7	14,60	81,20	28,90	23,50	28,60	19,60
27/02/1999	8	18,90	18,20	49,70	40,30	30,50	30,50
01/05/1999	9	30,10	19,40	34,60	24,30	25,50	22,70
26/06/1999	12	41,50	18,70	27,10	16,30	16,80	17,70
24/07/1999	13	24,30	21,00	37,30	21,50	23,80	17,70
21/08/1999	14	24,60	28,90	78,00	24,30	32,70	28,00
23/10/1999	15	89,10	40,10	143,20	22,90	23,60	26,10
31/12/1999	17	35,00	39,20	42,00	56,00	63,00	55,80
28/01/2000	19	25,20	30,80	45,50	29,40	73,50	28,00
26/02/2000	20	49,70	48,30	65,80	31,50	28,70	24,50
28/06/2000	21	82,60	34,30	50,40	28,70	25,90	27,30
24/07/2000	25	22,40	21,70	56,00	18,90	17,50	16,10
29/08/2000	26	37,80	40,60	34,30	20,30	20,30	20,30
27/10/2000	27	43,40	54,60	54,60	24,50	21,70	19,60
21/12/2000	29	29,30	43,90	169,30	31,80	23,60	25,50
31/01/2001	31	31,80	116,50	173,20	32,50	23,60	26,10
21/02/2001	32	42,00	63,70	46,20	37,80	32,90	27,30
25/04/2001	33	26,60	192,60	51,10	23,10	16,80	24,50

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

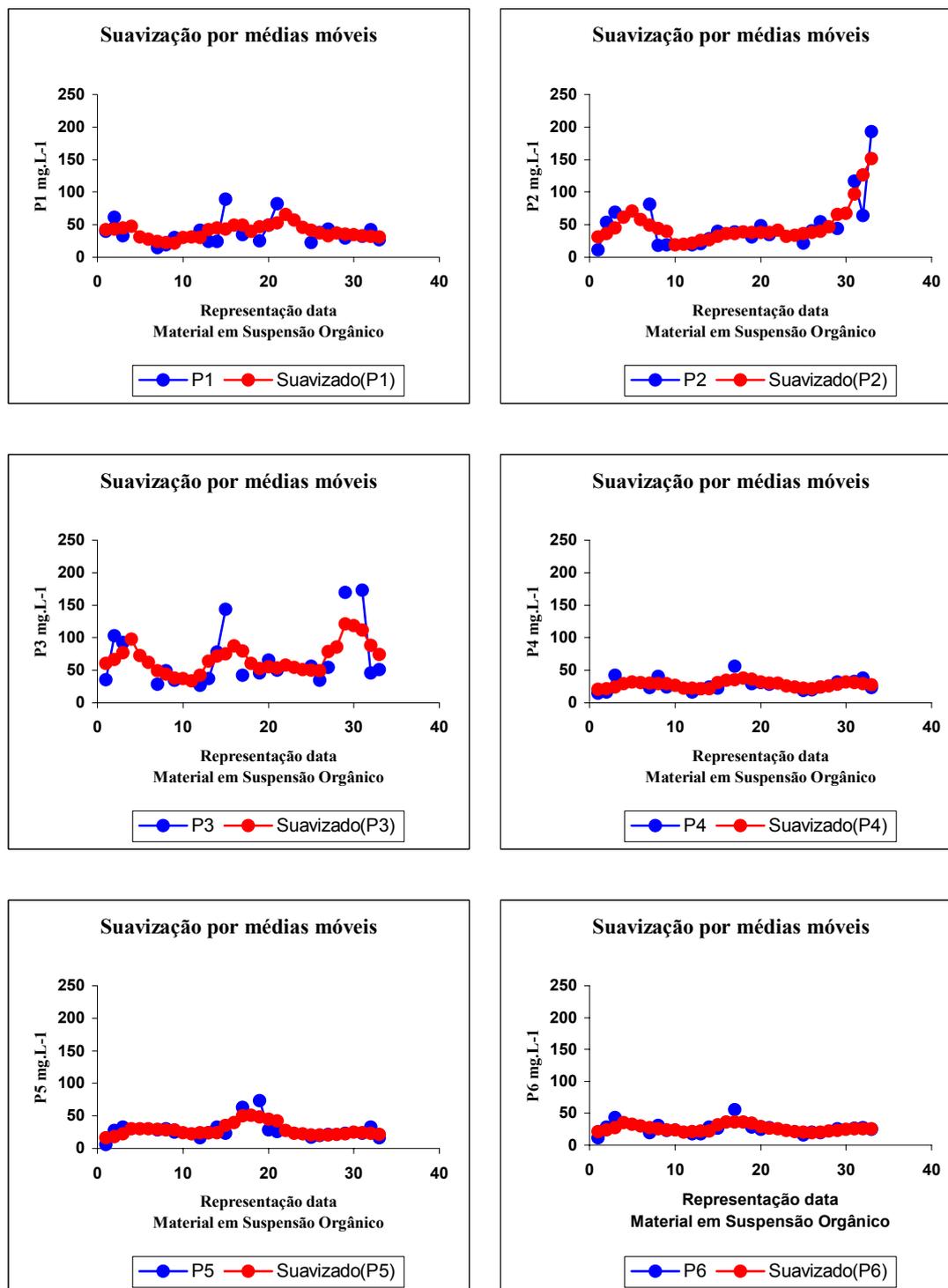


Figura 54 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para as coletas realizadas entre 2004 e 2005, observou-se maior valor espaço-temporal de material em suspensão orgânico no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco, no ponto P1, no mês de agosto de 2004, de 23,10 mg.L⁻¹, e o menor valor observado no mesmo período foi no ponto P18, no mês de junho de 2004, de 1,55 mg.L⁻¹. No período chuvoso o maior valor obtido foi no mês de fevereiro de 2005, no ponto P1, de 32,15 mg.L⁻¹, e o menor valor observado foi no mês de dezembro de 2004, de 2,45 mg.L⁻¹, no ponto P11 (Tabela 31 e Figura 55).

Tabela 31 – Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo (MSO) (mg.L⁻¹) na represa Velha, em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas					
	Jun./2004	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	17,55	10,00	23,10	7,60	3,80	32,15
P2	2,40	2,30	3,65	4,20	3,35	10,10
P3	2,45	2,50	3,30	3,60	3,75	11,20
P4	2,40	2,85	3,85	2,95	3,20	5,75
P5	2,00	3,05	3,35	2,70	3,05	3,80
P6	3,85	9,35	3,95	2,55	3,25	2,80
P7	2,85	3,05	3,40	4,15	4,10	11,35
P8	2,65	3,10	4,10	3,75	3,85	5,85
P9	2,10	2,25	3,00	3,55	3,15	5,45
P10	2,00	2,55	2,90	3,15	2,55	4,40
P11	4,05	2,65	4,70	2,45	3,85	9,05
P12	2,70	3,35	3,00	3,60	3,65	9,95
P13	2,15	4,65	2,85	2,80	2,90	3,30
P14	3,60	4,05	4,05	5,05	3,75	7,05
P15	2,25	3,10	2,80	3,45	3,10	4,90
P16	2,00	2,40	2,65	3,30	2,80	4,40
P17	3,20	3,00	3,70	3,85	4,75	3,75
P18	1,55	2,70	3,05	3,00	3,30	3,20
P19	3,10	2,80	2,95	3,85	4,05	4,80
P20	2,40	4,40	4,65	10,30	6,35	7,30

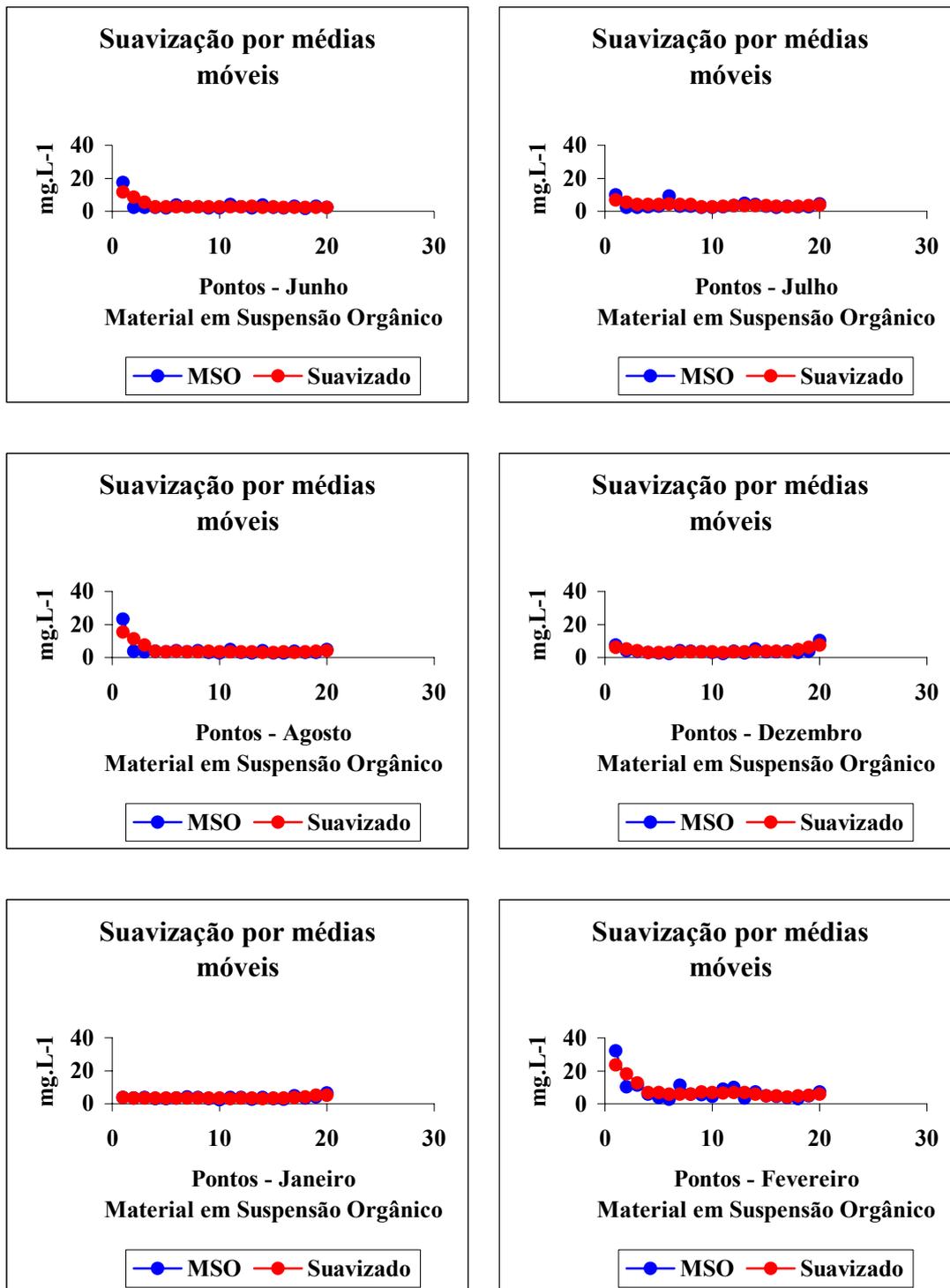


Figura 55 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, considerando os dados coletados em 2005, o maior valor espaço-temporal de material em suspensão orgânico no fundo, da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco, foi no mês de agosto de 2005, no ponto P1, de $62,25 \text{ mg.L}^{-1}$, e o menor valor observado no mesmo período e também no mês de agosto de 2005, foi no ponto P4, de $2,15 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 32 e Figura 56).

Tabela 32 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo (MSO) (mg.L^{-1}) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	27,65	7,40	62,25
P2	3,55	2,65	2,85
P3	2,95	2,60	2,60
P4	2,75	2,90	2,15
P5	2,80	3,40	2,50
P6	5,30	4,70	6,45
P7	3,15	2,75	2,95
P8	4,35	2,50	2,70
P9	2,90	2,45	2,50
P10	2,30	2,30	2,60
P11	3,35	4,15	10,90
P12	3,65	2,20	3,15
P13	2,60	2,25	2,90
P14	3,65	3,00	2,95
P15	2,70	2,65	2,85
P16	3,20	2,80	2,85
P17	2,75	2,95	4,90
P18	2,65	2,45	3,25
P19	3,05	2,75	7,00
P20	7,35	5,10	8,20

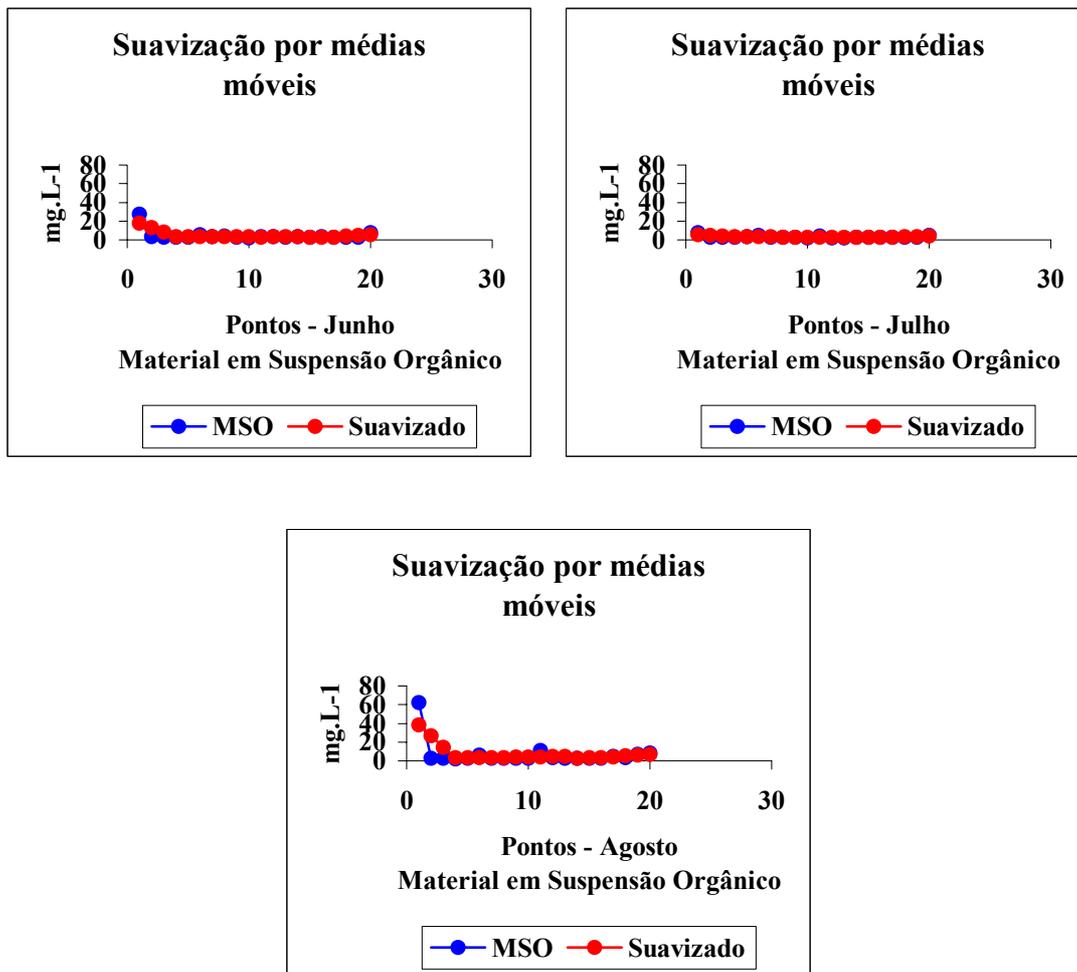


Figura 56 - Variação espacial e temporal dos valores de material em suspensão orgânico no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.2.8 - Condutividade elétrica no fundo

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. É a capacidade da água de transmitir a corrente elétrica. A unidade é $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a uma dada temperatura em graus Celsius. Para uma dada concentração iônica, a condutividade aumenta com a temperatura. Estas variações diferem para cada íon e concentração, mas pode-se dizer que para um aumento de 1°C na temperatura da solução, corresponderá um acréscimo de 2% na condutividade (HEM, 1985).

A água pura no estado líquido possui condutividade elétrica bem baixa, apenas centésimos de $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C . À medida que cresce a concentração iônica, a condutividade da solução cresce. Em águas naturais não se pode esperar que haja uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos dissolvidos totais, porque as águas naturais não são soluções simples. Estas águas contêm ampla variedade de substâncias dissociadas e não dissociadas. A relação condutividade e sólidos dissolvidos totais só será bem definida em águas naturais de determinadas regiões onde exista uma predominância bem definida de um determinado íon, como no caso de rios que atravessam algumas regiões de solo salino (PORTO et al., 1991).

A importância da determinação da condutividade elétrica da água situa-se no fato desta fornecer boa indicação das variações de suas condições, especialmente na concentração mineral. Os sais dissolvidos e ionizados transformam-na em eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, pode-se estimar o teor de sais pela medida de condutividade da água (ZIMBRES, 2000). Apesar de ser um bom indicador para a quantidade de sólidos totais dissolvidos, a condutividade elétrica não fornece as quantidades relativas de cada componente (PALMA-SILVA, 1999).

De acordo com Kleerekoper (1944) a medição da condutividade elétrica não fornece apenas dados sobre a concentração total dos eletrólitos na água, mas informa ainda, com grande precisão, sobre a natureza de processos bioquímicos que se desenvolvem na água, como a intensidade da fotossíntese. Segundo o mesmo autor, as variações diurnas da condutividade são quase que exclusivamente causadas por esse processo fisiológico.

Para as coletas realizadas entre 1998 e 2001, o maior valor de condutividade elétrica da água no fundo da represa Velha foi observado nos pontos P1, P3 e P6 (antigo

cercado da represa, antigo banco de macrófitas e antigo local dos tanques-rede), respectivamente nos meses de outubro de 1999, junho de 2000 e fevereiro de 2001, nos períodos seco e chuvoso, de $40,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e o menor valor obtido foi nos pontos P4 e P5 (barragem e meio da represa), no mês de julho de 2000, período seco, de $5,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002). Estes resultados estão apresentados na tabela 33 e figura 57.

Provavelmente, os baixos resultados obtidos da condutividade elétrica da água, no período seco observados na represa Velha, poderia ter sido decorrente de baixas atividades biológicas. No período chuvoso deveria ter ocorrido o oposto, já que a alta da temperatura aumenta a atividade biológica.

Estes valores, contudo, podem ser considerados baixos quando comparados com aqueles observados em Salto Grande ($60,0$ a $350,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e em outros reservatórios eutróficos do Estado de São Paulo (LEITE, 1998).

O valor médio da condutividade da água nos diferentes períodos de coletas na represa Velha foi de $11,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, valor considerado baixo e característico para ambientes oligotróficos. Anteriormente, verificou-se uma média de $10,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, nesta mesma microbacia, (COSTA NETO, 1990; NASCIMENTO, 1994; 2000; BUFON, 1999; 2002).

Os valores de condutividade elétrica, determinados em anos anteriores, ficaram dentro do limite de $15,0$ a $163,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, verificando-se acréscimo gradativo destes desde a nascente até a foz do rio. Os resultados de condutividade elétrica obtidos nos viveiros de criação de peixes e canaletas de abastecimento a jusante da represa Velha por Costa Neto (1990); Senhorini (1995); Eler (1996; 2000); Pereira (1998); Watanabe (2001) oscilaram entre $7,0$ e $70,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, próximos àqueles observados no presente estudo.

Na represa do Lobo, em Itirapina, a condutividade elétrica foi obtida entre $14,3$ e $4,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Essa queda reflete a ação dos bancos de macrófitas existentes na porção superior da represa, os quais funcionam como um filtro que retém o material inorgânico transportado pelo rio Itaqueri (REIS et al., 2002).

Meletti (1997) realizou estudos em ecossistemas lóticos, localizados na bacia do rio Piracicaba, detectando os maiores valores de condutividade elétrica da água em Piracicaba, Santa Bárbara, Sumaré e Campinas, sempre acima de $120,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Em estudos realizados em dois córregos na região de São Carlos, SP, o da Água Quente e Água Fria, a média obtida entre eles foi de $13,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (SANTOS, 1993).

Através de levantamentos realizados em alguns ecossistemas léticos, nos reservatórios dos rios Tietê, Paranapanema e sistema Paraná, os valores de condutividade elétrica obtidos situaram-se entre 34,7 e 197,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Em duas lagoas na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, os valores apresentados oscilaram entre 80,0 e 129,5 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (BRAZIL, 2000).

Em ambientes naturais, a alta condutividade propicia o desenvolvimento de plâncton e de peixes, como ocorreu na represa de Barra Bonita, onde a condutividade registrada chegou a 400,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 1990).

Segundo Matsumura-Tundisi (1986), em ambientes eutróficos a condutividade elétrica é elevada com valores que variam na faixa de 240,0 a 480,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Mesmo recebendo um aporte de material alóctone muito grande (ração) e autóctone (fezes de peixes, excreção e decomposição de matéria orgânica), os valores encontrados na represa Velha foram muito inferiores aos observados na represa de Barra Bonita, ocorrendo provavelmente um efeito diluidor decorrente do fluxo contínuo e pequeno tempo de residência e, conseqüentemente, um menor acúmulo de íons.

Tabela 33 – Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	18,0	15,0	18,0	15,0	14,0	15,0
22/08/1998	2	19,0	18,0	23,0	20,0	25,0	25,0
16/12/1998	3	10,0	20,0	20,0	15,0	20,0	10,0
30/01/1999	7	10,0	25,0	15,0	20,0	30,0	20,0
27/02/1999	8	18,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0
01/05/1999	9	15,0	20,0	10,0	22,0	20,0	15,0
26/06/1999	12	25,0	20,0	15,0	25,0	20,0	20,0
24/07/1999	13	20,0	15,0	15,0	20,0	10,0	15,0
21/08/1999	14	15,0	20,0	20,0	15,0	15,0	15,0
23/10/1999	15	10,0	10,0	40,0	20,0	30,0	15,0
31/12/1999	17	25,0	20,0	30,0	18,0	27,0	25,0
28/01/2000	19	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
26/02/2000	20	30,0	20,0	10,0	20,0	10,0	10,0
28/06/2000	21	40,0	11,0	7,0	8,0	7,0	7,0
24/07/2000	25	10,0	8,0	10,0	5,0	5,0	10,0
29/08/2000	26	15,0	10,0	15,0	10,0	14,0	15,0
27/10/2000	27	15,0	20,0	21,0	35,0	15,0	18,0
21/12/2000	29	30,0	24,0	22,0	30,0	20,0	25,0
31/01/2001	31	32,0	11,0	25,0	23,0	15,0	11,0
21/02/2001	32	15,0	15,0	15,0	25,0	15,0	40,0
25/04/2001	33	30,0	35,0	37,0	35,0	25,0	30,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

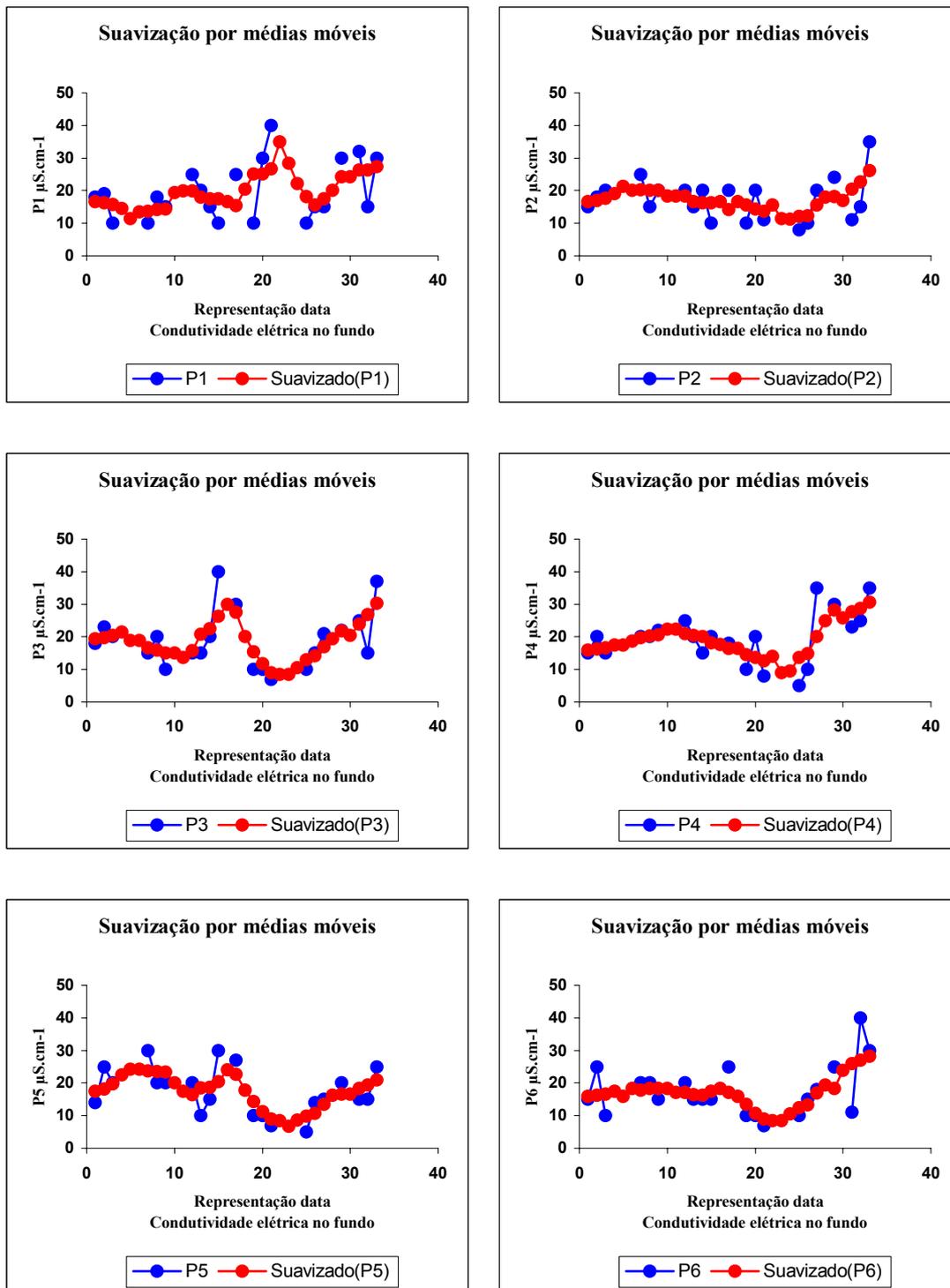


Figura 57 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002)

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

Para as coletas realizadas entre 2004 e 2005, na represa Velha CEPTA/IBAMA, o maior valor espaço-temporal da condutividade elétrica da água no fundo, tabela 34 e figura 58, obtido no período seco, foi no ponto P14, no mês de agosto de 2004, de $12,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$, e o menor valor observado no mesmo período, foi no ponto P1, no mês de julho de 2004, de $7,1 \mu\text{S.cm}^{-1}$. No período chuvoso, o maior valor obtido foi de $39,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$, no ponto P7, no mês de fevereiro de 2005, e o menor valor observado neste mesmo período, foram nos meses de dezembro de 2004, janeiro e fevereiro de 2005, nos pontos P3, P4, P7, P8, P9, P11, P12, P13 e P15, de $14,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$.

Tabela 34 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) na represa Velha, em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Pontos	Datas				
	Jul./2004	Ago./2004	Dez./2004	Jan./2005	Fev./2005
P1	7,1	9,0	15,0	15,0	15,0
P2	8,6	8,0	15,0	15,0	37,0
P3	8,5	9,0	14,0	15,0	35,0
P4	8,2	9,0	20,0	14,0	21,0
P5	8,0	8,0	19,0	20,0	17,0
P6	8,0	8,0	15,0	17,0	15,0
P7	8,5	8,0	18,0	14,0	39,0
P8	8,6	9,0	15,0	14,0	22,0
P9	8,8	9,0	18,0	14,0	27,0
P10	8,8	9,0	15,0	16,0	19,0
P11	8,0	9,0	15,0	15,0	14,0
P12	8,8	9,0	16,0	14,0	30,0
P13	9,0	9,0	15,0	14,0	16,0
P14	10,2	12,0	15,0	18,0	21,0
P15	9,0	9,0	15,0	14,0	20,0
P16	9,2	9,0	15,0	16,0	16,0
P17	10,1	9,0	16,0	15,0	19,0
P18	9,0	9,0	15,0	16,0	15,0
P19	9,0	9,0	15,0	15,0	15,0
P20	9,0	9,0	15,0	16,0	15,0

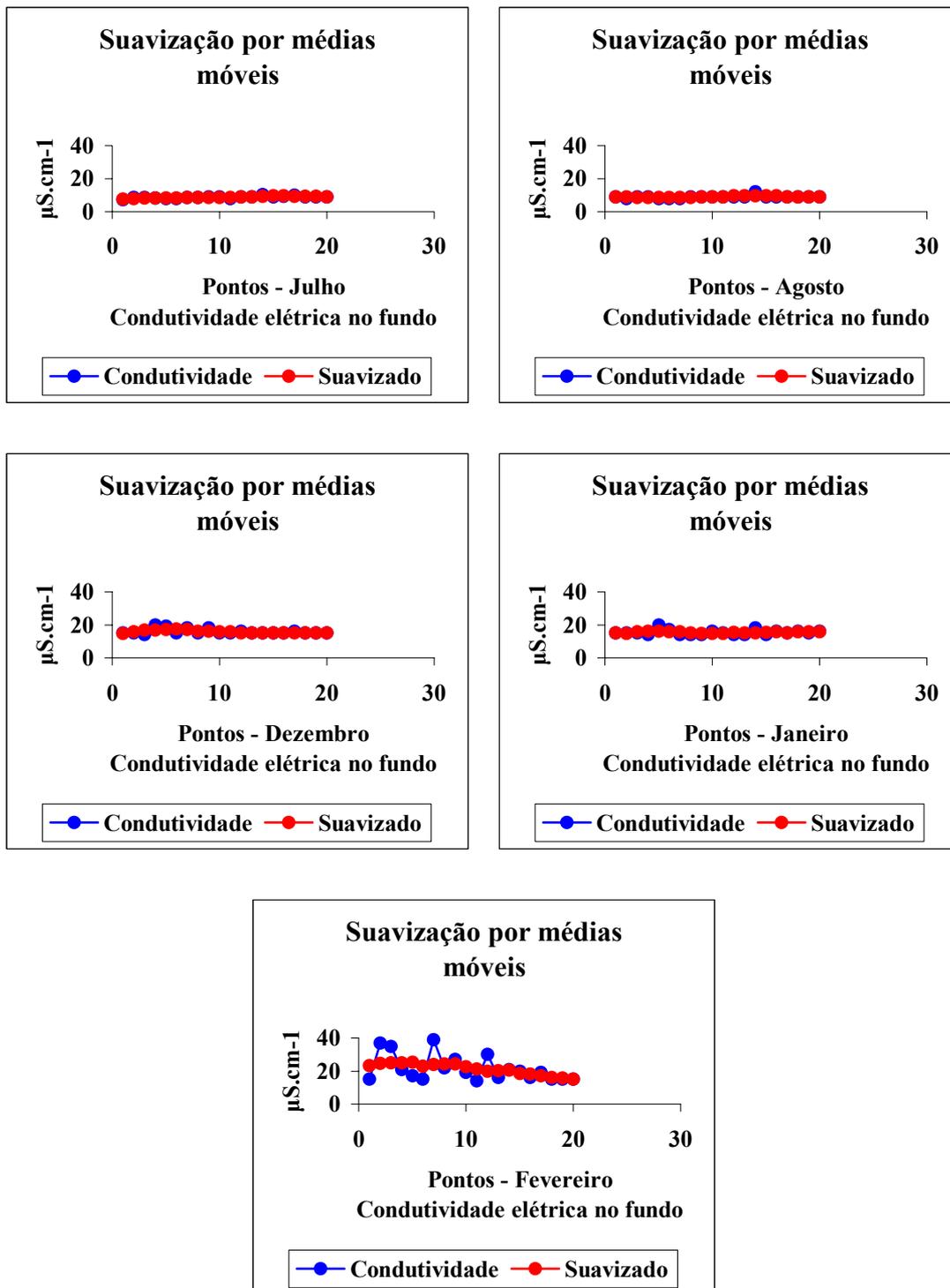


Figura 58 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005.

Finalmente, considerando as coletas realizadas em 2005, para a condutividade elétrica da água, o maior valor espaço-temporal no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, no período seco, foi observado no ponto P17, no mês de junho de 2005, de $13,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e o menor valor observado no mesmo período, foram nos pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20, nos meses de junho, julho e agosto de 2005, de $9,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, conforme apresentados na tabela 35 e figura 59.

Tabela 35 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água no fundo ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) na represa Velha, em junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Datas		
	Junho/2005	Julho/2005	Agosto/2005
P1	11,0	9,0	10,0
P2	10,0	9,0	9,0
P3	10,0	9,0	10,0
P4	10,0	9,0	9,0
P5	9,0	9,0	9,0
P6	10,0	9,0	9,0
P7	10,0	9,0	9,0
P8	10,0	9,0	9,0
P9	10,0	9,0	9,0
P10	10,0	10,0	9,0
P11	10,0	9,0	10,0
P12	10,0	9,0	9,0
P13	10,0	9,0	9,0
P14	11,0	12,0	10,0
P15	10,0	9,0	9,0
P16	10,0	9,0	9,0
P17	13,0	10,0	10,0
P18	10,0	9,0	9,0
P19	10,0	9,0	9,0
P20	10,0	9,0	10,0

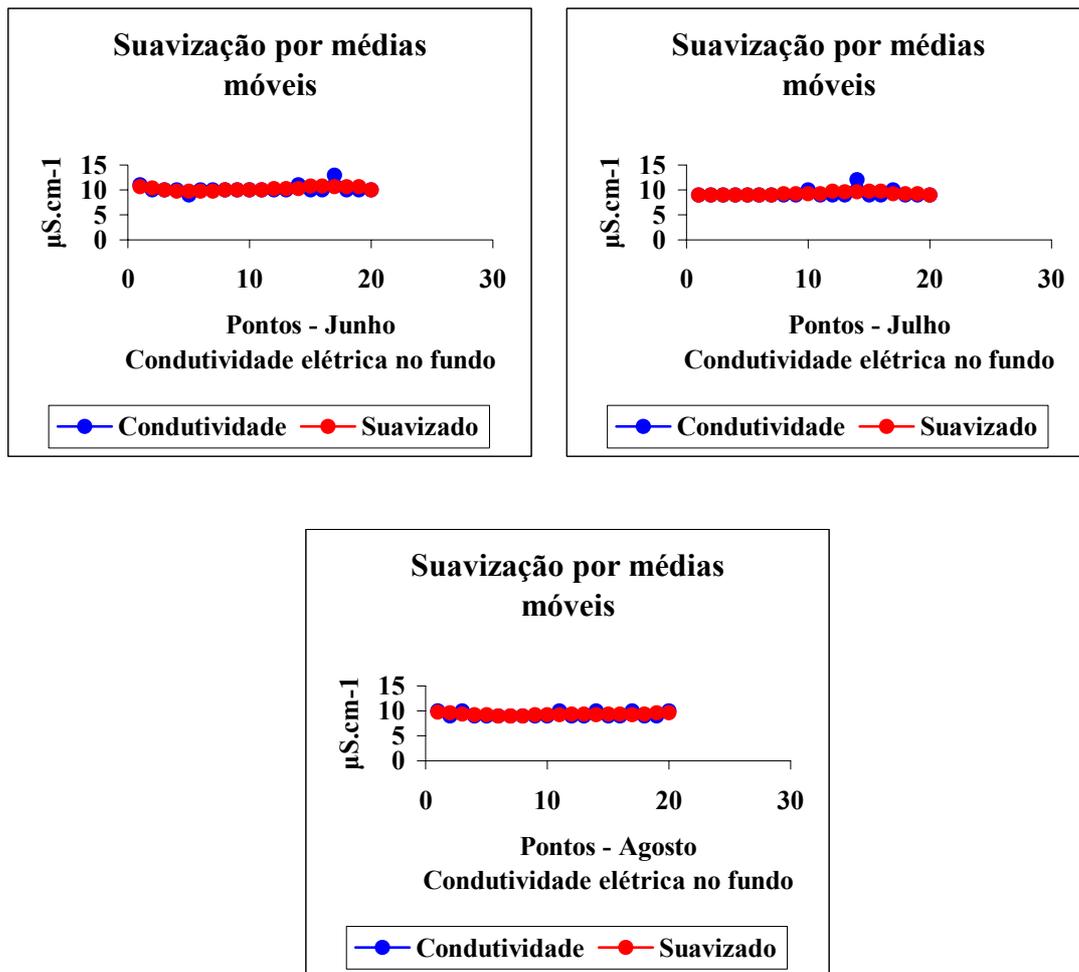


Figura 59 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, medidas em junho, julho e agosto de 2005.

6.3 - Superfície de tendência de 1º grau e análise dos resíduos, dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA

O modelo utilizado foi o da análise de superfície de tendência de 1º grau com a respectiva análise dos resíduos. Desse modo obtiveram-se para os elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA a superfície de tendência de 1º grau e o respectivo mapa de resíduos (Figuras 60 a 107).

6.3.1 - Potencial hidrogeniônico - pH

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau do pH (potencial hidrogeniônico) na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido dos maiores valores de pH foi na direção SW (Sudoeste), que coincidem com os pontos P1, P2, P5 e P6 (antigo cercado da represa, entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção NW (Noroeste), coincidindo com os pontos P2, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Entre junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção NW, coincidindo os pontos P2, P4, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Comparando todos os anos juntos verifica-se que o sentido dos maiores valores de pH foi na direção NW, semelhante aos de junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001, coincidindo com os pontos P2, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), também no sentido da margem esquerda (Figura 60).

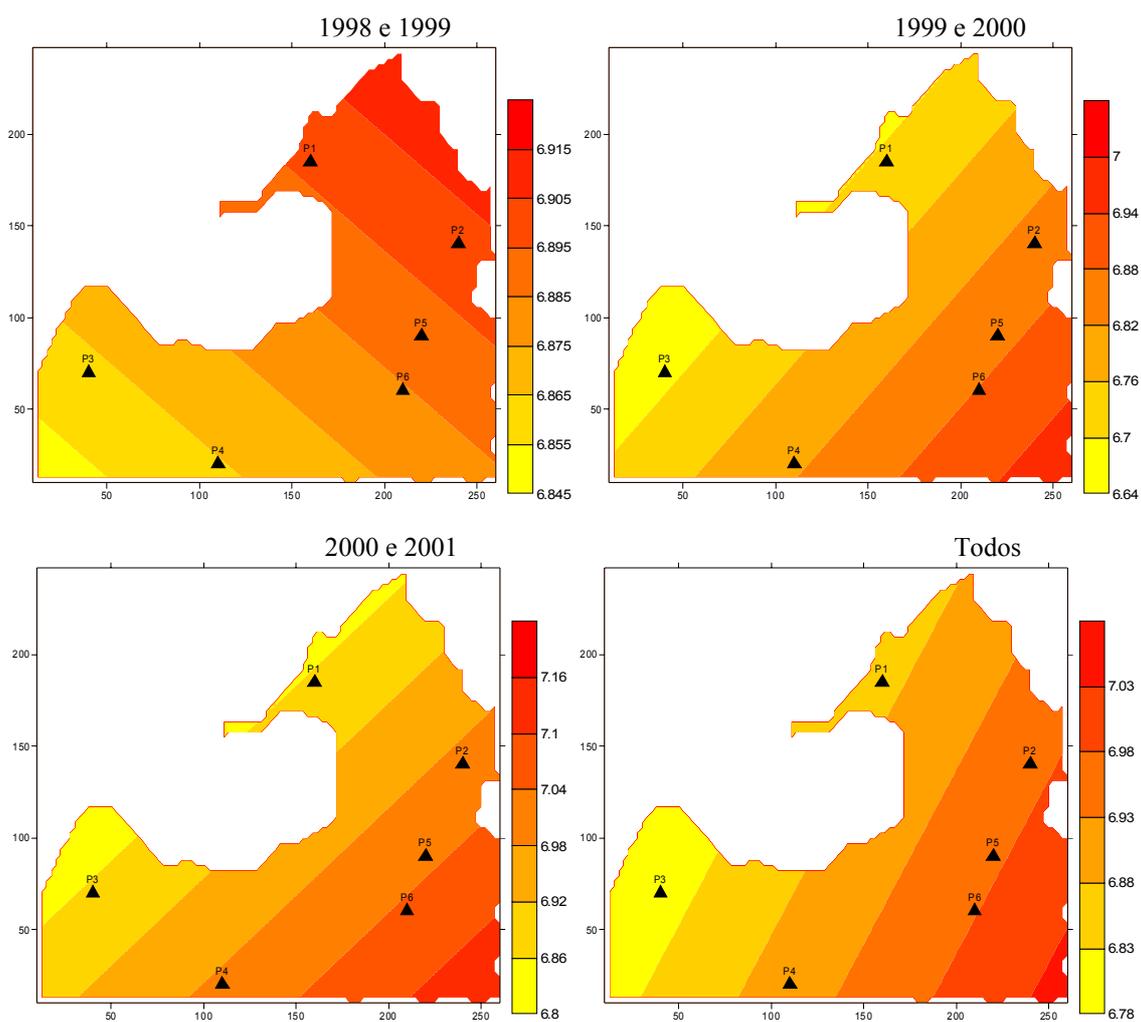
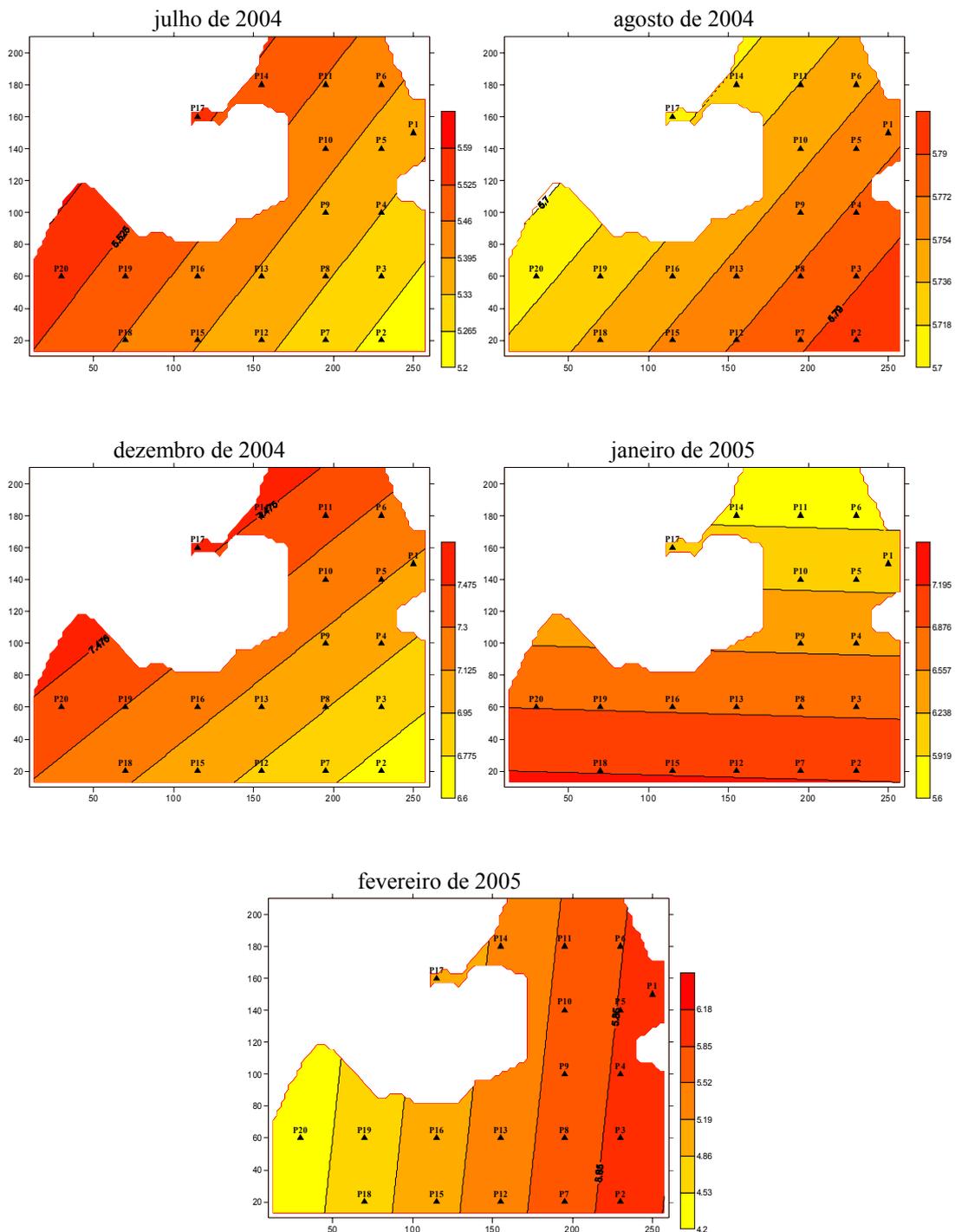


Figura 60 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Potencial Hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau do pH (potencial hidrogeniônico) no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido dos maiores valores de pH para o mês de julho de 2004 foi na direção SE (Sudeste), que coincidem com os pontos P14, P17, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante o mês de agosto de 2004 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção NW, coincidindo com os pontos P2, P3, P4, P7 e P8, no sentido da margem esquerda. No mês de dezembro de 2004 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção SE, incidindo com os pontos P11, P14, P17, P19 e P20, no sentido da margem direita. Para o mês de janeiro de 2005 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção N (Norte), coincidindo com os pontos P2, P3, P7, P8, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante fevereiro de 2005 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção W (Oeste), coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10 e P11, no sentido da margem esquerda (Figura 61).



A análise da superfície de tendência de 1º grau do pH (potencial hidrogeniônico) no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, durante o período (seco) estudado, entre junho, julho e agosto de 2005, mostra que o sentido dos maiores valores de pH para o mês de junho de 2005 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda. Para o mês de julho de 2005 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção NE (Nordeste), coincidindo com os pontos P12, P15, P16, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante o mês de agosto de 2005 o sentido dos maiores valores de pH foi na direção E (Leste), incidindo com os pontos P15, P16, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. (Figura 62).

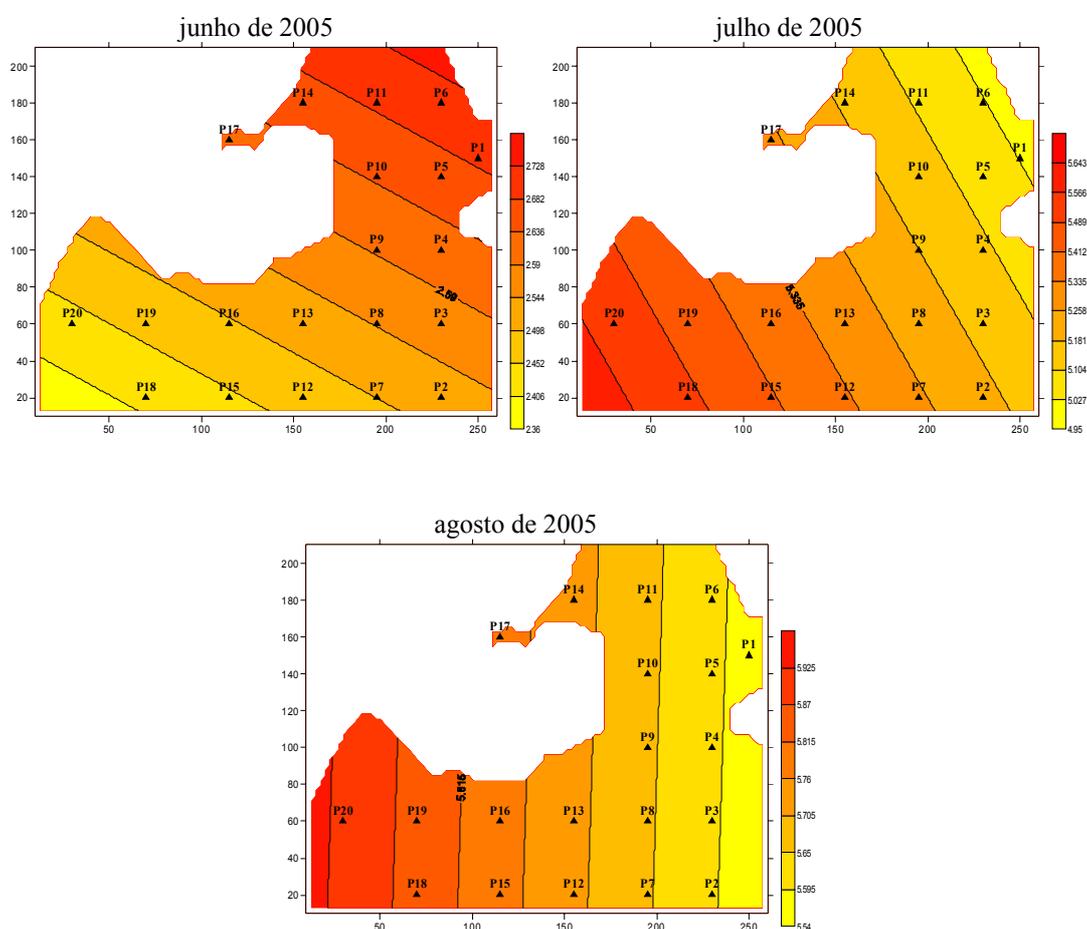


Figura 62 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Observando a análise do resíduo do potencial Hidrogeniônico (pH) na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altos valores de pH foram observados nos pontos P2, P3 e P4 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e barragem), e os valores negativos com baixos valores de pH estão localizados nos pontos P1, P5 e P6 (antigo cercado da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos foram obtidos nos pontos P3 e P5 (antigo banco de macrófitas e meio da represa), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P2, P4 e P6 (antigo cercado da represa, entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos estão localizados nos pontos P2, P3 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4 e P5 (antigo cercado da represa, barragem e meio da represa). Comparando todos os anos juntos verificou-se que os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1 e P4 (antigo cercado da represa e barragem) (Figura 63).

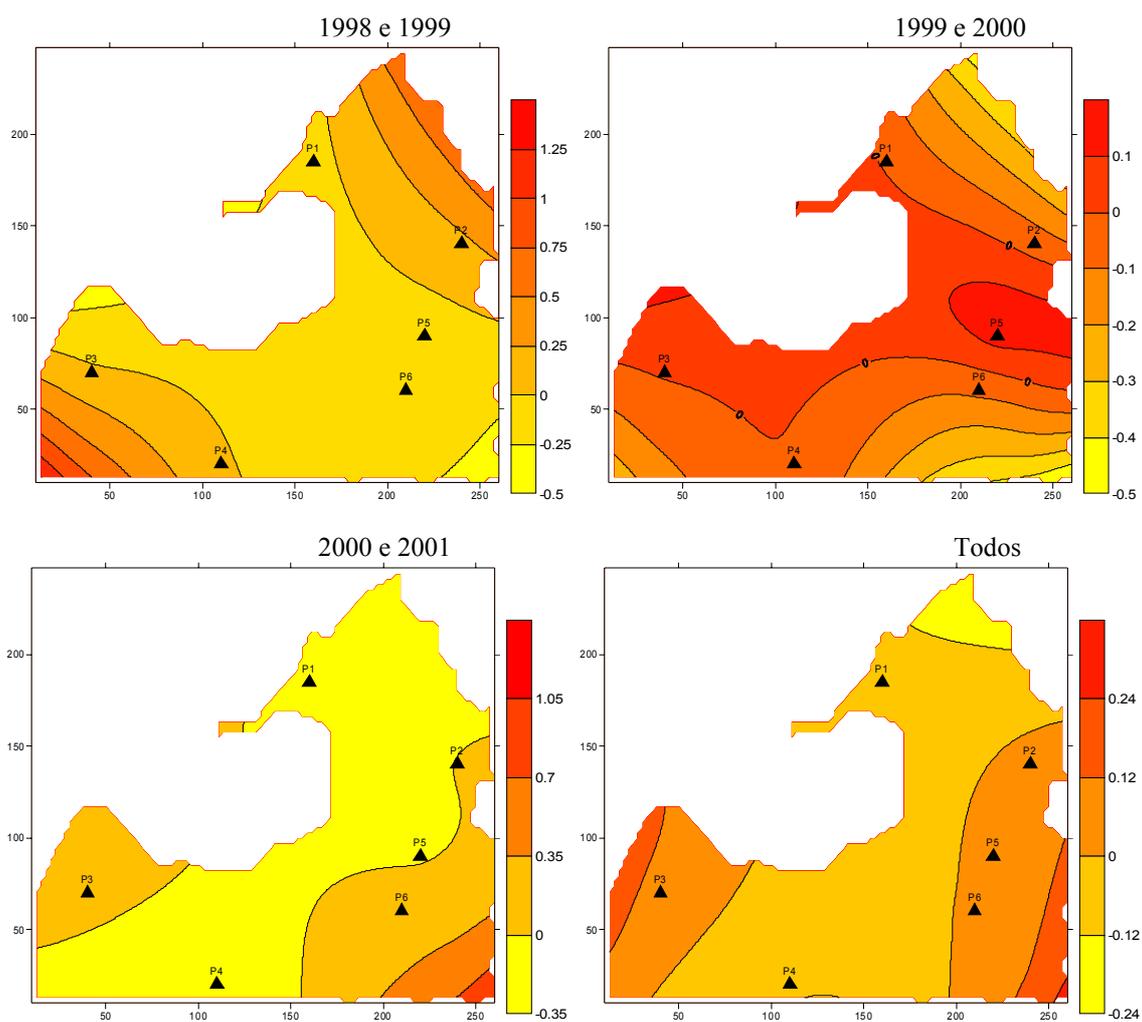


Figura 63 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Observando a análise dos resíduos do potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos para o mês de julho de 2004 com altos valores de pH foram obtidos no ponto P1, e os valores negativos com baixos valores de pH estão localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20. Durante o mês de agosto de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P5, P6, P17, P18, P19 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P3, P4, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15 e P16. Para o mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P7, P10, P11, P13, P15 e P18, e os valores negativos foram observados nos pontos P3, P4, P5, P6, P8, P9, P12, P14, P16, P17, P19 e P20. No mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P6, P11, P17 e P18, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16, P19 e P20. Para o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P3, P18, P19 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P17 (Figura 64).

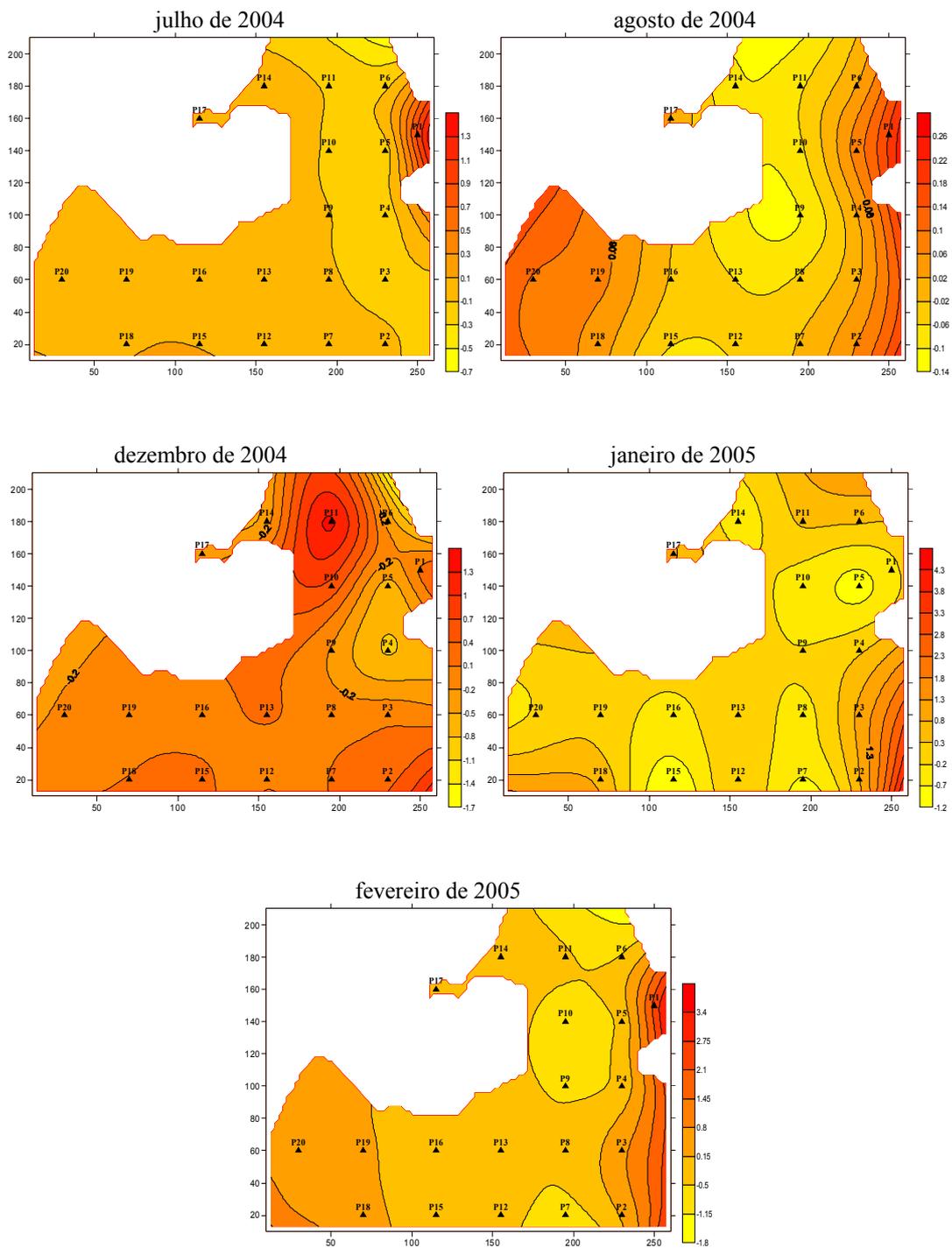


Figura 64 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Ao observar a análise dos resíduos do potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, entre junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos para o mês de junho de 2005 com altos valores de pH foram obtidos nos pontos P1, P2, P12, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixos valores de pH estão localizados nos pontos P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P16 e P17. Para o mês de julho de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P14, P17, P19 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P7, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16 e P18. Durante o mês de agosto de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P16 e P18, e os valores negativos foram observados nos pontos P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P17, P19 e P20 (Figura 65).

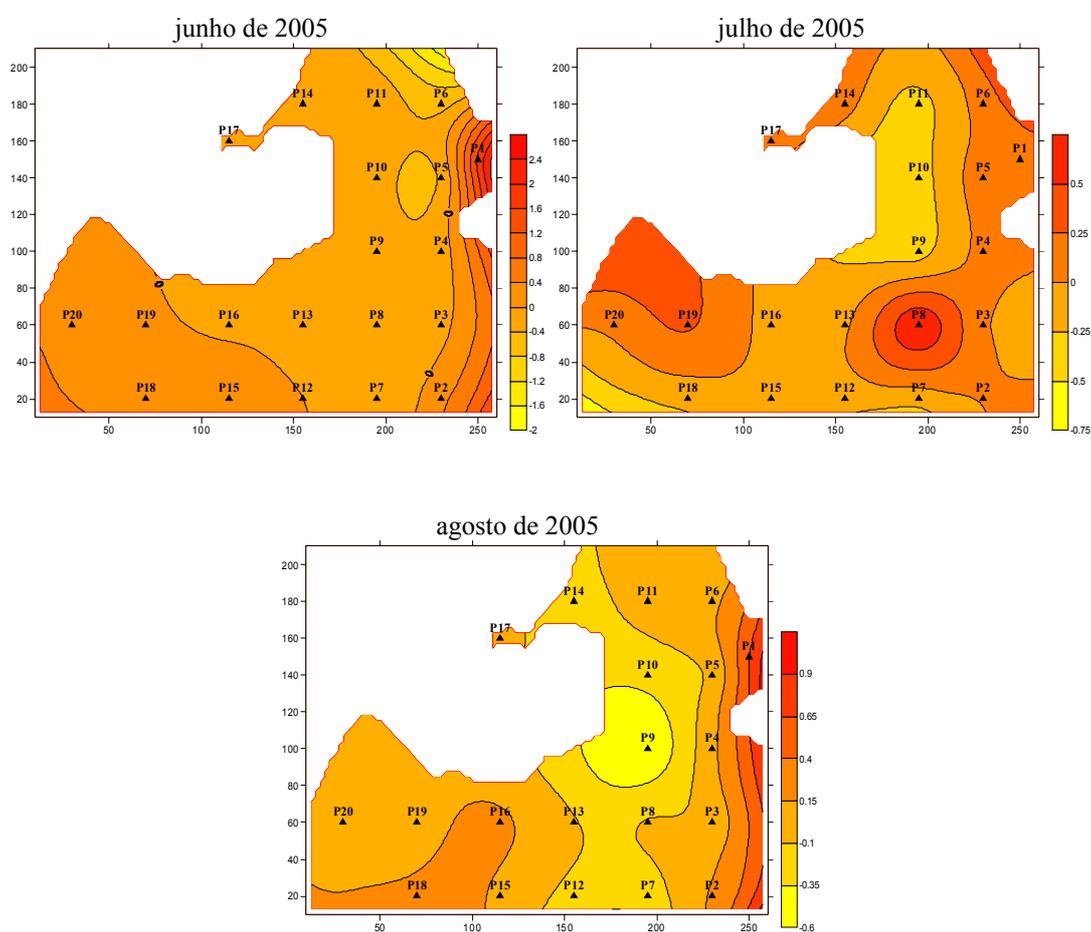


Figura 65 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Potencial Hidrogeniônico (pH) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.2 - Oxigênio dissolvido no fundo

As análises da superfície de tendência de 1º grau do oxigênio dissolvido no fundo na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1, P2 e P3 (antigo cercado da represa, entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1 e P2 (antigo cercado da represa e entrada do córrego da Barrinha dentro da represa), no sentido da margem esquerda. Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Ao comparar todos os anos juntos verificamos que o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo aos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001, no sentido dos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), direcionando a margem direita (Figura 66).

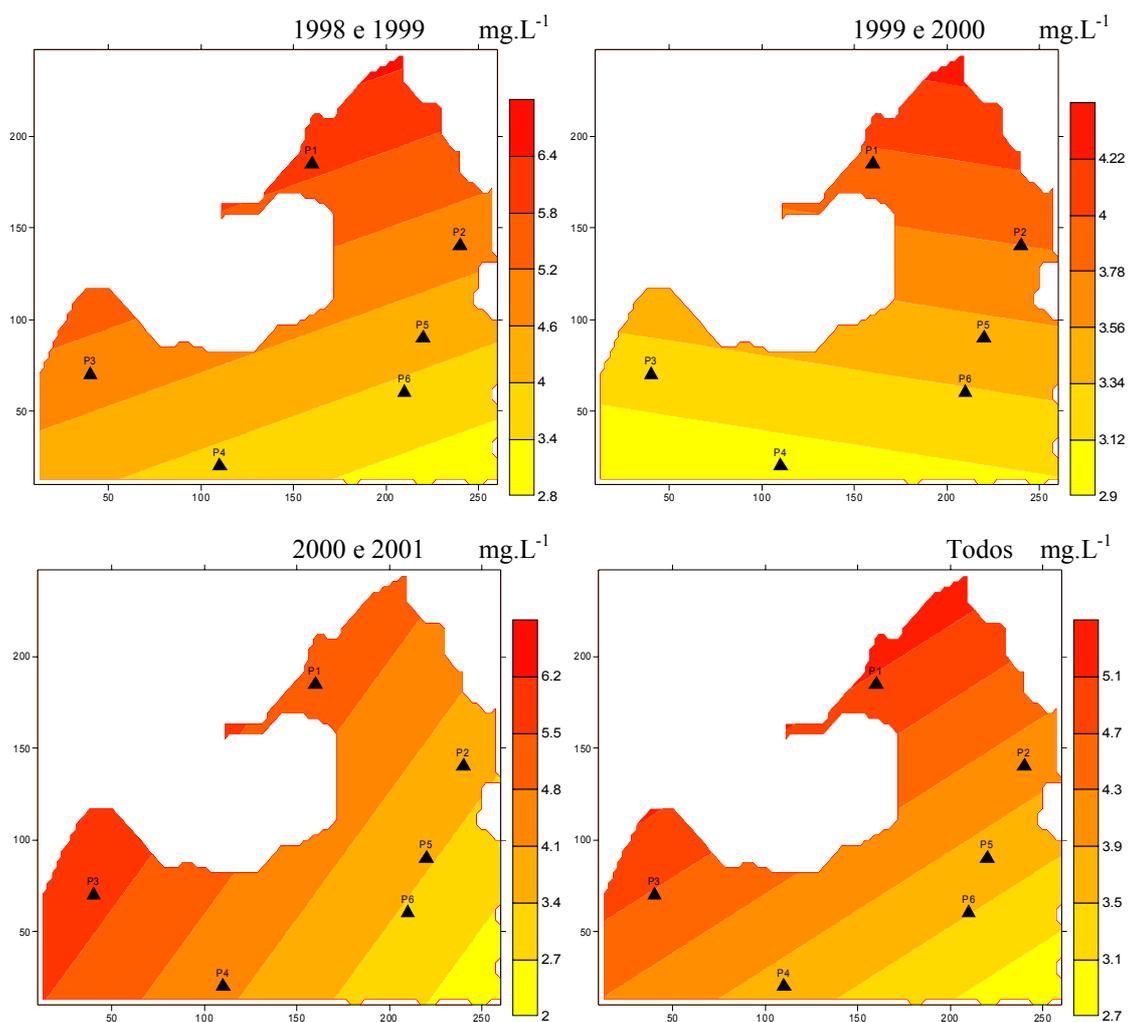


Figura 66 - Análises da superfície de tendência de 1^o grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

A análise da superfície de tendência de 1º grau do oxigênio dissolvido no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido das maiores concentrações para o mês de julho de 2004 foi na direção SE, que coincidem com os pontos P14, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. No mês de agosto de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P14, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita, semelhante ao mês de julho de 2004. Durante o mês de dezembro de 2004, o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, incidindo com os pontos P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. No mês de janeiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Para o mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção S (Sul), coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem direita (Figura 67).

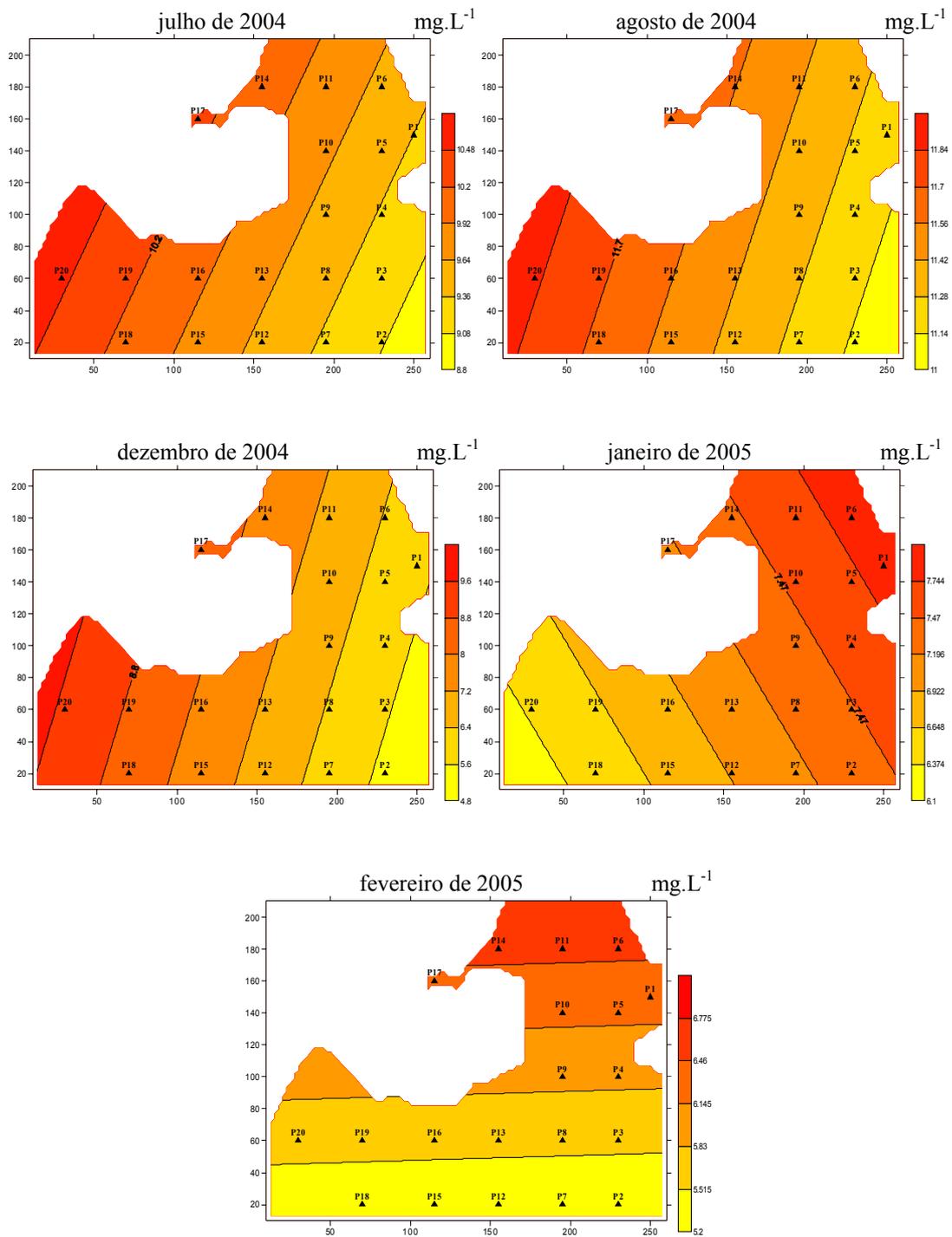


Figura 67 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando a análise da superfície de tendência de 1º grau do oxigênio dissolvido no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005 o sentido das maiores concentrações para o mês de junho de 2005 foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem direita. Para o mês de julho de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção NW, coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12 e P13, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de agosto de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, incidindo com os pontos P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita (Figura 68).

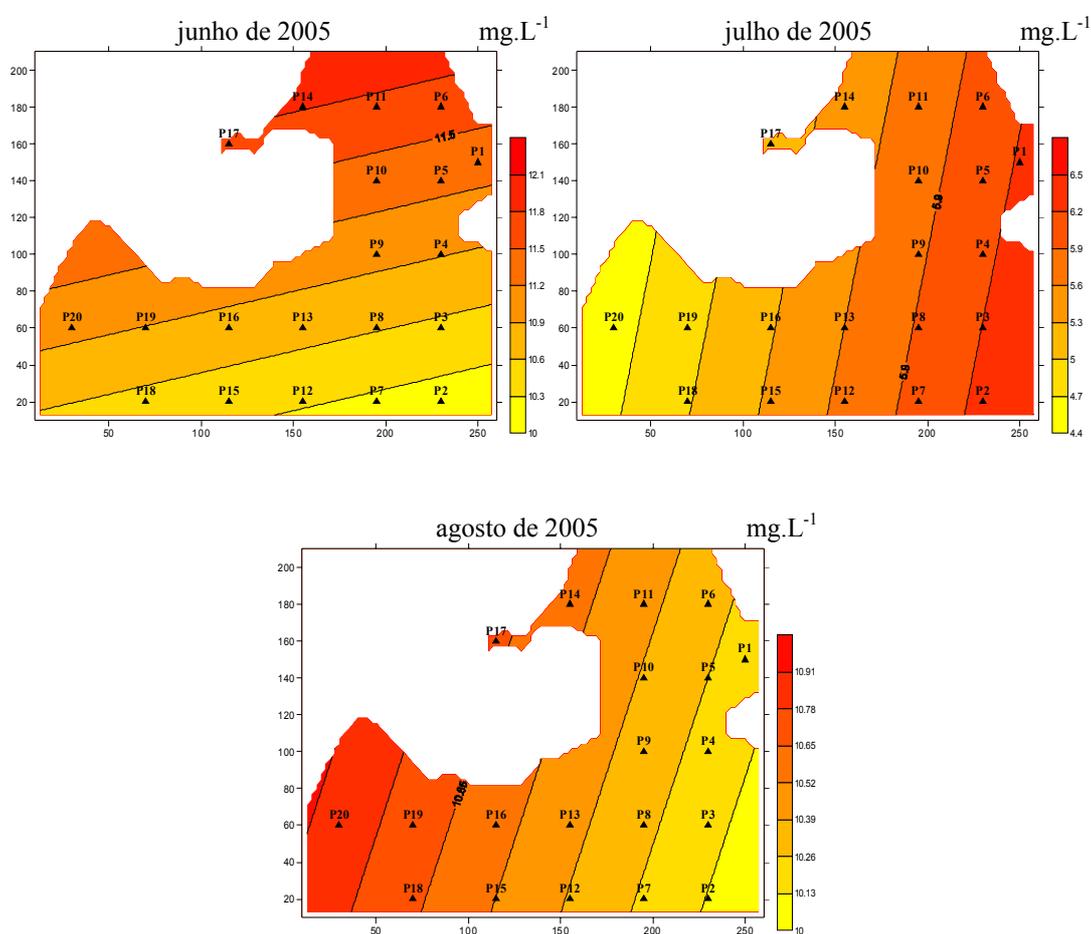


Figura 68 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Ao observar a análise do resíduo do oxigênio dissolvido no fundo na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altas concentrações foram obtidos nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa), e os valores negativos com baixas concentrações estão localizados nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, os valores positivos encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001, os valores positivos estão localizados nos pontos P2, P3 e P4 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e barragem), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P5 e P6 (antigo cercado da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Ao comparar todos os anos juntos verificamos que os valores positivos foram obtidos nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), os resultados desta análise coincidiram com os obtidos em junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 (Figura 69).

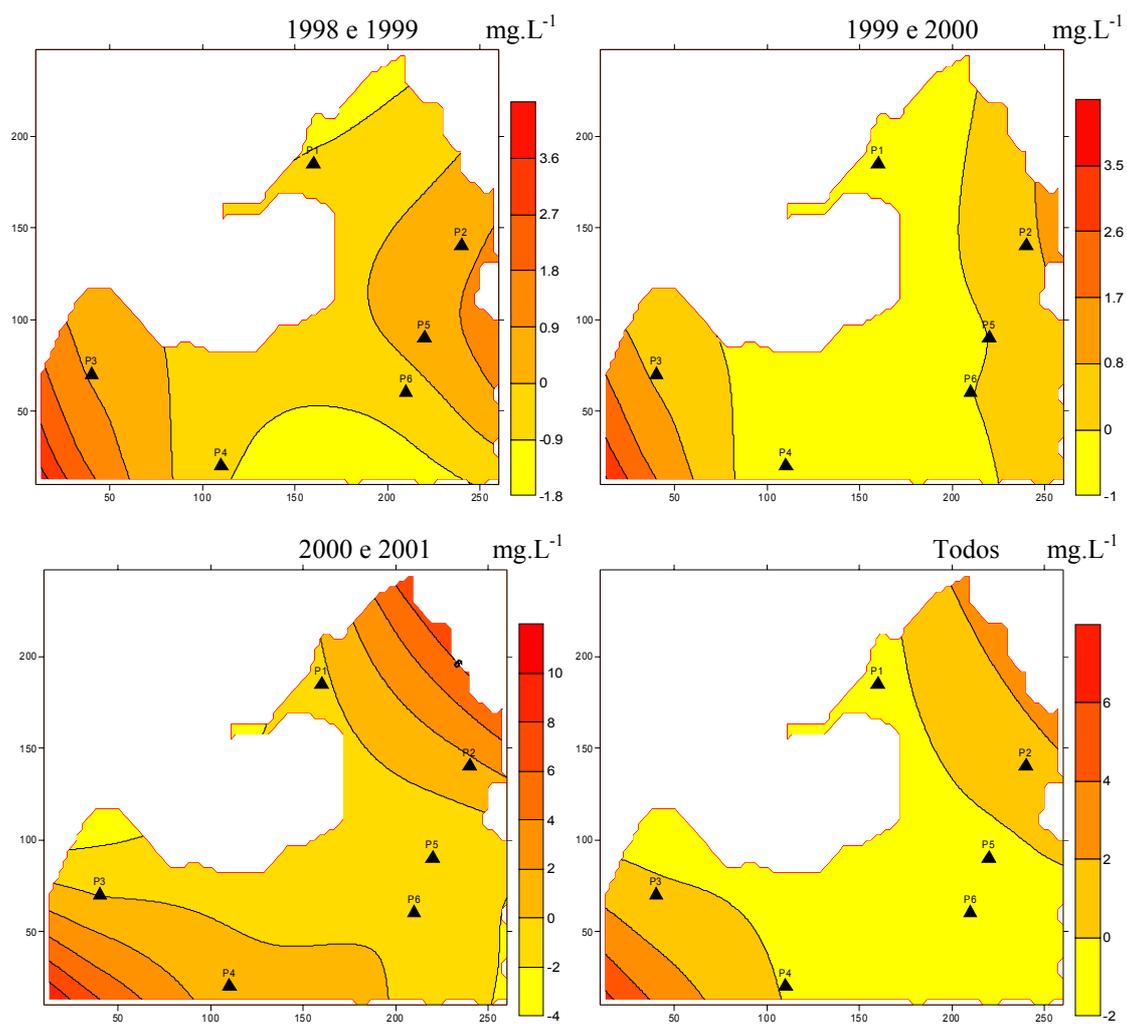


Figura 69 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao analisar os resíduos do oxigênio dissolvido no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altas concentrações para o mês de julho de 2004 foram obtidos nos pontos P4, P5, P6, P7, P11, P13, P15, P18 e P19, e os valores negativos com baixas concentrações estão localizados nos pontos P1, P2, P3, P8, P9, P10, P12, P14, P16, P17 e P20. No mês de agosto de 2004 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P2, P5, P6, P7, P11, P13, P17, P18, P19 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P3, P4, P8, P9, P10, P12, P14, P15 e P16. Durante o mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P3, P6, P13, P15 e P19, e os valores negativos estão nos pontos P4, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P14, P16, P17, P18 e P20. Para o mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P12, P14, P15 e P20, e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P4, P11, P13, P16, P17, P18 e P19. No mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P4, P7, P12 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19 (Figura 70).

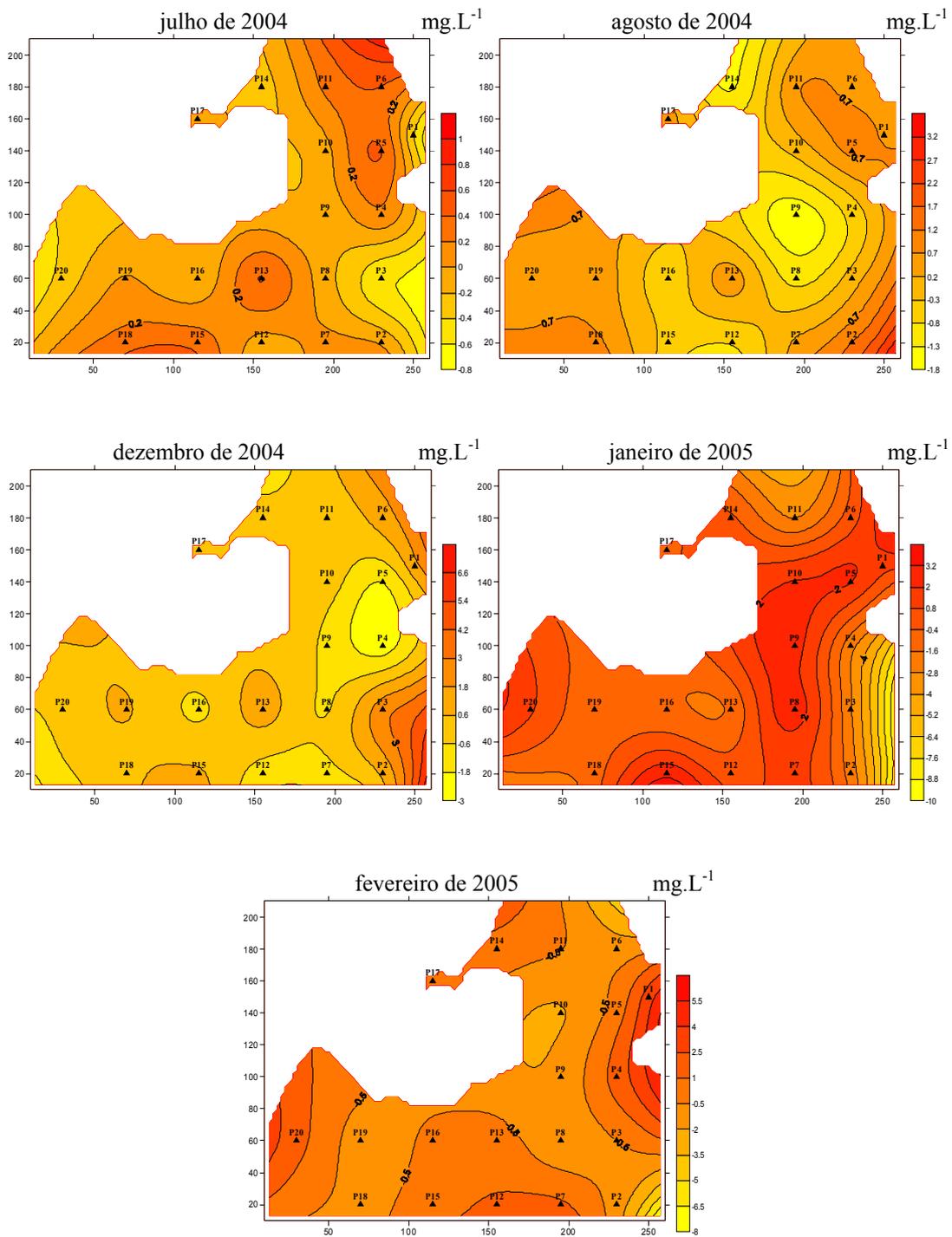


Figura 70 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando o resíduo do oxigênio dissolvido no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altas concentrações para o mês de junho de 2005 foram obtidos nos pontos P1, P2, P5, P6, P7, P9, P10, P11, P16, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações estão localizados nos pontos P3, P4, P8, P12, P13, P14, P15 e P17. Para o mês de julho de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P2, P5, P6, P13, P14, P16, P17 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P3, P4, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P15, P18 e P19. No mês de agosto de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P3, P5, P6, P7, P11, P13, P17, P18, P19 e P20, e os valores negativos estão nos pontos P4, P8, P9, P10, P12, P14, P15 e P16 (Figura 71).

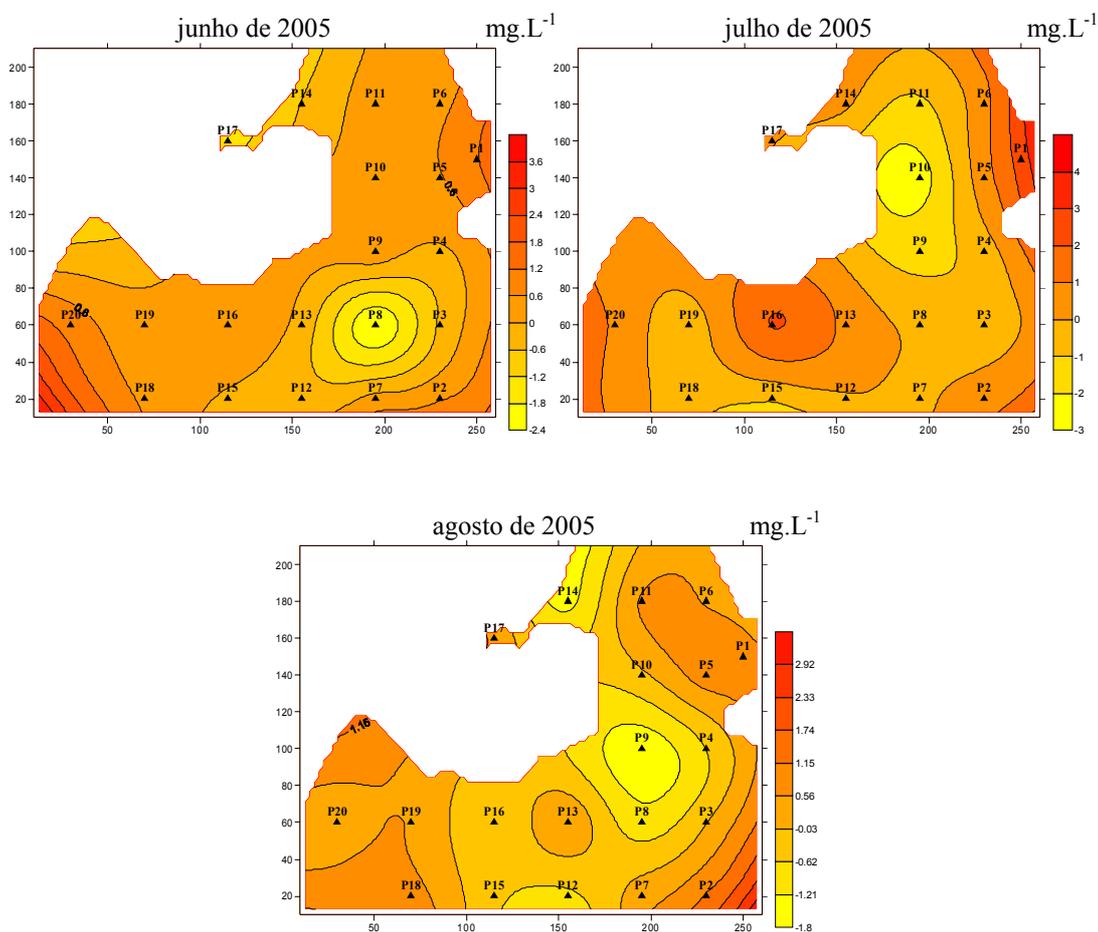


Figura 71 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do oxigênio dissolvido no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.3 - Temperatura da água no fundo

A análise da superfície de tendência de 1º grau da temperatura da água no fundo na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P2 (antigo cercado da represa e entrada do córrego da Barrinha dentro da represa), no sentido da margem direita. Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido dos maiores valores de temperatura foi também na direção SE, coincidindo os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, semelhante a todos os anos estudados, coincidindo também os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita (Figura 72).

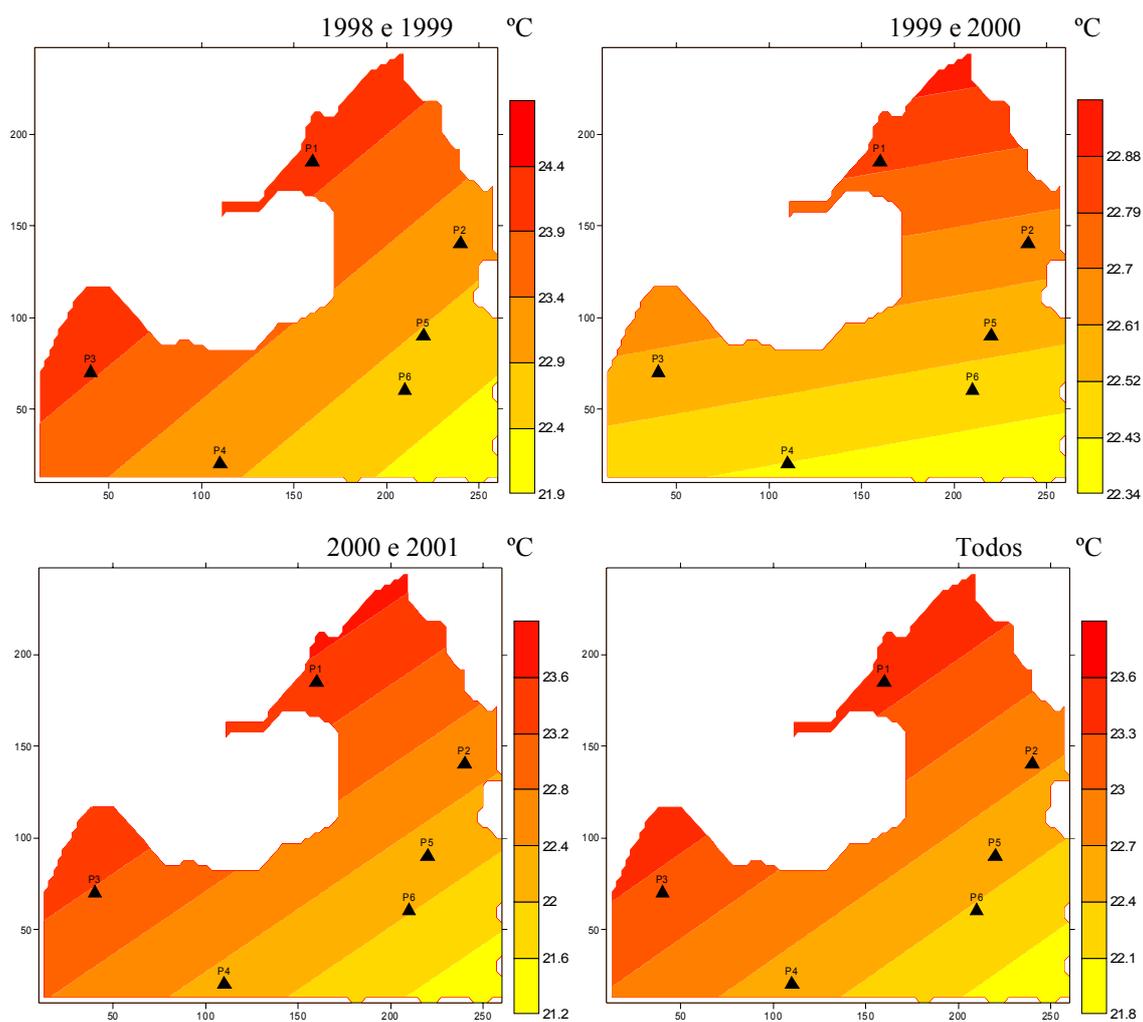


Figura 72 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau da temperatura da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido dos maiores valores de temperatura para o mês de julho de 2004 foi na direção SE, que coincidem com os pontos P14, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. No mês de agosto de 2004 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, coincidindo com os pontos P14, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante o mês de dezembro de 2004 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, sincronismo com os pontos P14, P17, P19 e P20, na direção da margem direita. Para o mês de janeiro de 2005 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, incidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17, na direção da margem direita. No mês de fevereiro de 2005 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, incidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14, P17, P19 e P20, na direção da margem direita (Figura 73).

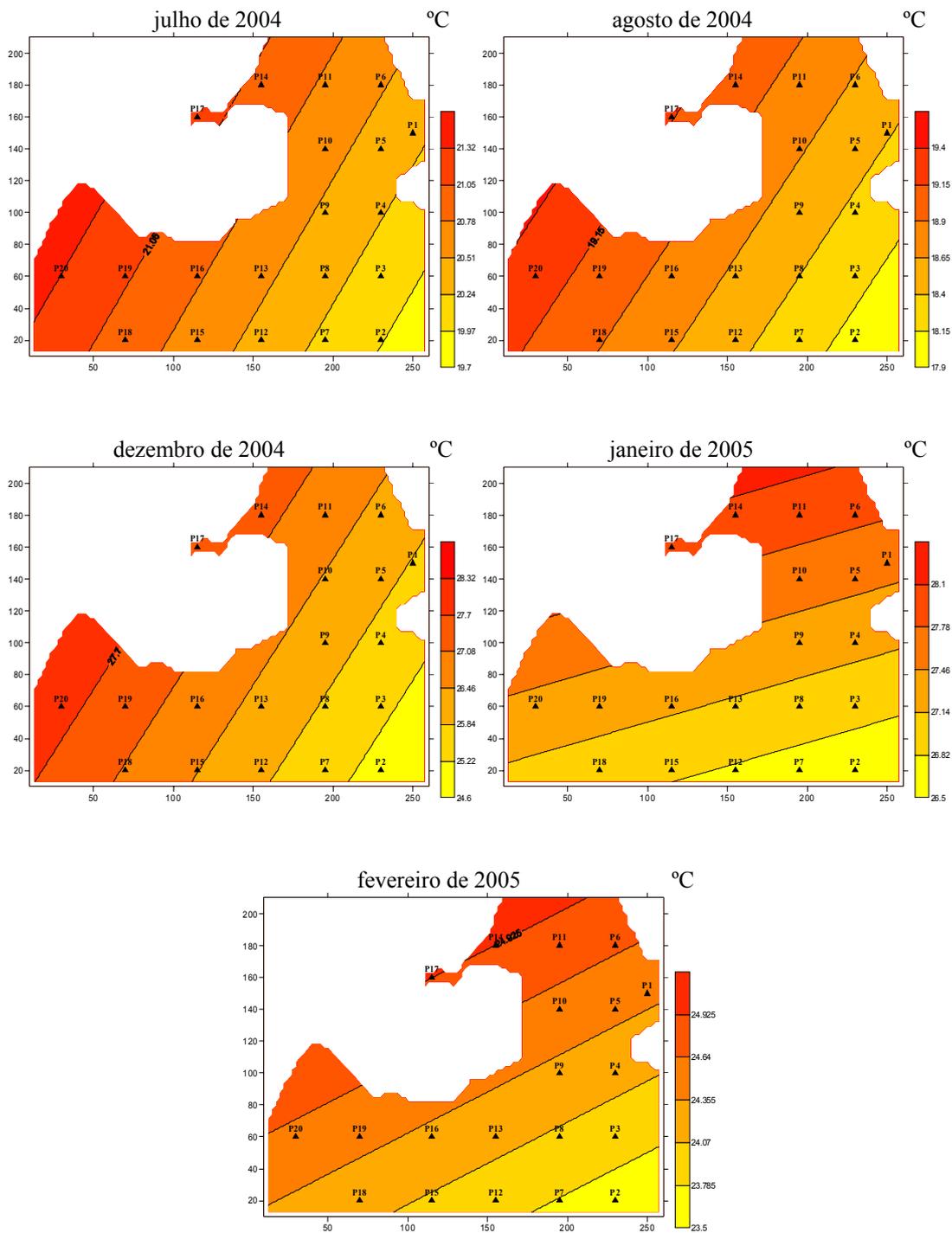


Figura 73 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando a análise da superfície de tendência de 1º grau da temperatura da água no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, o sentido dos maiores valores de temperatura para o mês de junho de 2005 foi na direção NE, que coincidem com os pontos P15, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. No mês de julho de 2005 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P9, P10, P11, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Para o mês de agosto de 2005 o sentido dos maiores valores de temperatura foi na direção SE, sincronismo com os pontos P1, P5, P6, P9, P10, P11, P13, P14, P16, P17, P18, P19 e P20, na direção da margem direita (Figura 74).

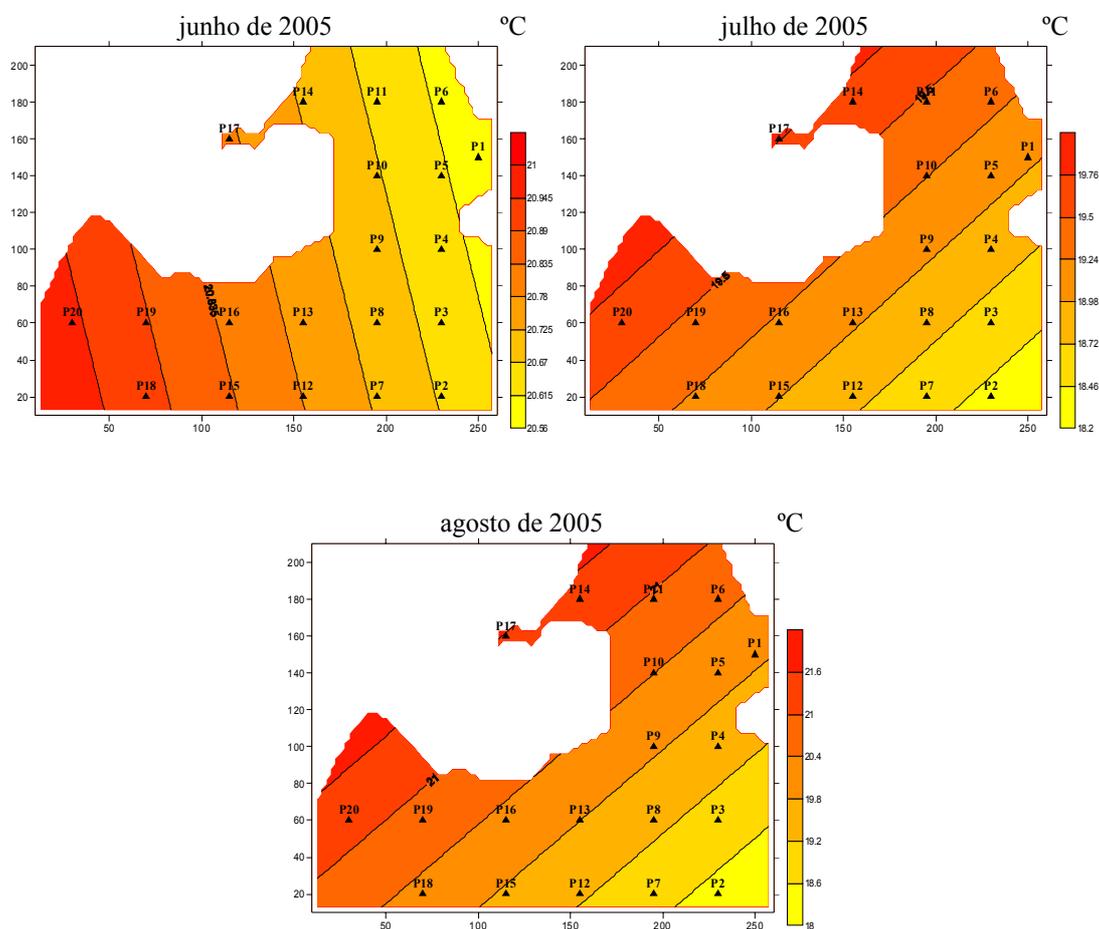


Figura 74 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Observando a análise do resíduo da temperatura da água no fundo na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altos valores de temperatura estão localizados nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa), e os valores negativos com baixos valores de temperatura foram obtidos nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos foram observados nos pontos P2, P3, P4 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, barragem e meio da represa), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1 e P6 (antigo cercado da represa e antigo local dos tanques-rede). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos foram observados nos pontos P2, P3, P4 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, barragem e meio da represa), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1 e P6 (antigo cercado da represa e antigo local dos tanques-rede). Comparando todos os anos juntos verificamos que os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P4 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, barragem e meio da represa), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1 e P6 (antigo cercado da represa e antigo local dos tanques-rede), estes resultados coincidiram com os obtidos entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 (Figura 75).

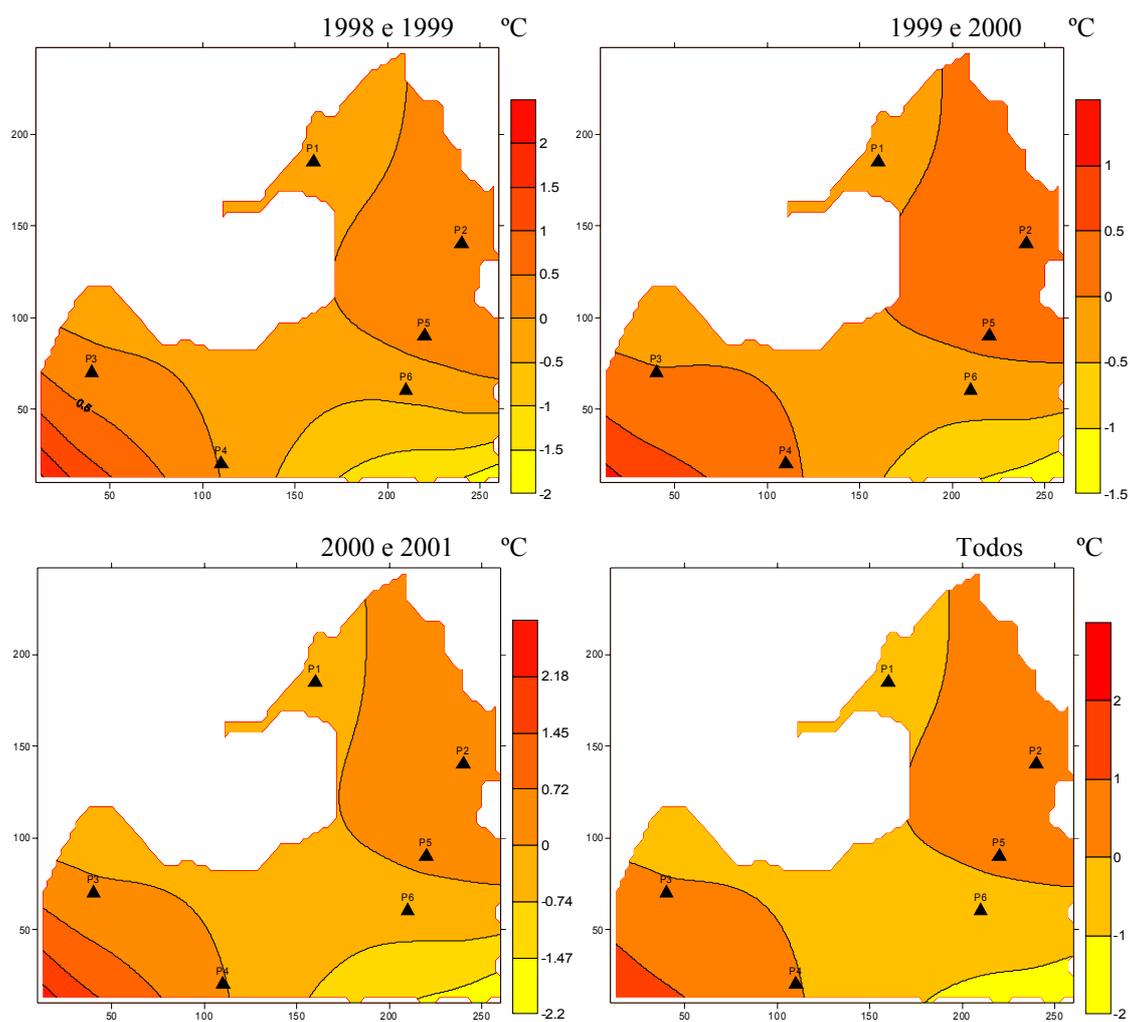


Figura 75 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao comparar os resíduos da temperatura da água no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altos valores de temperatura para o mês de julho de 2004 estão localizados nos pontos P2, P6, P11, P13, P18 e P20, e os valores negativos com baixos valores de temperatura foram observados nos pontos P1, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P16, P17 e P19. No mês de agosto de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P5, P6, P7, P11, P17, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P3, P4, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16 e P19. No mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P2, P3, P6, P11, P13, P17, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P16 e P19. No mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P2, P3, P6, P11, P17, P18 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P4, P5, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16 e P19. Durante o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P6, P7, P11, P13, P17, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P3, P4, P5, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P16 e P19 (Figura 76).

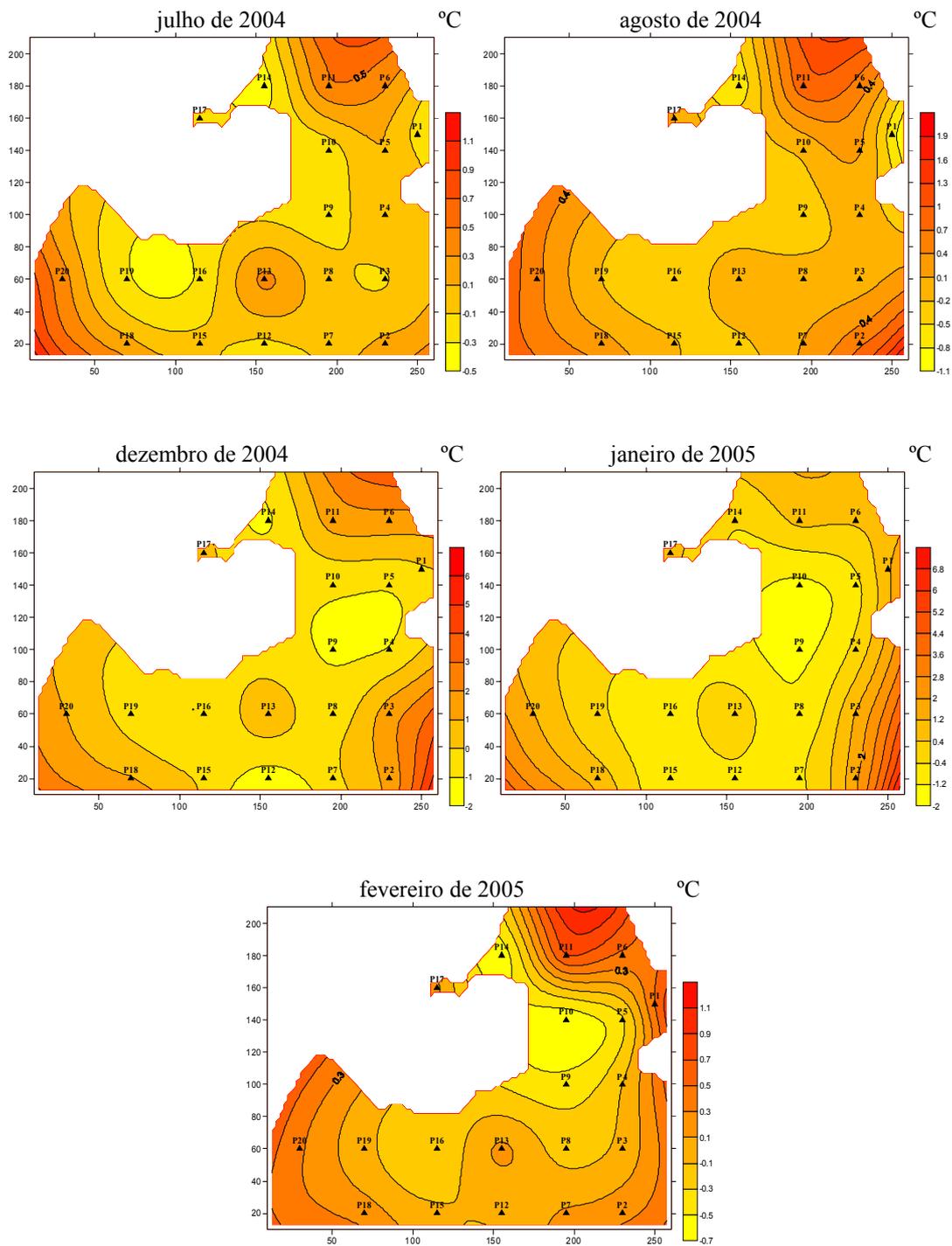


Figura 76 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

A análise dos resíduos da temperatura da água no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altos valores de temperatura para o mês de junho de 2005 estão localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P13 e P20, e os valores negativos com baixos valores de temperatura foram observados nos pontos P1, P9, P14, P15, P16, P17, P18 e P19. Para o mês de julho de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P10, P11, P13, P16, P18, P19 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P7, P8, P9, P12, P14, P15 e P17. No mês de agosto de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P3, P5, P6, P7, P11, P13, P16, P17, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P4, P8, P9, P10, P12, P14, P15 e P19 (Figura 77).

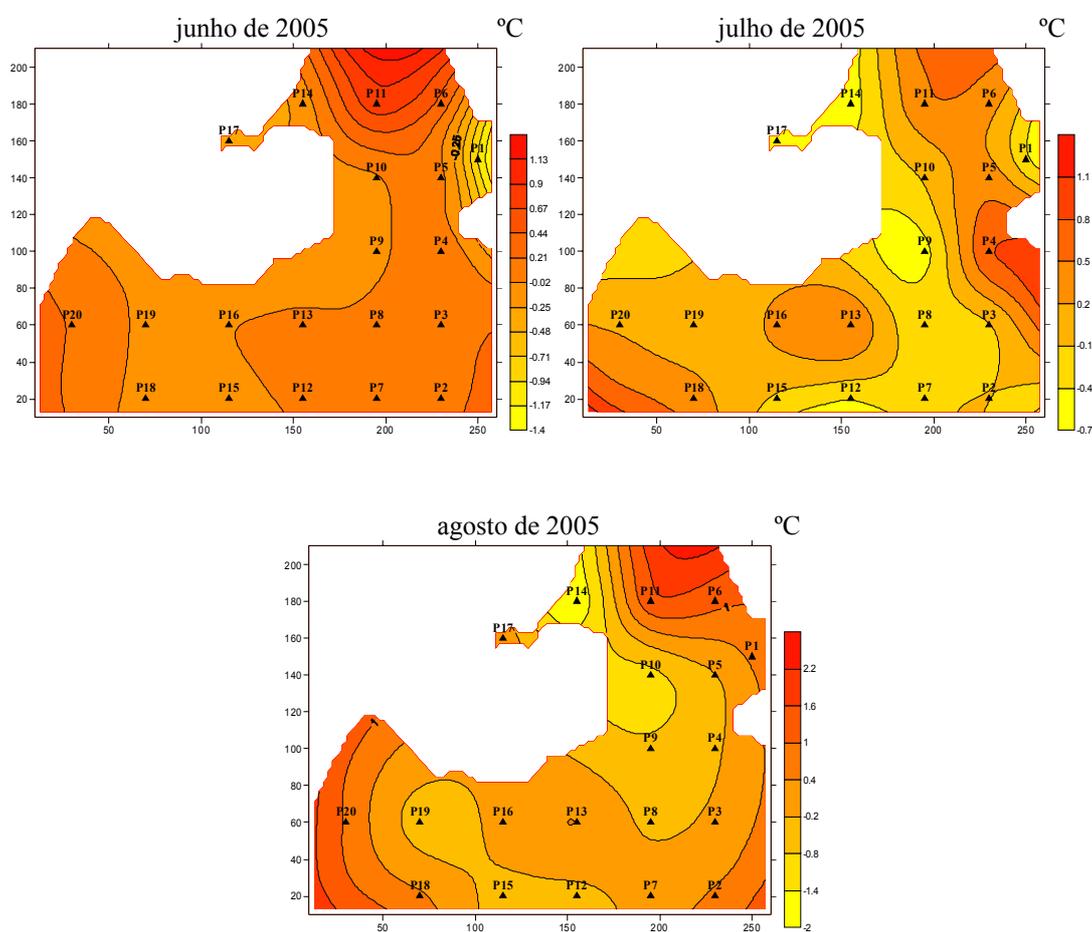


Figura 77 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da temperatura da água no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.4 - Transparência da água

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau da transparência da água na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, que coincidem com os pontos P2, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, coincidindo com os pontos P2, P4, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Entre junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido das maiores visibilidades foi também na direção NW, coincidindo os pontos P2, P4, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, coincidindo com os pontos P2, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), no sentido da margem esquerda, sendo estes resultados semelhantes aos obtidos para cada ano analisado (Figura 78).

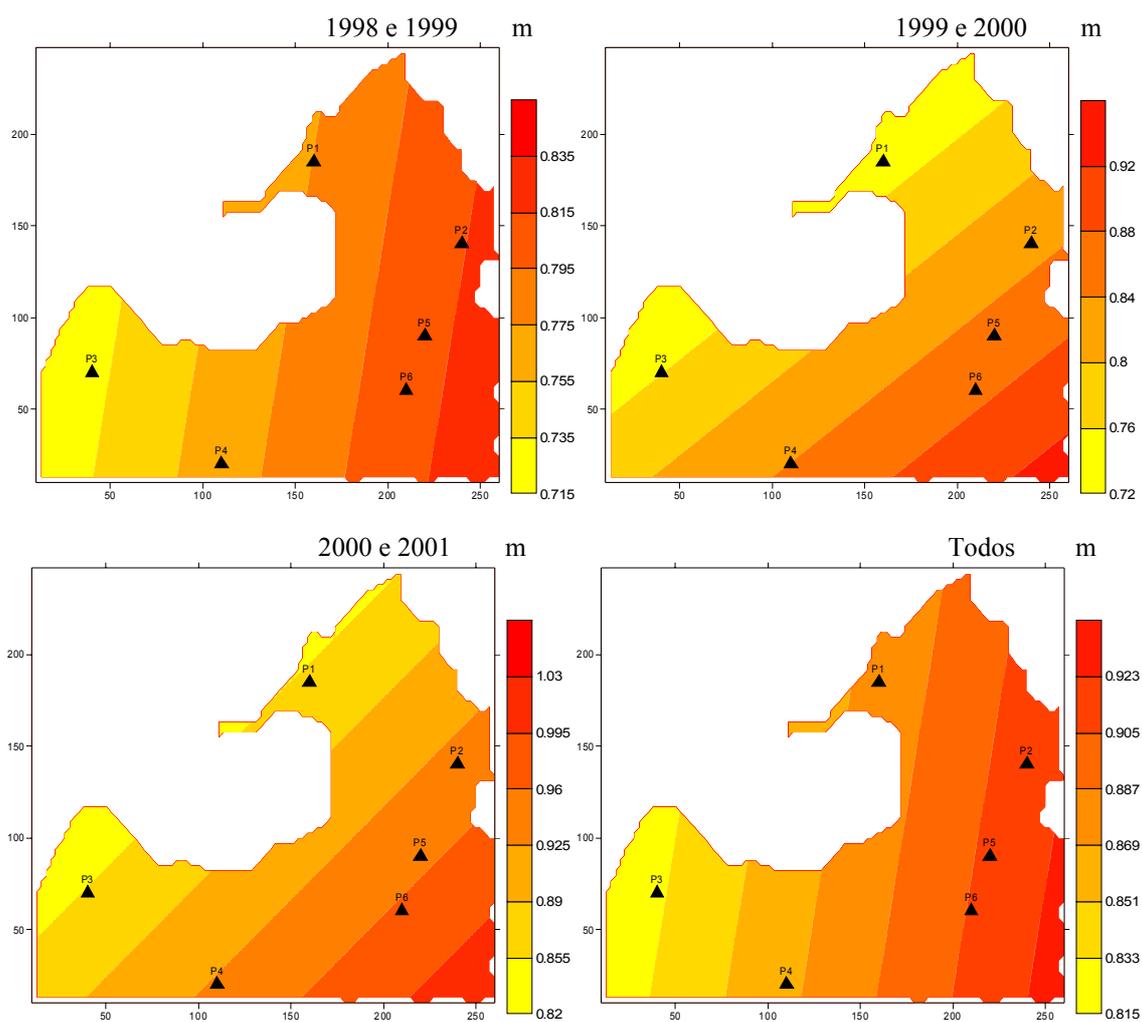


Figura 78 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau da transparência da água na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido das maiores visibilidades para o mês de junho de 2004 foi na direção NW, que coincidem com os pontos P2, P3, P7, P8, P12 e P15, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de julho de 2004 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NE, coincidindo com os pontos P15, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Para o mês de agosto de 2004 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, que coincidem com os pontos P2, P3, P7 e P12, no sentido da margem esquerda. Entre o mês de dezembro de 2004 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NE, que coincidem com os pontos P2, P7, P8, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20, na direção da margem direita. No mês de janeiro de 2005 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NE, incidindo com os pontos P2, P7, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20, na direção da margem direita. Para o mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12 e P13, no sentido da margem esquerda (Figura 79).

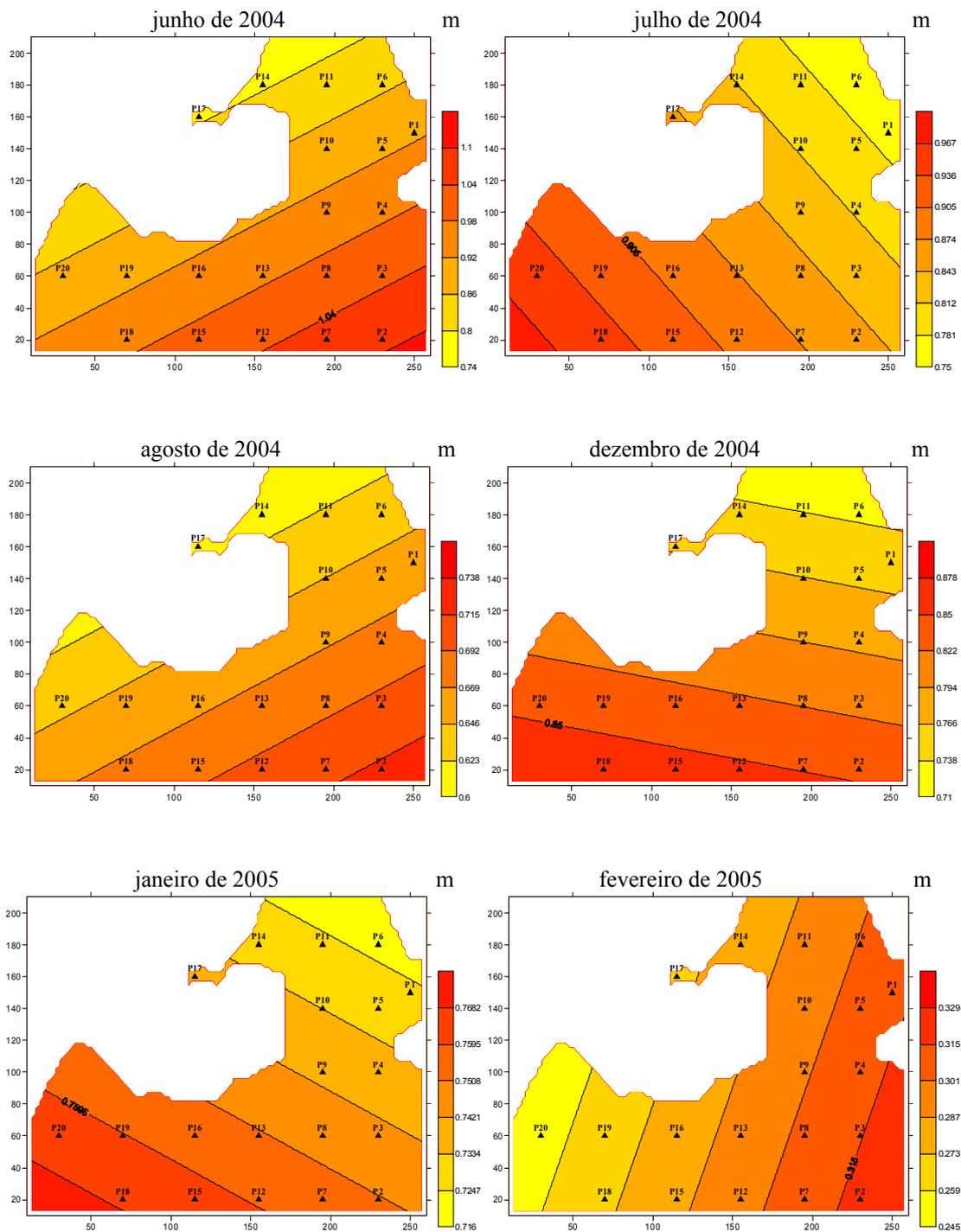


Figura 79 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

A análise da superfície de tendência de 1º grau da transparência da água na represa Velha, CEPTA/IBAMA, durante o período (seco) estudado, entre junho, julho e agosto de 2005, o sentido das maiores visibilidades para o mês de junho de 2005 foi na direção NW, que coincidem com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20, no sentido da margem esquerda. Para o mês de julho de 2005 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P12, P13 e P15, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de agosto de 2005 o sentido das maiores visibilidades foi na direção NW, incidindo com os pontos P2, P3, P4, P7, P8, P9, P12, P13, P15, P16, P18 e P19, no sentido da margem esquerda (Figura 80).

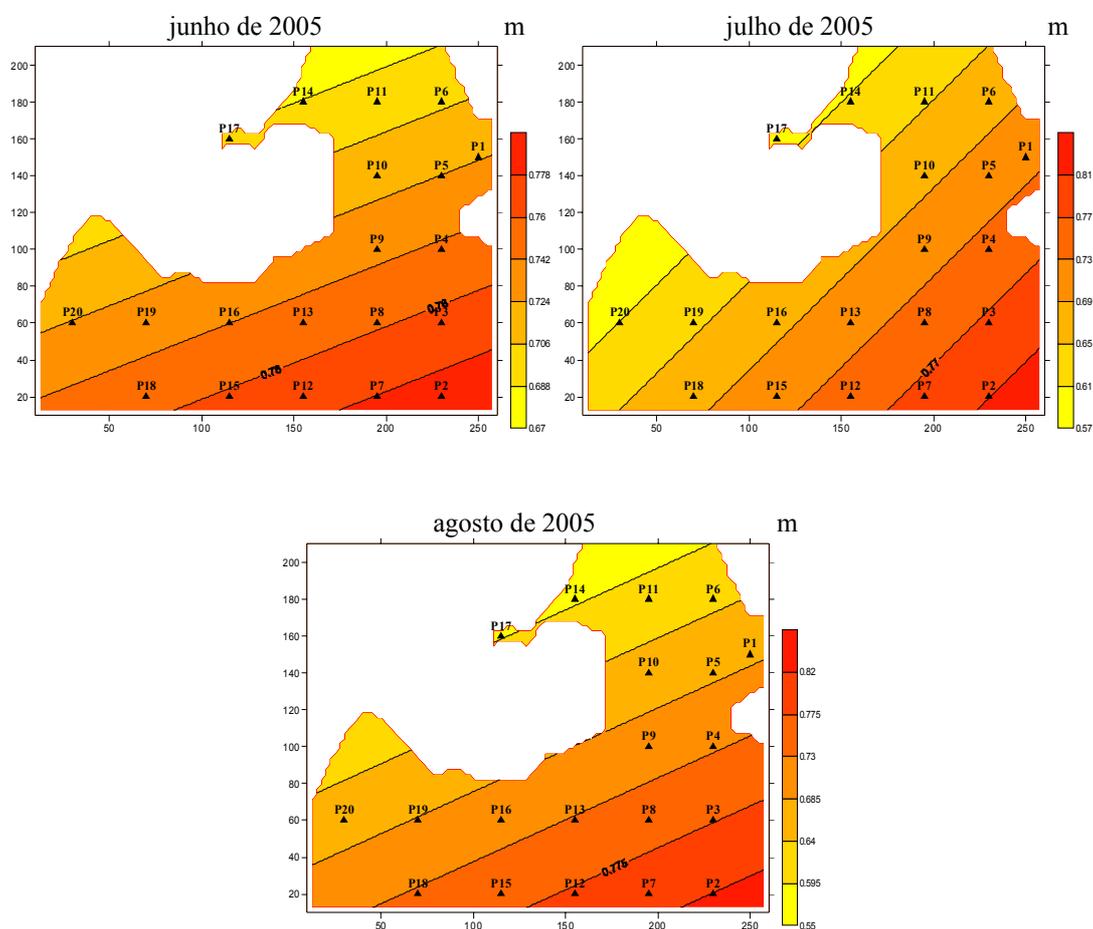


Figura 80 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Observando a análise do resíduo da transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altos valores de transparência estão localizados nos pontos P1 e P4 (antigo cercado da represa e barragem), e os valores negativos com baixos valores de transparência foram obtidos nos pontos P2, P3, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos encontram-se nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001, os valores positivos estão localizados nos pontos P1, P4 e P5 (antigo cercado da represa, barragem e meio da represa), e os valores negativos foram obtidos nos pontos P2, P3 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e antigo local dos tanques-rede). Comparando todos os anos juntos verificamos que os valores positivos encontram-se nos pontos P1 e P4 (antigo cercado da represa e barragem), e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), estes resultados foram semelhantes aos obtidos em julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999 (Figura 81).

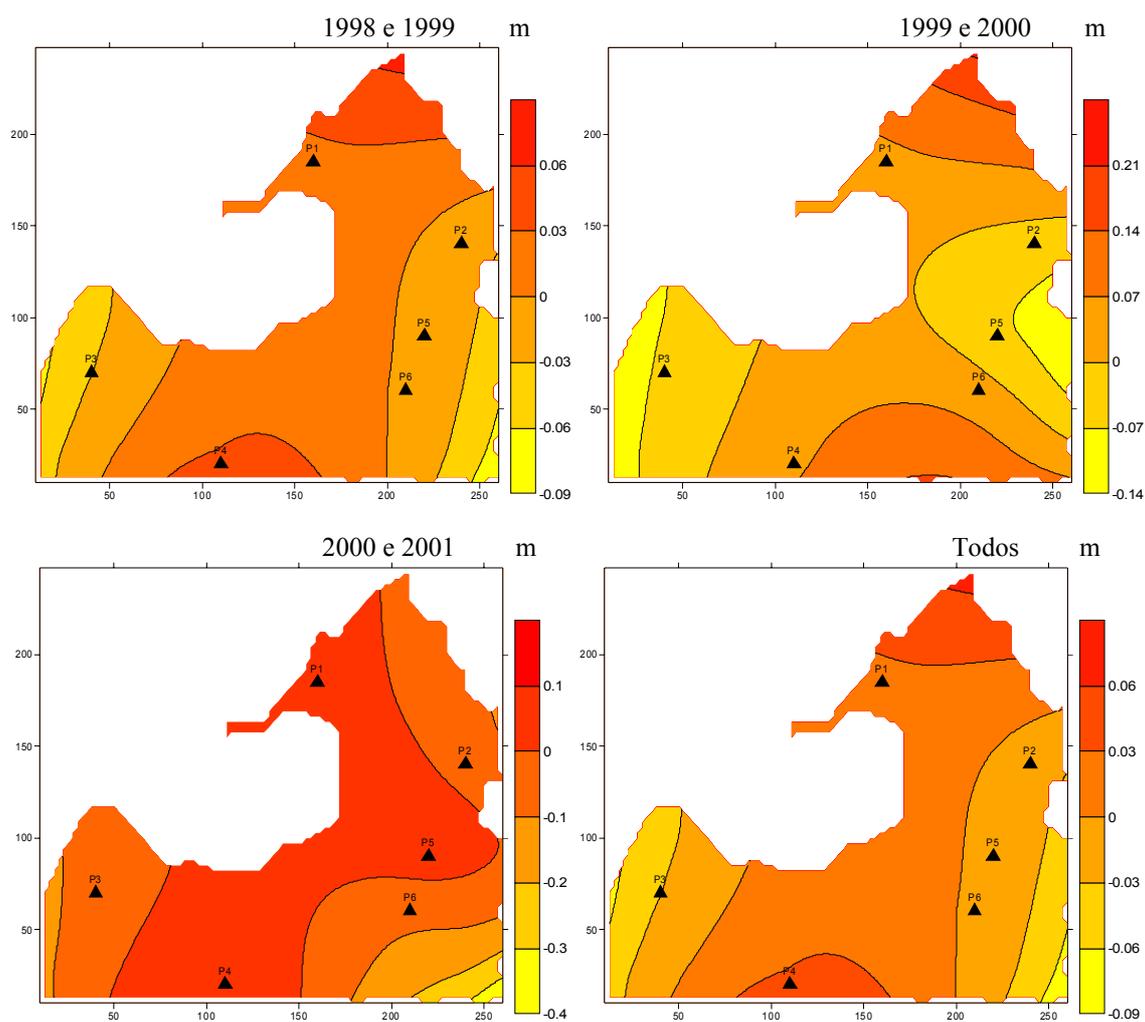


Figura 81 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Observando a análise dos resíduos da transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altos valores de transparência para o mês de junho de 2004 estão localizados nos pontos P5, P8, P9, P10, P12, P14, P16 e P17, e os valores negativos com baixos valores de transparência foram obtidos nos pontos P1, P2, P3, P4, P6, P7, P11, P13, P15, P18, P19 e P20. No mês de julho de 2004 os valores positivos encontram-se nos pontos P2, P4, P5, P8, P9, P10, P14, P16, P18 e P19, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P3, P6, P7, P11, P12, P13, P15, P17 e P20. Durante o mês de agosto de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P3, P5, P14, P17 e P20, e os valores negativos foram obtidos nos pontos P1, P2, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P18 e P19. No mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P3, P4, P5, P7, P9, P10, P14, P16, P17, P18 e P19, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P2, P6, P8, P11, P12, P13, P15 e P20. Para o mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P3, P4, P6, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16 e P17, e os valores negativos foram localizados nos pontos P1, P2, P5, P7, P11, P18, P19 e P20. Durante o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram obtidos no ponto P7, e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20 (Figura 82).

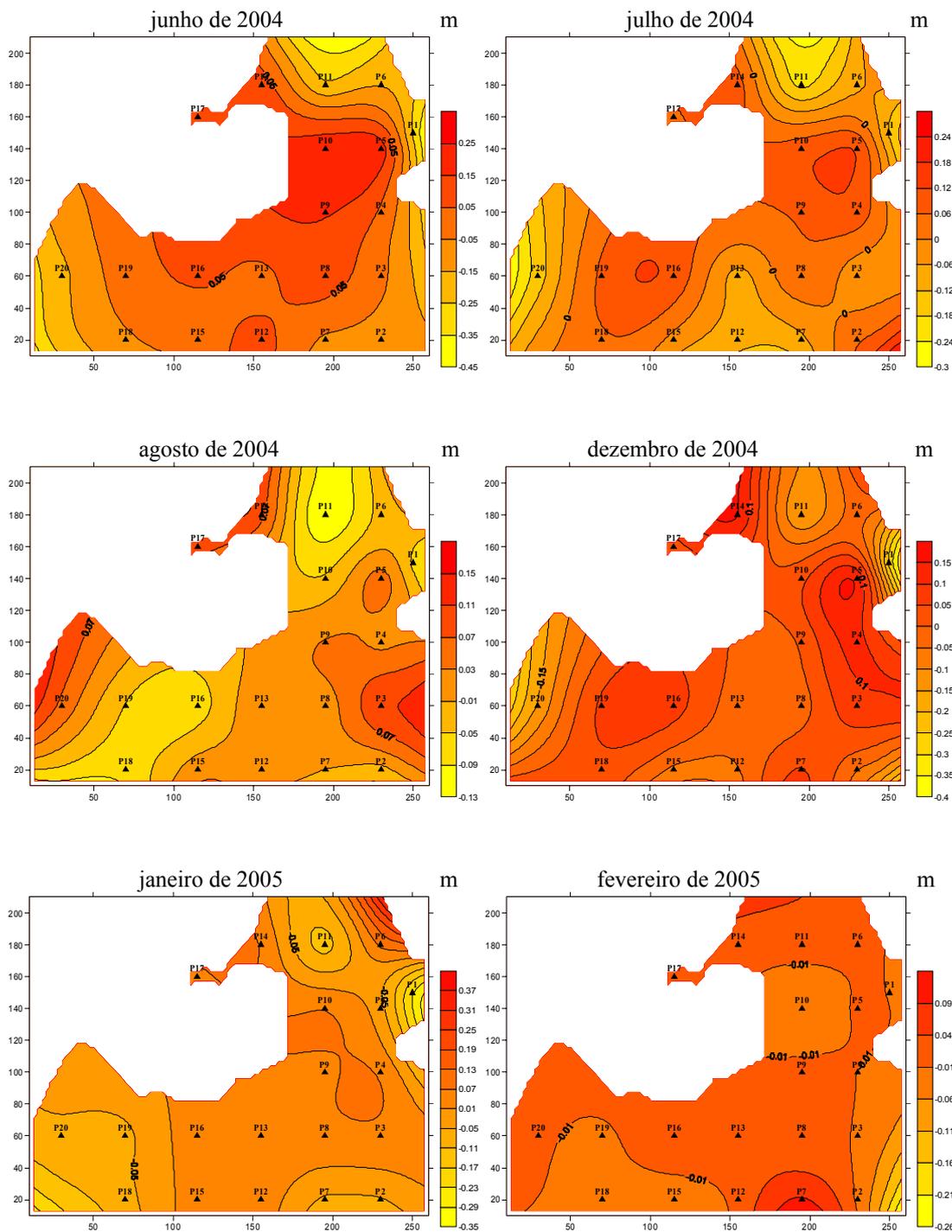


Figura 82 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Ao analisar os resíduos da transparência da água na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altos valores de transparência para o mês de junho de 2005 estão localizados nos pontos P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P17 e P18, e os valores negativos com baixos valores de transparência foram obtidos nos pontos P1, P2, P11, P13, P16, P19 e P20. Para o mês de julho de 2005 os valores positivos encontram-se nos pontos P2, P4, P5, P6, P7, P10, P17, P18 e P19, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P3, P8, P9, P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P20. No mês de agosto de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19, e os valores negativos foram obtidos nos pontos P1, P11 e P20 (Figura 83).

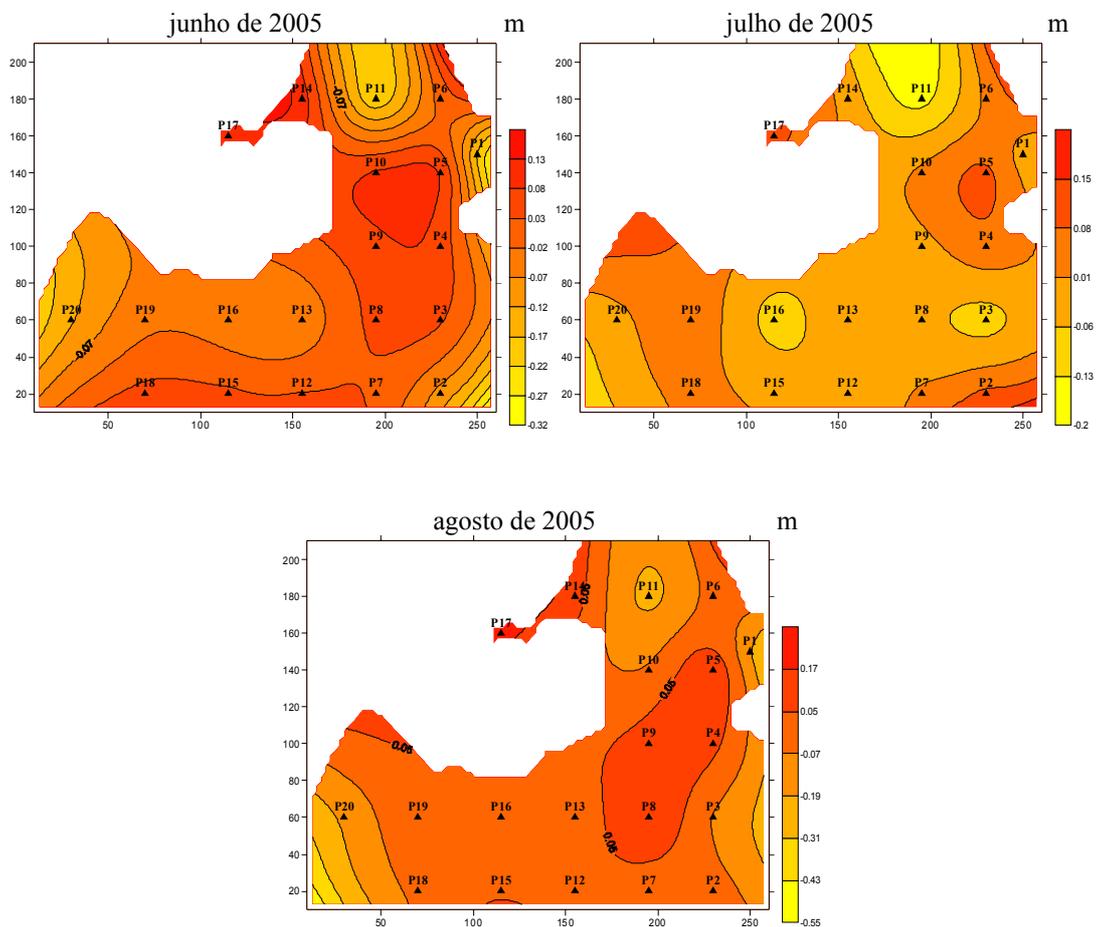


Figura 83 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da transparência da água, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.5 - Material em suspensão total (MST)

Para a análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão total na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), respectivamente no sentido da margem direita. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, semelhante aos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 no sentido dos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), coincidindo com a margem direita (Figura 84). A análise do material em suspensão total teve as mesmas características que as observadas para o material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico.

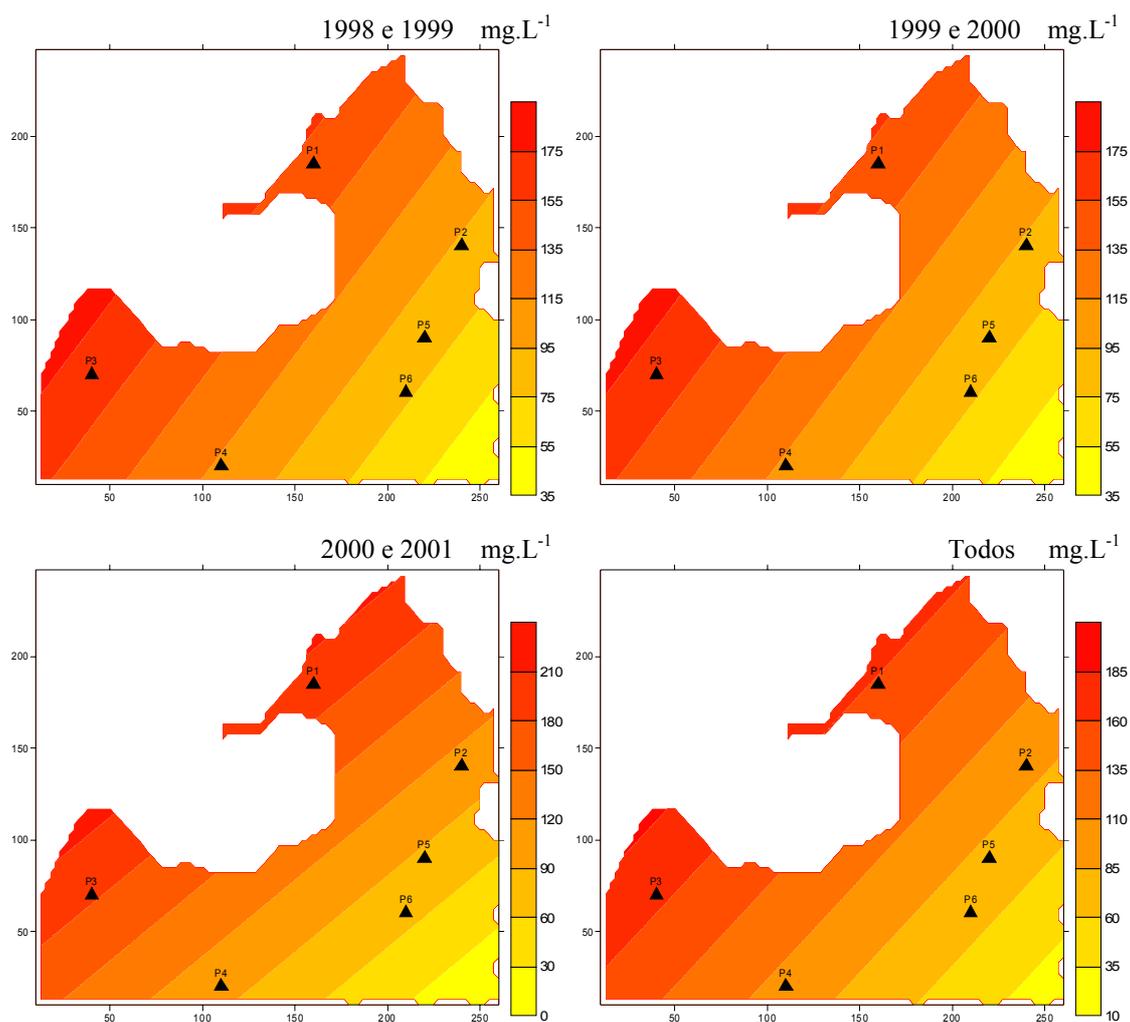


Figura 84 - Análises da superfície de tendência de 1^o grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Para a análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão total no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido das maiores concentrações para o mês de junho de 2004 foi na direção SW que coincidem com os pontos P1, P5, P6, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de julho de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. No mês de agosto de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P4, P5, P6, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Entre o mês de dezembro de 2004 as maiores concentrações foram nos pontos P17, P18, P19 e P20, sincronismo com a direção SE, no sentido da margem direita. Para o mês de janeiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, incidindo com os pontos P14, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. No mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção NW, que coincide com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P12 e P13, no sentido da margem esquerda (Figura 85).

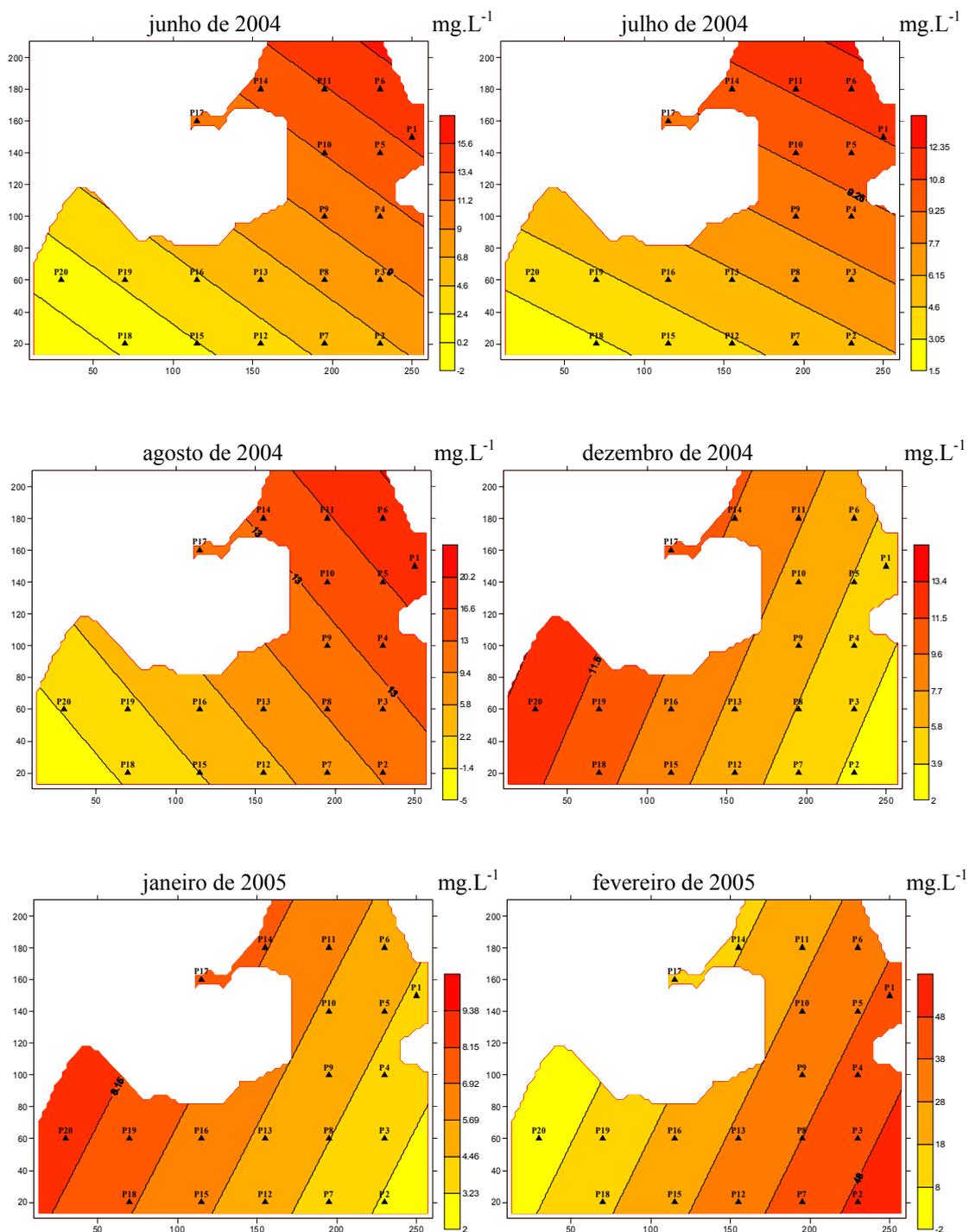


Figura 85 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando a análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão total no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, o sentido das maiores concentrações para o mês de junho de 2005 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda. No mês de julho de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção S, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17. Para o mês de agosto de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda (Figura 86).

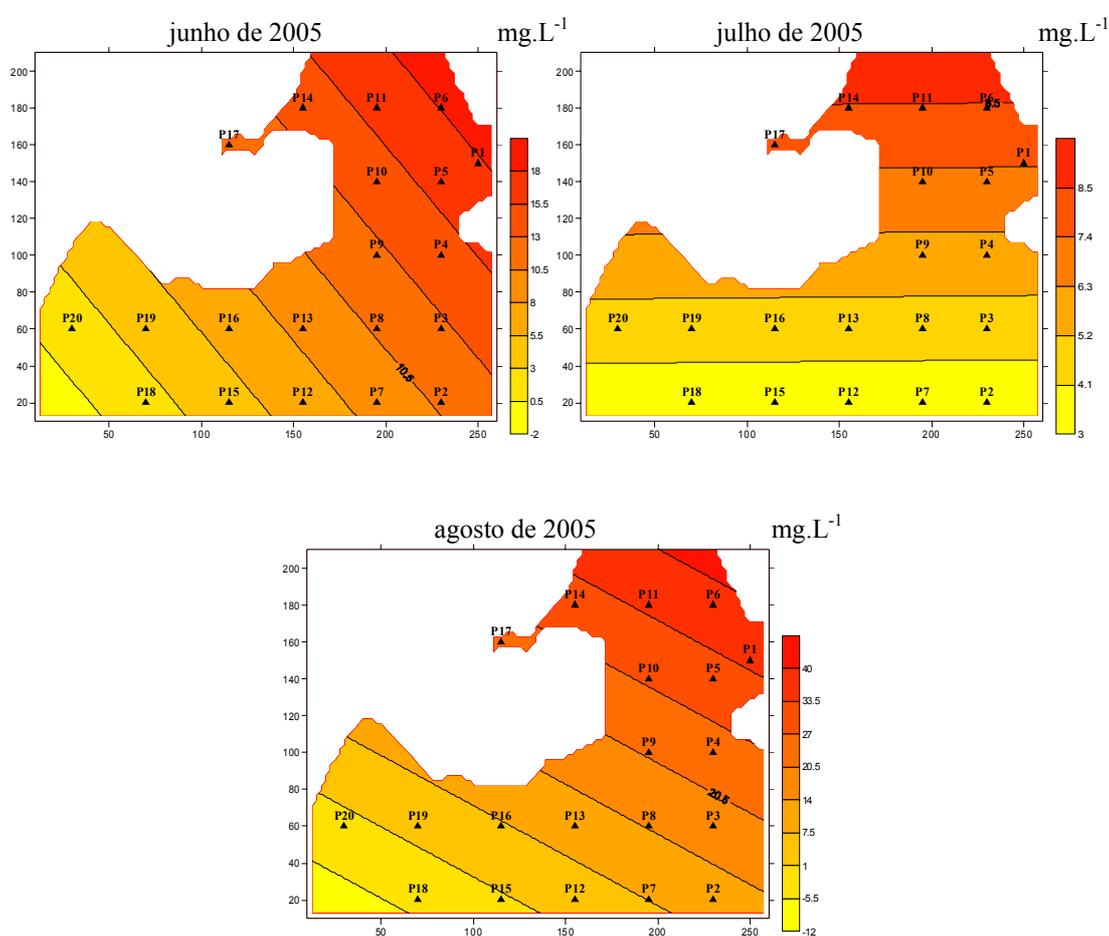


Figura 86 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Observando a análise do resíduo do material em suspensão total na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altas concentrações estão localizados nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos com baixas concentrações foram observados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1 e P4 (antigo cercado da represa e barragem). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Comparando todos os anos juntos verificamos que os valores positivos encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), estes resultados foram semelhantes aos obtidos nos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 (Figura 87).

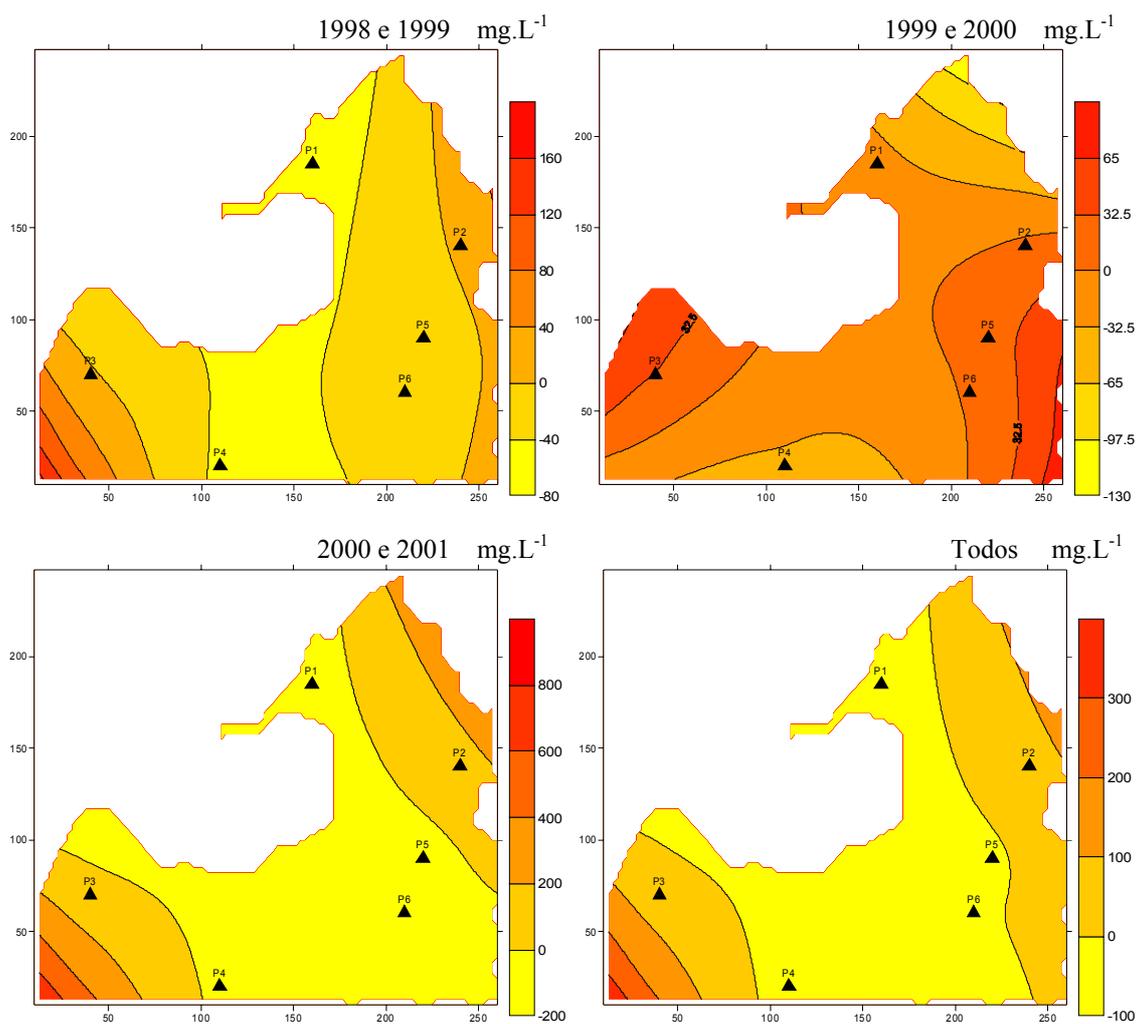


Figura 87 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Observando a análise dos resíduos do material em suspensão total no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altas concentrações foram localizados no mês de junho de 2004 nos pontos P1, P12, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P16 e P17. Entre o mês de julho de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P6, P12, P15 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P16, P17, P18 e P19. Durante o mês de agosto de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P18 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17 e P19. Para o mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P7, P14 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P17, P18 e P19. No mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P7, P8, P11, P17 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16, P18 e P19. Durante o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P7, P12, P14 e P20, e os valores negativos localizam-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P13, P15, P16, P17, P18 e P19 (Figura 88).

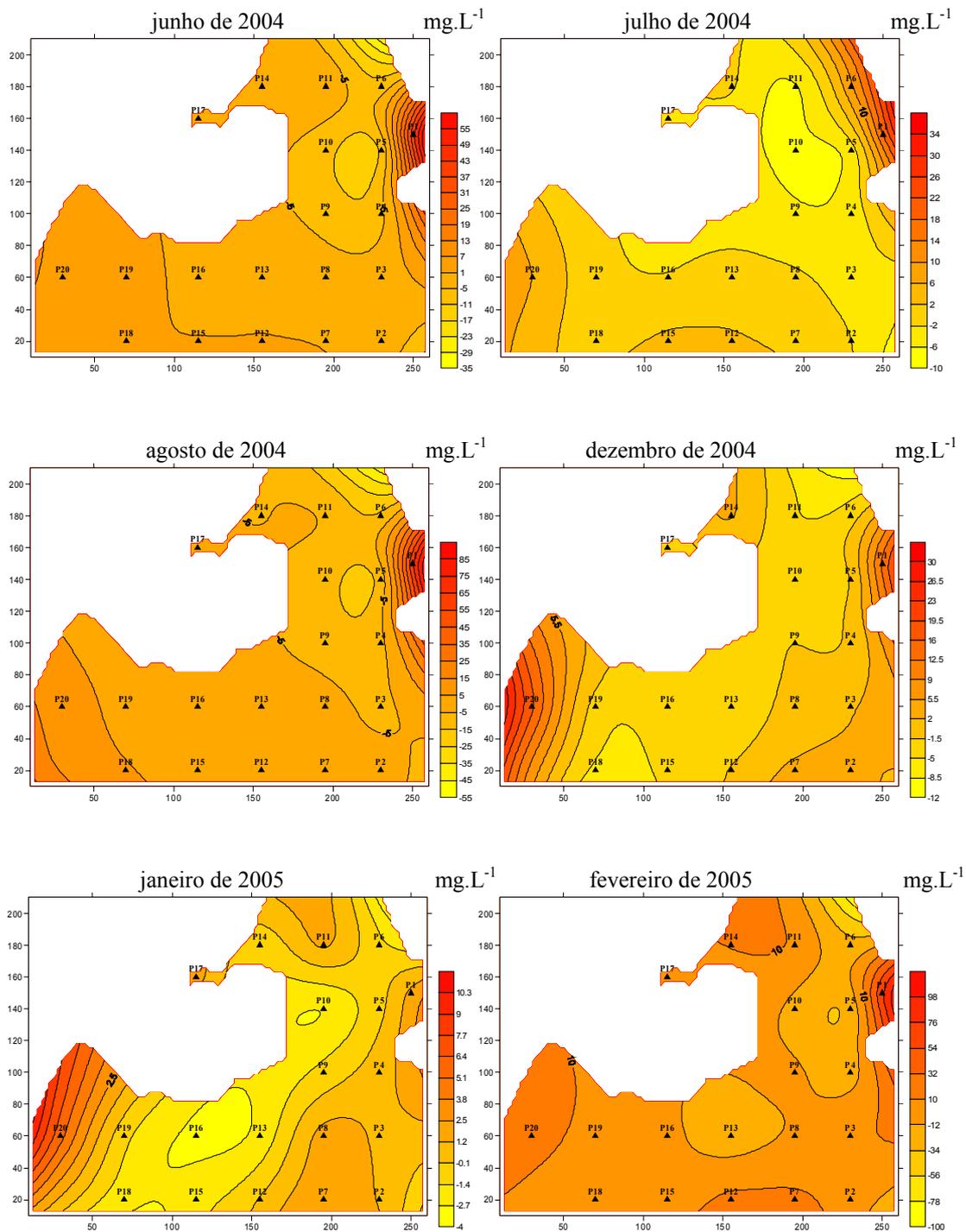


Figura 88 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Ao analisar os resíduos do material em suspensão total no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altas concentrações foram localizados no mês de junho de 2005 nos pontos P1, P12, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P15, P16 e P17. No mês de julho de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P6, P7, P11, P12, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P3, P4, P5, P8, P9, P10, P13, P14, P15, P16, P17 e P19. Entre o mês de agosto de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P18, P19 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P17 (Figura 89).

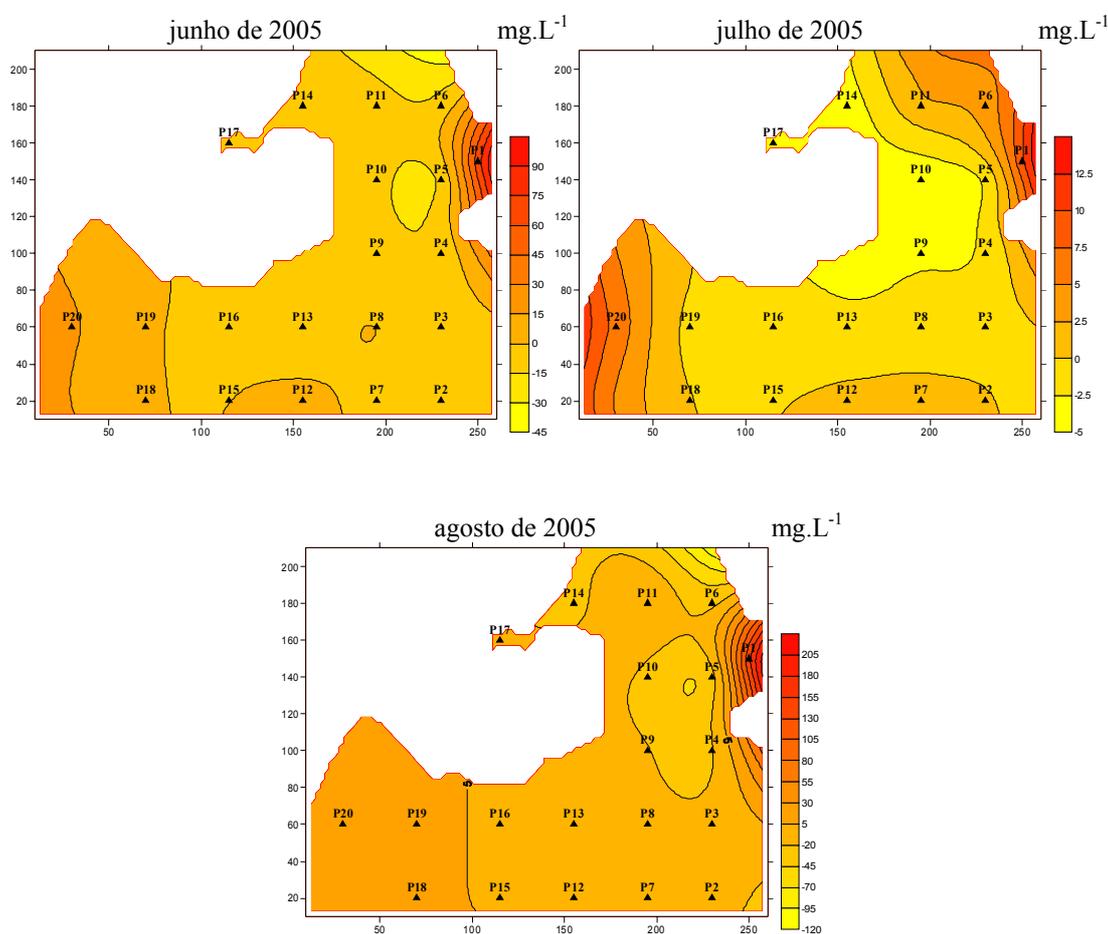


Figura 89 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Total (MST) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.6 - Material em suspensão inorgânico (MSI)

A análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão inorgânico na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), respectivamente no sentido da margem direita. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, semelhante aos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, julho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 no sentido dos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), coincidindo com a margem direita (Figura 90).

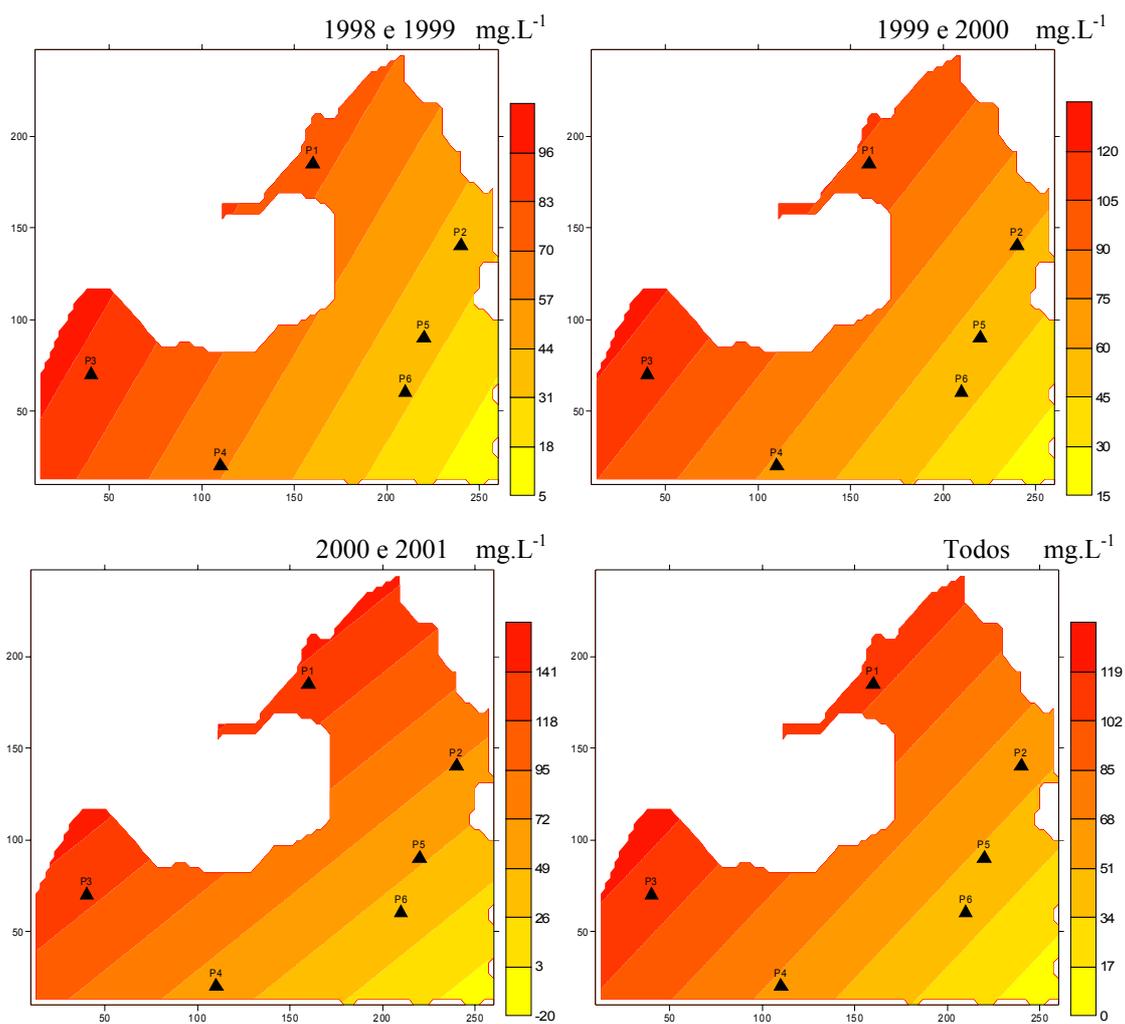


Figura 90 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

A análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão inorgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido das maiores concentrações no mês de junho de 2004 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P5, P6, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Entre o mês de julho de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P6 e P11, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de agosto de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P11, no sentido da margem esquerda. No mês de dezembro de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, sincronismo com os pontos P14, P17, P18, P19 e P20, na direção da margem direita. No mês de janeiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P17, P19 e P20, incidindo na direção da margem direita. Para o mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção NW, que coincide com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P12 e P13, no sentido da margem esquerda (Figura 91).

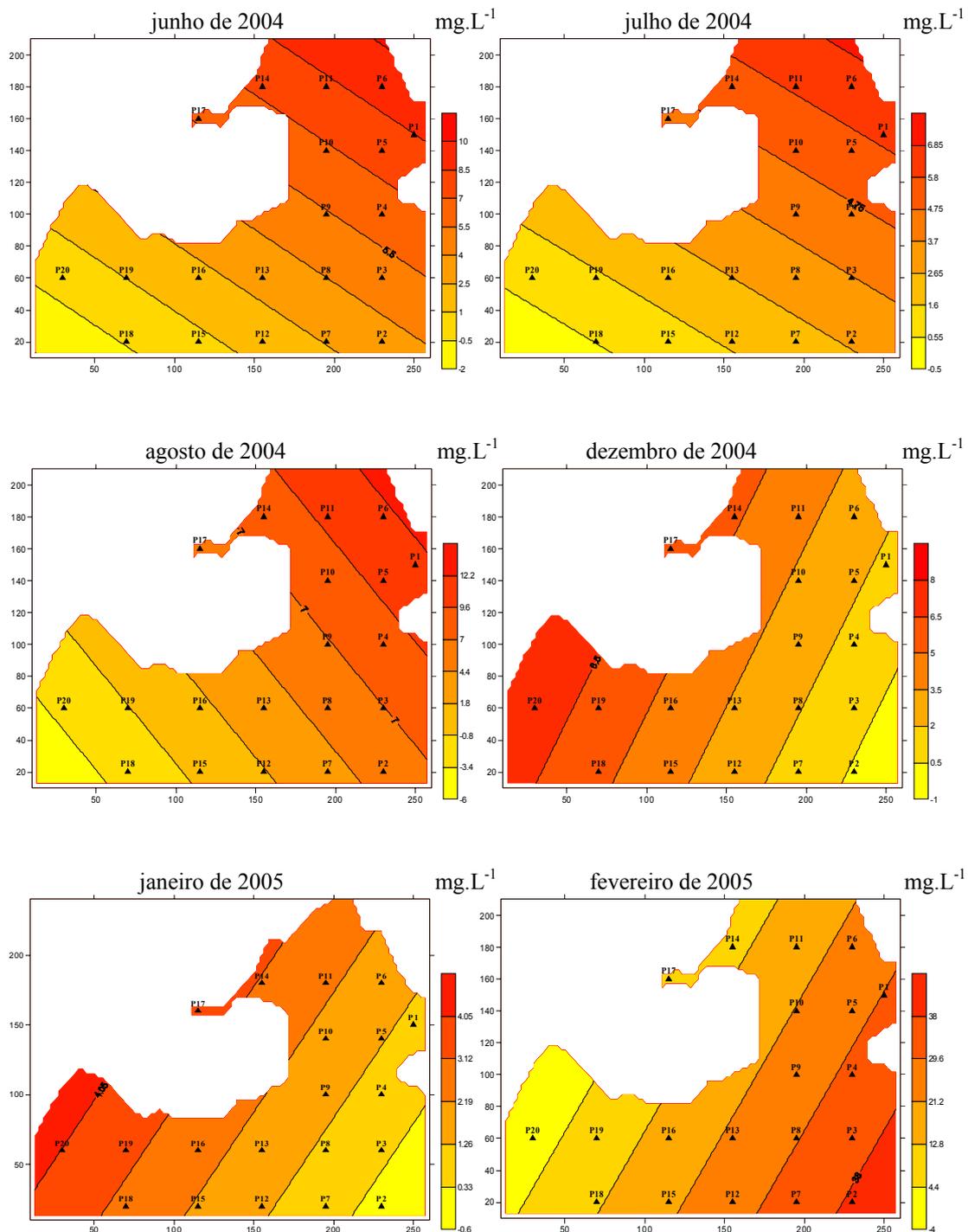


Figura 91 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Ao analisar a superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão inorgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, o sentido das maiores concentrações no mês de junho de 2005 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda. Para o mês de julho de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção S, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17. No mês de agosto de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda (Figura 92).

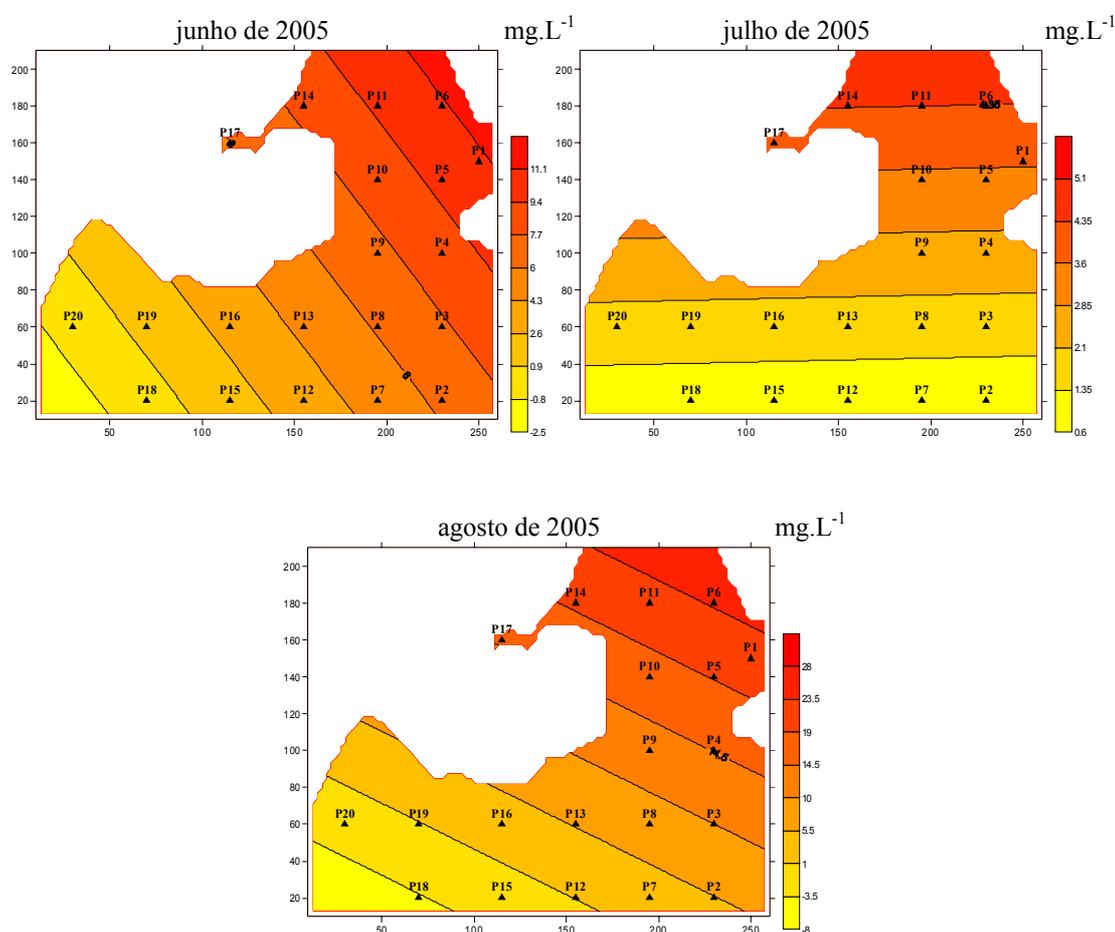


Figura 92 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Ao analisar o resíduo do material em suspensão inorgânico na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altas concentrações estão localizados nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P1, P4 P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos foram observados nos pontos P2, P3, P5 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos encontram-se nos pontos P1 e P4 (antigo cercado da represa e barragem). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Comparando todos os anos juntos verificamos que os valores positivos encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), estes resultados foram semelhantes aos obtidos para os de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 (Figura 93).

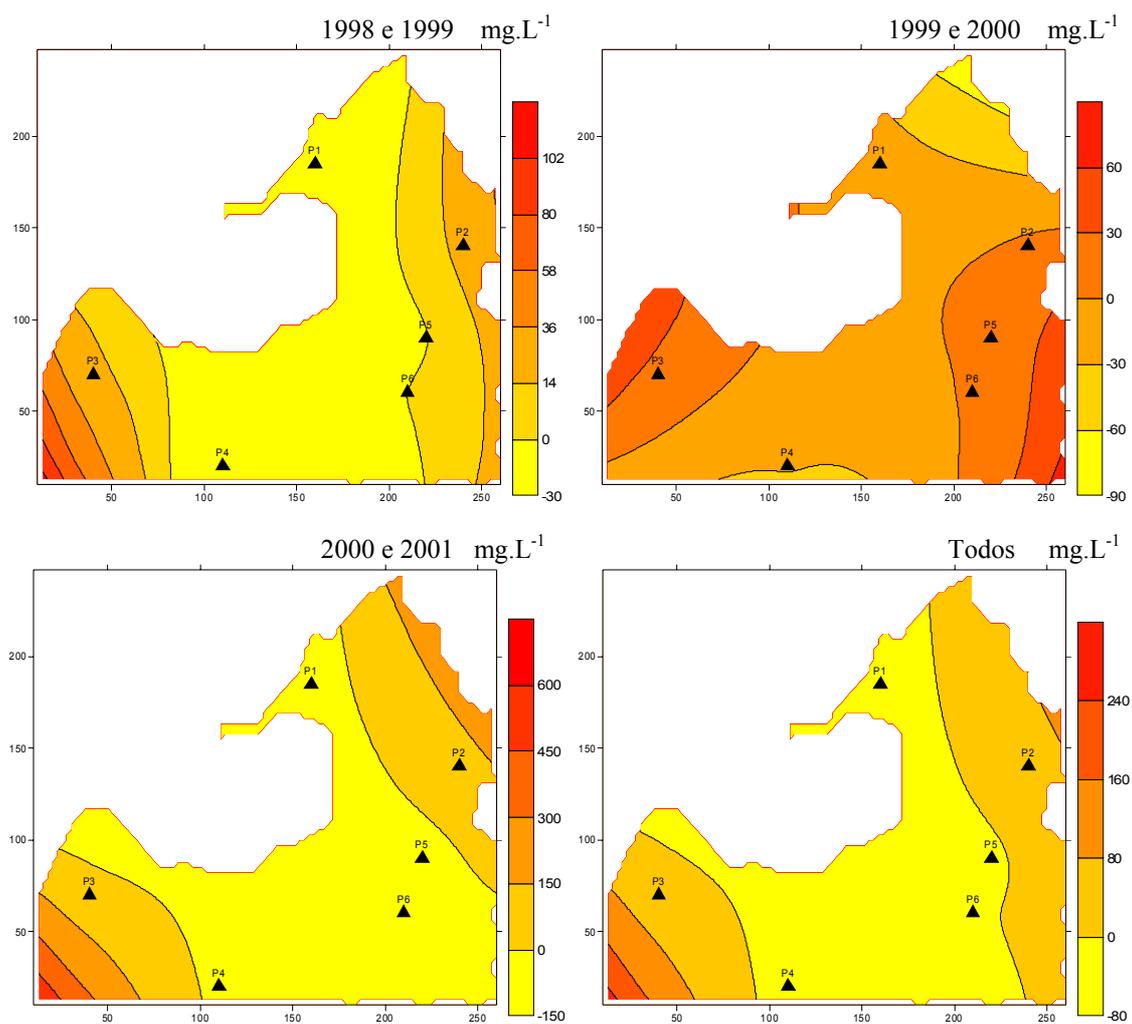


Figura 93 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao analisar os resíduos do material em suspensão inorgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altas concentrações obtidos no mês de junho de 2004, foram localizados nos pontos P1, P7, P11, P12, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P13, P14, P16 e P17. Entre o mês de julho de 2004 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P6, P7, P12, P15, P16 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P17, P18 e P19. Durante o mês de agosto de 2004 os valores positivos encontram-se nos pontos P1 e P20, e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19. Para o mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P2, P3, P7, P14 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P17, P18 e P19. No mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P2, P4, P7, P8, P11, P17 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P3, P5, P6, P9, P10, P12, P13, P14, P15, P16, P18 e P19. Entre o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P7, P12, P14 e P20, e os valores negativos foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P13, P15, P16, P17, P18 e P19 (Figura 94).

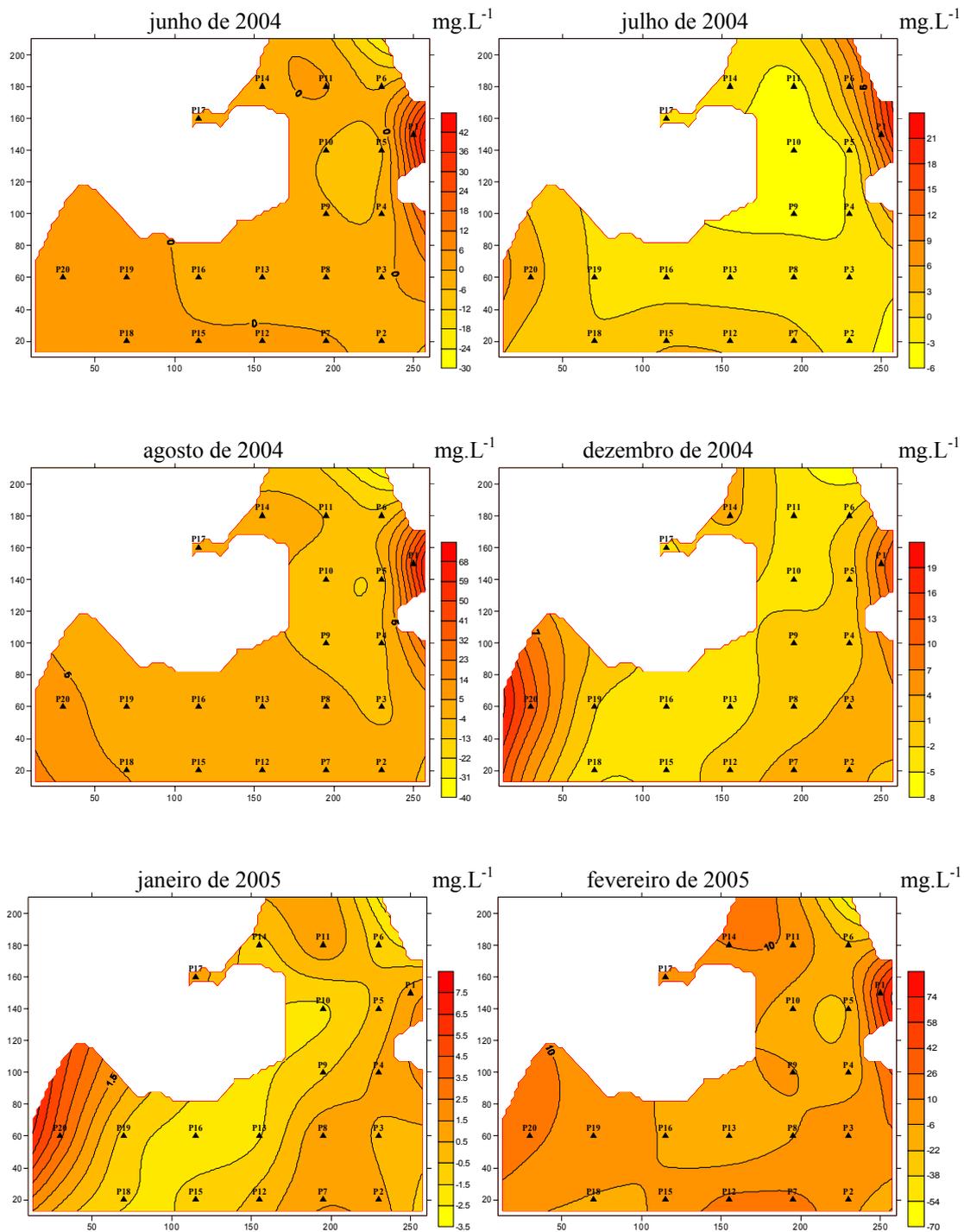


Figura 94 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando as análises dos resíduos do material em suspensão inorgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altas concentrações obtidos no mês de junho de 2005, foram localizados nos pontos P1, P7, P8, P12, P15, P16, P18, P19 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P13, P14 e P17. Durante o mês de julho de 2005 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P6, P7, P11, P12 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P8, P9, P10, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19. Para o mês de agosto de 2005 os valores positivos encontram-se nos pontos P1, P11, P12, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P13, P14, P16 e P17 (Figura 95).

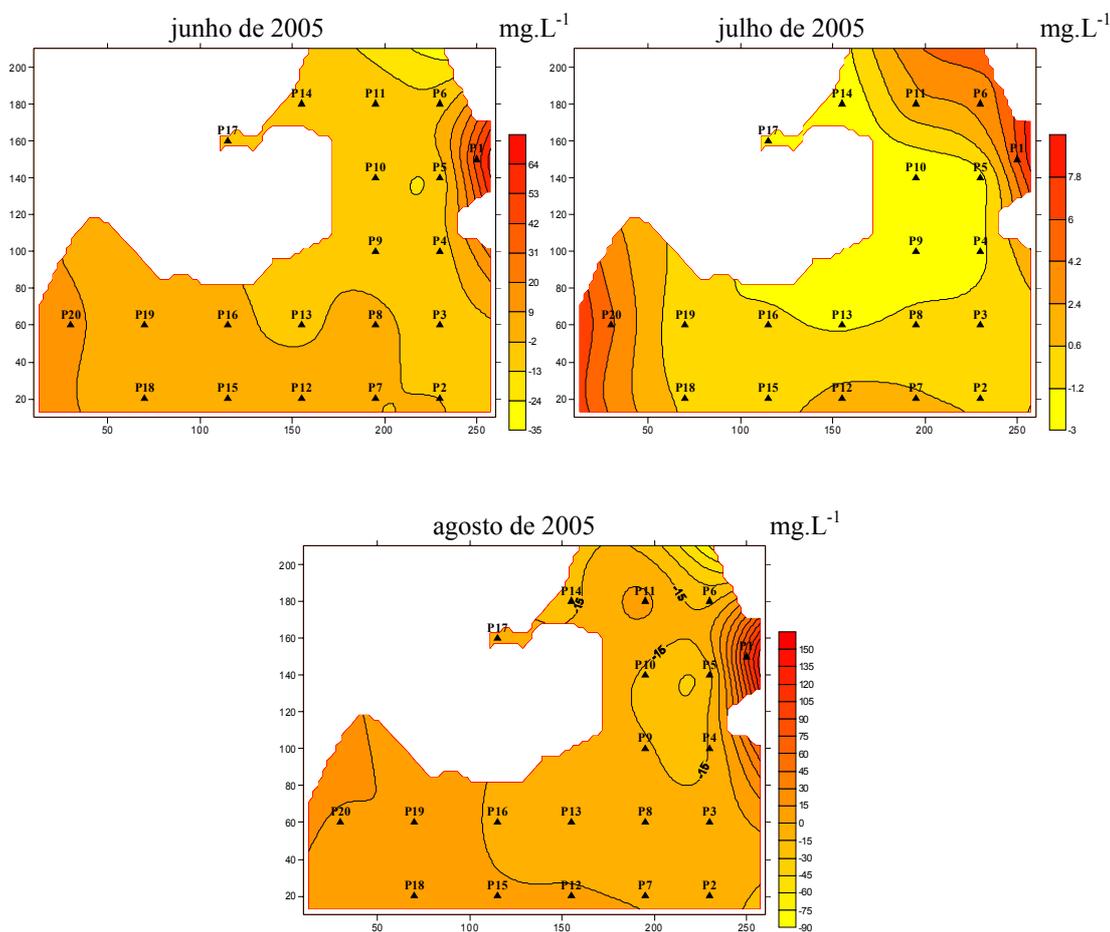


Figura 95 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Inorgânico (MSI) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.7 - Material em suspensão orgânico (MSO)

Na análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão orgânico na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo também com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Entre junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), respectivamente no sentido da margem direita. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, semelhante aos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 no sentido dos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), coincidindo com a margem direita (Figura 96).

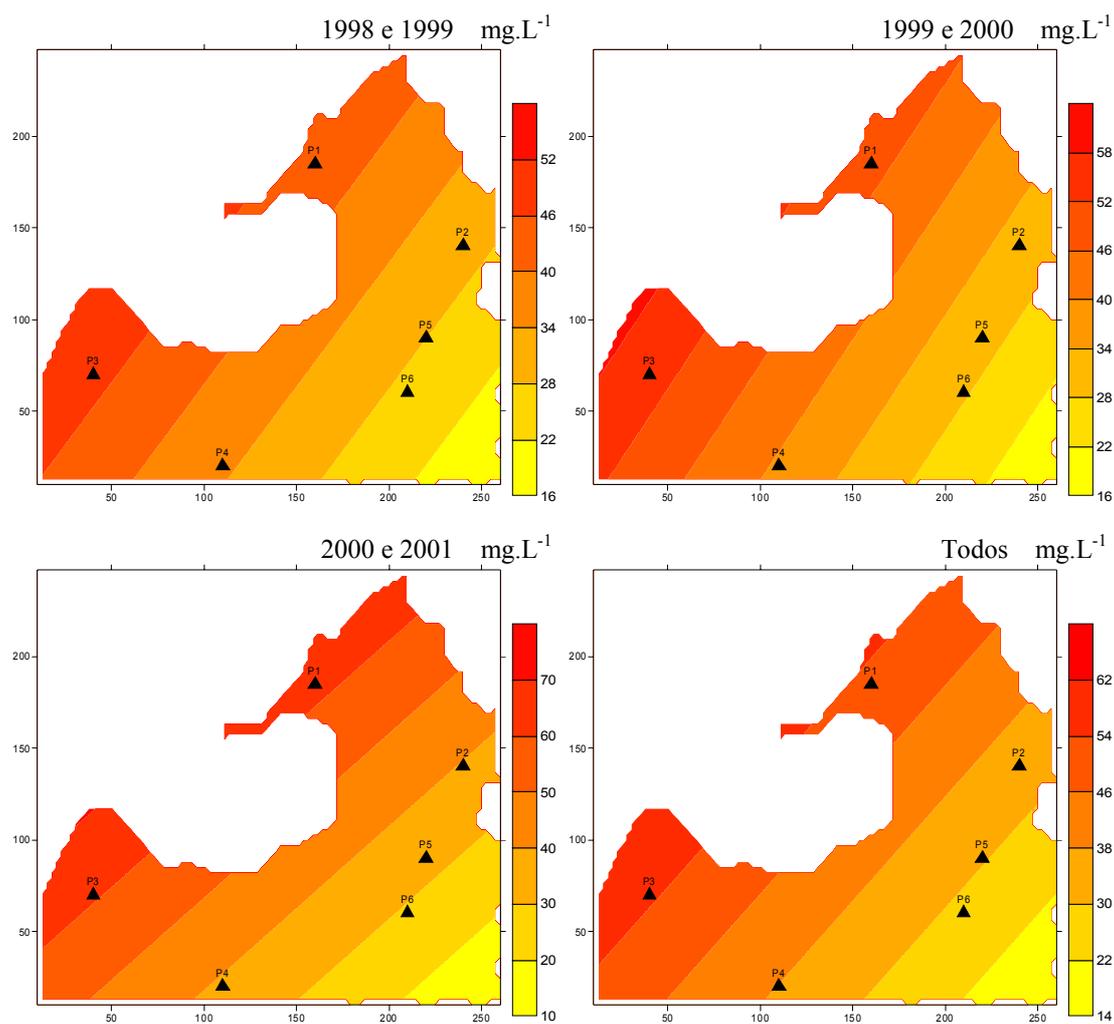


Figura 96 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Na análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão orgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido das maiores concentrações para o mês de junho de 2004 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P4, P5, P6, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Durante o mês de julho de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. Entre o mês de agosto de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P4, P5, P6, P10, P11 e P14, no sentido da margem esquerda. No mês de dezembro de 2004 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, coincidindo com os pontos P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Para o mês de janeiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SE, sincronismo com os pontos P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante o mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção NW, coincidindo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12 e P13, na direção da margem esquerda (Figura 97).

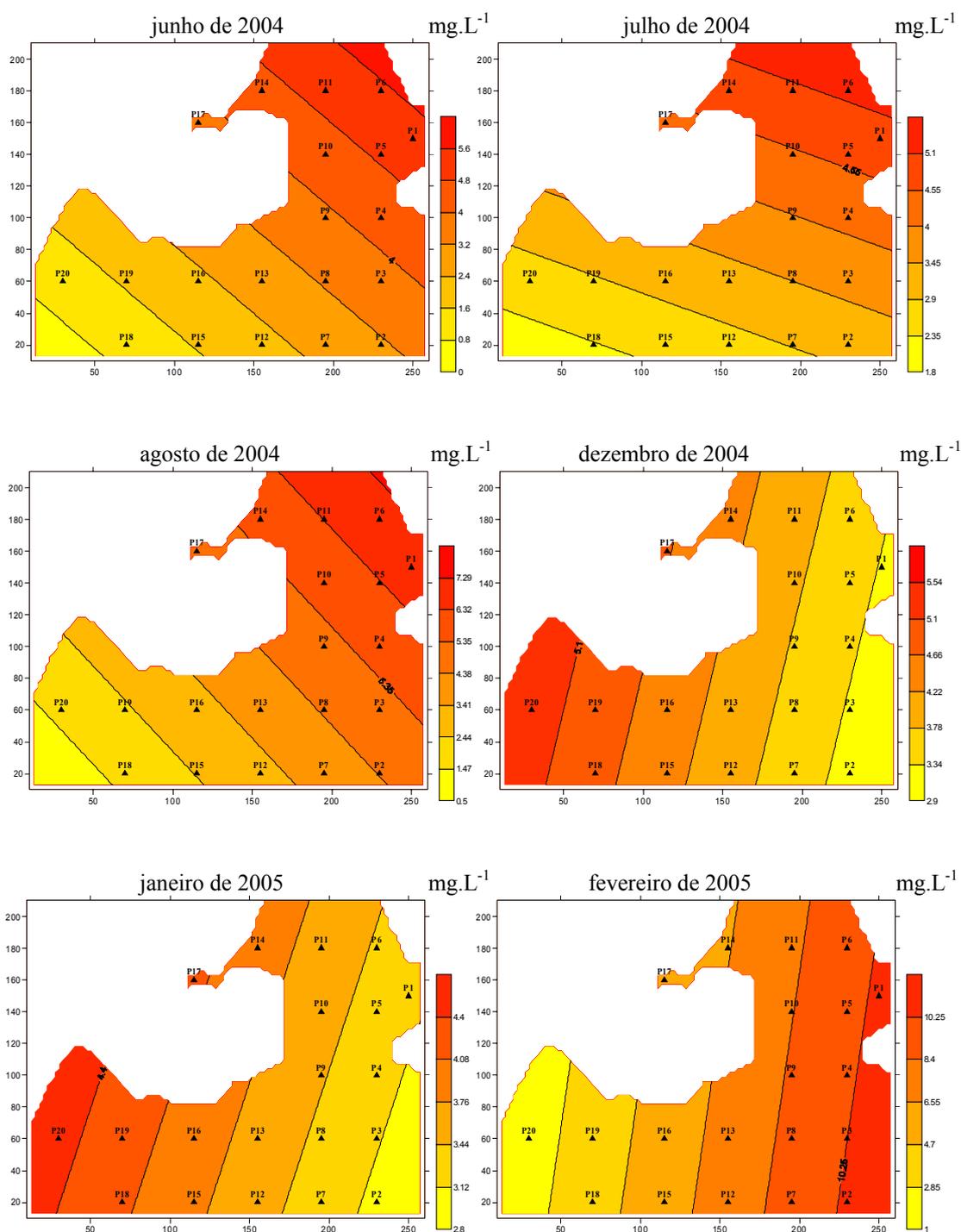


Figura 97 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Para a análise da superfície de tendência de 1º grau do material em suspensão orgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, o sentido das maiores concentrações para o mês de junho de 2005 foi na direção SW, que coincidem com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda. Entre o mês de julho de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção S, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda. No mês de agosto de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção SW, coincidindo com os pontos P1, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P14 e P17, no sentido da margem esquerda (Figura 98).

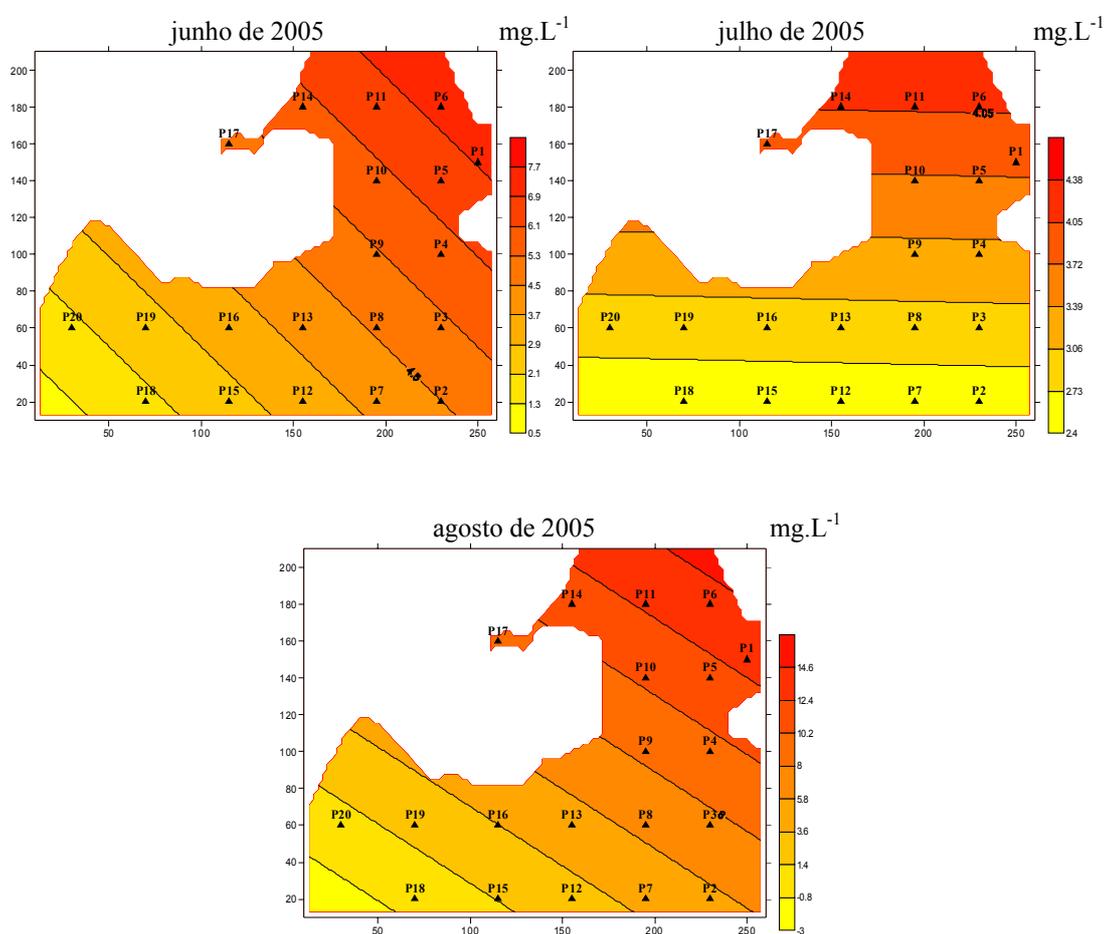


Figura 98 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Observando a análise do resíduo do material em suspensão orgânico na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altas concentrações encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P1, P4 P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos foram observados nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede). Ao comparar todos os anos juntos verificamos que os valores positivos encontram-se nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), e os valores negativos estão localizados nos pontos P1, P4, P5 e P6 (antigo cercado da represa, barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), estes resultados coincidiram com os obtidos para os de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 (Figura 99).

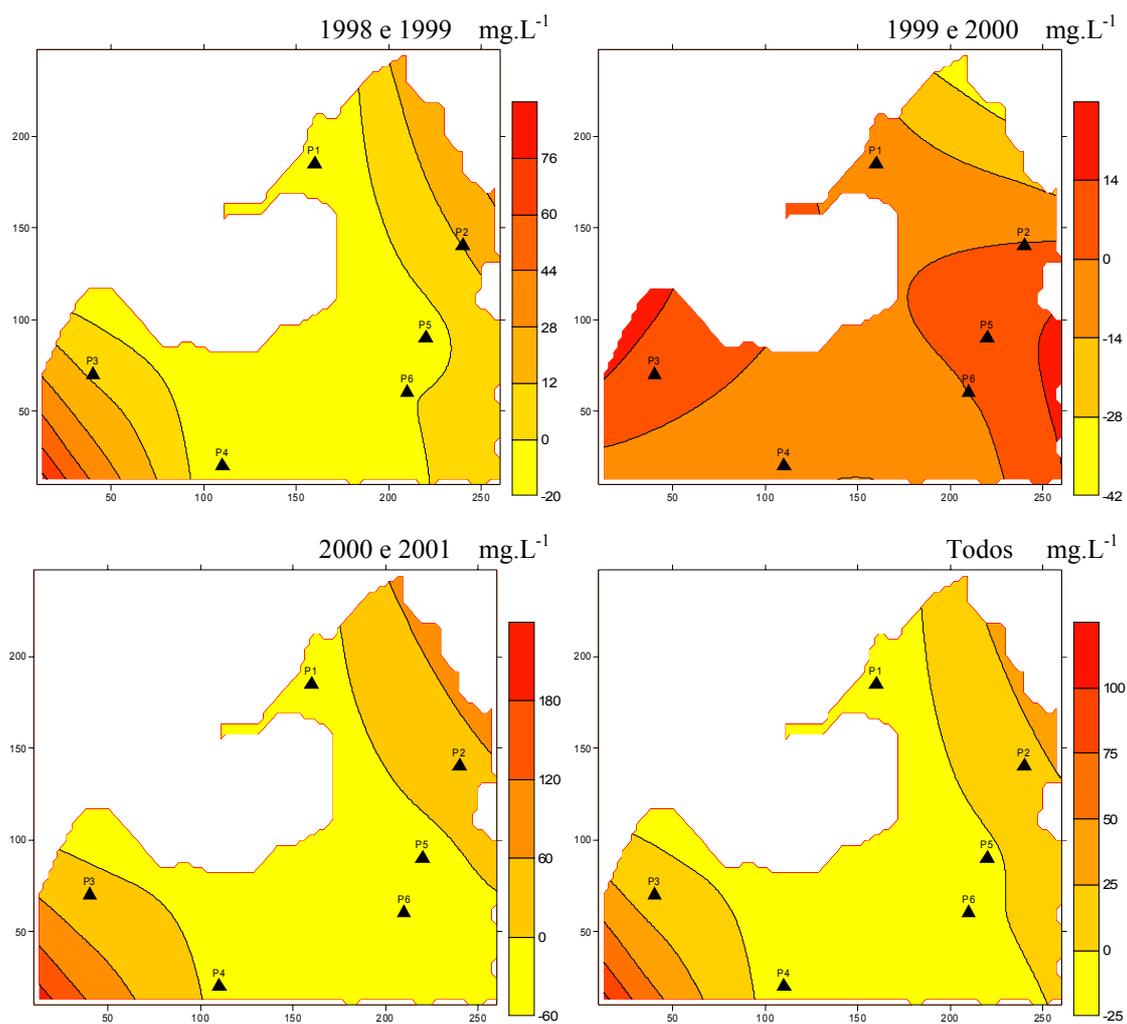


Figura 99 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO), nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Observando a análise dos resíduos do material em suspensão orgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, entre junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altas concentrações obtidos no mês de junho de 2004 encontram-se no ponto P1, e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20. Durante o mês de julho de 2004 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P6, P7, P12, P13, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P8, P9, P10, P11, P14, P16 e P17. Entre o mês de agosto de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P18 e P20, e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17 e P19. Para o mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram observados nos pontos P1, P2, P3, P7, P14 e P20, e os valores negativos foram obtidos nos pontos P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P17, P18 e P19. No mês de janeiro de 2005 os valores positivos encontram-se nos pontos P1, P2, P3, P7, P8, P11, P12, P17 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P4, P5, P6, P9, P10, P13, P14, P15, P16, P18 e P19. Entre o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19 (Figura 100).

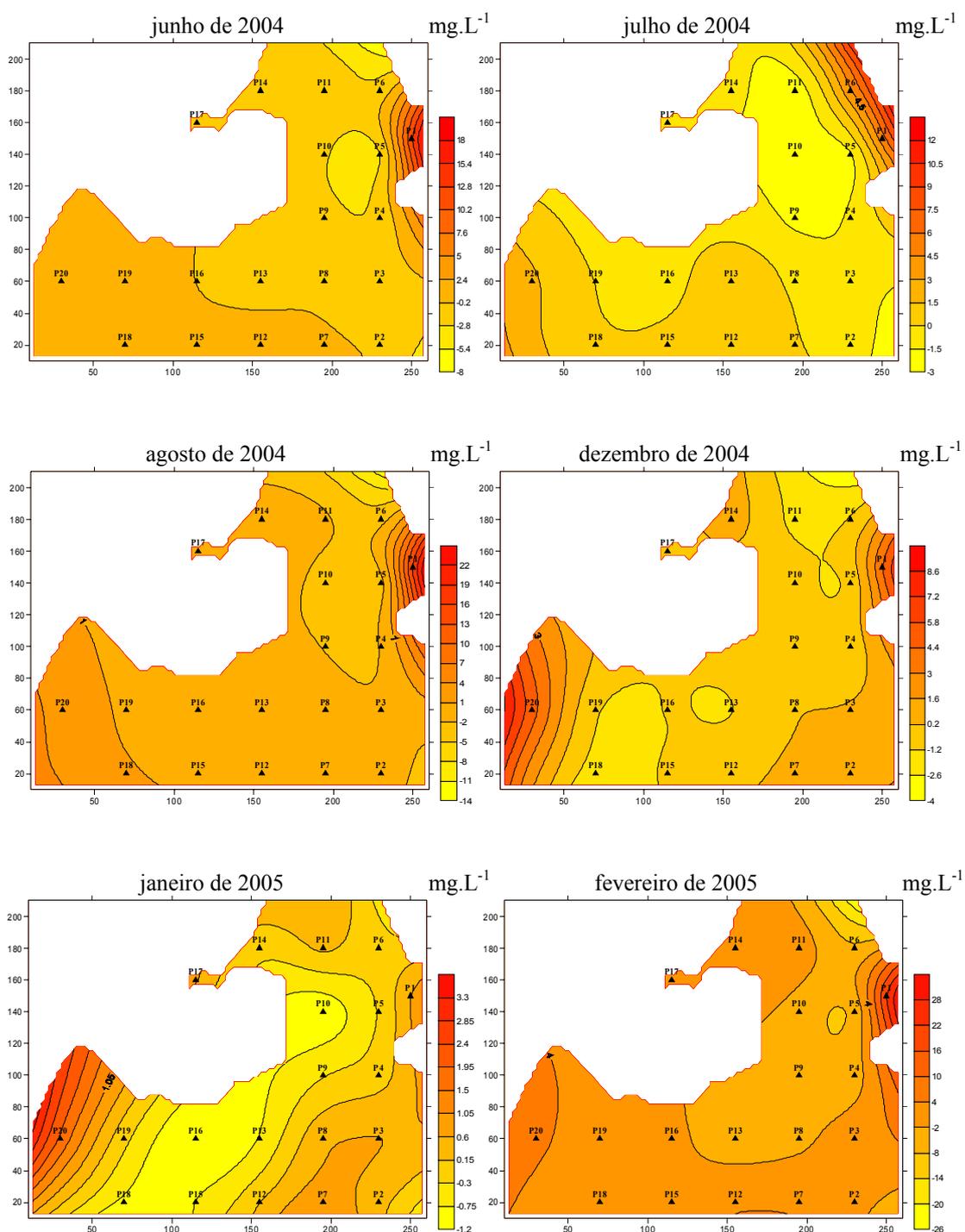


Figura 100 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Ao analisar os resíduos do material em suspensão orgânico no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altas concentrações obtidos no mês de junho de 2005 encontram-se nos pontos P1 e P20, e os valores negativos com baixas concentrações foram obtidos nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19. Para o mês de julho de 2005 os valores positivos coincidiram com os obtidos no mês de junho de 2005, nos pontos P1 e P20, e os valores negativos foram localizados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 e P19. Durante o mês de agosto de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P12, P15, P18, P19 e P20, e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P16 e P17 (Figura 101).

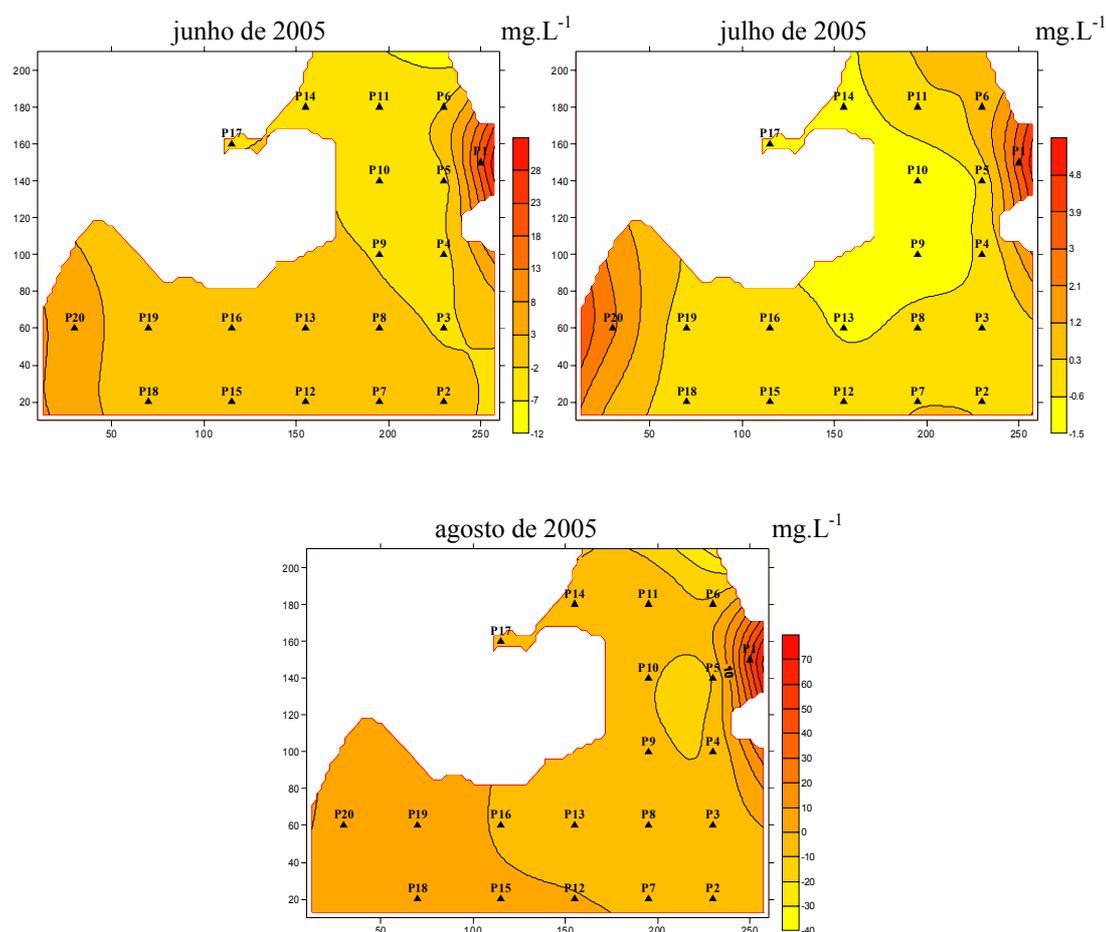


Figura 101 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” do Material em Suspensão Orgânico (MSO) no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.3.8 - Condutividade elétrica no fundo

Ao analisarmos a superfície de tendência de 1º grau da condutividade elétrica no fundo na represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção NW, que coincidem com os pontos P4, P5 e P6 (barragem, meio da represa e antigo local dos tanques-rede), respectivamente no sentido da margem esquerda. Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), respectivamente no sentido da margem direita. Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção SE, semelhante com o mesmo sentido de junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, coincidindo também com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), no sentido da margem direita. Comparando todos os anos juntos verificamos que o sentido dos maiores valores de condutividade foi semelhante à mesma direção durante junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001, SE, coincidindo com os pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), respectivamente no sentido da margem direita (Figura 102).

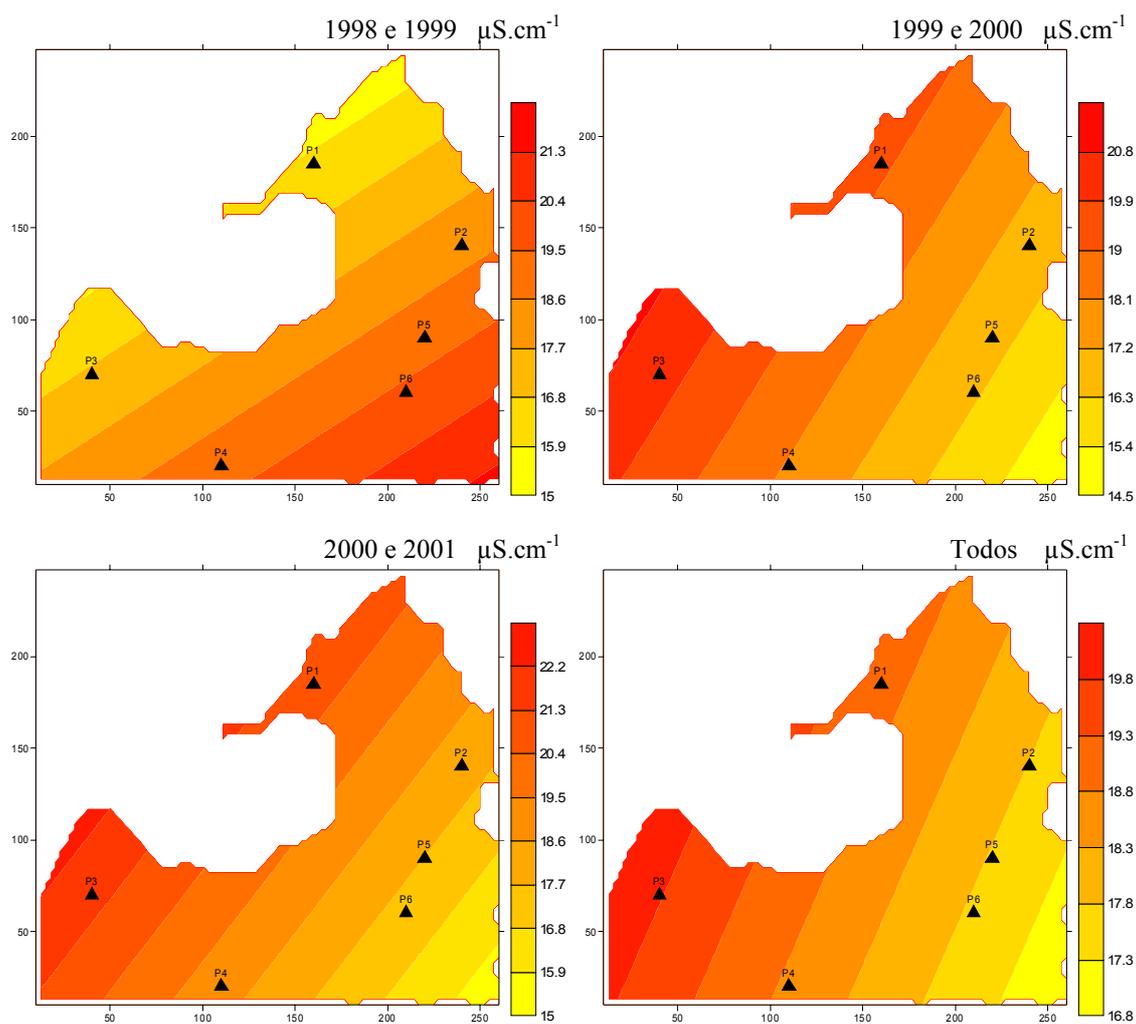


Figura 102 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Na análise da superfície de tendência de 1º grau da condutividade elétrica no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, o sentido dos maiores valores de condutividade no mês de julho de 2004 foi na direção SE, que coincidem com os pontos P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Entre o mês de agosto de 2004 o sentido dos maiores valores de condutividade também foi na direção SE, coincidindo com os pontos P11, P14, P17, P19 e P20, respectivamente no sentido da margem direita. Durante o mês de dezembro de 2004 o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção NW, sincronismo com os pontos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10 e P11, no sentido da margem esquerda. No mês de janeiro de 2005 o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção SE, incidindo com os pontos P6, P11, P14 e P17, no sentido da margem direita. Para o mês de fevereiro de 2005 o sentido das maiores concentrações foi na direção NW, que coincide com os pontos P2, P3, P4, P7, P8, P12 e P15, na direção da margem esquerda (Figura 103).

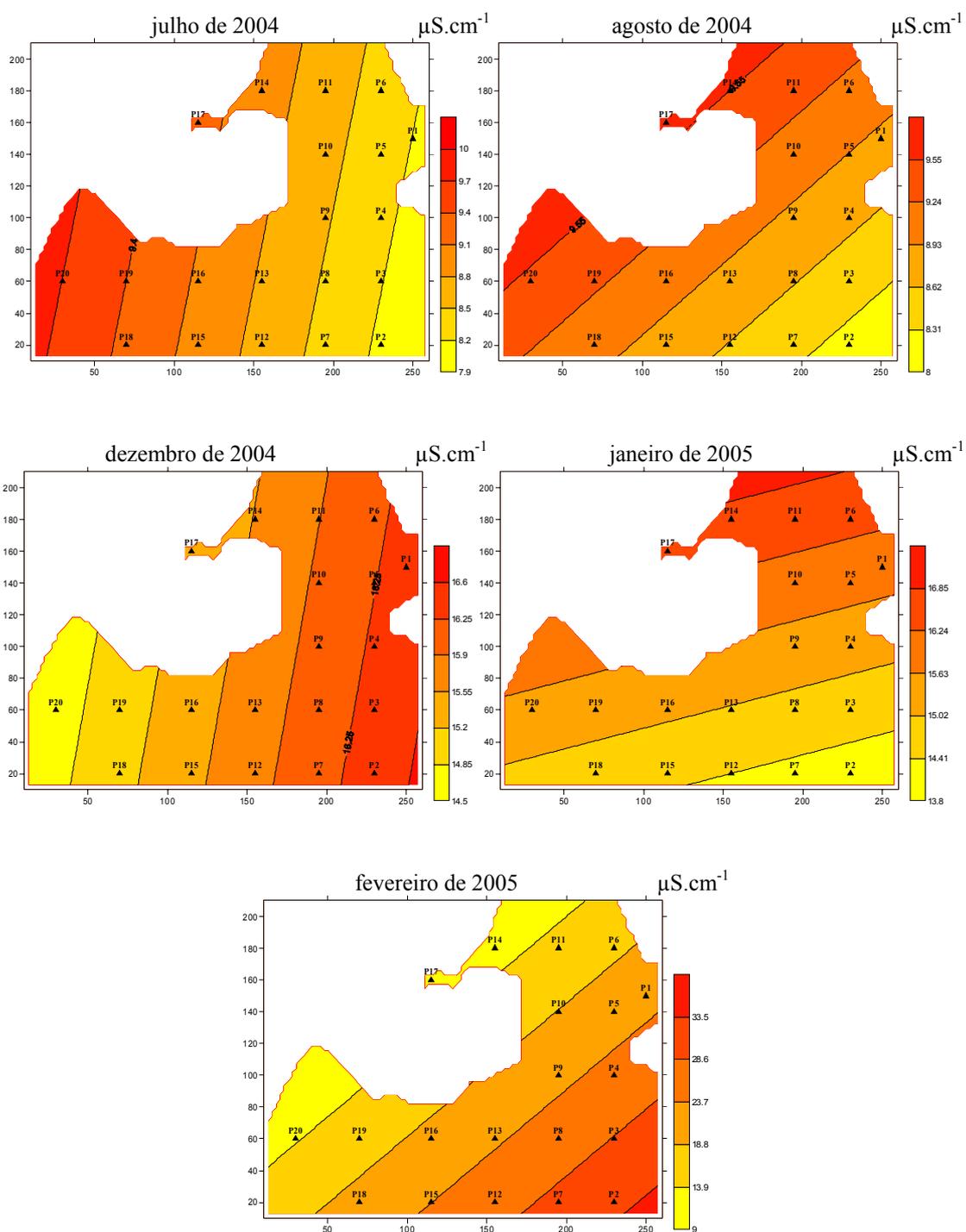


Figura 103 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Para a análise da superfície de tendência de 1º grau da condutividade elétrica no fundo da represa Velha, CEPTA/IBAMA, entre o período (seco) estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, o sentido dos maiores valores de condutividade no mês de junho de 2005 foi na direção SE, que coincidem com os pontos P1, P5, P6, P9, P10, P11, P13, P14, P16, P17, P18, P19 e P20, no sentido da margem direita. Durante o mês de julho de 2005 o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção SE, coincidindo com os pontos P1, P5, P6, P9, P10, P11, P14, P16, P17, P19 e P20, respectivamente no sentido da margem direita. No mês de agosto de 2005 o sentido dos maiores valores de condutividade foi na direção SE, sincronismo com os pontos P1, P4, P5, P6, P9, P10, P11, P14, P16, P17, P19 e P20, no sentido da margem direita (Figura 104).

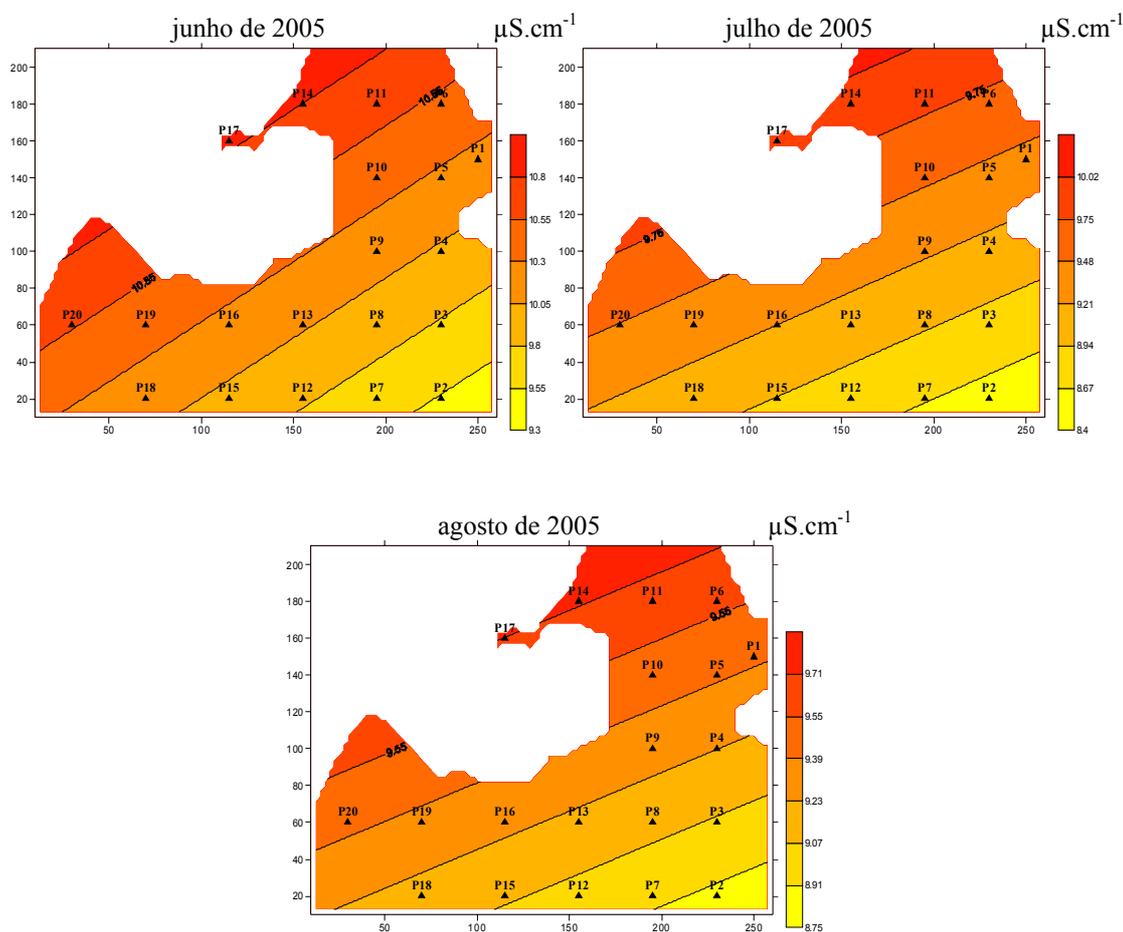


Figura 104 - Análises da superfície de tendência de 1º grau calculada pelo algoritmo “regressão polinomial” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

Na análise de resíduo da condutividade elétrica no fundo na represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, os valores positivos com altos valores de condutividade encontram-se nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa), e os valores negativos com baixos valores de condutividade foram obtidos nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede). Entre junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000 os valores positivos estão localizados nos pontos P1, P4 e P5 (antigo cercado da represa, barragem e meio da represa), e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3 e P6 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e antigo local dos tanques-rede). Durante junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001 os valores positivos foram obtidos nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos foram observados nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa). Analisando todos os anos juntos verificamos que os valores positivos estão localizados nos pontos P1, P4 e P6 (antigo cercado da represa, barragem e antigo local dos tanques-rede), e os valores negativos encontram-se nos pontos P2, P3 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas e meio da represa) (Figura 105).

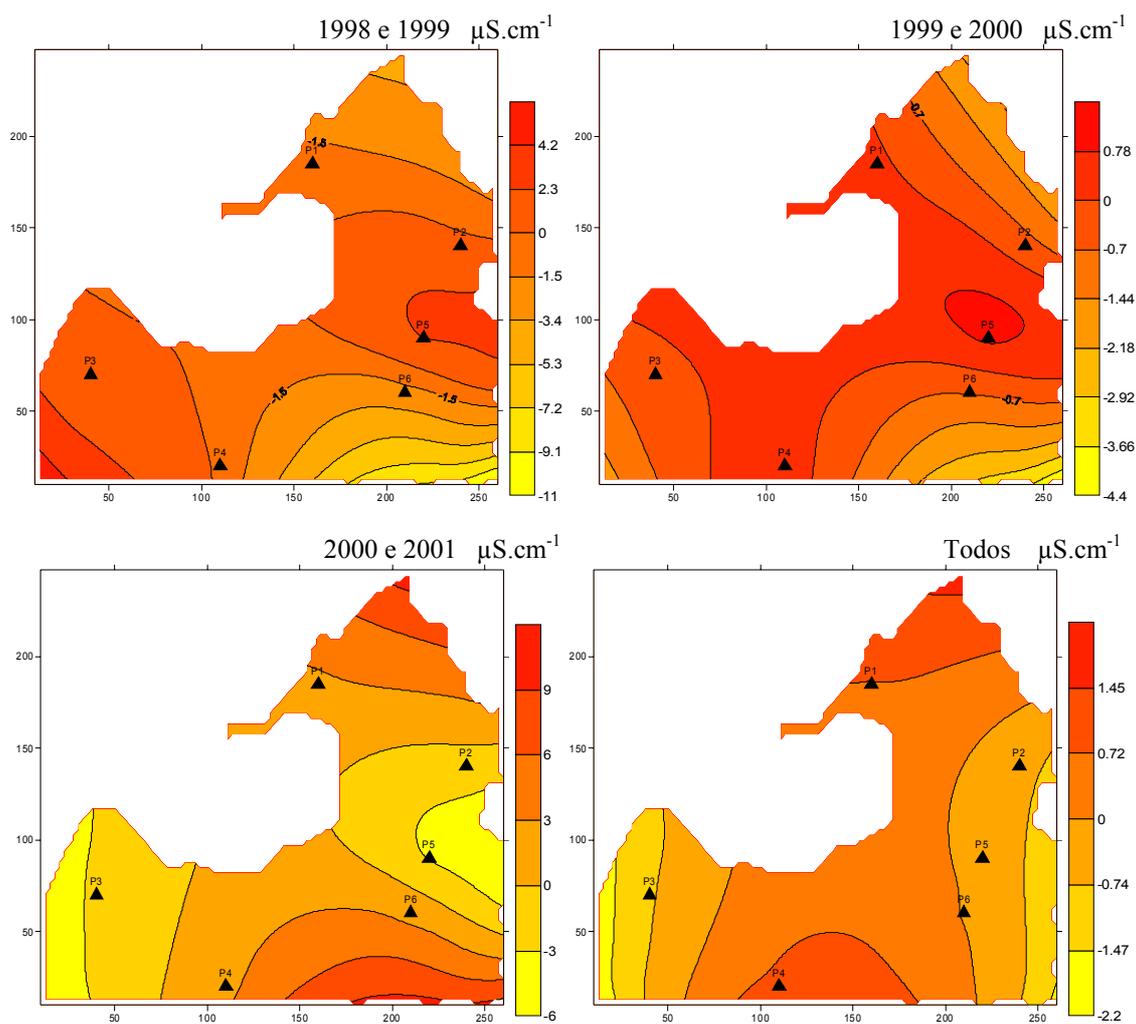


Figura 105 - Análises do resíduo referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, nos anos e períodos de julho a dezembro de 1998 e de janeiro a maio de 1999, junho a dezembro de 1999 e de janeiro e fevereiro de 2000, e de junho a dezembro de 2000 e de janeiro a abril de 2001.

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Na análise dos resíduos da condutividade elétrica no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre os anos e períodos (seco e chuvoso) estudados, durante julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005, os valores positivos com altos valores de condutividade referente ao mês de julho de 2004 encontram-se nos pontos P2, P3, P7, P8, P9, P10, P12, P13, P14, P16 e P17, e os valores negativos com baixos valores de condutividade foram localizados nos pontos P1, P4, P5, P6, P11, P15, P18, P19 e P20. Entre o mês de agosto de 2004 os valores positivos foram obtidos nos pontos P3, P4, P8, P12 e P14, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P2, P5, P6, P7, P9, P10, P11, P13, P15, P16, P17, P18, P19 e P20. No mês de dezembro de 2004 os valores positivos foram localizados nos pontos P4, P5, P7 e P9, e os valores negativos encontram-se nos pontos P1, P2, P3, P6, P8, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19 e P20. Para o mês de janeiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P5 e P18, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P19 e P20. Durante o mês de fevereiro de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P7, P9, P12, P14 e P17, e os valores negativos foram localizados nos pontos P1, P4, P5, P6, P8, P10, P11, P13, P15, P16, P18, P19 e P20 (Figura 106).

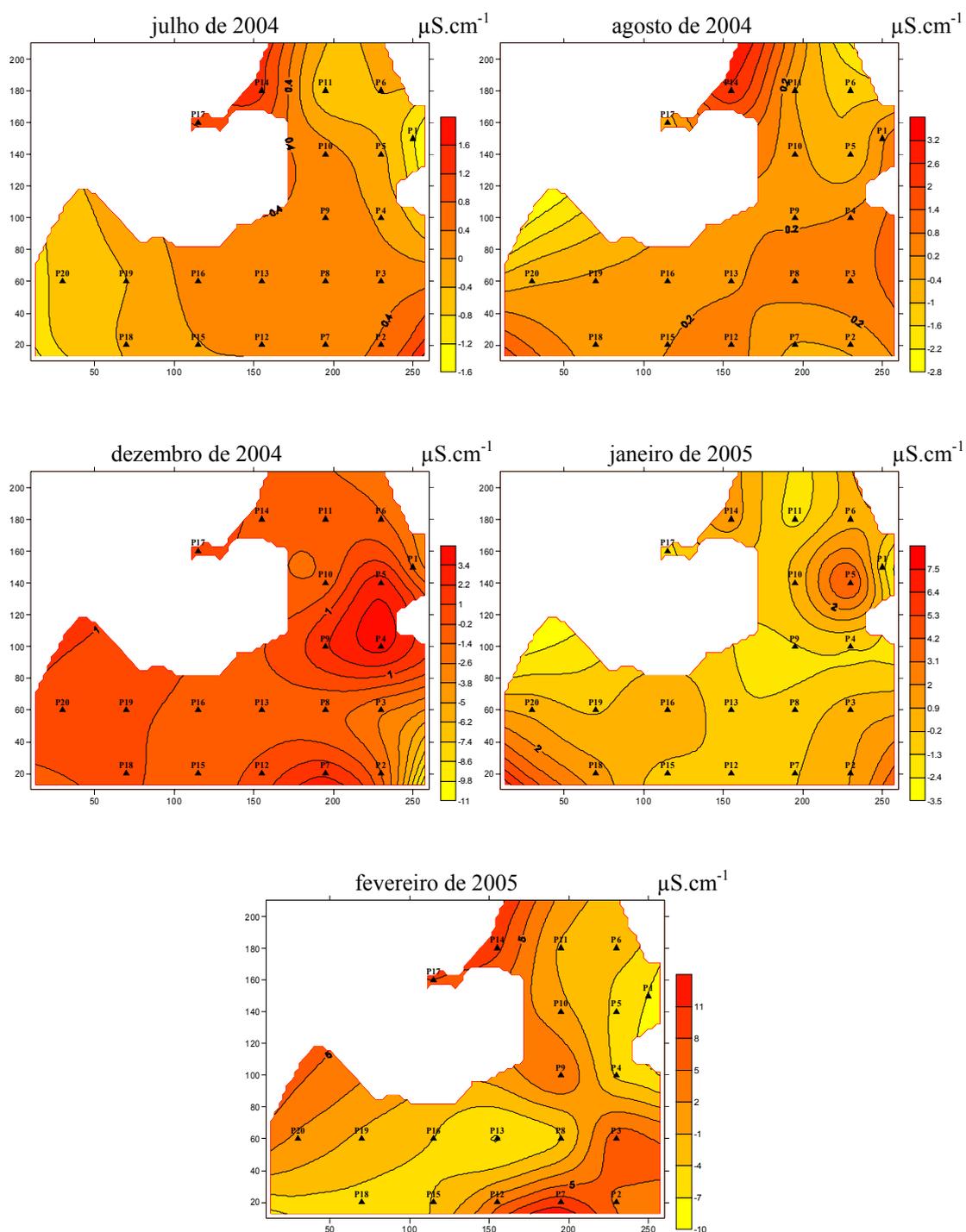


Figura 106 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, nos anos e períodos de julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro e fevereiro de 2005.

Observando a análise dos resíduos da condutividade elétrica no fundo da represa Velha CEPTA/IBAMA, entre o período (seco), estudado, durante junho, julho e agosto de 2005, os valores positivos com altos valores de condutividade referente ao mês de junho de 2005 encontram-se nos pontos P1, P2, P3, P7, P14 e P17, e os valores negativos com baixos valores de condutividade foram localizados nos pontos P4, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15, P16, P18, P19 e P20. No mês de julho de 2005 os valores positivos foram obtidos nos pontos P2, P3, P7, P8, P10, P12, P14 e P15, e os valores negativos foram observados nos pontos P1, P4, P5, P6, P9, P11, P13, P16, P17, P18, P19 e P20. Durante o mês de agosto de 2005 os valores positivos foram localizados nos pontos P1, P2, P3, P7, P8, P11, P12, P13, P14, P15, P17, P18 e P20, e os valores negativos encontram-se nos pontos P4, P5, P6, P9, P10, P16 e P19 (Figura 107).

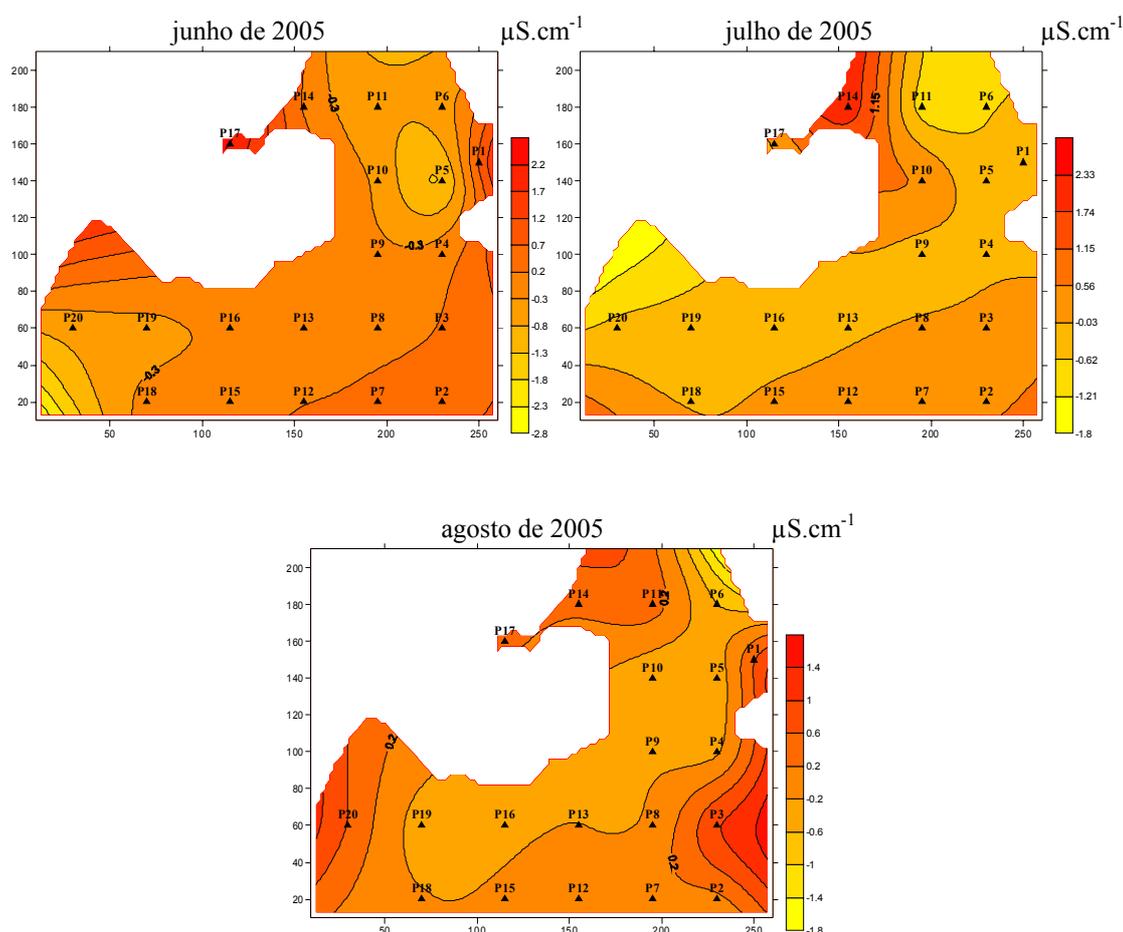


Figura 107 - Análises dos resíduos referente à superfície de grau 1, calculado pelo algoritmo “curvatura mínima” da condutividade elétrica no fundo, nos pontos de coleta de 1 a 20, na represa Velha, no ano e período de junho, julho e agosto de 2005.

6.4 - Análises de agrupamentos e das componentes principais

Aos resultados da tabela 36, utilizados para avaliar o grau de semelhança entre os elementos físicos, químicos e biológico, foram aplicadas várias técnicas de agrupamentos, sendo que os resultados obtidos pelo método “agrupamento pareado igualmente ponderado/UPGM”, com o coeficiente de correlação de Pearson, mostraram os grupos com melhores definições. No dendrograma gerado na análise de agrupamentos (Figura 108), verifica-se que os grupos sugeridos podem ser observados no gráfico das componentes principais (Figura 109), ou seja, é possível visualizar como estão agrupadas as amostras nos cinco grupos.

Tabela 36 - Dados das análises físicos, químicos e biológico da água da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de menores concentrações em julho de 1998.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	5,00	7,00	6,00	12,00	13,00	10,00
Amônia (µg.L ⁻¹)	32,30	95,94	68,74	71,82	68,23	46,16
Condutividade elétrica na média prof. (µS.cm ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	10,00	5,00	10,00
Condutividade elétrica na superfície (µS.cm ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	10,00	5,00	10,00
Condutividade elétrica no fundo (µS.cm ⁻¹)	18,00	15,00	18,00	15,00	14,00	15,00
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	9,13	4,65	5,59	6,22	4,96	4,65
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	10,21	3,35	3,35	5,84	6,84	6,84
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	26,94	24,22	26,61	24,52	27,20	27,20
Material em Suspensão Inorgânico (mg.L ⁻¹)	119,90	8,70	50,40	47,60	36,40	33,60
Material em Suspensão Orgânico (mg.L ⁻¹)	39,80	10,90	35,30	14,30	6,40	11,80
Material em Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	159,70	19,60	85,70	61,90	42,90	45,40
Nitrato (µg.L ⁻¹)	62,49	58,69	59,77	60,32	58,69	57,60
Nitrito (µg.L ⁻¹)	2,69	2,69	3,29	3,29	3,29	3,59
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	521,66	402,63	552,89	662,89	302,81	772,88
Oxigênio dissolvido na média prof. (mg.L ⁻¹)	7,40	8,00	7,40	7,70	8,50	8,10
Oxigênio dissolvido na superfície (mg.L ⁻¹)	8,00	8,50	8,00	9,00	8,80	8,80
Oxigênio dissolvido no fundo (mg.L ⁻¹)	5,50	6,70	5,50	0,80	8,50	2,20
pH	6,67	6,83	6,56	6,73	6,83	6,66
Pigmento total (µg.L ⁻¹)	20,00	20,00	40,00	20,00	20,00	20,00
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	4,96	3,61	2,06	5,76	1,70	1,78
Temperatura da água na média prof. (°C)	20,00	20,00	19,90	19,80	19,50	20,00
Temperatura da água na superfície (°C)	20,00	20,00	19,90	20,00	20,00	20,00
Temperatura da água no fundo (°C)	20,00	19,50	19,90	18,50	18,80	19,00
Transparência da água (m)	0,90	0,80	0,80	0,93	0,90	0,80

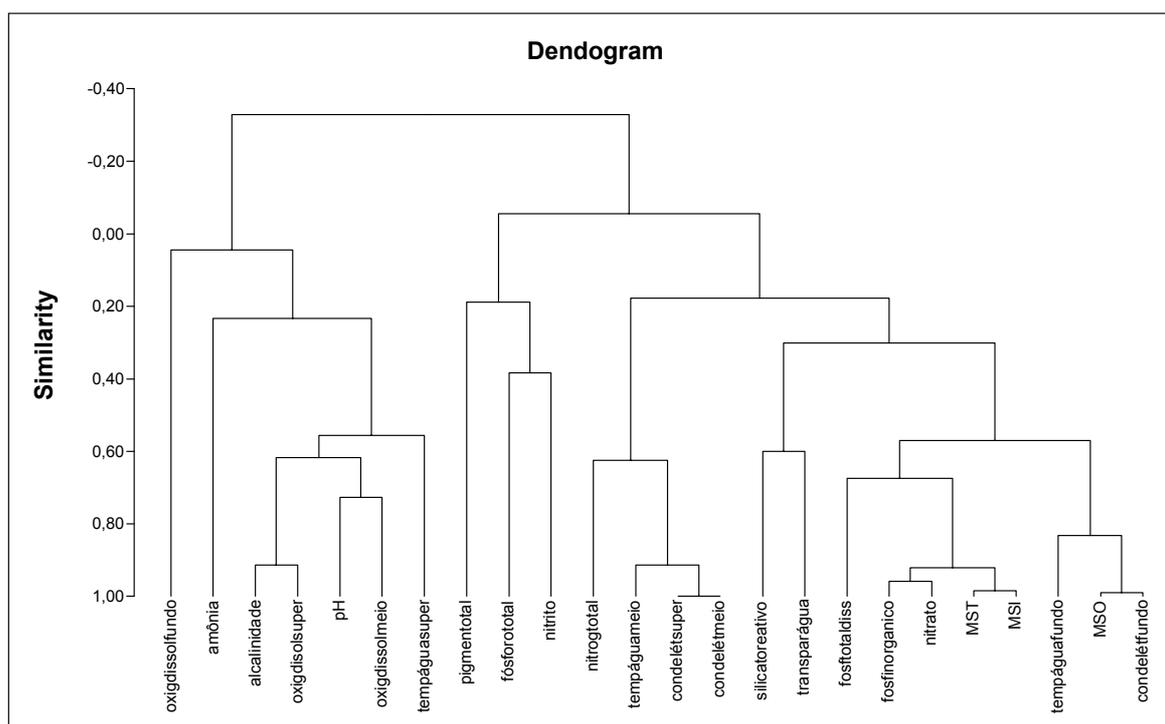


Figura 108 - Dendrograma obtido pelo método UPGW, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson como medida de similaridade para as variáveis obtidas no período seco (julho/1998).

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotaldiss – fosfato total dissolvido, fosfinorganico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

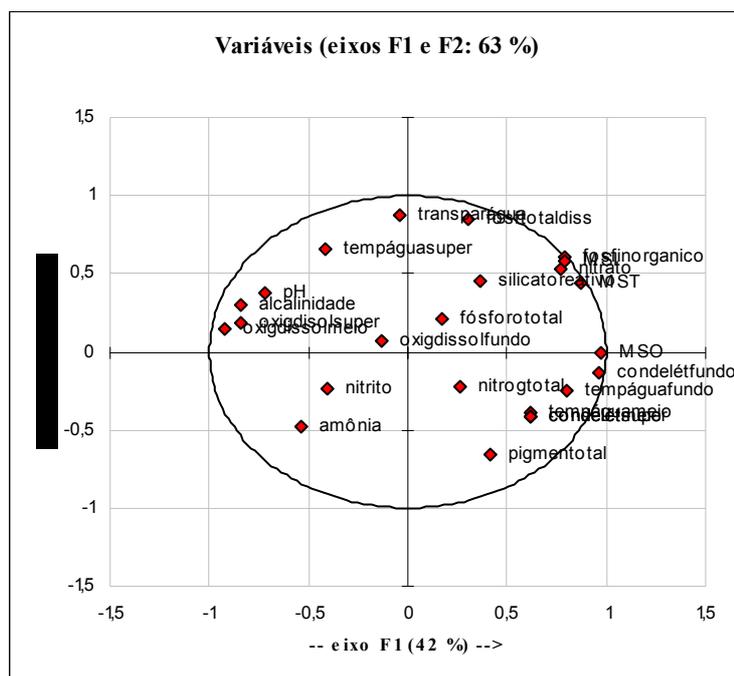


Figura 109 - Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de julho de 1998.

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotaldiss – fosfato total dissolvido, fosfinorganico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

Pela tabela 37 observam-se as amostras do grupo 1 (oxigênio dissolvido no fundo, amônia, alcalinidade, oxigênio dissolvido na superfície, pH, oxigênio dissolvido na média profundidade e temperatura da água na superfície), o grupo 2 é formado por (pigmento total, fósforo total e nitrito), o grupo 3 é formado por (nitrogênio total, temperatura da água na média profundidade, condutividade elétrica na superfície e condutividade elétrica na média profundidade), o grupo 4 é formado por (silicato reativo

e transparência da água) e o grupo 5 é formado por (fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico, nitrato, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico, temperatura da água no fundo, material em suspensão orgânico e condutividade elétrica no fundo).

Tabela 37 - Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de menores concentrações em julho de 1998.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Oxigênio dissolvido no fundo	5,50	6,70	5,50	0,80	8,50	2,20
Amônia	32,30	95,94	68,74	71,82	68,23	46,16
Alcalinidade	5,00	7,00	6,00	12,00	13,00	10,00
Oxigênio dissolvido na superfície	8,00	8,50	8,00	9,00	8,80	8,80
pH	6,67	6,83	6,56	6,73	6,83	6,66
Oxigênio dissolvido na média profundi.	7,40	8,00	7,40	7,70	8,50	8,10
Temperatura da água na superfície	20,00	20,00	19,90	20,00	20,00	20,00
Pigmento total	20,00	20,00	40,00	20,00	20,00	20,00
Fósforo total	26,94	24,22	26,61	24,52	27,20	27,20
Nitrito	2,69	2,69	3,29	3,29	3,29	3,59
Nitrogênio total	521,66	402,63	552,89	662,89	302,81	772,88
Temperatura da água na média profundi.	20,00	20,00	19,90	19,80	19,50	20,00
Condutividade elétrica na superfície	10,00	10,00	10,00	10,00	5,00	10,00
Condutividade elétrica na média profundi.	10,00	10,00	10,00	10,00	5,00	10,00
Silicato reativo	4,96	3,61	2,06	5,76	1,70	1,78
Transparência da água	0,90	0,80	0,80	0,93	0,90	0,80
Fosfato total dissolvido	10,21	3,35	3,35	5,84	6,84	6,84
Fosfato inorgânico	9,13	4,65	5,59	6,22	4,96	4,65
Nitrato	62,49	58,69	59,77	60,32	58,69	57,60
Material em Suspensão Total	159,70	19,60	85,70	61,90	42,90	45,40
Material em Suspensão Inorgânico	119,90	8,70	50,40	47,60	36,40	33,60
Temperatura da água no fundo	20,00	19,50	19,90	18,50	18,80	19,00
Material em Suspensão Orgânico	39,80	10,90	35,30	14,30	6,40	11,80
Condutividade elétrica no fundo	18,00	15,00	18,00	15,00	14,00	15,00

Na tabela 38 estão os resultados obtidos de maiores valores dos elementos físicos, químicos e biológico obtidos na represa Velha no mês de abril de 2001 e a figura 110 o dendrograma obtido pelo método de “agrupamento pareado igualmente ponderado/UPGM”, com o coeficiente de correlação de Pearson, utilizando os elementos físicos, químicos e biológico dos cinco grupos obtidos e a figura 111 apresenta o gráfico de dispersão das componentes principais.

Tabela 38 - Dados das análises físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de maiores concentrações em abril de 2001.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	8,00	7,00	9,00	10,00	9,00	10,00
Amônia (µg.L ⁻¹)	47,02	5,42	11,45	18,92	46,99	4,44
Condutividade elétrica na média prof. (µS.cm ⁻¹)	10,00	11,00	10,00	11,00	25,00	25,00
Condutividade elétrica na superfície (µS.cm ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	12,00	10,00	10,00
Condutividade elétrica no fundo (µS.cm ⁻¹)	30,00	35,00	37,00	35,00	25,00	30,00
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	7,61	11,20	10,25	5,37	7,48	6,53
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	15,88	25,43	28,01	20,42	17,66	20,57
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	97,99	318,44	167,03	81,91	89,24	85,98
Material em Suspensão Inorgânico (mg.L ⁻¹)	26,60	425,80	71,40	16,10	21,70	18,20
Material em Suspensão Orgânico (mg.L ⁻¹)	26,60	192,60	51,10	23,10	16,80	24,50
Material em Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	53,20	618,30	122,50	39,20	38,50	42,70
Nitrato (µg.L ⁻¹)	15,20	18,05	10,98	12,41	13,45	11,21
Nitrito (µg.L ⁻¹)	1,67	3,14	3,34	1,84	1,97	3,17
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	717,15	605,92	589,33	770,03	900,74	521,73
Oxigênio dissolvido na média prof. (mg.L ⁻¹)	7,00	7,40	6,40	7,90	4,00	7,40
Oxigênio dissolvido na superfície (mg.L ⁻¹)	7,50	7,80	7,80	7,50	7,50	7,50
Oxigênio dissolvido no fundo (mg.L ⁻¹)	1,60	2,30	4,00	4,50	3,90	3,40
pH	6,78	7,03	6,68	6,70	6,50	7,00
Pigmento total (µg.L ⁻¹)	53,00	102,00	77,00	58,00	64,00	79,00
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	6,10	2,51	2,14	5,75	5,93	3,05
Temperatura da água na média prof. (°C)	26,50	26,00	27,00	25,00	25,50	23,50
Temperatura da água na superfície (°C)	27,50	26,50	27,50	26,00	26,00	24,00
Temperatura da água no fundo (°C)	26,50	26,00	26,50	24,00	25,00	23,00
Transparência da água (m)	0,85	0,80	0,70	0,85	0,85	0,85

A figura 110, do dendrograma gerado na análise de agrupamentos, verifica-se que os grupos sugeridos podem ser observados no gráfico de dispersão das componentes principais figura 111, ou seja, é possível visualizar como estão agrupadas as amostras do grupo 1 formado por alcalinidade, oxigênio dissolvido no fundo, condutividade elétrica na superfície, nitrogênio total, amônia, silicato reativo, transparência da água e condutividade elétrica na média profundidade, do grupo 2 formado por temperatura da água na superfície, temperatura da água na média profundidade e temperatura da água no fundo, do grupo 3 formado por pH e oxigênio dissolvido na média profundidade, do grupo 4 formado por nitrato, oxigênio dissolvido na superfície, fosfato inorgânico, pigmento total, fósforo total, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico e o grupo 5 formado por fosfato total dissolvido, nitrito e condutividade elétrica do fundo, como apresentado na tabela 39.

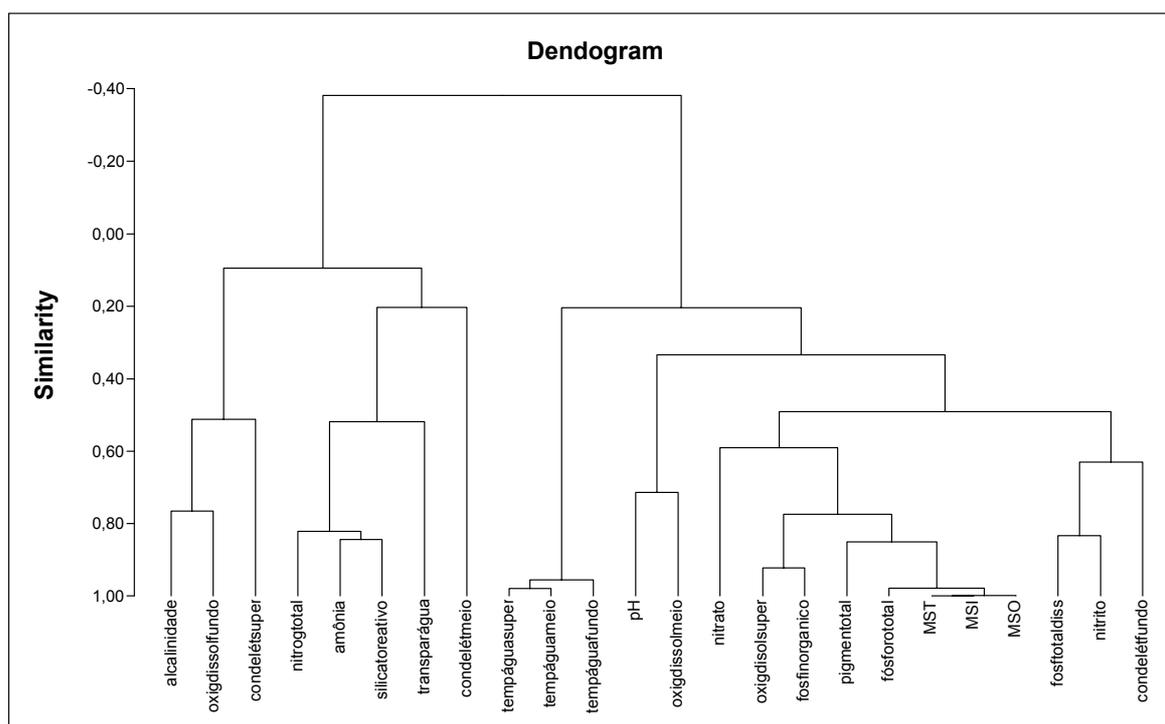


Figura 110 Dendrograma obtido pelo método UPGW, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson como medida de similaridade para as variáveis obtidas no período seco (abril/2001).

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotaldiss – fosfato total dissolvido, fosfinorganico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

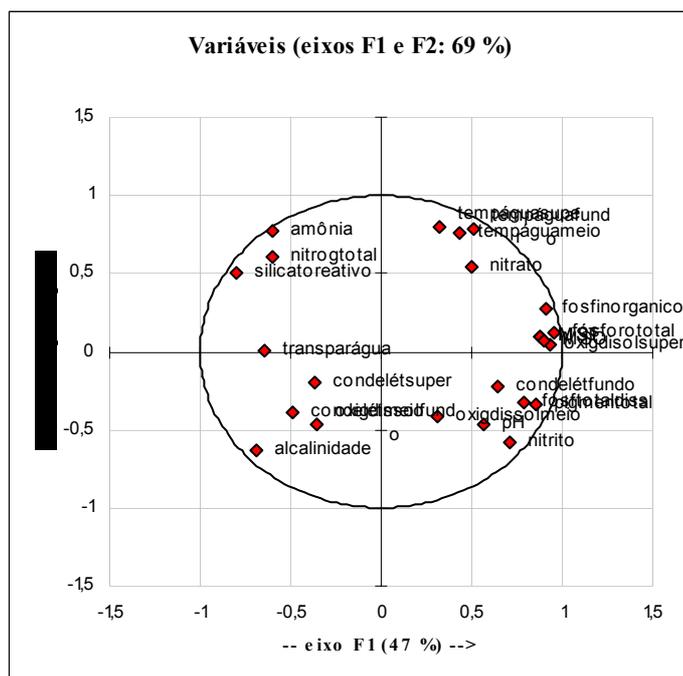


Figura 111 - Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de abril de 2001.

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotaldiss – fosfato total dissolvido, fosfinorganico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

Tabela 39 - Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de maiores concentrações em abril de 2001.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Alcalinidade	8,00	7,00	9,00	10,00	9,00	10,00
Oxigênio dissolvido no fundo	1,60	2,30	4,00	4,50	3,90	3,40
Condutividade elétrica na superfície	10,00	10,00	10,00	12,00	10,00	10,00
Nitrogênio total	717,15	605,92	589,33	770,03	900,74	521,73
Amônia	47,02	5,42	11,45	18,92	46,99	4,44
Silicato reativo	6,10	2,51	2,14	5,75	5,93	3,05
Transparência da água	0,85	0,80	0,70	0,85	0,85	0,85
Condutividade elétrica na média profundi.	10,00	11,00	10,00	11,00	25,00	25,00
Temperatura da água na superfície	27,50	26,50	27,50	26,00	26,00	24,00
Temperatura da água na média profundi.	26,50	26,00	27,00	25,00	25,50	23,50
Temperatura da água no fundo	26,50	26,00	26,50	24,00	25,00	23,00
pH	6,78	7,03	6,68	6,70	6,50	7,00
Oxigênio dissolvido na média profundi.	7,00	7,40	6,40	7,90	4,00	7,40
Nitrato	15,20	18,05	10,98	12,41	13,45	11,21
Oxigênio dissolvido na superfície	7,50	7,80	7,80	7,50	7,50	7,50
Fosfato inorgânico	7,61	11,20	10,25	5,37	7,48	6,53
Pigmento total	53,00	102,00	77,00	58,00	64,00	79,00
Fósforo total	97,99	318,44	167,03	81,91	89,24	85,98
Material em Suspensão Total	53,20	618,30	122,50	39,20	38,50	42,70
Material em Suspensão Inorgânico	26,60	425,80	71,40	16,10	21,70	18,20
Material em Suspensão Orgânico	26,60	192,60	51,10	23,10	16,80	24,50
Fosfato total dissolvido	15,88	25,43	28,01	20,42	17,66	20,57
Nitrito	1,67	3,14	3,34	1,84	1,97	3,17
Condutividade elétrica no fundo	30,00	35,00	37,00	35,00	25,00	30,00

A medida de similaridade utilizada para avaliar o grau de semelhança entre os elementos físicos, químicos e biológico na tabela 40 foi o coeficiente de correlação de Pearson. Várias técnicas de agrupamentos foram utilizadas, sendo que os resultados obtidos pelo método de “agrupamento pareado igualmente ponderado/UPGM”, mostraram os grupos com melhores definições. O dendrograma mostrado na figura 112 sugere a formação de três grupos, que foram organizados na tabela 41.

Tabela 40 - Dados das análises físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de valores aleatórios concentrações em fevereiro de 2000.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	6,00	10,00	10,00	10,00	8,00	8,00
Amônia (µg.L ⁻¹)	75,41	14,34	5,10	21,53	51,80	45,65
Condutividade elétrica na média prof. (µS.cm ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	8,50	10,00	10,00
Condutividade elétrica na superfície (µS.cm ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	8,50	10,00	10,00
Condutividade elétrica no fundo (µS.cm ⁻¹)	30,00	20,00	10,00	20,00	10,00	10,00
Fosfato inorgânico (µg.L ⁻¹)	1,57	0,97	0,38	0,67	31,38	1,87
Fosfato total dissolvido (µg.L ⁻¹)	11,62	5,63	5,14	8,63	57,73	3,64
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	5,14	37,34	55,82	37,93	27,80	26,31
Material em Suspensão Inorgânico (mg.L ⁻¹)	102,20	177,20	147,80	58,10	50,40	39,20
Material em Suspensão Orgânico (mg.L ⁻¹)	49,70	48,30	65,80	31,50	28,70	24,50
Material em Suspensão Total (mg.L ⁻¹)	152,00	225,50	213,60	89,60	79,10	63,70
Nitrato (µg.L ⁻¹)	8,64	9,73	6,47	5,38	5,11	4,29
Nitrito (µg.L ⁻¹)	0,60	2,99	2,69	2,39	3,59	2,69
Nitrogênio total (µg.L ⁻¹)	1527,21	865,25	1044,00	800,09	802,22	760,56
Oxigênio dissolvido na média prof. (mg.L ⁻¹)	6,20	8,50	8,00	8,50	8,00	8,70
Oxigênio dissolvido na superfície (mg.L ⁻¹)	6,60	8,00	8,60	8,50	8,50	8,70
Oxigênio dissolvido no fundo (mg.L ⁻¹)	3,00	2,00	3,00	2,00	6,50	6,00
pH	5,24	6,17	6,44	6,20	6,57	6,16
Pigmento total (µg.L ⁻¹)	10,00	10,00	80,00	40,00	30,00	10,00
Silicato reativo (mg.L ⁻¹)	1,63	1,73	1,63	1,72	1,59	1,59
Temperatura da água na média prof. (°C)	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Temperatura da água na superfície (°C)	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Temperatura da água no fundo (°C)	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Transparência da água (m)	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60

A figura 112 do dendrograma gerado na análise de agrupamentos, verifica-se que os grupos sugeridos podem ser observados no gráfico de dispersão das componentes principais figura 113, ou seja, é possível visualizar como estão agrupadas as amostras do grupo 1 formado por pigmento total, alcalinidade, fósforo total, oxigênio dissolvido na superfície, oxigênio dissolvido na média profundidade, pH, nitrito, temperatura da água na superfície, temperatura da água na média profundidade e temperatura da água no fundo; e do grupo 2 formado por oxigênio dissolvido do fundo, fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico, amônia, condutividade elétrica na superfície e condutividade elétrica na média profundidade e do grupo 3 formado por silicato reativo, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico, material em suspensão orgânico, nitrogênio total, nitrato, transparência da água e condutividade elétrica no fundo, como pode ser observado na tabela 41.

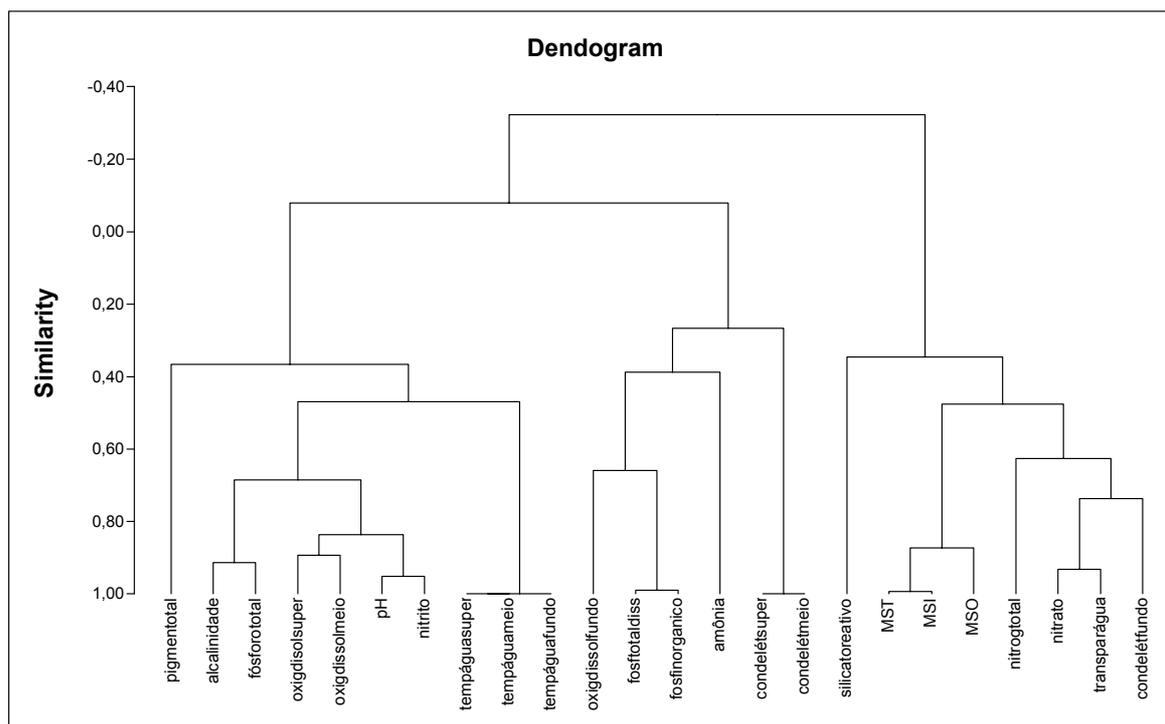


Figura 112 - Dendrograma obtido pelo método UPGW, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson como medida de similaridade para as variáveis obtidas no período seco (fevereiro/2000).

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotaldiss – fosfato total dissolvido, fosfinorganico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

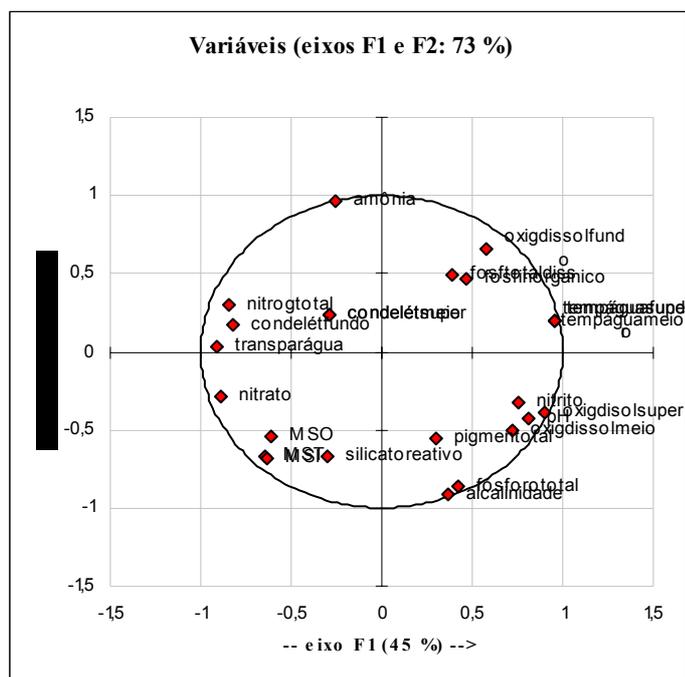


Figura 113 - Dispersão das componentes principais para os elementos físicos, químicos e biológico no mês de fevereiro de 2000.

Legenda: - oxigdissolfundo – oxigênio dissolvido no fundo, oxigdissolsuper – oxigênio dissolvido na superfície, oxigdissolmeio – oxigênio dissolvido na média profundidade, tempáguasuper – temperatura da água na superfície, pigmenttotal – pigmento total, fósforototal – fósforo total, nitrogtotal – nitrogênio total, tempáguameio – temperatura da água na média profundidade, condelétsuper – condutividade elétrica na superfície, condelétmeio – condutividade elétrica na média profundidade, silicatoreativo – silicato reativo, transparágua – transparência da água, fosftotdiss – fosfato total dissolvido, fosfinorgânico – fosfato inorgânico, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânico, tempáguafundo – temperatura da água no fundo, MSO – material em suspensão orgânico e condelétfundo – condutividade elétrica no fundo.

Tabela 41 - Grupos formados pela análise de agrupamento dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA no mês de valores aleatórios em fevereiro de 2000.

Elementos	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Pigmento total	10,00	10,00	80,00	40,00	30,00	10,00
Alcalinidade	6,00	10,00	10,00	10,00	8,00	8,00
Fósforo total	5,14	37,34	55,82	37,93	27,80	26,31
Oxigênio dissolvido na superfície	6,60	8,00	8,60	8,50	8,50	8,70
Oxigênio dissolvido na média profundi.	6,20	8,50	8,00	8,50	8,00	8,70
pH	5,24	6,17	6,44	6,20	6,57	6,16
Nitrito	0,60	2,99	2,69	2,39	3,59	2,69
Temperatura da água na superfície	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Temperatura da água na média profundi.	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Temperatura da água no fundo	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	21,00
Oxigênio dissolvido no fundo	3,00	2,00	3,00	2,00	6,50	6,00
Fosfato total dissolvido	11,62	5,63	5,14	8,63	57,73	3,64
Fosfato inorgânico	1,57	0,97	0,38	0,67	31,38	1,87
Amônia	75,41	14,34	5,10	21,53	51,80	45,65
Condutividade elétrica na superfície	10,00	10,00	10,00	8,50	10,00	10,00
Condutividade elétrica na média profundi.	10,00	10,00	10,00	8,50	10,00	10,00
Silicato reativo	1,63	1,73	1,63	1,72	1,59	1,59
Material em Suspensão Total	152,00	225,50	213,60	89,60	79,10	63,70
Material em Suspensão Inorgânico	102,20	177,20	147,80	58,10	50,40	39,20
Material em Suspensão Orgânico	49,70	48,30	65,80	31,50	28,70	24,50
Nitrogênio total	1527,21	865,25	1044,00	800,09	802,22	760,56
Nitrato	8,64	9,73	6,47	5,38	5,11	4,29
Transparência da água	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
Condutividade elétrica no fundo	30,00	20,00	10,00	20,00	10,00	10,00

6.5 - Correlação dos parâmetros estudados

O comportamento sazonal dos sistemas tropicais é determinado por diferentes fatores quando comparado com os ecossistemas aquáticos de clima temperado, onde as principais funções de força são a temperatura e o fotoperíodo. Nos corpos de água em clima tropical observa-se que os fatores atuantes são a temperatura, pluviosidade, além de outros.

A determinação da carga externa e interna é um dos problemas mais difíceis quanto aos estudos da eutrofização. Principalmente, no caso da represa Velha onde há cargas não-pontuais oriundas de fontes difusas, devido à intensa agricultura existente no local. A represa é rodeada de terras aráveis altamente fertilizadas, como já foram apresentadas em figuras anteriores.

Utilizando-se a análise estatística dos resultados obtidos na represa Velha, através do Programa XLSTAT 6.1, Teste bi-caudal obtiveram-se as correlações estatisticamente significativas em $\alpha = 5\%$.

Na tabela 42 observa-se o valor de correlação estatisticamente significativo no mês de julho de 1998, período seco, na qual obteve-se as menores concentrações dos elementos físicos, químicos e biológico, tendo a maior ocorrência entre as correlações da condutividade elétrica no fundo os valores negativos de alcalinidade; oxigênio dissolvido na superfície e na média profundidade, e positivos para a temperatura da água no fundo; material em suspensão total e material em suspensão orgânico.

Para o pigmento total, a correlação foi negativa com a temperatura da água na superfície. Para a alcalinidade, a correlação foi positiva com o oxigênio dissolvido na superfície e negativa para a temperatura da água no fundo e a condutividade elétrica no fundo, o oxigênio dissolvido na superfície se correlacionou positivamente com a alcalinidade e negativa com a temperatura da água no fundo, material em suspensão orgânico e condutividade elétrica no fundo. Quanto ao oxigênio dissolvido na média profundidade a correlação foi negativa para o material em suspensão orgânico e condutividade elétrica no fundo, o oxigênio dissolvido no fundo teve uma correlação negativa com o nitrogênio total, o fosfato total dissolvido a correlação foi negativa com a amônia, o fosfato inorgânico correlacionou-se positivamente com o nitrato, material em suspensão total e material em suspensão inorgânico, o nitrogênio total a correlação foi negativa para o oxigênio dissolvido no fundo, a correlação do nitrato foi positiva para o fosfato inorgânico, material em suspensão total e material em suspensão

inorgânico, a correlação entre a amônia e o fosfato total dissolvido foi negativa; para a temperatura da água na superfície a correlação foi negativa para pigmento total, a temperatura da água na média profundidade teve uma correlação positiva para a condutividade elétrica na superfície e na média profundidade, para a temperatura da água no fundo a correlação foi negativa com relação à alcalinidade e oxigênio dissolvido na superfície e positiva para o material em suspensão orgânico e condutividade elétrica no fundo, o material em suspensão total teve uma correlação positiva para o fosfato inorgânico, nitrato, material em suspensão inorgânico, material em suspensão orgânico e com a condutividade elétrica no fundo, o material em suspensão inorgânico teve uma correlação significativamente positiva com o fosfato inorgânico, nitrato e material em suspensão total, o material em suspensão orgânico a correlação foi negativa para o oxigênio dissolvido na superfície e na média profundidade e positivo para o material em suspensão total e condutividade elétrica no fundo, a condutividade elétrica na superfície teve uma correlação positiva com a temperatura na água na média profundidade e condutividade elétrica na média profundidade, e a condutividade elétrica na média profundidade teve uma correlação significativamente positiva para a temperatura na água na média profundidade e condutividade elétrica na superfície.

Tabela 42 - Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de julho de 1998. **Fonte:** Bufon, 1999.

	pgt	alca	pH	ods	odm	odf	fôt	foit	foin	nitt	nitra	nitri	amô	silrea	tágsu	tágm	tágfu	traág	MST	MSI	MSO	clés	cléf	
pgt	1	-0,42	-0,71	-0,59	-0,51	0,11	0,18	-0,52	0,08	0,05	0,05	0,20	0,11	-0,35	-1,00	0,08	0,49	-0,44	0,16	0,01	0,54	0,20	0,20	0,62
alca	-0,42	1	0,49	0,91	0,73	-0,18	-0,02	0,01	-0,48	-0,02	-0,49	0,62	0,19	-0,14	0,42	-0,75	-0,96	0,44	-0,57	-0,45	-0,80	-0,62	-0,62	-0,85
pH	-0,71	0,49	1	0,55	0,73	0,39	-0,40	-0,03	-0,31	-0,62	-0,27	-0,31	0,51	0,10	0,71	-0,45	-0,48	0,29	-0,54	-0,44	-0,74	-0,54	-0,54	-0,78
ods	-0,59	0,91	0,55	1	0,69	-0,39	-0,27	-0,07	-0,53	0,17	-0,56	0,51	0,28	0,02	0,59	-0,44	-0,98	0,30	-0,68	-0,56	-0,89	-0,32	-0,32	-0,91
odm	-0,51	0,73	0,73	0,69	1	0,33	0,11	-0,06	-0,67	-0,36	-0,74	0,32	0,29	-0,51	0,51	-0,59	0,01	-0,73	-0,62	-0,89	-0,74	-0,74	-0,90	
odf	0,11	-0,18	0,39	-0,39	0,33	1	0,25	-0,07	-0,08	-0,92	-0,03	-0,43	0,23	-0,44	-0,11	-0,38	0,39	-0,12	-0,04	-0,05	0,01	-0,62	-0,62	0,01
fôt	0,18	-0,02	-0,40	-0,27	0,11	0,25	1	0,52	0,17	0,04	-0,01	0,38	-0,74	-0,60	-0,18	-0,20	0,22	-0,04	0,40	0,42	0,28	-0,39	-0,39	0,24
foit	-0,52	0,01	-0,03	-0,07	-0,06	-0,07	0,52	1	0,72	0,11	0,53	-0,13	-0,85	0,29	0,52	-0,03	0,04	0,58	0,67	0,78	0,27	-0,15	-0,15	0,16
foin	-0,08	-0,48	-0,31	-0,53	-0,67	-0,08	0,17	0,72	1	0,05	0,96	-0,51	-0,65	0,64	0,08	0,24	0,46	0,54	0,95	0,96	0,76	0,26	0,26	0,67
nitt	0,05	-0,02	-0,62	0,17	-0,36	-0,92	0,04	0,11	0,05	1	-0,06	0,51	-0,42	0,16	-0,05	0,54	-0,16	-0,16	0,12	0,11	0,14	0,67	0,67	0,16
nitra	0,05	-0,49	-0,27	-0,56	-0,74	-0,03	-0,01	0,53	0,96	-0,06	1	-0,57	-0,44	0,71	-0,05	0,17	0,46	0,56	0,89	0,88	0,77	0,26	0,26	0,69
nitri	0,20	0,62	-0,31	0,51	0,32	-0,43	0,38	-0,13	-0,51	0,51	-0,57	1	-0,14	-0,51	-0,20	-0,33	-0,57	-0,09	-0,35	-0,35	-0,20	-0,20	-0,20	-0,33
amô	0,11	0,19	0,51	0,28	0,29	0,23	-0,74	-0,85	-0,65	-0,42	-0,44	-0,14	1	-0,05	-0,11	-0,20	-0,24	-0,25	-0,75	-0,80	-0,52	-0,10	-0,10	-0,44
silrea	-0,35	-0,14	0,10	0,02	-0,51	-0,44	-0,60	0,29	0,64	0,16	0,71	-0,51	-0,05	1	0,35	0,26	-0,04	0,60	0,40	0,44	0,25	0,45	0,45	0,19
tágsu	-1,00	0,42	0,71	0,59	0,51	-0,11	-0,18	0,52	0,08	-0,05	-0,05	-0,20	-0,11	0,35	1	-0,08	-0,49	0,44	-0,16	-0,01	-0,54	-0,20	-0,20	-0,62
tágm	0,08	-0,75	-0,45	-0,44	-0,59	-0,38	-0,20	-0,03	0,24	0,54	0,17	-0,33	-0,20	0,26	-0,08	1	0,56	-0,53	0,27	0,18	0,45	0,91	0,91	0,51
tágfu	0,49	-0,96	-0,48	-0,98	-0,63	0,39	0,22	0,04	0,46	-0,16	0,46	-0,57	-0,24	-0,04	-0,49	0,56	1	-0,42	0,59	0,48	0,81	0,39	0,39	0,85
traág	-0,44	0,44	0,29	0,30	0,01	-0,12	-0,04	0,58	0,54	-0,16	0,56	-0,09	-0,25	0,60	0,44	-0,53	-0,42	1	0,36	0,48	-0,01	-0,36	-0,36	-0,14
MST	0,16	-0,57	-0,54	-0,68	-0,73	-0,04	0,40	0,67	0,95	0,12	0,89	-0,35	-0,75	0,40	-0,16	0,27	0,59	0,36	1	0,99	0,89	0,26	0,26	0,82
MSI	0,01	-0,45	-0,44	-0,56	-0,62	-0,05	0,42	0,78	0,96	0,11	0,88	-0,33	-0,80	0,44	-0,01	0,18	0,48	0,48	0,99	1	0,79	0,17	0,17	0,70
MSO	0,54	-0,80	-0,74	-0,89	-0,89	0,01	0,28	0,27	0,76	0,14	0,77	-0,35	-0,52	0,25	-0,54	0,45	0,81	-0,01	0,89	0,79	1	0,46	0,46	0,99
clés	0,20	-0,62	-0,54	-0,32	-0,74	-0,62	-0,39	-0,15	0,26	0,67	0,26	-0,20	-0,10	0,45	-0,20	0,91	0,39	-0,36	0,26	0,17	0,46	1	1,00	0,52
cléf	0,20	-0,62	-0,54	-0,32	-0,74	-0,62	-0,39	-0,15	0,26	0,67	0,26	-0,20	-0,10	0,45	-0,20	0,91	0,39	-0,36	0,26	0,17	0,46	1,00	1	0,52
cléf	0,62	-0,85	-0,78	-0,91	-0,90	0,01	0,24	0,16	0,67	0,16	0,69	-0,33	-0,44	0,19	-0,62	0,51	0,85	-0,14	0,82	0,70	0,99	0,52	0,52	1

Em vermelho, valores significativos (exceto diagonal) a um nível de significância $\alpha = 0,05$ (teste bi-caudal).

Legenda: pgt. – pigmento total, alca. – alcalinidade, pH – potencial hidrogeniônico, ods. – oxigênio dissolvido na água na superfície, odm. – oxigênio dissolvido na água na média profundidade, odf. – oxigênio dissolvido na água no fundo, fôt. – fósforo total, foit. – fósforo total, foin. – fosfato total dissolvido, foin. – fosfato inorgânico, nitt. – nitrogênio total, nitra. – nitrito, nitri. – nitrito, amô. – amônia, silrea. – silicato reativo, tágsu. – temperatura da água na superfície, tágm. – temperatura da água na média profundidade, tágfu. – temperatura da água no fundo, traág. – transparência da água, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânica, MSO – material em suspensão orgânica, clés. – condutividade elétrica da água na superfície, cléf. – condutividade elétrica da água na média profundidade, cléf. – condutividade elétrica da água no fundo.

Durante o mês de abril de 2001, período chuvoso, as maiores concentrações dos elementos físicos, químicos e biológico, ocorreram estatisticamente significativas entre $\alpha = 5\%$ em relação ao pigmento total que está relacionado positivamente com o fósforo total, nitrito, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico e negativamente com o silicato reativo. Também foi observado para o fósforo total o maior número de correlações relacionadas positivamente com o pigmento total, oxigênio dissolvido na água na superfície, fosfato inorgânico, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico (Tabela 43).

A correlação estatisticamente significativa para a alcalinidade foi negativa com relação ao nitrato, o oxigênio dissolvido na superfície teve uma correlação positiva para o fósforo total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico e negativo para a transparência da água. A correlação do fosfato total dissolvido foi positivo para o oxigênio dissolvido na água na superfície e nitrito, e negativo para o silicato reativo e transparência da água, o fosfato inorgânico a correlação foi positivo para o oxigênio dissolvido na água na superfície e fósforo total, o nitrogênio total teve uma correlação positiva para o silicato reativo e negativa para o nitrito, a correlação do nitrato foi negativo para a alcalinidade, o nitrito teve uma correlação significativamente positivo para o pigmento total e fosfato total dissolvido e negativo para o nitrogênio total, amônia e silicato reativo, a correlação da amônia foi positivo para o silicato reativo e negativo para o nitrito, para o silicato reativo a correlação foi negativo para o pigmento total, fosfato total dissolvido e nitrito e positivo para o nitrogênio total e amônia, a temperatura da água na superfície teve uma correlação positiva para a temperatura da água na média profundidade e no fundo, para a temperatura da água na média profundidade a correlação foi positiva para a temperatura da água na superfície e no fundo, a correlação da temperatura da água no fundo foi positivo para a temperatura da água na superfície e na média profundidade; a transparência da água teve correlação negativa com o oxigênio dissolvido na água na superfície e fosfato total dissolvido, para o material em suspensão total a correlação foi positiva para o pigmento total, fósforo total, explicando 100% da correlação entre o material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico, estas mesmas correlações ocorridas para o material em suspensão total também ocorreram para o material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico.

Tabela 43 - Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de abril de 2001. **Fonte:** Bufon, 2002.

	pgt	alca	pH	ods	odm	odf	fôt	foid	foin	nitt	nitra	nitri	amô	silrea	tágsu	tágm	tágfu	traág	MST	MSI	MSO	clés	clém	cléf
pgt	1																							
alca	-0,46	1																						
pH	0,66	-0,30	1																					
ods	0,75	-0,55	0,28	1																				
odm	0,19	0,02	0,72	0,12	1																			
odf	-0,15	0,77	-0,50	-0,09	-0,20	1																		
fôt	0,86	-0,79	0,52	0,86	0,21	-0,38	1																	
foid	0,72	-0,16	0,28	0,91	0,23	0,25	0,66	1																
foin	0,73	-0,77	0,27	0,92	-0,09	-0,37	0,88	0,70	1															
nitt	-0,61	0,06	-0,80	-0,48	-0,63	0,22	-0,39	-0,59	-0,37	1														
nitra	0,38	-0,90	0,36	0,28	0,09	-0,72	0,69	-0,07	0,48	0,11	1													
nitri	0,83	-0,09	0,54	0,72	0,20	0,07	0,56	0,83	0,61	-0,82	-0,14	1												
amô	-0,74	-0,11	-0,68	-0,55	-0,61	-0,22	-0,48	-0,77	-0,30	0,81	0,14	-0,83	1											
silrea	-0,84	0,18	-0,57	-0,80	-0,28	-0,02	-0,64	-0,88	-0,68	0,84	0,06	-0,99	0,85	1										
tágsu	-0,17	-0,56	-0,36	0,45	-0,11	-0,30	0,29	0,18	0,50	0,21	0,32	-0,21	0,38	0,10	1									
tágm	-0,03	-0,61	-0,34	0,57	-0,21	-0,28	0,39	0,30	0,64	0,15	0,32	-0,06	0,31	-0,05	0,98	1								
tágfu	0,07	-0,75	-0,18	0,58	-0,19	-0,49	0,48	0,25	0,72	0,07	0,46	-0,01	0,30	-0,09	0,94	0,97	1							
traág	-0,41	0,19	0,05	-0,85	0,02	-0,17	-0,46	-0,87	-0,72	0,43	0,20	-0,66	0,42	0,71	-0,51	-0,62	-0,56	1						
MST	0,85	-0,78	0,58	0,73	0,25	-0,42	0,98	0,54	0,77	-0,33	0,77	0,47	-0,46	-0,54	0,17	0,26	0,37	-0,27	1					
MSI	0,84	-0,79	0,58	0,72	0,23	-0,42	0,98	0,53	0,77	-0,32	0,78	0,46	-0,45	-0,53	0,17	0,25	0,36	-0,26	1,00	1				
MSO	0,85	-0,78	0,60	0,75	0,28	-0,41	0,98	0,57	0,78	-0,37	0,76	0,49	-0,49	-0,57	0,18	0,26	0,37	-0,30	1,00	1,00	1			
clés	-0,39	0,49	-0,20	-0,32	0,42	0,54	-0,31	-0,10	-0,60	0,30	-0,21	-0,43	-0,09	0,40	-0,10	-0,23	-0,40	0,27	-0,24	-0,24	-0,24	1		
clém	-0,01	0,44	-0,10	-0,50	-0,52	0,27	-0,42	-0,37	-0,38	0,16	-0,33	0,05	0,11	0,10	-0,77	-0,70	-0,66	0,45	-0,35	-0,34	-0,37	-0,28	1	
cléf	0,38	-0,12	0,34	0,69	0,67	0,13	0,50	0,79	0,41	-0,55	-0,01	0,47	-0,68	-0,58	0,35	0,34	0,26	-0,67	0,41	0,40	0,45	0,33	-0,77	1

Em vermelho, valores significativos (exceto diagonal) a um nível de significância $\alpha = 0,05$ (teste bi-caudal).

Legenda: pgt. – pigmento total, alca. – alcalinidade, pH – potencial hidrogeniônico, ods. – oxigênio dissolvido na água na superfície, odm. – oxigênio dissolvido na água na média profundidade, odf – oxigênio dissolvido na água no fundo, fôt. – fósforo total, foid. – fosfato total dissolvido, foin. – íon nítrico total, nitra. – nitrito, nitri. – nitrato, amô. – amônia, silrea. – silicato reativo, tágsu. – temperatura da água na superfície, tágm. – temperatura da água na média profundidade, tágfu. – temperatura da água no fundo, traág. – transparência da água, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânica, MSO – material em suspensão orgânica, clés. – condutividade elétrica da água na superfície, clém. – condutividade elétrica da água na média profundidade, cléf. – condutividade elétrica da água no fundo.

Tomando como um mês aleatório fevereiro de 2000, período chuvoso, as concentrações dos elementos físicos, químicos e biológico, observou-se que as maiores correlações estatisticamente significativas entre $\alpha = 5\%$ ocorreram em relação ao oxigênio dissolvido na água na superfície sendo relacionado positivamente com o pH, oxigênio dissolvido na água na média profundidade e nitrito e negativamente com o nitrogênio total, transparência da água e condutividade elétrica da água no fundo, a temperatura da água na superfície teve correlação negativa relacionado com o nitrato, transparência da água, material em suspensão total e material em suspensão inorgânico e explicando 100% da correlação os valores positivos de temperatura da água na média profundidade e no fundo, estas mesmas correlações ocorreram também para a temperatura da água na média profundidade e no fundo, o material em suspensão inorgânico também teve a maior quantidade de correlação entre os elementos estudados, relacionados positivamente com o nitrato, material em suspensão total e material em suspensão orgânico e negativamente com a temperatura da água na superfície, média profundidade e fundo (Tabela 44).

A alcalinidade teve correlação positivo com o fósforo total e negativo para a amônia, o pH a correlação foi negativa para o nitrogênio total e condutividade elétrica da água no fundo e positiva para o oxigênio dissolvido na água na superfície e nitrito, o oxigênio dissolvido na água na média profundidade teve correlação positiva para o oxigênio dissolvido na água na superfície e negativo para o nitrogênio total, o oxigênio dissolvido na água no fundo teve uma correlação negativa para o silicato reativo, para o fósforo total a correlação foi negativa para a amônia e positivo para a alcalinidade, a correlação do fosfato total dissolvido foi positivo para o fosfato inorgânico, o fosfato inorgânico teve correlação positiva com o fosfato total dissolvido, para o nitrogênio total a correlação foi negativa para o pH, oxigênio dissolvido na água na superfície e média profundidade e nitrito, o nitrato correlacionou-se negativamente com a temperatura da água na superfície, média profundidade e no fundo e positivamente para a transparência da água e material em suspensão inorgânico, para o nitrito a correlação foi positiva para o pH e oxigênio dissolvido na água na superfície e negativo para o nitrogênio total e condutividade elétrica da água no fundo, a amônia teve correlação negativa com a alcalinidade e fósforo total, para o silicato reativo a correlação estatisticamente significativa foi negativamente com o oxigênio dissolvido na água no fundo, a transparência da água teve correlação positiva com o nitrato e negativo com o oxigênio dissolvido na água na superfície, temperatura da água na superfície, média

profundidade e fundo, o material em suspensão total teve correlação significativamente positiva com o material em suspensão inorgânico e material em suspensão orgânico e negativa com a temperatura da água na superfície, média profundidade e fundo. Já o material em suspensão orgânico teve correlação positiva com o material em suspensão total e material em suspensão inorgânico, a condutividade elétrica da água na superfície teve correlação positiva com a condutividade elétrica da água na média profundidade, para a condutividade elétrica da água na média profundidade a correlação foi positiva para a condutividade elétrica da água na superfície, e a condutividade elétrica da água no fundo teve correlação significativamente negativa para o pH, oxigênio dissolvido na água na superfície e nitrito.

Tabela 44 - Correlação dos elementos físicos, químicos e biológico da represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos no mês de fevereiro de 2000. **Fonte:** Bufon, 2002.

	alca	pH	ods	odm	odf	fôt	foid	foin	nitt	nitra	nitri	amô	silrea	tágsu	tágm	tágfu	traág	MST	MSI	MSO	clés	clém	cléf
alca	1	0,53	0,51	0,45	0,13	-0,18	0,78	-0,03	-0,04	-0,07	0,24	-0,61	-0,04	0,22	0,22	0,22	-0,56	0,28	0,21	0,53	-0,18	-0,18	-0,44
pH	0,53	1	0,69	0,68	0,76	-0,43	0,91	-0,27	-0,23	-0,63	0,60	-0,98	0,61	0,17	0,17	0,17	-0,32	0,36	0,39	0,20	-0,40	-0,40	-0,40
ods	0,51	0,69	1	0,92	0,78	0,33	0,77	0,36	0,44	-0,83	0,95	-0,63	-0,06	0,61	0,61	0,61	-0,71	-0,10	-0,08	-0,17	-0,07	-0,07	-0,88
odm	0,45	0,68	0,92	1	0,89	0,34	0,74	0,10	0,20	-0,90	0,84	-0,62	-0,08	0,75	0,75	0,75	-0,83	-0,28	-0,26	-0,32	-0,22	-0,22	-0,89
odf	0,13	0,76	0,78	0,89	1	0,13	0,65	-0,10	-0,00	-0,96	0,80	-0,67	0,24	0,56	0,56	0,56	-0,53	-0,18	-0,11	-0,39	-0,28	-0,28	-0,68
fôt	-0,18	-0,43	0,32	0,34	0,13	1	-0,25	0,62	0,70	-0,32	0,40	0,46	-0,86	0,59	0,59	0,59	-0,49	-0,66	-0,66	-0,58	0,43	0,43	-0,61
foin	0,78	0,91	0,77	0,74	0,65	-0,25	1	-0,20	-0,15	-0,53	0,61	-0,95	0,29	0,22	0,22	0,22	-0,49	0,39	0,38	0,37	-0,18	-0,18	-0,61
nitt	-0,03	-0,27	0,36	0,10	-0,10	0,62	-0,20	1	0,99	-0,17	0,43	0,37	-0,43	0,36	0,36	0,36	-0,25	-0,40	-0,40	-0,37	0,16	0,16	-0,28
nitra	-0,04	-0,23	0,44	0,20	-0,00	0,70	-0,15	0,99	1	-0,27	0,56	0,33	-0,48	0,42	0,42	0,42	-0,31	-0,43	-0,41	-0,42	0,22	0,22	-0,39
nitri	-0,07	-0,03	-0,83	-0,90	-0,96	-0,32	-0,53	-0,17	-0,27	1	-0,88	0,51	-0,11	-0,69	-0,69	-0,69	0,61	0,37	0,30	0,56	0,28	0,28	-0,72
amô	-0,26	-0,03	-0,51	-0,69	-0,44	-0,66	-0,16	-0,29	-0,35	0,56	1	-0,40	0,53	-0,97	-0,97	0,93	0,93	0,81	0,83	0,62	0,28	0,28	0,68
silrea	0,24	0,60	0,95	0,84	0,80	0,40	0,61	0,43	0,52	-0,88	-0,40	-0,53	-0,04	0,52	0,52	0,52	-0,53	-0,12	-0,06	-0,30	0,05	0,05	-0,82
tágsu	-0,61	-0,98	-0,63	-0,62	-0,67	0,46	-0,95	0,37	0,33	0,51	-0,04	-0,53	-0,54	-0,05	-0,05	-0,05	0,27	-0,49	-0,51	-0,38	0,26	0,26	0,41
tágm	-0,04	0,61	-0,06	-0,08	0,24	-0,86	0,29	-0,43	-0,48	-0,11	0,53	-0,04	-0,54	-0,36	-0,36	-0,36	0,40	0,45	0,50	0,20	-0,57	-0,57	0,46
tágfu	0,22	0,17	0,61	0,75	0,56	0,59	0,22	0,36	0,42	-0,69	-0,97	0,52	-0,05	-0,36	1	1,00	-0,92	-0,81	-0,82	-0,70	-0,42	-0,42	-0,66
traág	0,22	0,17	0,61	0,75	0,56	0,59	0,22	0,36	0,42	-0,69	-0,97	0,52	-0,05	-0,36	1,00	1	-0,92	-0,81	-0,82	-0,70	-0,42	-0,42	-0,66
MST	-0,56	-0,32	-0,71	-0,83	-0,53	-0,49	-0,49	-0,25	-0,31	0,61	0,93	-0,53	0,27	0,40	-0,92	-0,92	1	0,57	0,60	0,37	0,32	0,32	0,79
MSI	0,28	0,36	-0,10	-0,28	-0,18	-0,66	0,39	-0,40	-0,43	0,37	0,81	-0,12	-0,49	-0,81	-0,81	-0,81	0,57	1	0,99	0,90	0,33	0,33	0,24
MSO	0,21	0,39	-0,08	-0,26	-0,11	-0,66	0,38	-0,40	-0,41	0,30	0,83	-0,06	-0,51	-0,82	-0,82	0,60	0,99	1	0,84	0,33	0,33	0,24	0,24
clés	0,53	0,20	-0,17	-0,32	-0,39	-0,58	0,37	-0,37	-0,42	0,56	0,62	-0,30	0,38	0,20	-0,70	0,37	0,90	0,84	1	0,31	0,31	0,31	0,21
clém	-0,18	-0,40	-0,07	-0,22	-0,28	0,43	-0,18	0,16	0,22	0,28	0,05	0,26	-0,57	-0,42	-0,42	-0,42	0,32	0,33	0,33	0,31	1	1,00	-0,20
cléf	-0,18	-0,40	-0,07	-0,22	-0,28	0,43	-0,18	0,16	0,22	0,28	0,05	0,26	-0,57	-0,42	-0,42	-0,42	0,32	0,33	0,33	0,31	1,00	1	-0,20
cléf	-0,44	-0,40	-0,88	-0,89	-0,68	-0,61	-0,61	-0,28	-0,39	0,72	0,68	-0,82	0,41	0,46	-0,66	-0,66	0,79	0,24	0,24	0,21	-0,20	-0,20	1

Em vermelho, valores significativos (exceto diagonal) a um nível de significância $\alpha = 0,05$ (teste bi-caudal).

Legenda: pignt. – pigmento total, alca. – alcalinidade, pH – potencial hidrogeniônico, ods. – oxigênio dissolvido na água na superfície, odm. – oxigênio dissolvido na água na média profundidade, ofd – oxigênio dissolvido na água no fundo, fôt. – fósforo total, foid. – fosfato total dissolvido, foin. – fosfato inorgânico, nitt. – nitrogênio total, nitra. – nitrato, nitri. – nitrito, amô. – amônia, silrea. – silicato reativo, tágsu. – temperatura da água na superfície, tágm. – temperatura da água na média profundidade, tágfu. – temperatura da água no fundo, traág. – transparência da água, MST – material em suspensão total, MSI – material em suspensão inorgânica, MSO – material em suspensão orgânica, clés. – condutividade elétrica da água na superfície, clém. – condutividade elétrica da água na média profundidade, cléf. – condutividade elétrica da água no fundo.

6.6 - Comparação dos resultados de batimetria com o material em suspensão total (MST)

Ao comparar as análises de batimetria e material em suspensão total (MST) na represa Velha, CEPTA/IBAMA, durante 4 anos, verifica-se que para a batimetria do mês de agosto dos anos de 1998 e 1999 a maior perda de profundidade foi de $-0,52$ m no ponto P1 (antigo cercado da represa) e a menor perda foi de $-0,01$ m nos pontos P4 e P6 (barragem e antigo local dos tanques-rede); para o MST deste mesmo período a maior concentração foi de $169,26$ mg.L^{-1} no ponto P1 (antigo cercado da represa). Estes resultados coincidem com o mesmo ponto para a batimetria, e o menor valor foi de $54,25$ mg.L^{-1} no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa). Para o mês de agosto dos anos de 1999 e 2000 a maior perda de profundidade foi de $-0,47$ m no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) e a menor perda foi de $-0,01$ m no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede), sendo que para o ponto P3 (antigo banco de macrófitas) teve-se um aumento de profundidade de $0,25$ m, o maior ganho de MST neste mesmo período foi de $204,63$ mg.L^{-1} no ponto P1 (antigo cercado da represa) e o menor ganho foi de $71,24$ mg.L^{-1} no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede). No mês de agosto dos anos 2000 e 2001 a maior perda de profundidade foi de $-0,28$ m nos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas) e a menor perda foi de $-0,10$ m no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede); para este período também ocorreu aumento de profundidade de $0,53$ m no ponto P5 (meio da represa). Para o MST o maior ganho de sedimentos foi de $283,02$ mg.L^{-1} no ponto P1 (antigo cercado da represa); este resultado coincidiu com o mesmo ponto para a batimetria e o menor ganho foi de $48,60$ mg.L^{-1} no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa). Comparando o mês de agosto entre os anos de 1998 e 2001 a maior perda de profundidade foi de $-1,20$ m no ponto P1 (antigo cercado da represa) e a menor perda foi de $-0,02$ m no ponto P5 (meio da represa), e para o MST o maior ganho de sedimento foi de $452,28$ mg.L^{-1} no ponto P1 (antigo cercado da represa), coincidindo novamente com os dados obtidos através da batimetria, e o menor valor foi de $102,85$ mg.L^{-1} no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) (Tabela 45).

Pode-se observar através destas comparações que o ponto P1 (antigo cercado da represa) está tendo um processo de assoreamento mais rápido que os outros pontos através das partículas finas, sendo que os grãos maiores estão se acumulando no delta de

entrada P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) conforme visualizados na figura 114, provavelmente devido à direção das correntes de água do ponto P2 para o P1.

Tabela 45 - Análise da comparação entre batimetria e material em suspensão total (MST) (mg.L^{-1}) na represa Velha CEPTA/IBAMA durante 4 anos. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Pontos	Coordenadas		Batimetria						Material em Suspensão Total										
	X	Y	1998	1999	98/99	MST	1999	2000	99/00	MST	2000	2001	00/01	MST	1998	2001	98/01	MST	1998-2001
P3	40	70	-0,97	-0,82	-0,15	73,19	-0,82	-1,07	0,25	141,64	-1,07	-0,79	-0,28	90,88	-0,97	-0,79	-0,18	164,07	
P4	110	20	-2,91	-2,92	0,01	87,23	-2,92	-3,01	0,09	106,56	-3,01	-2,84	-0,17	278,63	-2,91	-2,84	-0,07	365,86	
P1	160	185	-1,91	-1,39	-0,52	169,26	-1,39	-0,99	-0,40	204,63	-0,99	-0,71	-0,28	283,02	-1,91	-0,71	-1,20	452,28	
P6	210	60	-4,42	-4,41	-0,01	57,45	-4,41	-4,40	-0,01	71,24	-4,40	-4,30	-0,10	59,90	-4,42	-4,3	-0,12	117,35	
P5	220	90	-3,93	-3,80	-0,13	60,75	-3,80	-3,38	-0,42	94,28	-3,38	-3,91	0,53	50,20	-3,93	-3,91	-0,02	110,95	
P2	240	140	-1,94	-1,71	-0,23	54,25	-1,71	-1,24	-0,47	78,10	-1,24	-1,76	0,52	48,60	-1,94	-1,76	-0,18	102,85	

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

Ao comparar as análises de batimetria na represa Velha do CEPTA/IBAMA, durante o mês de agosto nos anos de 1998 e 2005, verificou-se que a maior perda de profundidade foi no ponto P1 de $-1,32$ m e a menor perda foi de $-0,05$ m no ponto P11, sendo que para os pontos P14 e P17 teve-se um aumento de profundidade entre $0,04$ e $0,23$ m. Para o MST durante os meses de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005 a soma da maior concentração foi de $584,05$ mg.L^{-1} no ponto P1. Estes resultados coincidem com o mesmo ponto para a batimetria e o menor valor foi de $38,75$ mg.L^{-1} no ponto P10, tendo semelhanças entre os locais com indício de diminuição de profundidades, conforme as observadas para a malha de amostragem de 10 m, sendo que os grãos maiores estão se acumulando no delta de entrada, como pode ser observado na tabela 46 e figura 114.

Tabela 46 - Análise da comparação entre batimetria (Bati) e material em suspensão total (MST) (mg.L⁻¹) na represa Velha CEPTA/IBAMA entre os anos de 1998 e 2005 e nos meses de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005.

Pontos	Coordenadas			Material em Suspensão Total											
	X	Y	1998	2005	Bat. 98/05	Jun./04	Jul./04	Ago./04	Dez./04	Jan./05	Fev./05	Jun./05	Jul./05	Ago./05	MST/total
P20	30	60	-0,79	-0,56	-0,23	6,75	9,45	9,20	29,00	14,05	22,20	18,90	11,35	20,75	141,65
P18	70	20	-1,47	-0,95	-0,52	2,55	3,50	4,95	4,45	4,85	8,30	3,95	3,50	5,75	41,80
P19	70	60	-1,95	-1,38	-0,57	6,70	4,00	3,95	8,00	6,55	15,30	5,40	4,00	21,15	75,05
P15	115	20	-2,91	-2,30	-0,61	3,55	6,70	3,30	4,65	4,05	21,75	4,50	3,00	3,20	54,70
P16	115	60	-1,92	-1,42	-0,50	3,00	3,40	3,35	5,85	3,55	13,00	5,40	3,65	3,60	44,80
P17	115	160	-0,67	-0,90	0,23	7,10	5,15	6,40	7,60	9,35	9,05	4,35	4,85	11,40	65,25
P12	155	20	-4,11	-3,73	-0,38	5,30	7,00	3,95	5,20	4,85	48,65	8,90	4,30	5,55	93,70
P13	155	60	-1,82	-1,51	-0,31	3,20	5,95	3,40	3,25	3,10	9,90	4,05	2,65	3,60	39,10
P14	155	180	-1,91	-1,95	0,04	8,75	8,60	8,45	11,70	6,05	27,85	8,20	4,65	4,30	88,55
P7	195	20	-4,69	-4,15	-0,54	5,65	5,90	5,30	7,65	6,15	56,95	6,40	4,45	4,80	103,25
P8	195	60	-4,42	-2,92	-1,50	4,70	5,20	8,10	5,55	6,10	28,60	10,75	3,40	3,00	75,40
P9	195	100	-3,92	-3,23	-0,69	2,70	2,70	3,75	4,95	4,05	26,15	5,05	3,10	2,85	55,30
P10	195	140	-2,81	-2,42	-0,39	2,55	3,10	3,45	4,05	2,85	13,15	3,40	3,05	3,15	38,75
P11	195	180	-0,49	-0,44	-0,05	12,75	4,55	10,50	3,20	7,30	32,65	5,60	10,25	35,40	122,20
P2	230	20	-4,47	-3,91	-0,56	4,50	3,85	7,80	6,05	4,20	48,45	7,80	3,60	3,15	89,40
P3	230	60	-4,27	-3,92	-0,35	6,30	4,25	5,50	6,05	4,60	52,40	4,80	3,70	3,65	91,25
P4	230	100	-3,37	-2,70	-0,67	4,30	4,70	6,85	4,20	4,75	22,15	5,05	3,95	2,45	58,40
P5	230	140	-2,97	-1,90	-1,07	3,00	6,50	5,95	4,40	4,15	11,00	4,70	5,20	2,75	47,65
P6	230	180	-1,23	-0,56	-0,67	6,75	20,70	6,10	3,40	4,05	6,85	9,40	12,10	12,55	81,90
P1	250	150	-1,61	-0,29	-1,32	54,80	28,60	80,40	18,25	5,85	112,25	85,25	16,80	181,85	584,05



Figura 114 - Assoreamento da represa Velha (CEPTA/IBAMA), em 1998 na área do delta. Pirassununga/SP. **Fonte:** Bufon (1999)

6.7 - Equiparação dos resultados de material em suspensão total (MST), durante um período de quatro dias

Os resultados da tabela 47 de material em suspensão total coletado na represa Velha (CEPTA/IBAMA), num período de 24, 48, 72 e 96 horas no mês de setembro de 2005, serviram para comparar a metodologia descrita por Maricato (1994); Leite (1998), que utilizaram o tempo de exposição das câmaras de sedimentação de 24 h.

Para a comparação dos resultados foi realizada uma análise de variância (ANOVA), a qual demonstrou que o período e o material coletado não apresentaram diferença entre eles. Desta forma, a variância não é a mesma nas quatro colunas e isso pode invalidar o teste. Para que a confiabilidade dos resultados não permanecesse em dúvida, realizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, e o resultado foi que as quatro coletas, segundo os diferentes tempos de amostragem, forneceram os mesmos resultados para um nível de significância de 5%.

Os resultados obtidos nos pontos 4, 5 e 6 (P4 – barragem, P5 – meio da represa e P6 – antigo local dos tanques-rede) com profundidades entre 2,37 e 3,99 m, tiveram pouca diferença entre os dados coletados durante os quatro dias, o que não ocorreu com os pontos 1, 2 e 3 (P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e P3 – antigo banco de macrófitas) nos quais as profundidades eram de 0,35 a 0,99 m. Com essas informações podemos assumir que o período de 24 h foi

pertinente, para locais com profundidades a partir de 1,50 m, e para os locais com profundidades até 1,49 m, seria viável realizar batimetria; desta forma os custos seriam menores e os resultados mais confiáveis.

Tabela 47 - Material em suspensão total (MST) ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), durante 4 dias no mês de setembro de 2005.

Horas	Pontos					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
24	2,30	10,20	5,50	3,50	4,10	3,00
48	29,90	19,40	6,00	4,20	4,10	3,40
72	62,00	11,60	32,80	4,80	4,60	3,60
96	7,80	51,10	16,00	5,40	8,80	4,30

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

6.8 - Modelo de correção para determinar o tempo de vida útil da represa Velha através dos modelos utilizados para câmara de sedimentação e batimetria

Após a realização das coletas de sedimento, utilizando-se de câmaras de sedimentação, os resultados obtidos foram calculados através da equação matemática abaixo, para determinar o tempo do depósito.

A1) Tempo do depósito (T)

$$p' = (S/L/N) \cdot C \cdot A = (1.982/20/9) \cdot 6,67 \cdot 365 = 26.807 \text{ mg/L/ano}$$

$$26.807 \text{ mg/L/ano} = 26.807 \text{ g/m}^3/\text{ano} = 0,026807 \text{ t/m}^3/\text{ano}$$

$$p' = 0,026807 \text{ t/m}^3/\text{ano}$$

$$P = 97.961 \text{ m}^3 \cdot 0,026807 \text{ t/m}^3/\text{ano} = 2.627 \text{ t/ano}$$

$$P = 2.627 \text{ t/ano}$$

Onde:

p' - taxa de sedimento anual

P - massa de sedimento acumulado por ano na represa

S - material em suspensão total = 1.982 mg/L

L - numero de pontos de coleta = 20

N - numero de coletas = 9

C – constante de correção para litro = 6,67 (1000/volume filtrado)

A - ano = 365 dias

$$A1) T = V \cdot \gamma_{ap} / P$$

$$T = 97.961 \cdot 1,61 / 2.627 = 60,04 \cong 60 \text{ anos}$$

Onde:

T - tempo de assoreamento

V - volume do reservatório = 97.961 m³

γ_{ap} - peso específico aparente = 1,61 t/m³

P - massa de sedimento acumulado por ano na represa = 2.627 t/ano

Outros dados obtidos através da batimetria, foram analisados pela equação matemática aplicada para determinar o tempo de vida útil da represa Velha.

B1) Batimetria

$$B1) T_v = V \cdot T / S$$

$$T_v = 97.961 / 2.120 = 46,21 \cong 46 \text{ anos}$$

Onde:

T_v - tempo de vida útil

V - volume do reservatório = 97.961 m³

S - material depositado em anos = 2.120 m³

T - tempo de comparação entre uma medida e outra = 1 ano

Após a realização dos cálculos para determinar o tempo de vida útil da represa Velha, aplicou-se o coeficiente de correção (K), que seria o resultado da batimetria mais próximo da realidade, dividido pelo da câmara de sedimentação onde obteve-se o K.

$$K = B1/A1$$

$$K = 46/60 = 0,766 \cong 0,77$$

Onde:

K - coeficiente de correção

B1 - batimetria

A1 - câmara de sedimentação

Desta forma através dos resultados obtidos das equações matemáticas das câmaras de sedimentação e da batimetria, foi possível desenvolver um modelo matemático com fator de correção, para determinar o tempo de vida útil na represa Velha com maior precisão e menor custo.

$$A2) T = K \cdot A1$$

$$T = 0,77 \cdot 60 = 46,2 \cong 46 \text{ anos}$$

Onde:

T - tempo de assoreamento

K - coeficiente de correção

A1 - câmara de sedimentação

Utilizando este modelo obtivemos entre os anos de;

$$1998/1999 = 51 \text{ anos}$$

$$1999/2000 = 27 \text{ anos}$$

$$2000/2001 = 76 \text{ anos}$$

$$2004/2005 = 46 \text{ anos}$$

Na utilização do modelo para a estimativa do tempo de vida útil para a represa Velha, a média anual entre os anos foi de 50 anos, apresentando similaridade entre os anos iniciais de 1998/1999, com 51 anos, e os anos finais de 2004/2005, com 46 anos, tendo uma oscilação entre os anos de 1999/2000, com 27 anos, e 2000/2001, com 76 anos. Bufon (2002), utilizando ambos os modelos encontrou valores diferentes dos obtidos, devido não ter agregado o coeficiente de correção (K). As diferenças entre os resultados provavelmente são devido às mudanças climáticas oriundas do “el niño” e “la niña”, combinadas com as atividades antrópicas na microbacia do córrego da Barrinha (Figura 115).

Com este resultado verifica-se que o processo é dinâmico, muda a cada ano o tempo de vida útil.

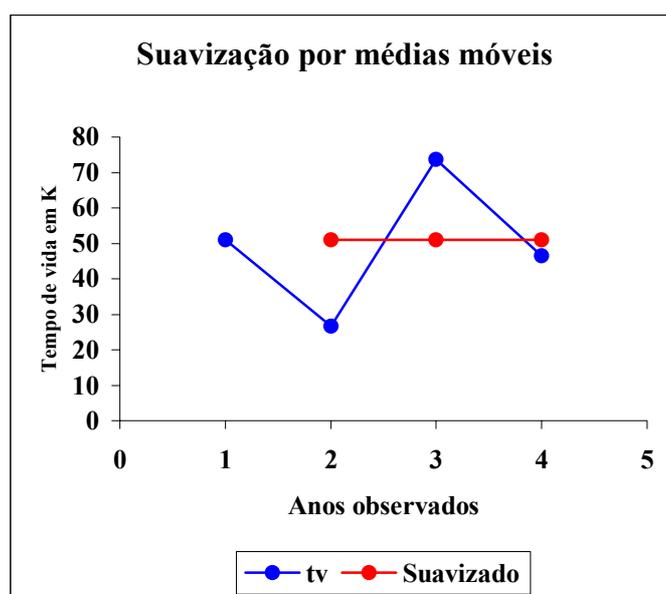


Figura 115 - Gráfico do ajuste do tempo de vida útil obtidos através das câmaras de sedimentação ajustados através do cálculo de K para os anos de 1998/1999 (1), 1999/2000 (2), 2000/2001 (3) e 2004/2005 (4).

Coelho (1993); Leite (1998), utilizando método de câmaras de sedimentação semelhante ao utilizado neste trabalho, encontraram diferentes resultados de tempo de vida útil para o Reservatório de Salto Grande, com amplitude de aproximadamente 100 anos.

7 - CONCLUSÕES

Ao iniciar este trabalho a rede de amostragem tinha como espaçamento 10 m, o qual após uma análise variográfica foi ampliado para 45 m, sem perda de qualidade nos resultados obtidos. Isso indica que a rede de amostragem estava desnecessariamente densa. Ao aplicar o intervalo de distância (a) de aproximadamente 45 m entre os pontos utilizando as câmaras de sedimentação, pode-se observar melhor a distribuição dos elementos químicos e físicos no reservatório. Em estudos futuros, portanto, antes da coleta de dados é aconselhável fazer uma cruz variográfica, ou geoestatística, para orientar a malha de amostragem. No planejamento inicial de uma amostragem a ser executada numa vasta área e em um nível de detalhe que exija conhecimento minucioso das variações do atributo medido, deve-se executar uma amostragem inicial para obter o padrão de malha a ser usado para a área toda. Ela deve ser implantada, com ponto de observação comum pertencente às duas linhas de amostragem, sobre uma porção da área julgada representativa e em direções perpendiculares entre si, ao longo das quais o maior número possível de amostras deve ser coletado. Essas duas direções fornecerão variogramas 1D que indicarão até que distância ocorre correlação espacial entre os valores obtidos. Essa distância será a dimensão da futura rede de amostragem geral para toda a área. No caso de um reservatório uma das direções poderia ser paralela ao eixo da barragem e a outra, como dito, perpendicular.

Através da análise da regressão linear múltipla, ajustada para a distância (a) de aproximadamente 45 m, durante os anos e períodos de junho, julho, agosto e dezembro de 2004 e de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto de 2005, utilizando como variável dependente o material em suspensão total (MST) e os demais elementos como variáveis independentes, foi possível confirmar os resultados obtidos durante os anos de 1998 a 2001.

Para a batimetria ajustada para 45 m entre os pontos verificou-se que a maior perda de profundidade foi no ponto P1, coincidindo com os levantamentos realizados com distância entre 10 m, significando que a aplicação da maior distância, ao fornecer os mesmos resultados, diminui o tempo de trabalho e, conseqüentemente, os custos.

Ao realizar coletas utilizando câmaras de sedimentação durante um período de 24, 48, 72 e 96 horas, chegou-se à conclusão que a metodologia adotada para o período de 24 horas forneceu os mesmos resultados que para os períodos mais longos e, portanto, pertinente.

Este trabalho mostrou que, através de um modelo simples, baseado na análise geoestatística, para determinar o espaçamento ótimo entre as câmaras de sedimentação, e na análise de regressão múltipla, para identificar a variável mais importante no assoreamento, foi possível identificar, com relativo grau de segurança, o tempo de vida útil da represa estudada.

Para os cálculos do tempo de vida útil da represa Velha, aplicou-se o coeficiente de correção (K). Para o cálculo desse coeficiente foi adotado a batimetria, como resultado mais confiável, dividido pelos resultados da câmara de sedimentação. Desta forma a média do tempo de vida útil da represa, estudados durante 4 anos, foi de 50 anos.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDINSOFT, 2002. **XLSTAT, version 6.1**. Conjunto de programas. 1 CD-Rom e manuais. Disponível em: <<http://www.xlstat.com.html>>.

ALABASTER, J. S.; LLOYD, R. **Water quality criteria for freshwater fish**. 2nd ed. London: Butterworth Sci, 1982.

ASADA, H. Some examples of bed profile calculations of sedimentation in reservoirs in mountainous regions. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR HYDRAULIC RESEARCH, 15, 1973, Istanbul. **Proceedings...** Istanbul: IAHR, 1973. v.1.

ASTHANA, B. N.; NIGAM, P. S. Distribution of sediment in reservoirs. **Civil Engineers**, v. 60, p. 299-305, may 1980.

BAKER, G. Two-front attack on dam sediment. **World Water**, v. 10, n. 7, p. 42-45, aug. 1987.

BARBOSA, F. A. R. et al. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-Basin, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J. G. ; STRAŠKRABA, M. (Ed.). **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, 1999. p. 425-437.

BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. Controle da qualidade da água para consumo humano: **Bases conceituais e operacionais**. São Paulo: CETESB, 1977. 198p.

BOYD, C. E. **Water quality in warmwater fish culture**. Alabama, USA: Auburn University, 1979.

BOYD, C. E. **Water quality in warmwater fish culture**. [S. l.]: Auburn University, 1981. 359p.

BOYD, C. E. **Water quality in warmwater fish culture**. [S. l.]: Auburn University, 1982. 359p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Agricultural Experiment Station; Auburn University, 1990.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: Edgard Blücher; CETESB, 1977. 185p.

BRAZIL, A. E. **Bacia hidrográfica alto Tietê – contribuição ao conhecimento da qualidade de águas de duas lagoas com conexão ao rio Baquirivú-Guaçú, município de Guarulhos – SP**. 2000. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Geral) – Universidade Guarulhos, Guarulhos.

BRUNE, G. M.; ALLEN, R. E. **A consideration of factors influencing reservoir sedimentation in the Ohio Valley Region**. American Geophysical Union Transactions, Washington, p. 649-655, 1941.

BUFON, A. G. M. **Variação da taxa de sedimentação na represa Velha (CEPTA/IBAMA/SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema. Um estudo de impacto ambiental, Pirassununga/SP**. 1999. 80 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Agrimensura) - Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga, Pirassununga.

BUFON, A. G. M. **Variação temporal e espacial da taxa de sedimentação e das características limnológicas na microbacia do córrego da Barrinha, no município de Pirassununga**, SP. 2002. 180 f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) – Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CARLSTRON FILHO, C.; PRANDINI, F. L. A ocupação urbana e o assoreamento de reservatórios de abastecimento na Região Metropolitana de São Paulo, Reservatórios Isolina Superior e Inferior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4th, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1984. p. 209-221.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Edgard Blucher; FAPESP, 1994. 254p.

CARVALHO, N. O.; CATHARINO, M. G. Avaliação do reservatório da UHE Itaipu, PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 10.; SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CONE SUL, 1., 1993, Gramado. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira dos Recursos Hídricos, 1993. p. 174-183.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; TRUSSEL, A. B. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17th ed. Washington: American Public Health Association, 1989.

COELHO, M. P. **Análise do processo de assoreamento do reservatório de Americana - SP**. 1993. 69 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente)–Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Programa de gerenciamento de reservatórios**. Monitoramento de qualidade da água nos reservatórios da CESP 1986 – 1996. São Paulo, 1998. 67p. (Série Divulgação e Informação, 219).

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher, Ltda. 1977. 264p.

COSTA NETO, J. P. **Bases limnológicas para o manejo de tanques de cultivo de peixes**. 1990. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

DAVIS, J. C. **Statistics and data analysis in geology**. 2nd. ed., John Wiley and Sons, 1986.

DOMINGUES, A. F.; LEOMAX DOS SANTOS, J. Planejamento de recursos hídricos e uso do solo: o desafio brasileiro. In: ESTADO DAS ÁGUAS NO BRASIO, 2001 – 2002/E79. MARCOS AURÉLIO VASCONCELOS DE FREITAS (Org.). Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. p. 325-333.

DUNNE, T.; DIETRICH, W. Sediment sources in tropical drainage basins. In: SOIL erosion and conservation in the tropics. Madison: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY; Soil Science Society of America, 1982 p. 41-55. (ASA. Special Publication, 43). Papers were presented during meetings in Fort Collins, Colorado, 1979.

DUQUENNOIS, H. Etude statistique des apports solides et de leur evacuation par courants de densite (underflow). In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LARGE DAMS, 4th, 1951, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: I.C.O.L.D. 1951. p. 119-136.

ELER, M. N. **Influência do pacu (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887) e do fluxo contínuo de água nas características limnológicas de viveiros de piscicultura**. 1996. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ELER, M. N. **Efeito da densidade de estocagem de peixes e do fluxo de água na qualidade da água e na sucessão do plâncton em viveiros de piscicultura.** 2000. 258 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Erosion and sediment control.** Washington: Surface Mining in the Eastern US, 1976. v. 1.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência; FINEP, 1988. 575p.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Erosão marginal no lago da UHE Itaipu.** 1995. 113 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente)–Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FERRAZ DE LIMA, J. A. et al. Utilização de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros para a criação de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1997, em gaiolas. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 5, número único, p. 1-9, 1992.

FORSBERG, C. et al. Water chemical analyses and/or algal assay? Sewage efficient and polluted water studies. **Mitt. Internat. Verein. Limnol.**, v.21, p.352-363, 1978.

FRACÁCIO, R. et al. Limnologia dos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê: Uma análise espacial e temporal. In: RECURSOS hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado. São Carlos: Ed. RiMa, 2002. v. 1, p. 145-163. (série Ciências da Engenharia Ambiental).

GALIANO, V. A. **Aplicação de um sistema de informações geográficas (SIG) na microbacia do córrego da Barrinha, para confecção de carta de uso do solo.** 1998. 27 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Agrimensura) – Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga, Pirassununga.

GALIANO, V. A. **Mapeamento geotécnico da quadrícula de Pirassununga (SP) na escala 1:50.000, como subsídio ao planejamento do meio físico.** 2001. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)-Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GARCIA TEJERO, F. D. **Topografía general y aplicada** 7. ed. Madrid: Editorial Dossat, 1978. 823p.

GOLDEN SOFTWARE, Inc. 2002. **SURFER, version 8.0.** Conjunto de programas. 1 CD-Rom e manuais. Disponível em: <<http://www.goldensoftware.com.html>>.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water.** Oxford: Blackwell, 1978. 213p. (IPB Handbook, n. 8).

GONDIM FILHO, J. G. C. et al. Prevenção de eventos críticos. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). **Estado das Águas no Brasil, 2001 – 2002/E79.** Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. p. 345-460.

GUERRA, A. J. T. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos temas e aplicações:** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. p.17-50.

HEINEMANN, H. G. Weight of reservoir sediment. **Journal of the hydraulic division.** v. 88, n. HY5, p. 181-197, 1962.

HEM, J. D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. **US Geological Survey Water-Supply Paper**, n. 2254, 3rd ed. 1985.

HURST, A. J.; CHAO, P. C. Sediment deposition model for tarbela reservoir. In: SYMPOSIUM ON MODELING TECHNIQUES. 2.; ANNUAL SYMPOSIUM OF THE WATERWAYS, 1., 1975, Harbors. Coastal Engineering Division, 1975. p. 501-520.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.
Visita técnica a alguns reservatórios de barragens do Sul e Sudeste. São Paulo, 1978. 29p. (IPT. Relatório, 11 167).

JORGE, F. N. de. **Mecanismos dos escorregamentos em encostas marginais de reservatórios.** 1984. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

KAMPNIELSEN, L. Mud-water Exchange of phosphate and other ions in undisturbed sediment cores and factors affecting the Exchange rates. **Archiv Fur Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 73, p. 218-237, 1974.

KLEEREKOPER, H. **Estudo limnológico da Bacia do rio Mogi-Guaçu.** Observações sobre a represa da Estação Experimental de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura em Emas, SP. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1941. 63p.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia.** (Série Didática, n. 4) Ministério da Agricultura, Departamento Nacional da Produção Animal, Divisão de Caça e Pesca. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1944. 329p.

KOK, G. J. G. **Computation of thermal stratification during variable weather conditions.** 1972-1974. Lake Oostvorne: Delft Hydraulics Laboratory, 1976. (Report R870-LH2214).

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHAFT, K. (Ed.). **Methods of seawater omalisy.** Verlag: Chemie Weinhein, 1976. p. 117-181.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1999. 226p. (Ciência e tecnologia).

LANDIM, P. M. B. et al. **Cálculo de superfícies de tendência, por regressão polinomial, pelo SURFER 6.** Rio Claro: Laboratório Geomatemático,

UNESP/IGCE/DGA, 2001. 11p. (Texto didático, 05). Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 20 ago. 2003.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Rio Claro: Laboratório Geomatemático, UNESP/IGCE/DGA, 2002. 120p. (Texto didático, 03). Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>> Acesso em: 20 ago. 2003.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Rio Claro: Laboratório Geomatemático, UNESP/IGCE/DGA, 2002. 19p. (Texto didático, 06). Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 20 ago. 2003.

LANDIM, P. M. B. et al. **Krigagem ordinária para situações com tendência regionalizada**. Rio Claro: Laboratório Geomatemático, UNESP/IGCE/DGA, 2002. 12p. (Texto didático, 07), Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 20 ago. 2003.

LEITE, C. A. G. et al. Escorregamentos nas encostas marginais do reservatório Paraibuna/Paraitinga (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4th, 1984. Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: ABGE., 1984. p. 241-255.

LEITE, M. A. **Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no Reservatório de Salto Grande (SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema**. 1998. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil; EDUSP, 1978. 798p.

LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, O. A. de. **Microbacia do córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP)**. Campinas: IAC, 1992. 138p.

LOPEZ, S. J. L. **Mathematical modelling of sediment deposition in reservoir.** Colorado: Colorado State University, 1978. (Hydrology Papers).

LUCAS, A. F. B.; NASCIMENTO, V. M. da C.; COLARES DE MELLO, J. S. Variação nictemeral e sazonal de temperatura e oxigênio dissolvido em viveiros e tanques do CEPTA. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 1, n. 2, p.37-45, 1988.

MACEDÔNIO DA SILVA, R. **Caracterização ambiental da microbacia do córrego da Barrinha (Pirassununga – SP), utilizando geoprocessamento e o sistema topográfico local.** 2000. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, F. J. **Water analysis some revided methods for limnologists.** Ambleside: Freshwater Biological Association, 1978. 120p. (Scientific Publication, n. 36).

MADDOCK, T.; BORLAND, N. M. Sedimentation studies for the planning of reservoirs by the Bureau of Reclamation. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LARGE DAMS, 4th, 1951. New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: ICOLD. 1951. p. 103-118.

MARICATO, F. E. **Caracterização físico-química e sedimentação nas regiões de desembocadura dos rios Paranapanema e Taquari, e no reservatório de Jurumirim (Alto Paranapanema-SP).** 1994. 205 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MARKER, A. F. H. et al. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conchesion and recommendation. **Ergebnisse der Limnologie - Archiv Fur Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 14, p. 91-106, 1980.

MATHEUS, C. E. **Policultivo de peixes em efluentes de industria de processamento de frutas cítricas e efeitos na qualidade de água.** 1993. 375 f. Tese (Doutorado em

Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Latitudinal distribution of Calanoid copepod sin. Freshwater Aquatic Systems of Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, n. 3, p.527-553, 1986.

MELETTI, P. C. **Avaliação da qualidade da água e do sedimento na bacia do rio Piracicaba, SP, através de parâmetros ecotoxicológicos**. 1997. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MENDONÇA, J. O. J. et al. **Levantamento sobre propriedades limítrofes ao CEPTA: relatório sobre levantamento das áreas rurais limítrofes ao CEPTA, tipos de cultura, conservação de solo, defensivos agrícolas**, Pirassununga: CEPTA/IBAMA, 1990. 16p.

NAKAMURA, M. et al. Planejamento para um gerenciamento correto dos ecossistemas aquáticos. In: TUNDISI, J. G. (Ed.) **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos: ILEC/IIE/UNEP, 2000. v.1, t.1, p.103-124.

NASCIMENTO, V. M. da C. **Caracterização limnológica e efeito dos vários usos do solo na qualidade de água do córrego da Barrinha, Pirassununga/SP**. 1994. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

NASCIMENTO, V. M. da C. et. al. **Relatório da análise descritiva da utilização da represa Velha no CEPTA**: Pirassununga: CEPTA/IBAMA, 1994. 15p.

NASCIMENTO, V. M. da C.; GALIANO, V. A. Aplicação de um sistema de informações geográficas para caracterização da microbacia do córrego da Barrinha, Pirassununga-SP. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 12, p. 71-79, 1999.

NASCIMENTO, V. M. da C. **Estudo da carga de nutrientes e da comunidade bentônica do córrego da Barrinha, São Paulo**. 2000. 162 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

NOGUEIRA, V. P. Q. **Modelagem matemática da qualidade da água – Tucuruí: Processos de transferência de calor em lagos e reservatórios**. Manaus: CNPq/INPA/Eletronorte, 1984. Relatório técnico.

NOGUEIRA, V. P. Q. Qualidade da água em lagos e reservatórios. In: PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia Ambiental**: São Paulo: Ed. Universidade São Paulo, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p. 165-210 (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 3).

NUÑER, A. P. de O.; VERANI, J. R. Estudos limnológicos em viveiros povoados com curimatá, *Prochilodus scrofa* Steidanchener, 1881 (*Prochilodontidae-Characiformes*) **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p.28-37,1994.

OLIVEIRA, G. da T. **Observações limnológicas de três lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo**. 1978. 62 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, rio Paranapanema, SP/PR**. 1994. 211 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OVERBECK, J. Conceitos de ecossistema. In: TUNDISI, J. G. (Ed.) **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. São Carlos: ILEC/IIIE/UNEP, 2000. v.1, t.1, p.9-25.

PÁDUA, H. B. de. Conhecimento e utilização das variáveis físicas, químicas e biológicas na aquicultura dulcícola brasileira. – Biodiversidade na aquicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE O CULTIVO DE CAMARÃO, 4.; CONGRESSO

BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., 1993, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: Feira de Tecnologia de Produtos para Aquicultura, 1993. p. 315-357.

PALMA-SILVA, G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do rio Corumbataí – SP.** 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) – Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PENNAK, R. W. The dynamics of freshwater plankton populations. **Ecol. Monogr.** , v. 16 n. 4, p.341-355, 1946.

PEREIRA, R. H. G. **Dinâmica das populações de cladocera em viveiros de piscicultura e sua relação com o fluxo de água e densidade de estocagem de peixes.** 1998. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. Aspectos da sedimentação e estruturas sedimentares dos depósitos da represa Billings, São Paulo. **Boletim Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 14, n. 1/2, p. 15-27, 1965.

PONCE, R. J. C. **Implantação de uma metodologia de cálculo de assoreamento de reservatórios com aplicação à bacia do rio Sinu – Colômbia.** 1986. 172 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PORTO, M. F. A. et al. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. L. L. (Org.). **Hidrologia Ambiental:** São Paulo: Ed. Universidade São Paulo, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. p. 27-66 (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 3).

REIS, R. S. et al. Processos sedimentares na represa do Lobo, SP: relação entre o uso do solo e a qualidade da água. In: RECURSOS hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado. São Carlos: Ed. RiMa, 2002. v. 1, p. 117-130 (Ciências da Engenharia Ambiental).

REMENIERAS, G.; BRAUDEAU, G. Quelques observations sur l'alluvionnement dans les reservoirs français. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON LARGE DAMS, 4th, 1951, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: I.C.O.L.D., 1951. p. 197-236.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.aguaseguas.ufjf.br/LEICONAMA3572005.pdf>>. Acesso em: 19 sete. 2005.

ROCHA, J. S.; FERREIRA, J. P. C. L. A erosão hídrica na bacia do rio Guadiana e o assoreamento da Albufeira de Alqueva. In: SIMPÓSIO SOBRE O APROVEITAMENTO DE ALQUEVA. 1980, Lisboa: L.N.E.C., 1980. Tema D1, memória 541.

SAMPAIO, E. V. **Composição e abundância da comunidade zooplanctônica em tanques de cultivo de peixes, enriquecidos com efluente de indústria de processamento de frutas cítricas (CITROSUCO S/A: Matão, SP).** São Carlos: Universidade de São Paulo, 1996. 211p.

SANTOS, M. J. dos. **Estudo limnológico dos córregos da água fria e da água quente.** 1993. 291 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SENHORINI, J. A. **Desenvolvimento larval do pacu *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887 (Pisces, Characidae) em viveiros.** 1995. 112 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2003, 2004. 140p.

SILVA, V. et al. **Relatório microbacia do córrego da Barrinha:** Pirassununga: CEPTA/IBAMA, 1994. 33p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: I Algas clorofíceas. **Biotemas**, v. 6, n. 1, p.93-96, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MORENO, S. Q. Variação dos parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva. **Revista UNIMAR**, Marília v. 16, n. 3, p. 229-242, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 70p.

SOARES, A. **Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2000. 206p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. A biometrical approach. 2 nd. Ed. Singapore: McGraw-Hill International Book, 1981. 633p.

STEELE, J. H.; BAIRD, I. E. Carbon-Chlorophyll relations in cultures. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 7, p.42-47, 1962.

STRAŠKRABA, M. Limnological basis for modeling reservoir ecosystem. In: ACKERMANN, W. C.; WHITE, G. F.; WORTHINGTON, E. B. (Ed.). **Man made lakes: their problems and environment effects**. Washington, DC: American Geophysical Union, 1973. p. 517-535. (Geophysical Union Graphs, 17).

STRICKLAND, J. H. H.; PARSONS, T. R. A manual of sea water analysis, **Bulletin/ Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 125, p. 1-185, 1960.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic Chemistry**. New York: John Wiley, 1981. 575p.

SULEIMAN, H. B. Silt deposition in the Aswan reservoir. In: CONGRESS ON LARGE DAMS. 4th, 1951, Commission on large Dams IV, (Question 14, R. 96): New Delhi: 1951. p. 355-369.

THOMAS, W. A. A digital model for simulating sediment movement in a Shallow reservoir. The Hydrologic Engineering Center. U. S. **Army Corps of Engineers**, 1970.

THORNTON, K. W. Sedimentary process. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L.; PAYNE, F. E. (Ed.). **Reservoir limnology: ecological perspectives**. New York: John Wiley, 1990. p. 43-69.

TRINDADE, M. **Estudo de parâmetros físicos e químicos em sedimentos da Represa Rio Grande (Complexo Billings)**. 1988. 213 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

TUNDISI, J.G. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI, J.G. (Ed.) **Limnologia e manejo de represas**. São Carlos: EESC/CHREA/ACIESP, 1987. v.1, t.1, p.1-76. (Série Monografia em limnologia).

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnology and eutrofication of Barra Bonita Reservoir, São Paulo State, Souther Brazil. **Arch. Hydrobiolo., Beinh. Ergebn. Limnol.**, v. 33, p.661-676, 1990.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa/IIE, 2003. 248p.

UNEP/IETC. **Lagos e reservatórios: qualidade da água: o impacto da eutrofização**. Tradução de J. G. Tundisi e T. Matsumura Tundisi. São Carlos: ILEC, IIE, 2001. 28p.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

VILLELA, S. M.; PONCE, R. J. C. Assoreamentos de reservatórios. **Boletim de Hidráulica e Saneamento**, São Carlos, v. 1, n. 8, p. 1-30, 1986.

WATANABE, M. **Resíduo de cervejaria na ração para recria de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em tanque-rede, Pirassununga, SP: Produção e qualidade**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analysis**. New York: Springer Verlag, 1991. 391p.

WRIGHT, J. C. Limnology of canyon ferry reservoir. II Phytoplankton standing crop and primary production. **Limnology and Oceanography**, Baltimore, v. 4, n. 3, p.235-245, 1959.

YUCEL, O.; GRAF, W. **Bed load deposition and delta formation: A mathematical model**. Lehigh: Lehigh University, Fritz Engineering Laboratory, 1973. (Report, nº 384.1).

ZIMBRES, E. **Guia avançado sobre água subterrânea**. Rio de Janeiro: Faculdade de Geologia/UFRJ. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/aguasubterranea.htm>>. Acesso em: 16 sete. 2000.

APÊNDICE

9.1 - Pigmento total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Quanto aos materiais biológicos, efetuou-se um balanço de pigmento total na represa Velha CEPTA/IBAMA, as concentrações foram mais elevadas no período chuvoso, no mês de janeiro de 2000, no ponto P5 (meio da represa), de $300,0 \mu\text{g.L}^{-1}$. Verificou-se menor valor em quase todos os pontos P1, P2, P3, P4 e P6 (antigo cercado da represa, entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, antigo banco de macrófitas, barragem e antigo local dos tanques-rede), ocorrendo em todos os períodos chuvoso e seco, nos meses de agosto e dezembro de 1998, janeiro, fevereiro e agosto de 1999, fevereiro e julho de 2000, de $10,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002). A tendência temporal desta variável pode ser observada na tabela 48 e na figura 116, seus valores podem ser justificados pela grande quantidade de matéria orgânica, carregada pela chuva para dentro da represa. As figuras de 116 a 132 foram analisadas pelo método da média do movimento suavizado, utilizando o programa XLSTAT 6.1.

Comparando-se os resultados aqui obtidos com os de Costa Neto (1990); Pereira (1998); Eler (1996; 2000); Bufon (2002), nos viveiros de criação de peixe e nas canaletas de abastecimento de água à jusante a represa Velha tiveram valores entre $0,6$ e $238,6 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Trabalhos realizados em três lagoas marginais do baixo rio Mogi-Guaçu, no trecho compreendido entre os municípios de Barrinha e Pitangueiras, os valores obtidos oscilaram entre $3,0$ e $33,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (OLIVEIRA, 1978). Nos reservatórios do rio Tietê a média de pigmento total obtido foi de $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso, reservatórios do Paranapanema a média foi de $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$, obtido no mesmo período e nos reservatórios do sistema Paraná a média foi de $21,5 \mu\text{g.L}^{-1}$, também no período chuvoso (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998).

A determinação dos pigmentos totais é muito difundida nos estudos de Limnologia e Oceanografia, por ter uma relação com a biomassa do fitoplâncton, sua produtividade, e seu estado fisiológico. Esta relação, no entanto, é complexa e com aplicação limitada. As razões entre os constituintes celulares variam ao longo da vida de um indivíduo, diferem de uma espécie para outra e mudam em função das condições energéticas. Isto foi especialmente comprovado por meio da análise das razões pigmento total/carbono orgânico (STEELE; BAIRD, 1962).

Já Wright (1959) estimou que $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ de pigmento total corresponde a $0,5 \text{ mm}^3$ de volume celular e $1,2 \text{ mg}$ de peso seco. O autor estabeleceu que a

fotossíntese ótima por unidade de volume celular médio foi de 0,4 μmoles de oxigênio/ $\mu\text{g.L}^{-1}$ pigmento total/hora e 0,9 μmoles de oxigênio/ mm^3/hora , respectivamente.

De acordo com Boyd (1979), após um florescimento elevado de fitoplâncton, segue-se normalmente, um aumento nas concentrações de amônio e de gás carbônico nos viveiros. O aumento de amônio logo após o florescimento pode estar relacionado à decomposição rápida das algas que vão morrendo.

Tabela 48 – Variação espacial e temporal dos valores de pigmento total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	20,0	20,0	40,0	20,0	20,0	20,0
22/08/1998	2	10,0	10,0	30,0	30,0	30,0	30,0
16/12/1998	3	20,0	10,0	20,0	20,0	30,0	30,0
30/01/1999	7	10,0	10,0	70,0	30,0	50,0	40,0
27/02/1999	8	90,0	10,0	70,0	80,0	30,0	10,0
01/05/1999	9	70,0	40,0	70,0	60,0	60,0	20,0
26/06/1999	12	30,0	70,0	40,0	40,0	40,0	40,0
24/07/1999	13	50,0	40,0	40,0	40,0	60,0	50,0
21/08/1999	14	10,0	20,0	10,0	10,0	20,0	20,0
23/10/1999	15	100,0	160,0	140,0	30,0	30,0	30,0
31/12/1999	17	90,0	180,0	90,0	80,0	50,0	20,0
28/01/2000	19	70,0	100,0	120,0	200,0	300,0	130,0
26/02/2000	20	10,0	10,0	80,0	40,0	30,0	10,0
28/06/2000	21	180,0	30,0	40,0	60,0	50,0	50,0
24/07/2000	25	60,0	61,0	59,0	10,0	51,0	130,0
29/08/2000	26	64,0	59,0	26,0	25,0	65,0	71,0
27/10/2000	27	77,0	145,0	131,0	93,0	70,0	58,0
21/12/2000	29	70,0	75,0	181,0	60,0	18,0	22,0
31/01/2001	31	38,0	50,0	160,0	30,0	29,0	76,0
21/02/2001	32	191,0	205,0	220,0	238,0	99,0	163,0
25/04/2001	33	53,0	102,0	77,0	58,0	64,0	79,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

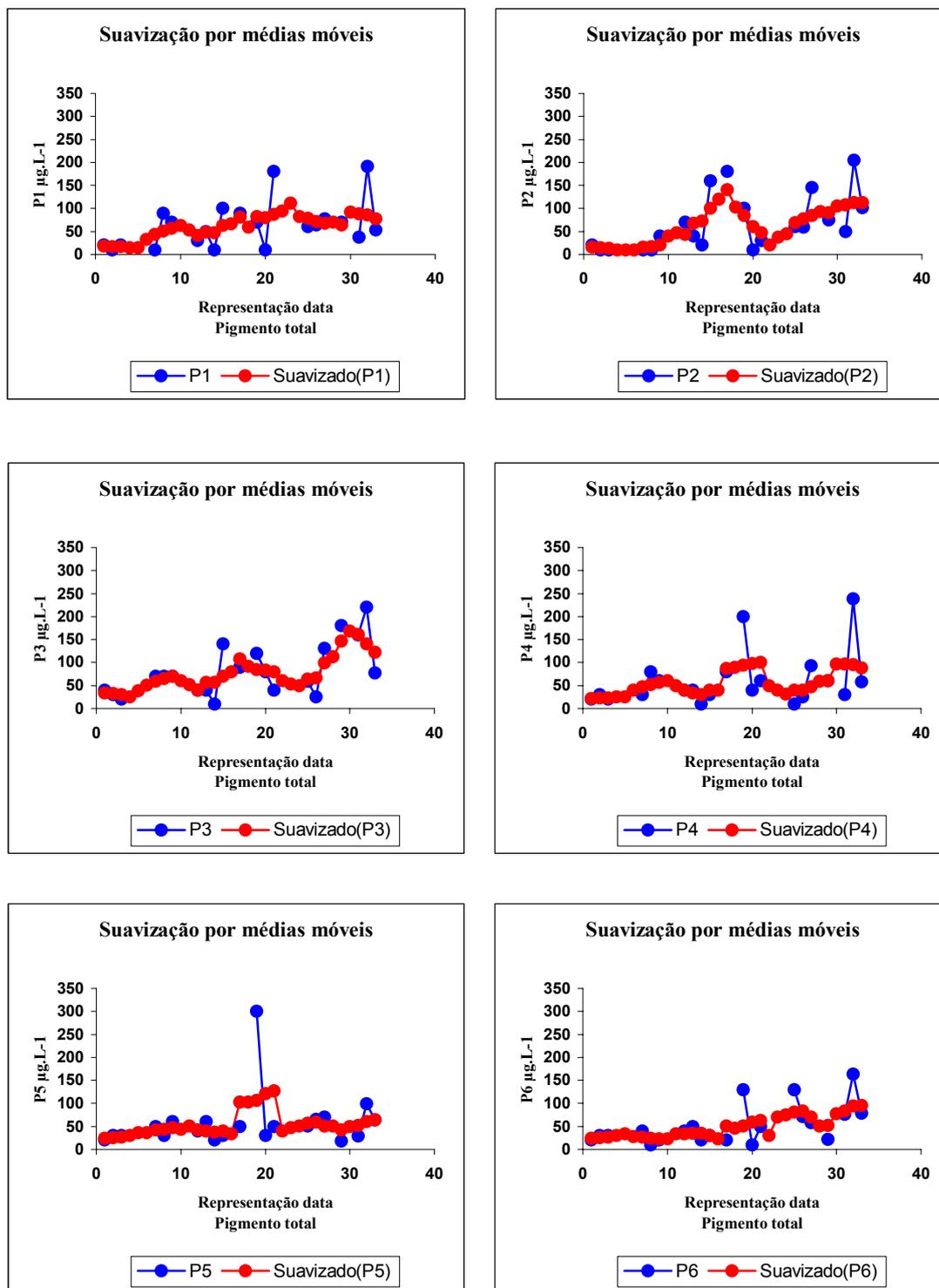


Figura 116 - Variação espacial e temporal dos valores de pigmento total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.
Fonte: Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.2 - Alcalinidade (mg.L^{-1})

O menor valor encontrado de alcalinidade foi no período seco, nos pontos P3 e P5 (antigo banco de macrófitas e meio da represa), no mês de agosto de 1998, de $0,9 \text{ mg.L}^{-1}$, e o maior valor também foram obtido no mesmo período, no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa), no mês de junho de 2000, de $20,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002). Estes resultados podem ser observados através da tabela 49 e figura 117.

Valores próximos àqueles aqui verificados foram citados por Bufon (2002), obtidos também na represa Velha CEPTA/IBAMA, sendo estes entre $4,0$ e $16,0 \text{ mg.L}^{-1}$, no mesmo período. Trabalhos realizados por Watanabe (2001), nos viveiros de criação de peixes, a jusante da represa Velha, na entrada e interior dos viveiros, sendo estes entre $10,0$ e $31,5 \text{ mg.L}^{-1}$, considerando-se que esses locais recebem ração que aumentam a alcalinidade constatada nos viveiros.

Outros trabalhos realizados em ambientes lenticos, junto aos barramentos dos reservatórios do rio Tietê, Paranapanema, sistema Paraná e duas lagoas na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, tiveram valores superiores, aos encontrados neste trabalho, sendo estes entre $0,7$ e $451,7 \text{ mg.L}^{-1}$, no período chuvoso (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998; BRAZIL, 2000).

Segundo Esteves (1988), a alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos e reflete, em última instância, a capacidade que este tipo de ecossistema tem em tamponar ácidos a ele adicionados.

Tabela 49 – Variação espacial e temporal dos valores de alcalinidade (mg.L^{-1}) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	5,0	7,0	6,0	12,0	13,0	10,0
22/08/1998	2	1,2	1,2	0,9	1,3	0,9	1,1
16/12/1998	3	9,0	10,0	12,0	10,0	9,0	11,0
30/01/1999	7	13,0	8,0	10,0	6,6	10,0	5,0
27/02/1999	8	11,0	5,0	5,0	6,0	7,0	6,0
01/05/1999	9	10,0	7,0	4,0	7,0	4,0	6,0
26/06/1999	12	8,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0
24/07/1999	13	6,0	6,0	3,0	4,0	5,0	3,0
21/08/1999	14	9,0	14,0	5,0	6,0	7,0	6,0
23/10/1999	15	11,0	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0
31/12/1999	17	6,0	11,0	11,0	11,0	8,0	11,0
28/01/2000	19	8,0	5,0	4,0	6,0	3,0	5,0
26/02/2000	20	6,0	10,0	10,0	10,0	8,0	8,0
28/06/2000	21	12,0	20,0	12,0	14,0	13,0	15,0
24/07/2000	25	10,0	10,0	5,0	7,0	8,0	7,0
29/08/2000	26	11,0	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0
27/10/2000	27	12,0	10,0	13,0	10,0	10,0	11,0
21/12/2000	29	4,0	4,0	9,0	10,0	10,0	9,0
31/01/2001	31	10,0	7,0	10,0	8,0	8,0	10,0
21/02/2001	32	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	8,0
25/04/2001	33	8,0	7,0	9,0	10,0	9,0	10,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

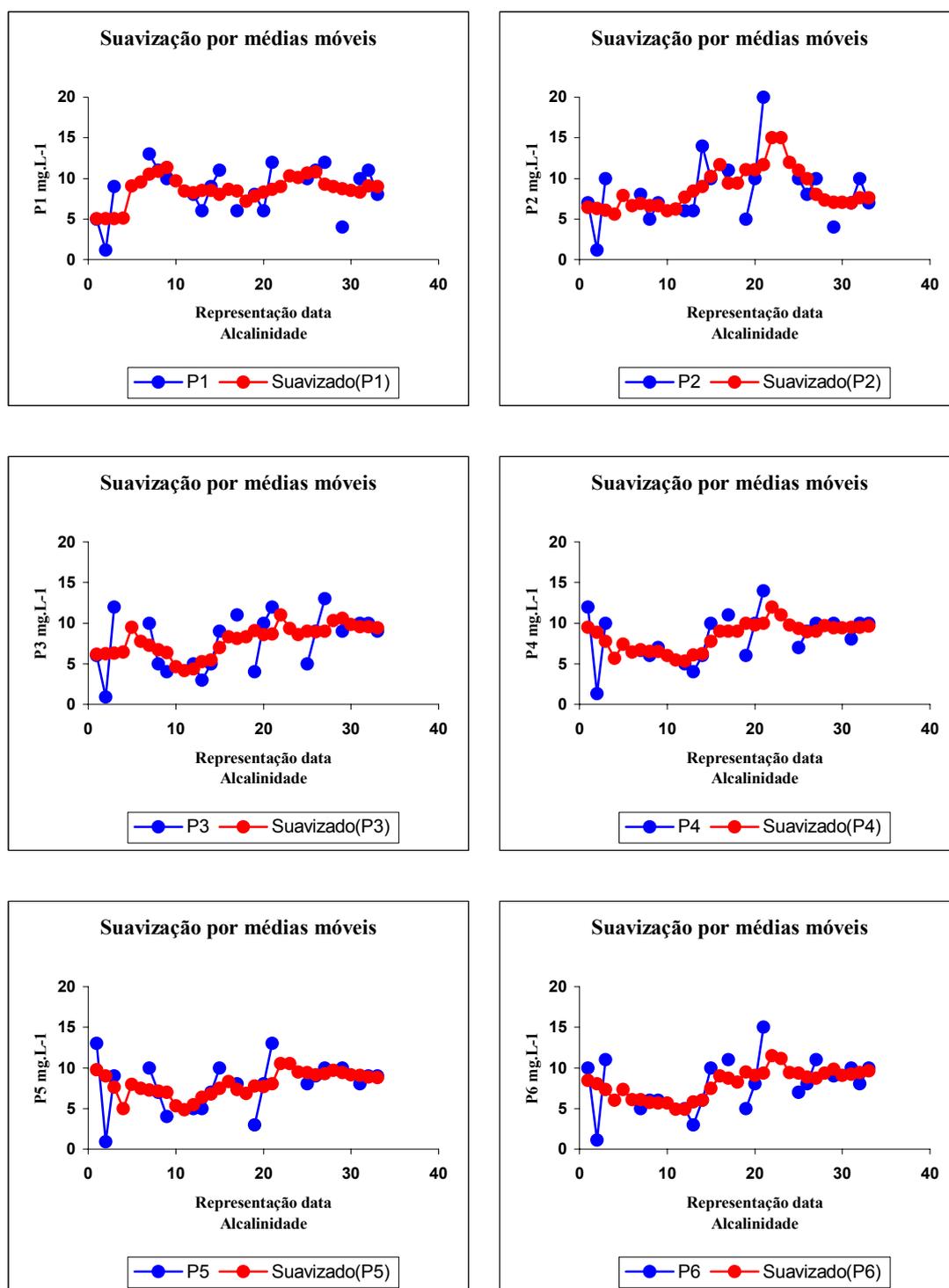


Figura 117 - Variação espacial e temporal dos valores de alcalinidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.
Fonte: Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.3 - Oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹)

Verificou-se que na represa Velha CEPTA/IBAMA, o maior valor de oxigênio dissolvido na superfície foi no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede), no mês de junho de 2000, no período seco, de 12,02 mg.L⁻¹, e o menor valor no ponto P1 (antigo cercado da represa), no mês de janeiro de 2000, período chuvoso, de 2,00 mg.L⁻¹ (BUFON, 1999; 2002), estes resultados estão na tabela 50 e figura 118.

Entre os anos de 1941 e 1942 foram realizados estudos na represa Velha os quais obtiveram valores de oxigênio dissolvido na superfície que oscilaram entre 6,46 e 6,65 mg.L⁻¹, estes valores foram semelhantes aos obtidos neste trabalho (KLEEREKOPER, 1944). Outro trabalho realizado por este autor em uma represa do rio Guatemí em Campinas – SP, verificou valor na superfície de 8,40 mg.L⁻¹.

Tabela 50 – Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na superfície (mg.L⁻¹) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	8,00	8,50	8,00	9,00	8,80	8,80
22/08/1998	2	7,20	7,40	7,00	7,10	7,40	7,20
16/12/1998	3	7,00	7,50	7,50	7,00	7,00	6,50
30/01/1999	7	6,00	6,20	5,50	4,30	4,30	4,30
27/02/1999	8	7,70	7,90	7,40	6,70	6,40	6,80
01/05/1999	9	7,80	8,50	8,40	8,40	8,50	8,60
26/06/1999	12	8,70	9,10	8,90	8,10	8,90	9,20
24/07/1999	13	8,50	9,00	8,70	8,50	8,70	8,70
21/08/1999	14	9,50	9,20	9,50	9,50	9,50	9,00
23/10/1999	15	6,50	6,50	6,20	5,80	7,00	5,80
31/12/1999	17	7,50	7,40	6,70	7,10	7,00	7,40
28/01/2000	19	2,00	5,60	4,50	5,00	5,50	5,50
26/02/2000	20	6,60	8,00	8,60	8,50	8,50	8,70
28/06/2000	21	9,63	10,91	11,82	11,82	11,38	12,02
24/07/2000	25	10,02	8,33	10,18	10,13	10,27	10,43
29/08/2000	26	7,00	7,50	7,40	5,40	6,80	5,90
27/10/2000	27	4,06	4,24	4,55	4,59	4,51	4,62
21/12/2000	29	8,00	7,90	8,00	8,00	8,00	8,00
31/01/2001	31	7,30	6,60	7,00	7,40	7,30	7,20
21/02/2001	32	5,70	4,90	5,60	4,90	5,10	5,20
25/04/2001	33	7,50	7,80	7,80	7,50	7,50	7,50

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

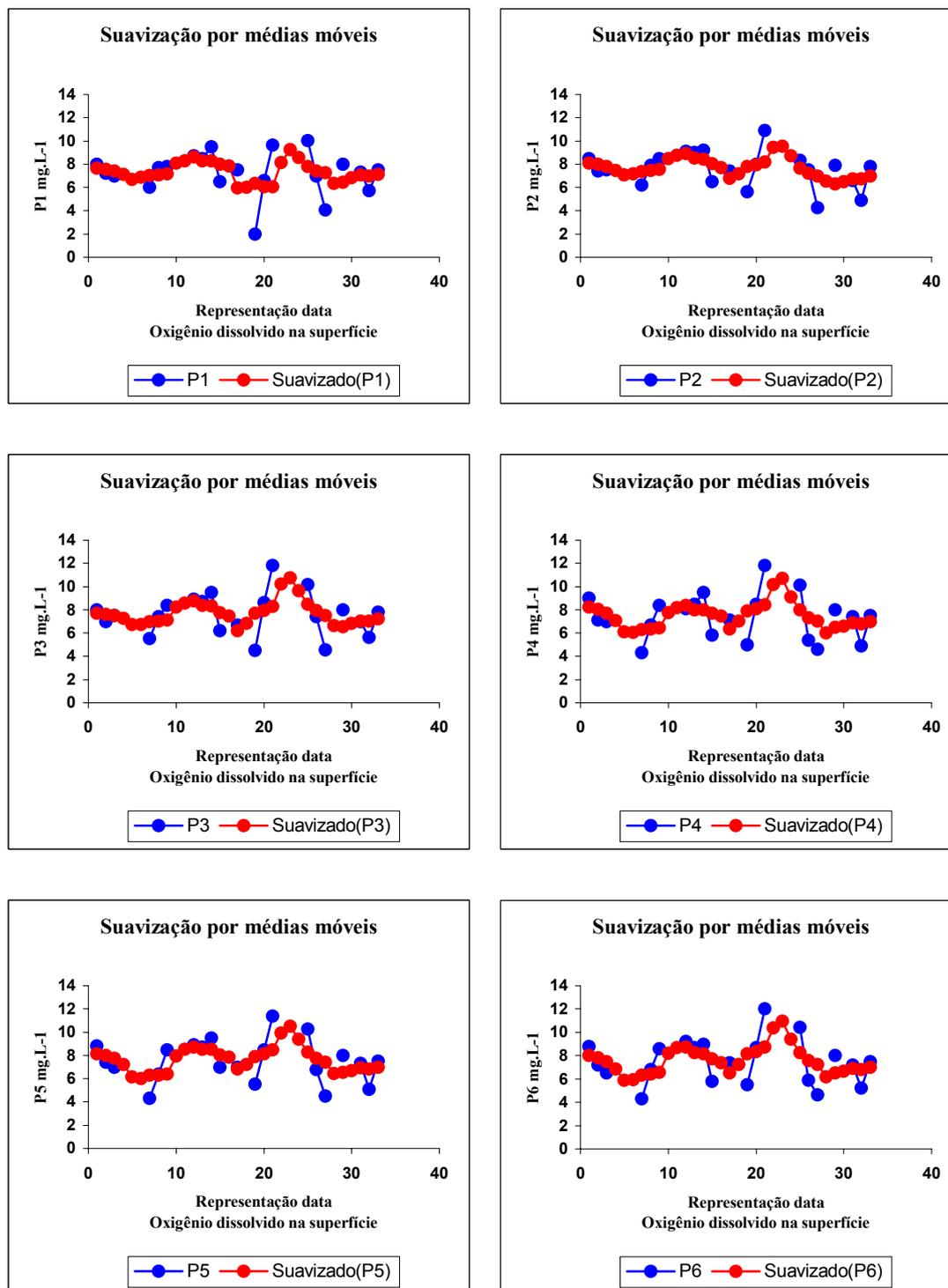


Figura 118 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

O maior valor de oxigênio dissolvido na média profundidade na represa Velha foi observado no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede), no mês de junho de 2000, no período seco, de 12,14 mg.L⁻¹, e o menor valor também foi obtido no ponto P6, no mês de agosto de 2000, coincidente no mesmo ano e período de estudo, de 1,20 mg.L⁻¹ (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 51 e Figura 119).

Tabela 51 – Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na média profundidade (mg.L⁻¹) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	7,40	8,00	7,40	7,70	8,50	8,10
22/08/1998	2	6,70	7,40	6,50	6,60	3,30	5,80
16/12/1998	3	6,50	7,50	7,50	7,10	7,20	6,00
30/01/1999	7	5,70	6,00	5,50	3,60	4,00	5,00
27/02/1999	8	7,90	6,10	7,50	6,80	6,50	6,70
01/05/1999	9	6,00	7,50	6,40	7,40	7,00	7,60
26/06/1999	12	3,40	5,50	6,00	8,90	6,50	6,80
24/07/1999	13	8,40	8,50	8,60	4,10	7,90	8,00
21/08/1999	14	8,30	9,20	8,50	7,90	7,50	8,00
23/10/1999	15	5,50	6,00	5,00	2,60	5,00	3,60
31/12/1999	17	6,60	6,00	5,50	5,30	5,00	6,20
28/01/2000	19	2,00	5,50	4,50	4,20	5,00	4,50
26/02/2000	20	6,20	8,50	8,00	8,50	8,00	8,70
28/06/2000	21	9,25	10,61	11,67	11,67	11,90	12,14
24/07/2000	25	9,94	7,00	11,01	11,18	10,71	9,51
29/08/2000	26	6,90	7,70	7,30	4,50	5,90	1,20
27/10/2000	27	3,64	4,80	4,55	3,39	3,56	3,83
21/12/2000	29	6,40	5,50	6,50	5,90	4,00	5,20
31/01/2001	31	5,60	5,00	5,30	4,70	4,90	5,00
21/02/2001	32	7,50	7,50	7,50	7,50	7,00	6,50
25/04/2001	33	7,00	7,40	6,40	7,90	4,00	7,40

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

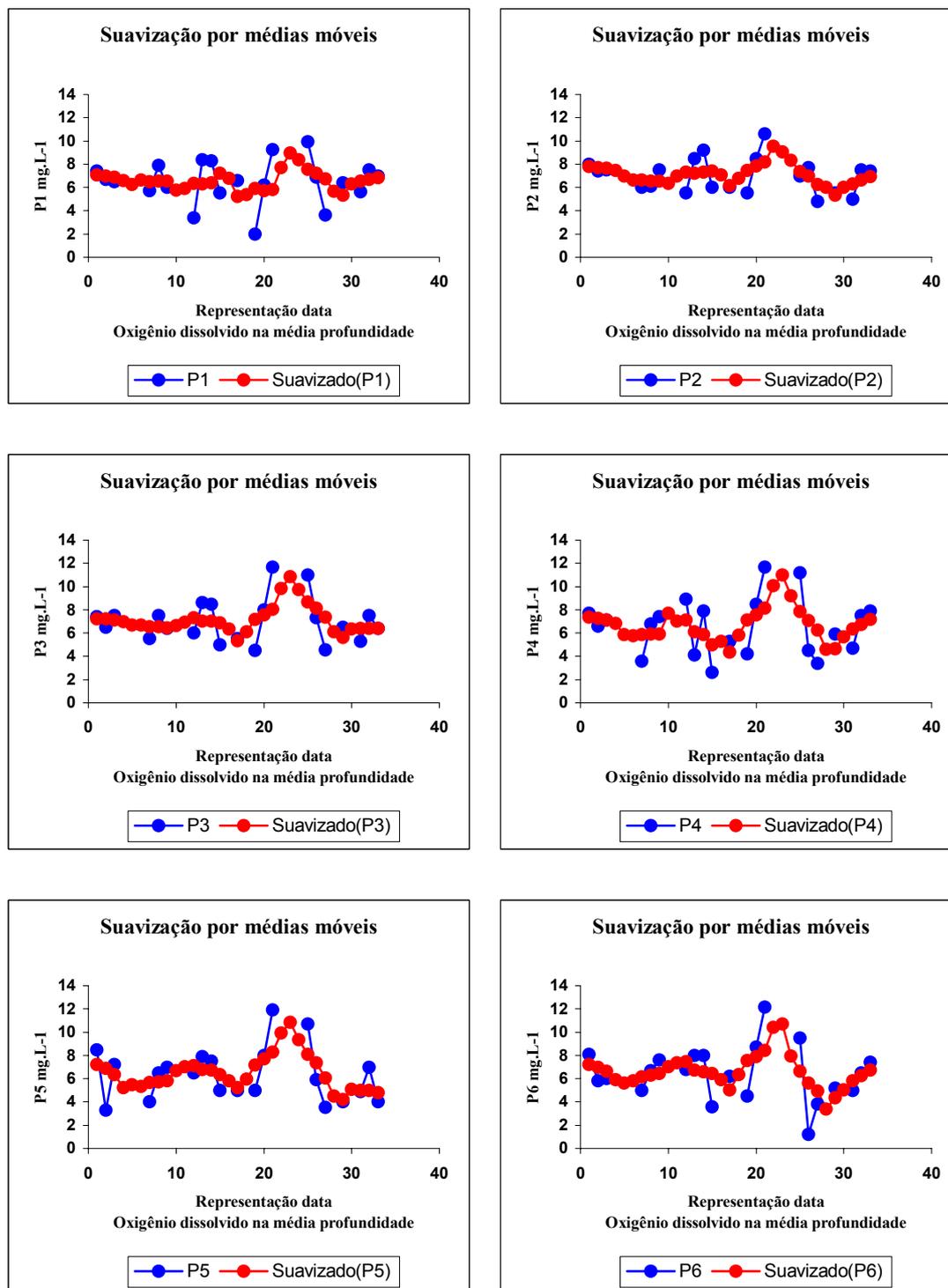


Figura 119 - Variação espacial e temporal dos valores de oxigênio dissolvido na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.4 - Fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Entre os vários nutrientes situa-se o fósforo que participa da formação de vários compostos vitais, como por exemplos, ácidos nucleicos, enzimas e outros. Constitui um fator limitante para a produtividade, porém pode tornar-se um daqueles responsáveis para a eutrofização de sistemas aquáticos. A quantidade de fósforo total em sistemas aquáticos, principalmente, em viveiros de peixes é de grande importância, contudo podem acarretar uma intensa floração de algas. Ao analisar o fósforo total, estão sendo verificadas todas as formas de fósforo presentes na microbacia, além das formas dissolvidas, também aquelas particuladas não disponíveis imediatamente para os organismos (BUFON, 2002).

Segundo Boyd (1982) o fluxo de entrada de água, quando intenso, torna-se responsável pela remoção do excesso de nutrientes e outros minerais. O maior benefício da manipulação adequada do fluxo de água está relacionado com a melhoria da qualidade de água, melhorando principalmente as concentrações de oxigênio dissolvido, diluindo os produtos de excreção e excessivas florações de algas (SIPAÚBA-TAVARES; MORENO, 1994).

A agricultura vem sendo um grande contribuinte de nutrientes em toda a microbacia do córrego da Barrinha. A tabela 52 e figura 120 apresenta o menor valor obtido na represa Velha CEPTA/IBAMA no ponto P1 (antigo cercado da represa), no mês de fevereiro de 2000, período chuvoso, de $5,14 \mu\text{g.L}^{-1}$, o maior valor foi detectado no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa), no mês de abril de 2001, no mesmo período, de $318,44 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002).

Trabalhos realizados na mesma represa por Costa Neto (1990); Nascimento (1994), citaram a agricultura como causa das concentrações elevadas de fósforo, principalmente no período chuvoso, obtiveram valores que variaram entre 4,09 e $45,77 \mu\text{g.L}^{-1}$. Outros trabalhos a jusante da represa Velha, nos viveiros de criação de peixes, obtiveram valores que oscilaram de 2,97 a $384,04 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COSTA NETO, 1990; ELER, 1996; 2000). Estes autores verificaram que o teor de fósforo na água aumentou em decorrência do período chuvoso, fato este que, ocorreu no presente trabalho.

As fontes naturais de nitrogênio e fósforo nos ambientes aquáticos podem ser as rochas da bacia de drenagem, o material particulado da atmosfera, as chuvas e os materiais orgânico e inorgânico de origem alóctone ou de transformações, dentro do próprio corpo da água. As fontes artificiais desses nutrientes, contudo, contribuem para

o enriquecimento acelerado da maioria dos rios, lagos e lagoas próximos aos médios e grandes centros urbanos, como é o caso do sistema em cascata de reservatórios do rio Tietê (BARBOSA et al., 1999). Resultados obtidos junto aos barramentos nos reservatórios do rio Tietê, apresentaram uma média de $32,23 \mu\text{g.L}^{-1}$, no período chuvoso, outros resultados obtidos dos reservatórios do rio Paranapanema tiveram uma média de $29,20 \mu\text{g.L}^{-1}$, também no período chuvoso, nos reservatórios do sistema Paraná, a média no mesmo período foi de $16,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998).

Na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, duas lagoas estudadas apresentaram concentrações de fósforo que oscilaram entre 13,20 e $37,40 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BRAZIL, 2000). Trabalhos realizados na bacia do rio Piracicaba foram observadas valores superiores a $50,53 \mu\text{g.L}^{-1}$ em quase todos os pontos de coleta (MELETTI, 1997). Este estado é agravado, principalmente, pelos efluentes urbanos e industriais sem tratamento.

O fósforo pode ser considerado a chave metabólica e o seu suprimento regula a produtividade das águas naturais (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). A entrada de fósforo nos ecossistemas aquáticos pode ser efetuada via atmosfera, escoamento, fragmentos de plantas e restos de animais. As principais fontes de remoção do fósforo é a precipitação dos íons fosfato para o sedimento. O pH é elevado e concomitantemente a uma alta concentração de cálcio, que reage com o fosfato, precipitando sob a forma de fosfato de cálcio. Outro fator responsável pela remoção do fósforo do sistema é a absorção do mesmo pelo fitoplâncton. A anaerobiose no hipolímnio também impede a reciclagem do fósforo na coluna de água (MATHEUS, 1993; SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Tabela 52 – Variação espacial e temporal dos valores de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	26,94	24,22	26,61	24,52	27,20	27,20
22/08/1998	2	25,71	23,03	28,10	21,84	23,03	29,59
16/12/1998	3	8,13	5,74	5,74	6,34	8,13	8,13
30/01/1999	7	17,07	15,88	16,47	22,43	29,29	21,84
27/02/1999	8	27,20	17,07	22,14	30,18	27,80	28,99
01/05/1999	9	14,98	11,40	12,60	14,38	16,17	16,17
26/06/1999	12	19,75	17,07	16,47	15,28	19,15	44,79
24/07/1999	13	17,07	15,28	23,92	16,77	17,37	20,94
21/08/1999	14	21,24	23,03	33,16	23,33	26,01	21,84
23/10/1999	15	23,92	17,07	31,97	28,10	27,50	23,03
31/12/1999	17	46,58	45,09	42,40	55,52	63,57	58,50
28/01/2000	19	21,24	135,11	44,79	64,76	81,15	44,49
26/02/2000	20	5,14	37,34	55,82	37,93	27,80	26,31
28/06/2000	21	75,79	33,16	45,98	32,27	29,88	27,20
24/07/2000	25	20,05	19,15	23,33	18,26	16,17	14,98
29/08/2000	26	23,63	37,34	23,03	18,26	17,96	20,94
27/10/2000	27	23,33	20,35	34,36	19,15	17,07	14,68
21/12/2000	29	26,01	34,95	49,86	28,99	21,24	26,31
31/01/2001	31	45,38	43,30	48,66	44,19	39,72	32,57
21/02/2001	32	77,11	153,42	108,82	92,21	79,39	51,41
25/04/2001	33	97,99	318,44	167,03	81,91	89,24	85,98

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

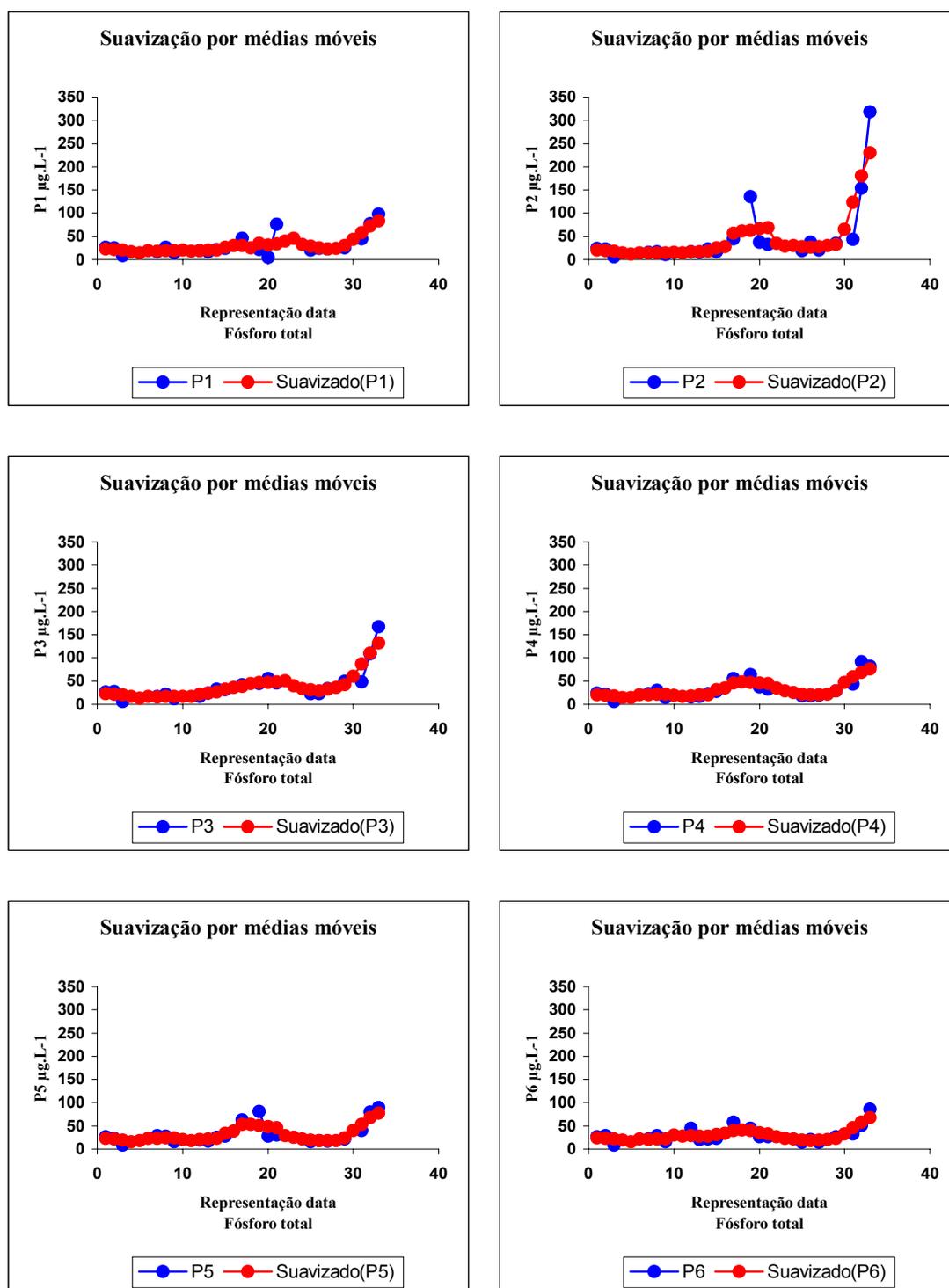


Figura 120 - Variação espacial e temporal dos valores de fósforo total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.
Fonte: Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.5 - Fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

O maior valor de fosfato total dissolvido foi constatado no período chuvoso, no mês de fevereiro de 2000, de $57,73 \mu\text{g.L}^{-1}$, ponto P5 (meio da represa), e o menor valor nos pontos P1 e P3 (antigo cercado da represa e antigo banco de macrófitas), nos meses de agosto de 1998 e dezembro de 1999, períodos seco e chuvoso, de $0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 53 e Figura 121). Nascimento (1994; 2000); Bufon (2002) encontraram valores nesta mesma microbacia, que oscilaram entre $0,65$ e $30,98 \mu\text{g.L}^{-1}$, também no mesmo período.

Valores superiores aos encontrados na represa Velha CEPTA/IBAMA, foram obtidos por Eler (1996; 2000), a jusante nos viveiros de criação de peixes. Outros trabalhos desenvolvidos na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, duas lagos estudadas tiveram valores entre $11,30$ e $107,40 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período seco (BRAZIL, 2000).

Segundo Stumm e Morgan (1981), citaram que os fosfatos solúveis e insolúveis podem ser apresentados sob a forma orgânica ou inorgânica. A disponibilidade de fosfato proveniente de fontes naturais depende diretamente da composição química das rochas da bacia de drenagem, principalmente a apatita. Como fontes artificiais de fosfatos solúveis estão os esgotos domésticos e industriais, fertilizantes e o material particulado de origem industrial contido na atmosfera. Parte deste fosfato precipita sob a forma de quelantes, não mais retornando ao metabolismo límnic. A possível minimização do efeito poluente do fósforo, decorrente da presença de argilas que absorvem grande parte deste poluente indisponibilizando-o, fica comprometida pela baixa disponibilidade de oxigênio neste tipo de ambiente.

Tabela 53 – Variação espacial e temporal dos valores de fosfato total dissolvido ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	10,21	3,35	3,35	5,84	6,84	6,84
22/08/1998	2	0,15	4,34	1,14	0,35	4,34	1,85
16/12/1998	3	1,64	2,64	8,34	0,65	2,35	5,34
30/01/1999	7	0,34	0,34	0,34	0,34	5,43	0,35
27/02/1999	8	0,34	0,35	0,33	0,34	0,32	0,45
01/05/1999	9	8,63	6,29	9,13	9,63	10,62	10,13
26/06/1999	12	9,13	8,63	7,13	10,13	8,13	4,14
24/07/1999	13	8,13	7,13	4,14	1,14	3,64	4,84
21/08/1999	14	7,63	19,81	5,63	5,14	5,34	1,14
23/10/1999	15	3,64	1,64	8,34	4,84	5,34	17,82
31/12/1999	17	2,35	2,64	0,15	5,14	2,64	6,13
28/01/2000	19	2,07	1,85	1,64	3,64	1,35	1,64
26/02/2000	20	11,62	5,63	5,14	8,63	57,73	3,64
28/06/2000	21	22,31	7,13	8,63	0,65	0,35	3,64
24/07/2000	25	6,63	8,63	4,14	6,13	2,14	2,64
29/08/2000	26	2,64	4,84	2,14	7,49	1,85	0,65
27/10/2000	27	7,84	4,34	4,84	9,83	4,34	6,84
21/12/2000	29	0,65	0,65	3,64	2,64	2,14	1,64
31/01/2001	31	7,13	9,63	9,13	7,13	7,13	4,14
21/02/2001	32	21,15	30,08	23,36	19,41	17,61	16,20
25/04/2001	33	15,88	25,43	28,01	20,42	17,66	20,57

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

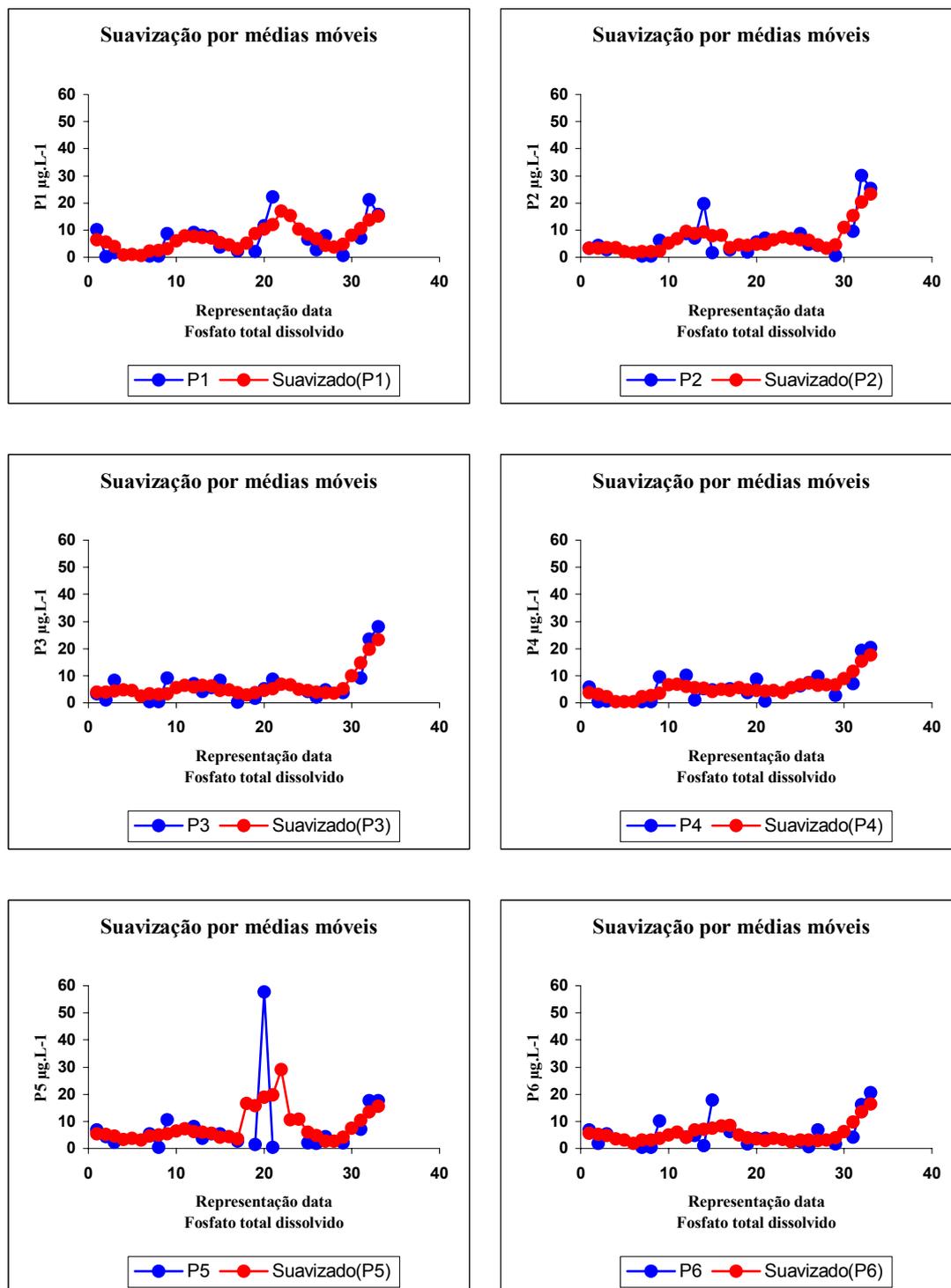


Figura 121 - Variação espacial e temporal dos valores de fosfato total dissolvido, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.6 - Fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Apresentando comportamento diferente das demais formas fosfatadas obtidas na represa Velha, o fosfato inorgânico apresentou valores maiores no período chuvoso, $31,38 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto P5 (meio da represa), no mês de fevereiro de 2000, o menor valor obteve-se tanto no período chuvoso, como no seco de $0,38 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos pontos P2 e P3 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e antigo banco de macrófitas), nos meses de junho, agosto de 1999, fevereiro e julho de 2000 (BUFON, 1999; 2002), estes resultados podem ser observados na tabela 54 e figura 122.

Valores semelhantes foram observados anteriormente na mesma represa do atual estudo por Costa Neto (1990); Nascimento (1994; 2000); Bufon (2002), respectivamente, 0,38 a $17,46 \mu\text{g.L}^{-1}$. Nos viveiros de criação de peixes os valores de fosfato inorgânico oscilou de 2,67 a $364,34 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COSTA NETO, 1990; ELER, 1996; 2000). Estes valores podem ser ainda maiores nesta microbacia nos viveiros de peixes, quando estes foram fertilizados (NUÑER; VERANI, 1994; ELER, 2000).

Outros ambientes estudados, localizados no Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, foram obtidos em duas lagoas valores que oscilaram de 5,60 a $36,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BRAZIL, 2000).

Tabela 54 – Variação espacial e temporal dos valores de fosfato inorgânico ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

data	representação data	pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	9,13	4,65	5,59	6,22	4,96	4,65
22/08/1998	2	1,83	2,76	1,83	1,83	3,71	2,45
16/12/1998	3	4,96	4,96	4,34	4,34	5,59	5,59
30/01/1999	7	3,08	3,71	4,34	3,71	13,11	4,34
27/02/1999	8	3,71	6,22	5,59	8,10	9,35	9,35
01/05/1999	9	2,16	2,16	1,57	1,57	2,16	1,87
26/06/1999	12	1,27	0,38	1,87	1,87	2,46	2,46
24/07/1999	13	5,14	3,36	5,14	5,74	5,14	6,04
21/08/1999	14	0,67	7,83	0,38	0,97	3,95	2,46
23/10/1999	15	2,16	1,87	3,36	2,46	1,87	2,46
31/12/1999	17	5,14	2,46	4,25	0,97	2,16	1,87
28/01/2000	19	6,50	10,81	6,04	6,34	6,34	7,53
26/02/2000	20	1,57	0,97	0,38	0,67	31,38	1,87
28/06/2000	21	17,66	0,97	2,16	1,87	1,57	1,57
24/07/2000	25	1,57	0,38	0,97	0,97	0,67	0,67
29/08/2000	26	4,25	4,25	3,06	7,87	4,55	3,65
27/10/2000	27	6,34	6,93	3,36	2,46	0,80	3,06
21/12/2000	29	2,16	2,46	1,87	2,16	1,27	2,16
31/01/2001	31	3,65	1,87	0,97	0,97	0,80	1,87
21/02/2001	32	8,06	10,30	5,67	7,56	8,34	3,35
25/04/2001	33	7,61	11,20	10,25	5,37	7,48	6,53

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

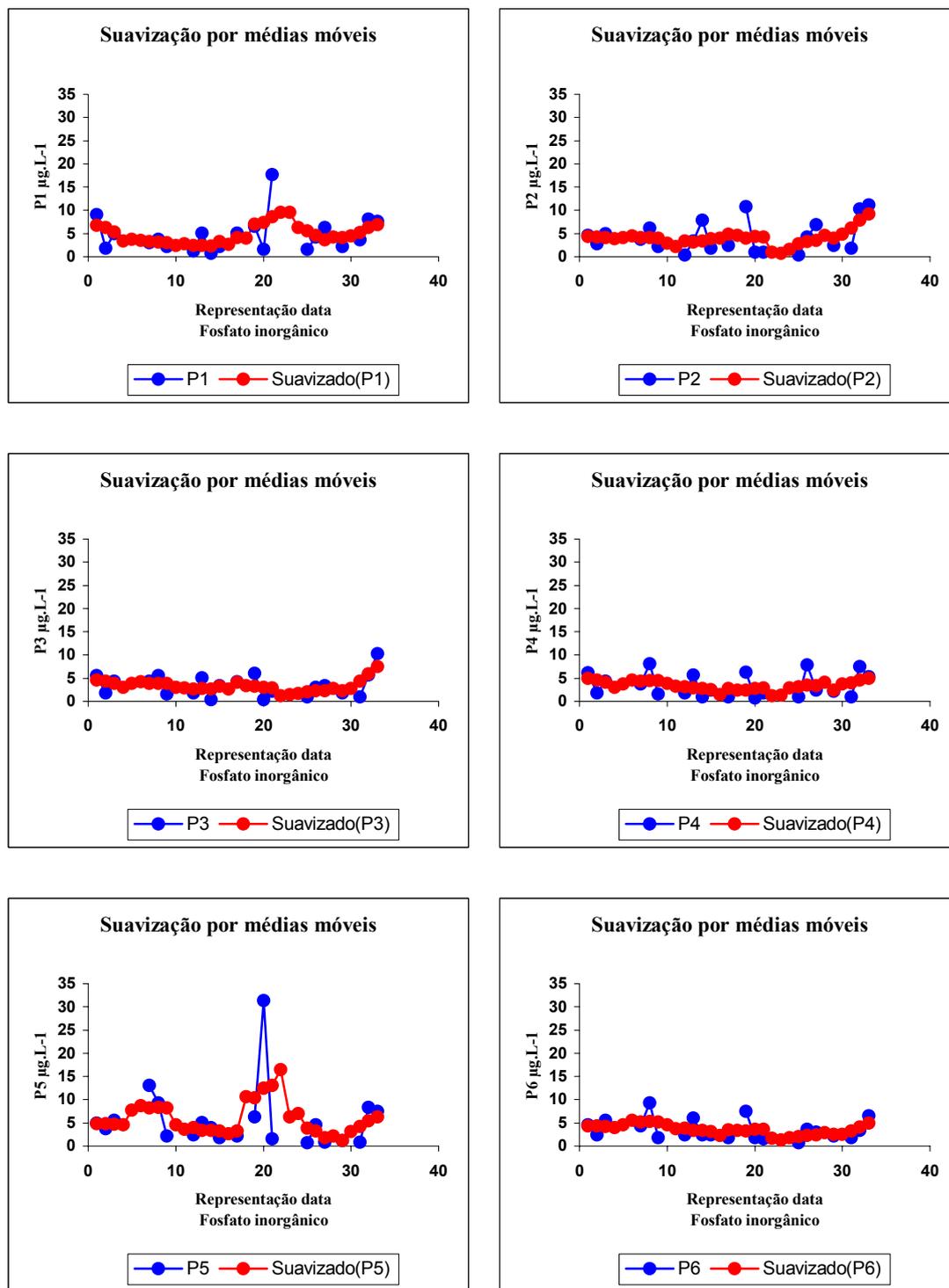


Figura 122 - Variação espacial e temporal dos valores de fosfato inorgânico, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.

Fonte: Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.7 - Nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

O nitrogênio total (NT) representa todas as formas de nitrogênio da água, o que inclui as formas dissolvidas (nitrito, nitrato, íons amônio, uréia), inorgânicas e orgânicas (nitrogênio orgânico dissolvido, aminoácidos e proteínas), podendo ser usado como indicativo da produtividade do sistema.

A tabela 55 e figura 123 mostram as variações dos valores de nitrogênio total (NT) na represa Velha CEPTA/IBAMA. Durante os anos estudados o maior valor foi verificado no mês de janeiro de 2001 período chuvoso no ponto 3 (P3) antigo banco de macrófitas de ($2787,39 \mu\text{g.L}^{-1}$) e o menor valor no mês de junho de 1999 período seco no ponto 4 (P4) barragem de ($21,66 \mu\text{g.L}^{-1}$) (BUFON, 1999; 2002). Valores semelhantes a estes foram também obtidos por Bufon (1999), no córrego, no interior da mata ciliar no CEPTA ($885,00 \mu\text{g.L}^{-1}$), Nascimento (2000), no córrego da Barrinha ($860,00 \mu\text{g.L}^{-1}$), e Bufon (2002), no antigo banco de macrófitas de ($2787,39 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Estas altas concentrações podem estar relacionado com as cargas de entrada de nutrientes na microbacia do córrego da Barrinha a efluente da represa Velha CEPTA/IBAMA. A agricultura é a principal atividade do uso e ocupação do solo na microbacia deste córrego, ocorrendo desmatamento na nascente, circundando a nascente há plantações de algodão, o que resulta na degradação da mata ciliar. Além disso, o que também resulta na degradação da mata ciliar é o cultivo da cana de açúcar, lavouras de laranja e uma mineradora de areia. Estas lavouras ocorrem desde a nascente do córrego da Barrinha até a divisa do CEPTA, onde existe uma mata ciliar que auxilia na atenuação dos impactos sobre o córrego.

Alguns tanques de criação de peixe a jusante da represa Velha em estudo, também tiveram valores altos de nitrogênio total observados de ($18,10 \text{ mg.L}^{-1}$). Esta carga que chega aos viveiros a jusante da represa e foi atribuída a atividade agrícola interna na microbacia, observada desde a nascente do córrego da Barrinha (ELER, 2000).

Estudos realizados em outras microbacias localizadas na região de São Carlos/SP, nos córregos da Água Quente e Água Fria tiveram variações na concentração de nitrogênio total de $733,80$ a $7297,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (SANTOS, 1993).

As análises de nitrogênio total realizada na bacia do rio Piracicaba, detectaram valores elevados na região de Santa Bárbara e Piracicaba maiores que $800,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (MELETTI, 1997). Outros estudos realizados em duas lagoas localizadas no Bairro

Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, foram observados valores que oscilaram entre as duas represas no período de julho de 1718,10 a 1913,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (BRAZIL, 2000).

Segundo a Companhia Energética de São Paulo (1998) foram analisados os reservatórios do rio Tietê, o qual obtiveram uma média entre os anos de 1993 a 1996 no período chuvoso de 706,25 $\mu\text{g.L}^{-1}$, nos reservatórios do sistema Paranapanema a média obtida entre os anos de 1991 a 1994 no período chuvoso foi de 424,77 $\mu\text{g.L}^{-1}$, e reservatórios do sistema Paraná, os anos analisados foram entre 1993 e 1996 e a média obtida no período chuvoso foi de 569,33 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Tabela 55 – Variação espacial e temporal dos valores de nitrogênio total ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	521,66	402,63	552,89	662,89	302,81	772,88
22/08/1998	2	601,10	581,56	783,86	500,05	691,73	442,73
16/12/1998	3	1117,07	1615,88	886,47	1212,43	999,29	1882,84
30/01/1999	7	727,20	907,07	802,14	1030,18	777,80	888,99
27/02/1999	8	1300,49	1099,62	704,68	621,89	650,88	604,68
01/05/1999	9	325,07	358,54	377,42	328,63	281,27	375,99
26/06/1999	12	135,99	136,70	127,44	107,50	119,97	140,26
24/07/1999	13	569,34	472,49	602,10	564,36	578,25	526,26
21/08/1999	14	566,14	497,06	529,82	472,13	487,80	500,26
23/10/1999	15	1137,30	1019,44	1341,69	774,81	1235,58	971,36
31/12/1999	17	1255,87	831,78	1427,51	1590,95	1615,16	1437,12
28/01/2000	19	668,69	692,19	1092,08	623,47	561,87	600,68
26/02/2000	20	1527,21	865,25	1044,00	800,09	802,22	760,56
28/06/2000	21	643,77	629,17	758,43	600,32	512,02	537,65
24/07/2000	25	738,13	914,75	743,47	575,04	601,04	583,94
29/08/2000	26	981,33	948,93	1103,11	617,77	639,85	512,37
27/10/2000	27	465,72	439,37	559,02	193,32	295,16	336,82
21/12/2000	29	2659,20	2502,52	2032,49	2409,94	2441,99	2534,57
31/01/2001	31	2274,63	2424,19	2787,39	2776,71	2766,03	2634,28
21/02/2001	32	1052,10	711,52	1300,30	950,54	880,37	765,65
25/04/2001	33	717,15	605,92	589,33	770,03	900,74	521,73

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

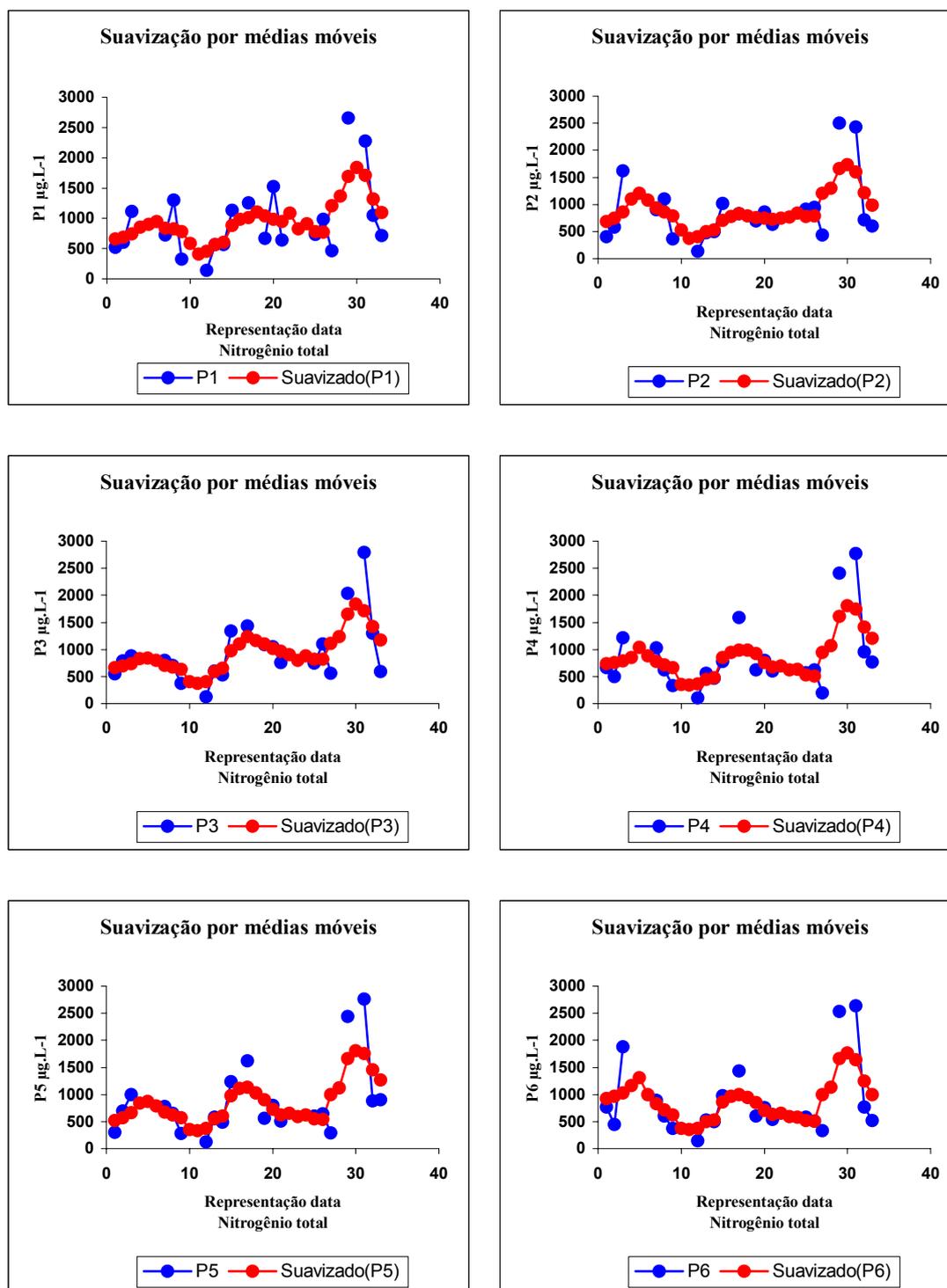


Figura 123 - Variação espacial e temporal dos valores de nitrogênio total, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.

Fonte: Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.8 - Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

A maior concentração de nitrato, observado na represa Velha foi de $178,89 \mu\text{g.L}^{-1}$, no período chuvoso no mês de fevereiro de 1999 no ponto P5 (meio da represa), o menor valor foi de $2,39 \mu\text{g.L}^{-1}$, obtido no período seco no mês de julho de 1999 nos pontos P5 e P6 (meio da represa e antigo local dos tanques-rede) (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 56 e Figura 124). Enfatiza-se que não se descarta o fato de que o nitrato pode também estar sendo acrescido pelas atividades do uso e ocupação do solo adjacente aos sistemas aquáticos estudados, ou seja, represa.

O nitrato oxidado apresenta sua forma iônica mais estável nas águas superficiais (CARMOUZE, 1994). Este representa a principal fonte de nitrogênio utilizado na síntese protéica, sendo a causa fundamental pelos processos de eutrofização em ambientes aquáticos. Constitui-se em nutriente essencial para os seres autótrofos e, em alguns casos, pode ser um nutriente limitante para o crescimento do fitoplâncton.

Valores inferiores aos obtidos neste trabalho foram constatados por Kleerekoper (1944) na represa Velha entre os anos de 1941 e 1942, que oscilaram entre $0,11$ e $0,14 \mu\text{g.L}^{-1}$. Outros trabalhos realizados nesta mesma represa tiveram valores próximos aos aqui encontrados por Costa Neto (1990); Nascimento (1994); Bufon (2002), observados na represa Velha CEPTA/IBAMA obtiveram valores que oscilaram entre $0,95$ e $145,89 \mu\text{g.L}^{-1}$. Os estudos realizados nos viveiros de criação de peixes à jusante da mesma represa, apresentaram valores que oscilaram de $0,13$ a $102,52 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COSTA NETO, 1990; ELER, 1996; 2000).

Sampaio (1996), obteve valores baixos para essa variável nos viveiros da Citrossuco entre $10,00$ e $96,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ e Sipaúba-Tavares e Moreno (1994), encontraram valores entre $10,00$ e $290,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos viveiros experimentais da UNESP em Jaboticabal, SP. Segundo Pádua (1993), o teor de nitrato recomendado para um viveiro de piscicultura pode ser até de $10,00 \text{ mg.L}^{-1}$. Portanto os resultados obtidos na represa Velha CEPTA/IBAMA e nos viveiros de criação de peixes à jusante da represa estão bem abaixo do que os recomendados pela literatura.

Estudos realizados na região de São Carlos, SP, nos córregos da Água Quente e Água Fria tiveram variações na concentração de nitrato que oscilaram entre a média dos rios de $6,85$ a $22,70 \mu\text{g.L}^{-1}$ (SANTOS, 1993).

Na represa do rio Guatemí em Campinas – SP, foram obtidos valores de nitrato inferiores aos observados na represa Velha, que oscilaram entre $0,002$ e $0,079 \mu\text{g.L}^{-1}$

(KLEEREKOPER, 1944). Resultados obtidos dos reservatórios do rio Tietê tiveram uma média de nitrato no período chuvoso entre os anos de 1993 a 1996 de 543,98 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e nos reservatórios do Paranapanema, a média encontrada no mesmo período entre os anos de 1989 a 1994 foi de 357,32 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Outros locais analisados foram duas lagoas localizadas no Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, sendo obtido valores que oscilaram entre 27,80 e 268,90 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (BRAZIL, 2000).

Tabela 56 – Variação espacial e temporal dos valores de nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	62,49	58,69	59,77	60,32	58,69	57,60
22/08/1998	2	35,84	35,84	38,56	36,93	39,65	44,54
16/12/1998	3	47,81	50,25	55,15	48,89	50,80	51,89
30/01/1999	7	42,37	41,82	42,37	43,46	43,46	42,10
27/02/1999	8	37,47	52,16	49,44	47,11	178,89	63,58
01/05/1999	9	38,83	37,74	39,38	36,38	18,71	17,89
26/06/1999	12	42,64	36,38	40,19	37,74	39,65	33,94
24/07/1999	13	2,93	5,11	4,02	3,21	2,39	2,39
21/08/1999	14	21,97	20,07	22,51	17,89	20,07	24,69
23/10/1999	15	28,23	24,69	25,23	20,61	23,60	23,06
31/12/1999	17	21,15	21,15	21,97	22,51	27,68	26,59
28/01/2000	19	19,25	19,79	20,88	20,61	20,61	21,97
26/02/2000	20	8,64	9,73	6,47	5,38	5,11	4,29
28/06/2000	21	19,79	21,97	17,89	16,26	17,07	26,05
24/07/2000	25	79,63	40,19	35,30	36,93	38,56	36,66
29/08/2000	26	129,67	38,29	41,82	33,66	42,64	39,92
27/10/2000	27	6,47	10,82	13,27	14,63	14,36	15,44
21/12/2000	29	20,88	20,88	19,25	17,35	18,71	17,35
31/01/2001	31	40,46	41,28	39,92	36,93	33,94	41,28
21/02/2001	32	12,94	11,94	11,10	12,72	12,95	10,57
25/04/2001	33	15,20	18,05	10,98	12,41	13,45	11,21

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

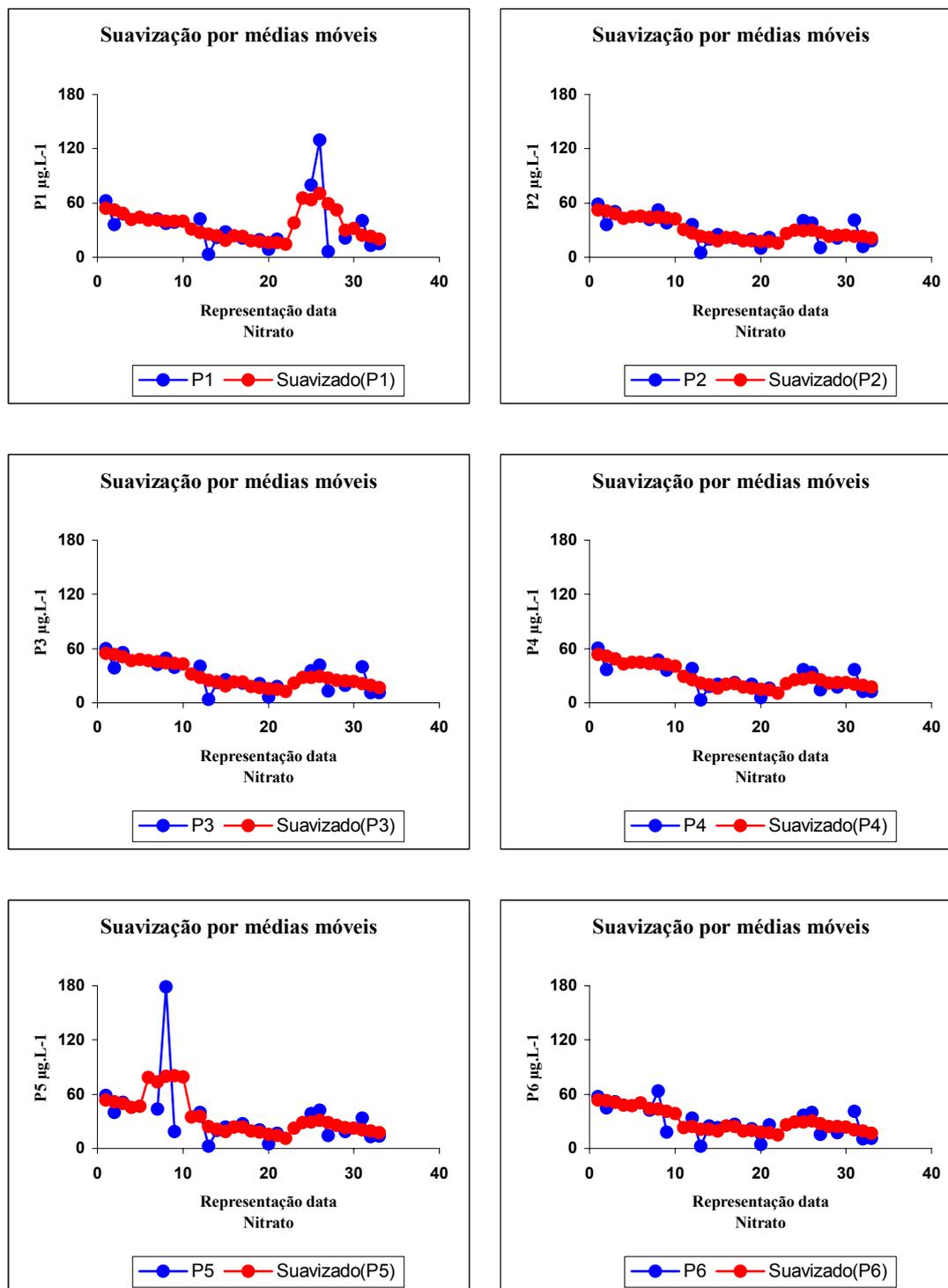


Figura 124 - Variação espacial e temporal dos valores de nitrato, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.9 - Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Na tabela 57 e figura 125, o maior valor de nitrito encontrado na represa Velha CEPTA/IBAMA foi obtido no período chuvoso no mês de janeiro de 2000 no ponto P3 (antigo banco de macrófitas) de $19,45 \mu\text{g.L}^{-1}$ e o menor valor foi de $0,15 \mu\text{g.L}^{-1}$ no mês de julho de 2000 no ponto P5 (meio da represa) (BUFON, 1999; 2002). Estes valores, como o observado para o nitrato, sempre foram inferiores àquele estabelecido para corpos de água de Classe 2, pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

A toxidez do nitrito é bem conhecida, mas ainda não foi estabelecido um nível de “não efeito”. Este tem efeito mais rápido quando presente na água de consumo humano, em relação ao nitrato. Sua concentração nos mananciais de água bruta é usualmente inferior a $1,00 \text{mg.L}^{-1}$, como também o nitrogênio. A cloração com residuais de cloro livre converte o nitrito em nitrato (BATTALHA et al., 1977).

Comparando estes valores aos encontrados na mesma represa por Costa Neto (1990); Nascimento (1994); Bufon (2002), que oscilaram entre $0,07$ e $15,87 \mu\text{g.L}^{-1}$, apresentaram valores próximos aos obtidos neste trabalho. Outros trabalhos realizados por Costa Neto (1990); Eler (1996; 2000), a jusante da represa Velha, nos viveiros de criação de peixes, valores que oscilaram de $0,10$ a $34,82 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Outros dois ambientes aquáticos estudados na região de São Carlos, SP, nos córregos da Água Quente e Água Fria os valores de nitrito variaram de $0,33$ a $123,00 \mu\text{g.L}^{-1}$ (SANTOS, 1993).

Trabalhos realizados nos reservatórios do rio Tietê tiveram uma média entre os anos de 1993 a 1996 de $2,65 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso e nos reservatórios do Paranapanema a média obtida no mesmo período entre os anos de 1989 a 1994 de $2,20 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Duas outras lagoas localizadas no Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, também foram estudadas e os valores obtidos oscilaram entre $3,20$ e $89,80 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BRAZIL, 2000).

Tabela 57 – Variação espacial e temporal dos valores de nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	2,69	2,69	3,29	3,29	3,29	3,59
22/08/1998	2	2,09	1,78	1,19	1,79	2,09	1,19
16/12/1998	3	2,39	2,99	3,29	2,99	2,69	2,69
30/01/1999	7	3,29	2,69	2,69	2,99	4,19	3,89
27/02/1999	8	6,28	5,08	7,48	4,49	7,48	8,68
01/05/1999	9	1,79	2,39	1,64	1,49	1,79	1,94
26/06/1999	12	2,54	2,84	3,29	1,79	3,14	2,24
24/07/1999	13	1,79	0,90	0,90	1,49	0,90	2,54
21/08/1999	14	1,64	1,64	1,34	1,19	1,04	1,19
23/10/1999	15	1,34	1,19	0,75	0,75	0,60	1,49
31/12/1999	17	2,39	2,84	1,94	1,79	3,14	1,79
28/01/2000	19	2,69	2,99	19,45	3,59	2,54	2,39
26/02/2000	20	0,60	2,99	2,69	2,39	3,59	2,69
28/06/2000	21	1,34	2,09	2,39	2,99	2,99	4,04
24/07/2000	25	0,60	0,45	0,45	0,30	0,15	0,60
29/08/2000	26	3,14	1,94	2,09	1,94	2,54	2,24
27/10/2000	27	1,94	1,94	2,24	2,54	2,39	1,94
21/12/2000	29	1,79	1,49	1,04	1,19	1,79	1,34
31/01/2001	31	3,14	2,84	8,82	2,99	2,84	3,59
21/02/2001	32	3,22	3,44	3,80	2,27	1,65	2,23
25/04/2001	33	1,67	3,14	3,34	1,84	1,97	3,17

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

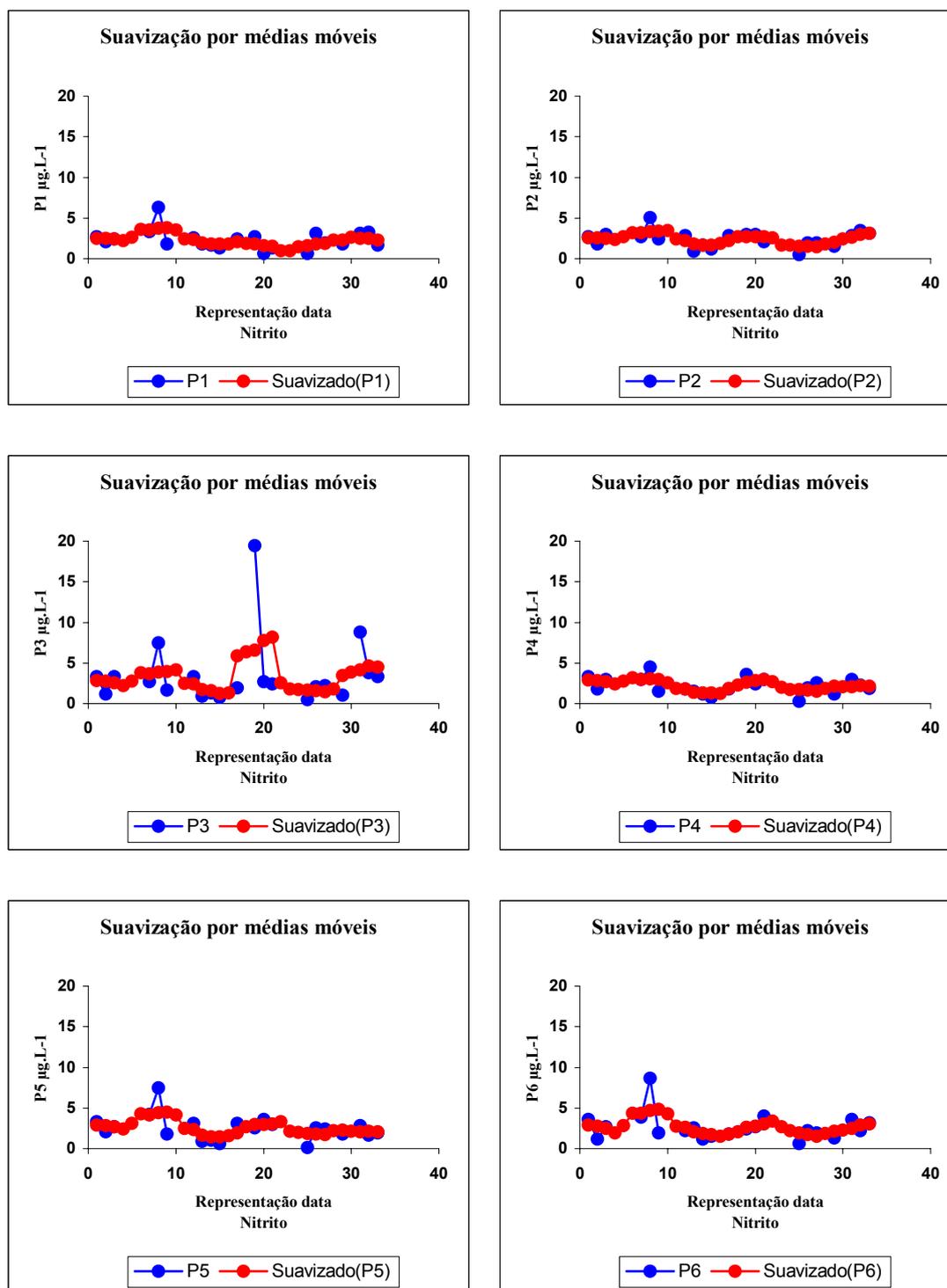


Figura 125 - Variação espacial e temporal dos valores de nitrito, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.10 - Amônia ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

Outra forma de nitrogênio no sistema é a amônia, embora a amônia seja tóxica para a vida aquática, seu grau de toxicidade varia de acordo com o pH e temperatura (ELER, 2000). De acordo com Boyd (1982), concentrações acima de $0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$, em ambiente com pH acima de 7, pode ocasionar a mortalidade dos peixes.

A menor concentração de amônia na represa Velha CEPTA/IBAMA, observados na tabela 58 e figura 126, ocorreram no ponto P4 (barragem), de $0,03 \mu\text{g.L}^{-1}$ no mês de agosto de 2000 no período seco, o maior valor foi de $786,69 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso no mês de janeiro de 2001, ponto P6 (antigo local dos tanques-rede) (BUFON, 1999; 2002).

Valores semelhantes aos aqui encontrados foram citados por Costa Neto (1990); Nascimento (1994); Bufon (2002), que oscilaram na mesma represa entre $0,03$ e $786,69 \mu\text{g.L}^{-1}$. Outros estudos realizados a jusante da represa nos viveiros de criação de peixes por Costa Neto (1990); Senhorini (1995); Eler (1996; 2000); Watanabe (2001) apresentaram valores que variaram entre $7,00$ e $222,10 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Kleerekoper (1944) realizou estudos na represa do rio Gratemí em Campinas – SP, no ano de 1940, obteve valores inferiores aos aqui obtidos que oscilaram entre $0,010$ e $0,016 \mu\text{g.L}^{-1}$, no período chuvoso. Valores próximos aos aqui encontrados foram citados por Brazil (2000), observados em duas lagoas localizadas no Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, com valores que oscilaram entre $0,2$ e $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$. Outros estudos realizados em reservatórios do rio Tietê apresentaram valores em média de $42,81 \mu\text{g.L}^{-1}$ entre os anos de 1993 a 1996 no período chuvoso, e nos reservatórios do sistema Paranapanema a média obtida entre os anos de 1991 a 1994 no mesmo período foi de $55,35 \mu\text{g.L}^{-1}$ (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998).

Tabela 58 – Variação espacial e temporal dos valores de amônia ($\mu\text{g.L}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	32,30	95,94	68,74	71,82	68,23	46,16
22/08/1998	2	86,19	145,20	100,04	105,69	100,56	80,54
16/12/1998	3	171,38	314,04	171,89	208,33	264,78	300,70
30/01/1999	7	291,97	505,46	169,32	209,86	197,04	216,02
27/02/1999	8	81,06	64,12	85,16	80,03	100,56	463,38
01/05/1999	9	66,69	71,00	80,37	153,41	60,01	84,65
26/06/1999	12	182,15	58,99	160,60	123,65	67,71	117,49
24/07/1999	13	48,72	60,01	88,24	44,62	290,44	172,40
21/08/1999	14	37,95	34,87	17,93	18,96	28,71	18,45
23/10/1999	15	56,42	47,70	46,67	56,42	19,99	34,87
31/12/1999	17	188,82	245,27	120,06	103,64	118,00	183,69
28/01/2000	19	99,02	49,75	52,32	33,33	358,69	55,40
26/02/2000	20	75,41	14,34	5,10	21,53	51,80	45,65
28/06/2000	21	96,45	19,99	69,77	22,55	20,50	76,44
24/07/2000	25	135,97	65,66	60,01	160,09	41,03	37,43
29/08/2000	26	1,51	0,54	2,08	0,03	3,05	1,00
27/10/2000	27	150,85	129,81	77,98	104,15	61,55	49,24
21/12/2000	29	72,90	95,47	180,61	107,23	72,84	49,24
31/01/2001	31	76,44	99,02	42,57	77,46	38,46	786,69
21/02/2001	32	9,69	6,85	15,63	1,03	21,63	8,96
25/04/2001	33	47,02	5,42	11,45	18,92	46,99	4,44

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

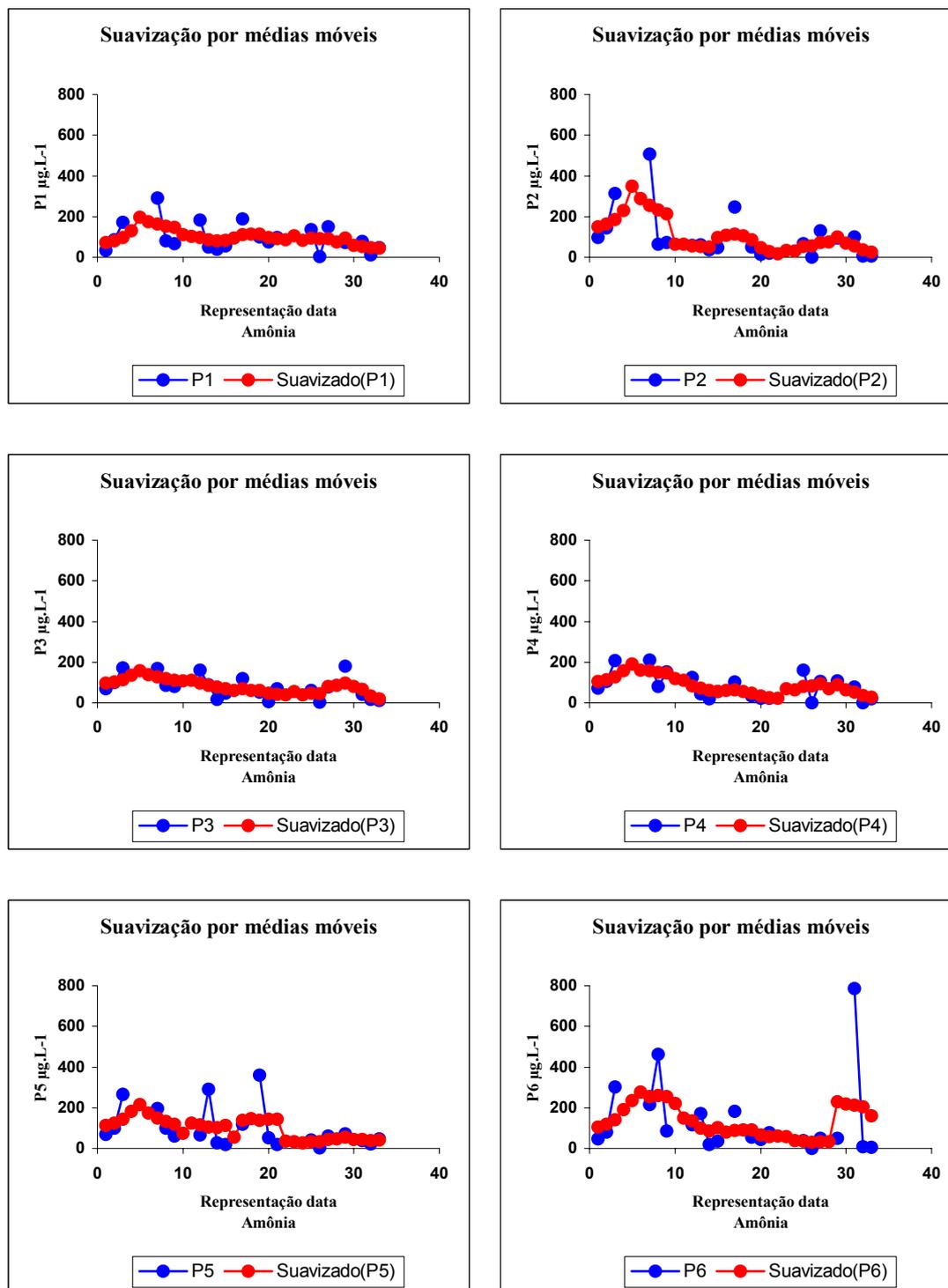


Figura 126 - Variação espacial e temporal dos valores de amônia, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.11 - Silicato reativo (mg.L^{-1})

A tabela 59 e figura 127 apresentam a variação espaço-temporal do silicato reativo na represa Velha CEPTA/IBAMA, no período chuvoso, sendo que o maior valor foi obtido no mês de abril de 2001 de $6,10 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto P1 (antigo cercado da represa), e o menor valor ocorreu no período seco, no mês de outubro de 2000 de $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto P2 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa) (BUFON, 1999; 2002).

Em Limnologia, geralmente determina-se o chamado silicato “reativo” (sílica solúvel, sílica dissociada, íon silicato ou simplesmente sílica), por ser a forma assimilável pelos organismos. O nome silicato “reativo” originou-se do fato de que a sílica solúvel reage com o molibdato de amônia em meio ácido (ESTEVES, 1988). Kampnielsen (1974) demonstrou que a liberação de sílica do sedimento do lago Fures (eutrófico) foi de aproximadamente $95,0 \text{ mgm}^{-2}\text{d}^{-1}$, enquanto que para o lago Grane Langs (oligotrófico) foi de apenas $5,0 \text{ mgm}^{-2}\text{d}^{-1}$.

As sílicas juntamente com o oxigênio são os elementos mais abundantes da crosta terrestre. A sílica aparece como óxido de silício formando quartzo e areia, e quando combinadas com metais formam muitos silicatos minerais principalmente nas rochas ígneas. A degradação das rochas contendo sílica faz com que esta apareça nas águas naturais como partículas em suspensão, como colóides ou estado polimerizado ou ainda como ácido sílico ou íons silicato. O conteúdo de sílica em águas naturais atinge freqüentemente de 1 a $30 \text{ mgm}^{-2}\text{d}^{-1}$. Entretanto, em poços de água salgada e água salobras a sílica pode atingir $1000 \text{ mgm}^{-2}\text{d}^{-1}$. Em concentrações elevadas a sílica é indesejável aos processos industriais pela dificuldade de sua remoção em equipamentos especialmente os que empregam altas pressões (CLESCERI et al., 1989).

Na legislação brasileira não há restrições aos teores de silicatos presente na água. A sílica é um elemento importante para formação de carapaças de muitas algas especialmente as diatomáceas além de ser excretada por muitas plantas, especialmente gramínea (BRAZIL, 2000).

Trabalhos realizados em outras épocas na mesma represa por Costa Neto (1990); Nascimento (1994); Bufon (1999; 2002), os valores oscilaram entre $0,02$ e $31,87 \text{ mg.L}^{-1}$. Os valores entre $0,96$ e $4,87 \text{ mg.L}^{-1}$ foram obtidos por Costa Neto (1990); Eler (1996; 2000) a jusante da represa Velha, nos viveiros de criação de peixes.

Na região de São Carlos, SP, em dois ambientes aquáticos distintos, nos córregos da Água Quente e Água Fria o maior valor obtido foi de 47,90 mg.L⁻¹ (SANTOS, 1993). Trabalhos realizados em duas lagoas no Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, os valores variaram entre 0,15 e 3,02 mg.L⁻¹ (BRAZIL, 2000).

Tabela 59 – Variação espacial e temporal dos valores de silicato reativo (mg.L⁻¹) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	4,96	3,61	2,06	5,76	1,70	1,78
22/08/1998	2	2,77	2,43	3,33	3,97	3,23	2,49
16/12/1998	3	4,94	2,03	3,43	2,37	2,44	2,14
30/01/1999	7	4,72	3,29	4,99	3,82	2,48	3,02
27/02/1999	8	4,79	2,80	2,38	3,20	2,80	3,30
01/05/1999	9	1,41	1,47	2,94	2,28	2,09	1,72
26/06/1999	12	4,07	2,98	2,38	2,15	2,28	3,75
24/07/1999	13	2,11	3,53	2,84	1,94	1,98	4,40
21/08/1999	14	0,19	0,09	0,20	0,16	0,13	0,15
23/10/1999	15	3,01	2,62	2,28	3,12	3,18	3,04
31/12/1999	17	0,68	0,91	0,66	0,76	0,65	0,46
28/01/2000	19	0,65	0,67	0,74	0,76	0,71	0,80
26/02/2000	20	1,63	1,73	1,63	1,72	1,59	1,59
28/06/2000	21	0,60	0,68	0,75	0,82	0,82	0,84
24/07/2000	25	1,58	1,63	1,74	1,78	1,58	1,82
29/08/2000	26	2,20	2,49	2,30	2,68	2,29	2,26
27/10/2000	27	0,09	0,02	0,10	0,09	0,17	0,24
21/12/2000	29	0,08	0,06	0,03	0,09	0,06	0,06
31/01/2001	31	0,19	0,32	0,24	0,03	0,17	0,11
21/02/2001	32	0,97	0,72	0,71	1,50	0,87	0,83
25/04/2001	33	6,10	2,51	2,14	5,75	5,93	3,05

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

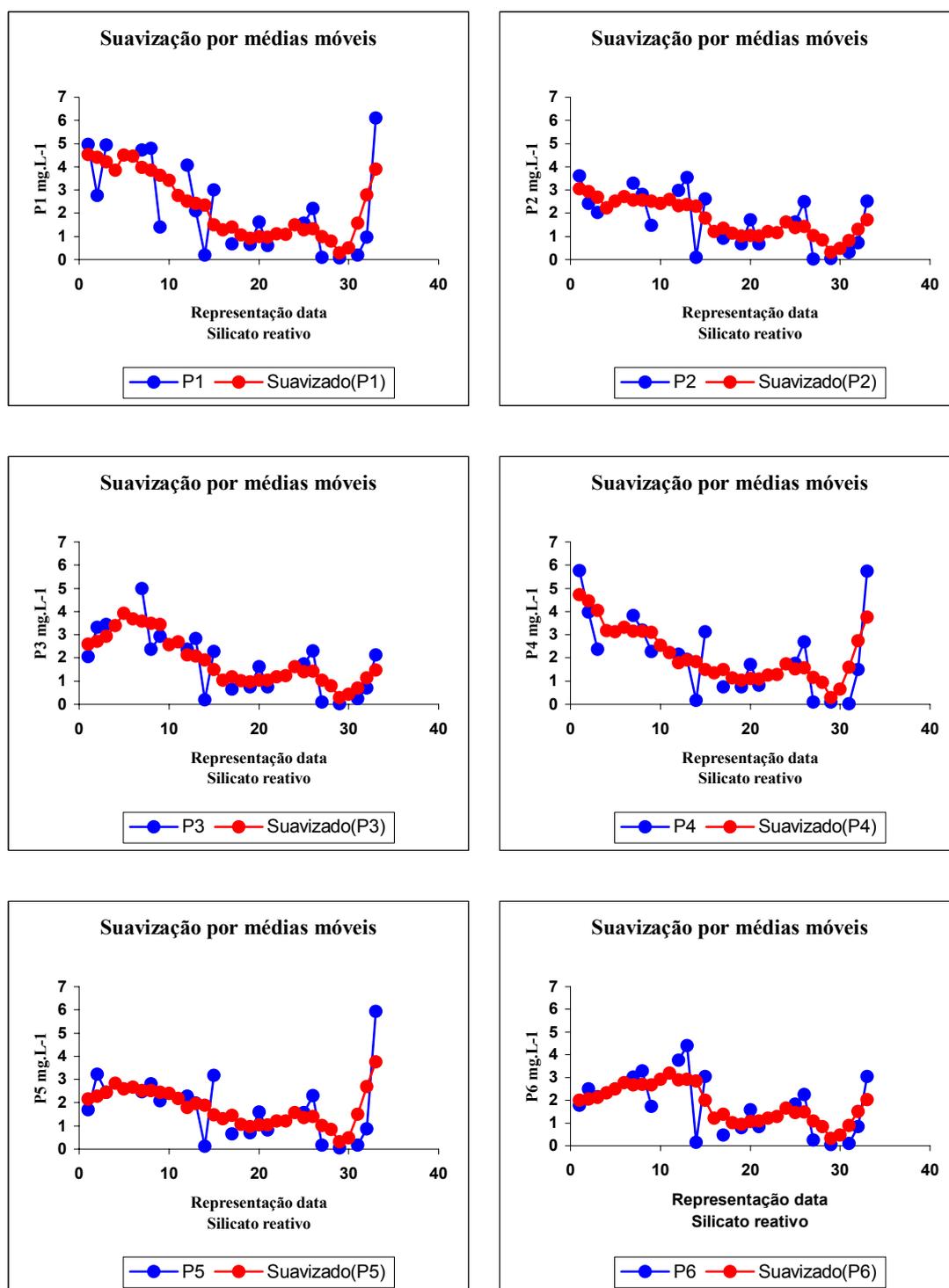


Figura 127 - Variação espacial e temporal dos valores de silicato reativo, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001.

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.12 - Temperatura da água (°C)

O maior valor de temperatura da água na superfície na represa Velha CEPTA/IBAMA, foi obtido no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede), no mês de fevereiro de 2001, período chuvoso, de 31,0°C, o menor valor também foi no ponto P6, no mês de julho de 2000, período seco, de 16,3°C (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 60 e Figura 128).

Apesar da temperatura da superfície da água sofrer maior interferência da temperatura do ar no período estudado, esta não sofreu grandes alterações. Estes resultados foram semelhantes daqueles obtidos anteriormente na mesma área de estudo por Kleerekoper (1941); Costa Neto (1990); Ferraz de Lima et al. (1992); Nascimento (1994; 2000); Bufon (1999; 2002), que obtiveram valores que oscilaram entre 14,0 e 31,0°C.

Estudos realizados por Kleerekoper (1944) na represa do rio Gratemí em Campinas – SP, no ano de 1940, obteve valor de temperatura da água na superfície da represa de 24,1°C, no período de chuvoso. Em outros reservatórios estudados do rio Tietê, Paranapanema e sistema Paraná, os valores de temperatura da água oscilaram entre 21,1 e 28,0°C (COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO, 1998). Outras duas lagoas estudadas na região do Bairro Bonsucesso no Município de Guarulhos, SP, os valores obtidos foram entre 20,5 e 25,6°C, apresentando uma média de 22,9°C (BRAZIL, 2000).

Tabela 60 – Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na superfície (°C) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	20,0	20,0	19,9	20,0	20,0	20,0
22/08/1998	2	28,0	28,3	27,0	27,0	28,0	28,5
16/12/1998	3	27,0	28,0	28,0	27,0	28,0	27,0
30/01/1999	7	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,7
27/02/1999	8	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0
01/05/1999	9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
26/06/1999	12	19,0	19,5	20,0	19,0	19,5	19,0
24/07/1999	13	19,5	19,5	19,5	20,0	20,0	20,0
21/08/1999	14	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0
23/10/1999	15	26,0	25,0	26,0	26,0	25,0	26,0
31/12/1999	17	28,4	28,5	28,0	28,0	29,0	28,1
28/01/2000	19	25,0	26,0	25,0	25,0	25,5	25,0
26/02/2000	20	19,0	19,0	20,0	21,0	21,0	21,0
28/06/2000	21	17,0	16,9	16,9	17,0	16,7	17,0
24/07/2000	25	17,0	17,0	17,0	16,5	17,0	16,3
29/08/2000	26	27,2	27,6	27,9	27,7	28,2	28,1
27/10/2000	27	26,0	26,0	26,9	26,7	25,6	26,2
21/12/2000	29	27,0	26,0	26,5	27,0	27,5	26,0
31/01/2001	31	25,0	26,5	27,0	27,5	26,0	26,0
21/02/2001	32	30,0	30,0	29,5	30,0	29,0	31,0
25/04/2001	33	27,5	26,5	27,5	26,0	26,0	24,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

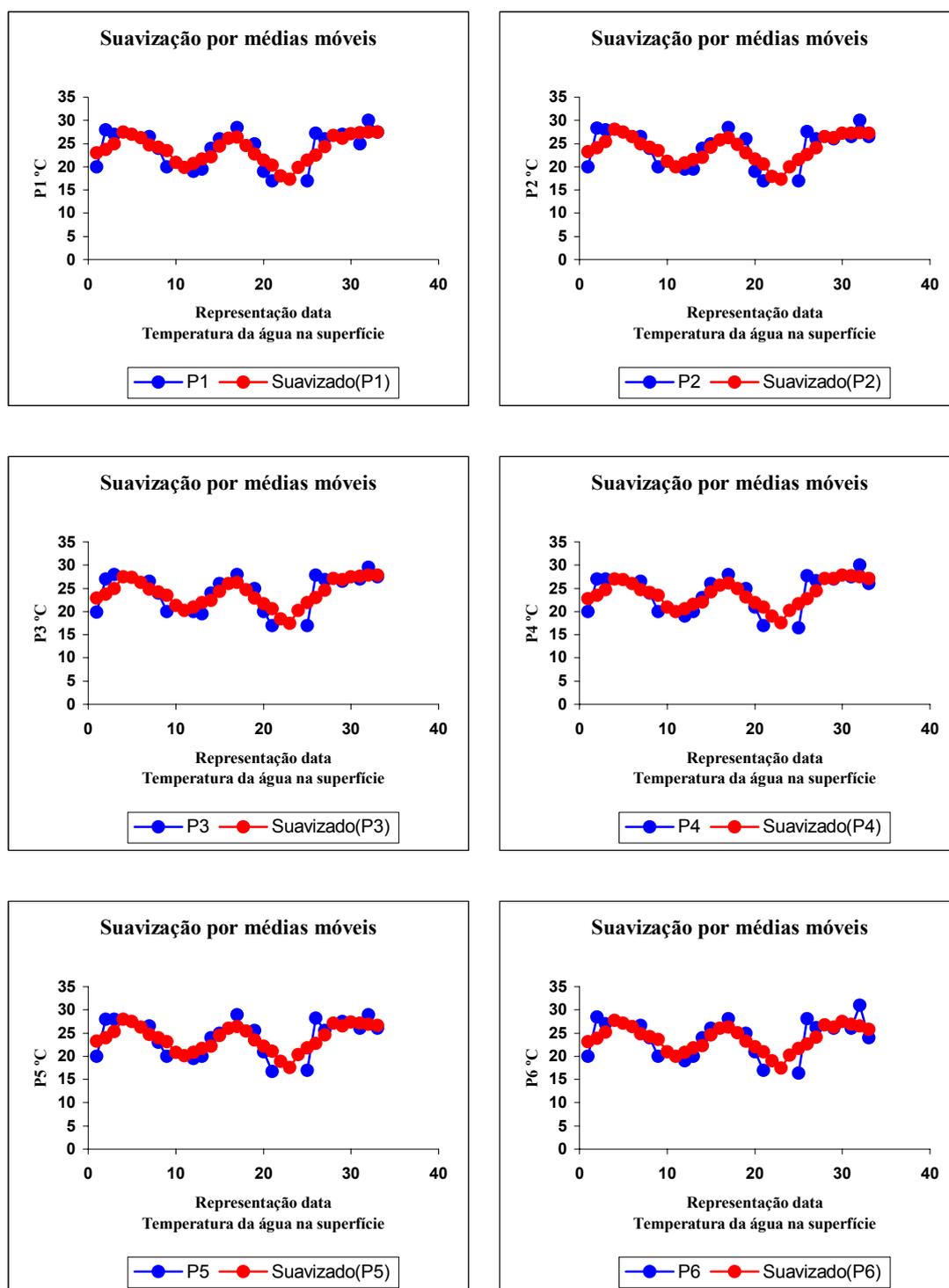


Figura 128 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

O maior valor de temperatura da água na média profundidade da represa Velha foi no ponto P5 (meio da represa) no mês de dezembro de 1999, período de chuvoso, de 28,5°C, e o menor valor foi no ponto P6 (antigo local dos tanques-rede) no mês de junho de 2000, período seco, de 16,7°C. Estes resultados podem ser observados na tabela 61 e figura 129.

Tabela 61 – Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na média profundidade (°C) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	20,0	20,0	19,9	19,8	19,5	20,0
22/08/1998	2	27,0	27,0	26,5	25,5	24,5	24,5
16/12/1998	3	27,0	27,0	27,5	27,0	27,0	27,5
30/01/1999	7	26,5	26,2	26,5	26,2	26,3	26,3
27/02/1999	8	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0
01/05/1999	9	19,5	20,0	19,8	19,5	19,9	19,5
26/06/1999	12	19,5	20,0	19,5	20,0	19,5	19,3
24/07/1999	13	19,0	19,5	19,5	19,5	19,5	20,0
21/08/1999	14	24,0	24,0	24,0	22,0	21,0	21,0
23/10/1999	15	26,0	25,0	26,0	26,0	25,0	25,0
31/12/1999	17	27,9	27,4	27,8	27,0	28,5	27,0
28/01/2000	19	25,0	26,0	25,0	25,0	25,5	25,0
26/02/2000	20	19,0	19,0	20,0	21,0	21,0	21,0
28/06/2000	21	17,0	16,9	16,9	17,0	17,0	16,7
24/07/2000	25	20,8	20,0	20,8	21,3	20,7	20,7
29/08/2000	26	27,0	27,3	27,2	27,0	26,0	26,1
27/10/2000	27	25,9	27,0	25,4	24,5	24,5	24,6
21/12/2000	29	26,0	26,0	25,5	26,5	26,0	25,0
31/01/2001	31	26,0	25,5	26,0	25,5	26,0	25,0
21/02/2001	32	24,5	25,0	26,5	25,0	24,5	26,0
25/04/2001	33	26,5	26,0	27,0	25,0	25,5	23,5

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

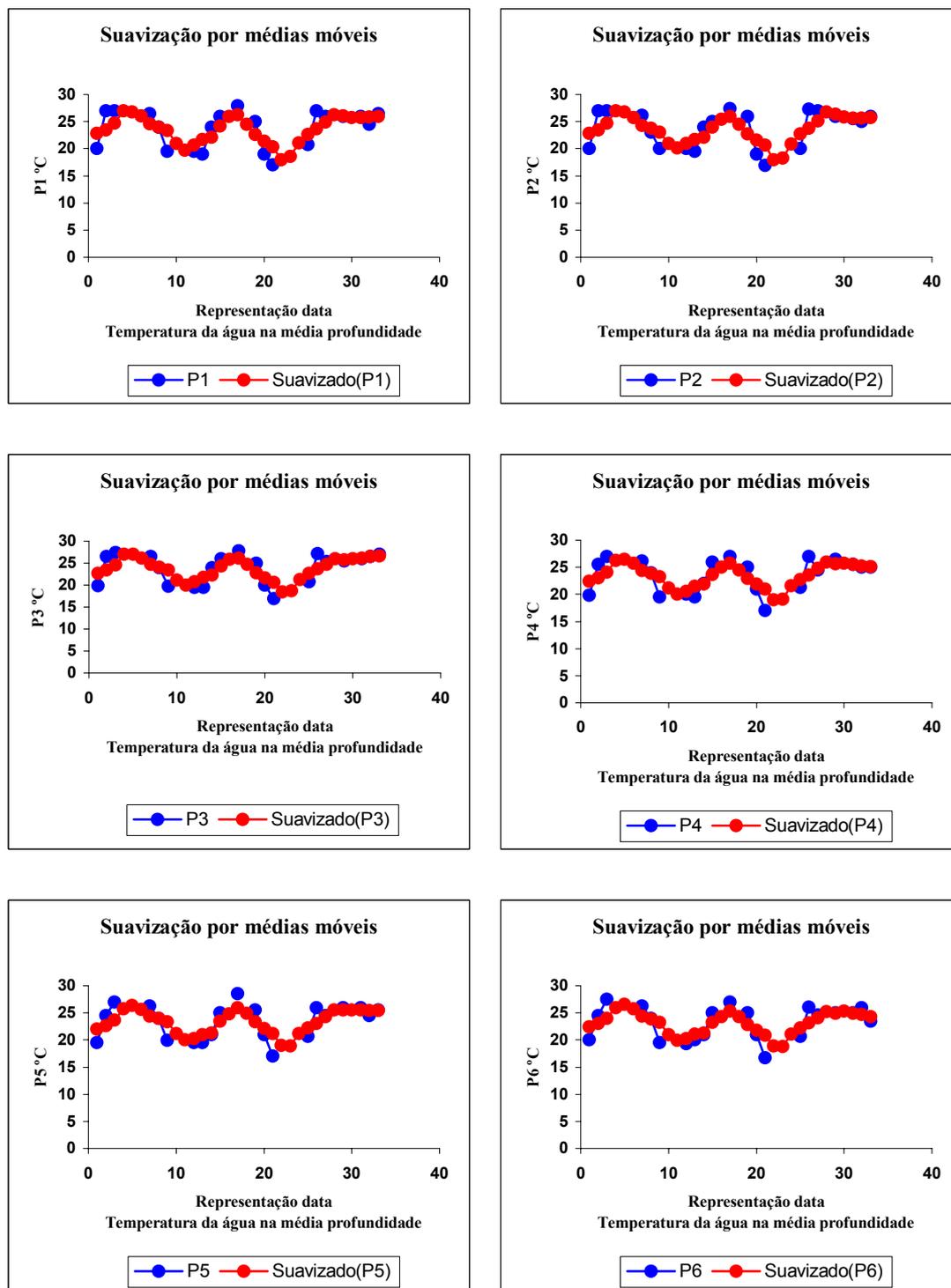


Figura 129 - Variação espacial e temporal dos valores de temperatura da água na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.13 - Condutividade elétrica da água ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)

Na superfície da água, da represa Velha CEPTA/IBAMA, os valores espaço-temporais da condutividade elétrica da água, tabela 62 e figura 130, o maior valor obtido foi no ponto P4 (barragem) no mês de janeiro de 1999, no período chuvoso, de $30,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$, e o menor valor, $5,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$, no ponto P5 (meio da represa) no mês de julho de 1998, no período seco (BUFON, 1999; 2002).

Tabela 62 – Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água na superfície ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0
22/08/1998	2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
16/12/1998	3	10,0	21,0	20,0	10,0	11,0	12,0
30/01/1999	7	25,0	27,0	25,0	30,0	15,0	25,0
27/02/1999	8	10,0	10,0	11,0	12,0	10,0	10,0
01/05/1999	9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
26/06/1999	12	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
24/07/1999	13	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
21/08/1999	14	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
23/10/1999	15	15,0	15,0	10,0	15,0	12,0	15,0
31/12/1999	17	10,0	11,0	10,0	10,0	11,0	12,0
28/01/2000	19	11,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0
26/02/2000	20	10,0	10,0	10,0	8,5	10,0	10,0
28/06/2000	21	11,0	7,0	7,0	7,0	8,0	7,0
24/07/2000	25	15,0	15,0	12,3	15,0	12,0	15,0
29/08/2000	26	14,2	13,2	13,1	13,2	12,8	12,4
27/10/2000	27	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
21/12/2000	29	11,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0
31/01/2001	31	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
21/02/2001	32	10,0	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0
25/04/2001	33	10,0	10,0	10,0	12,0	10,0	10,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

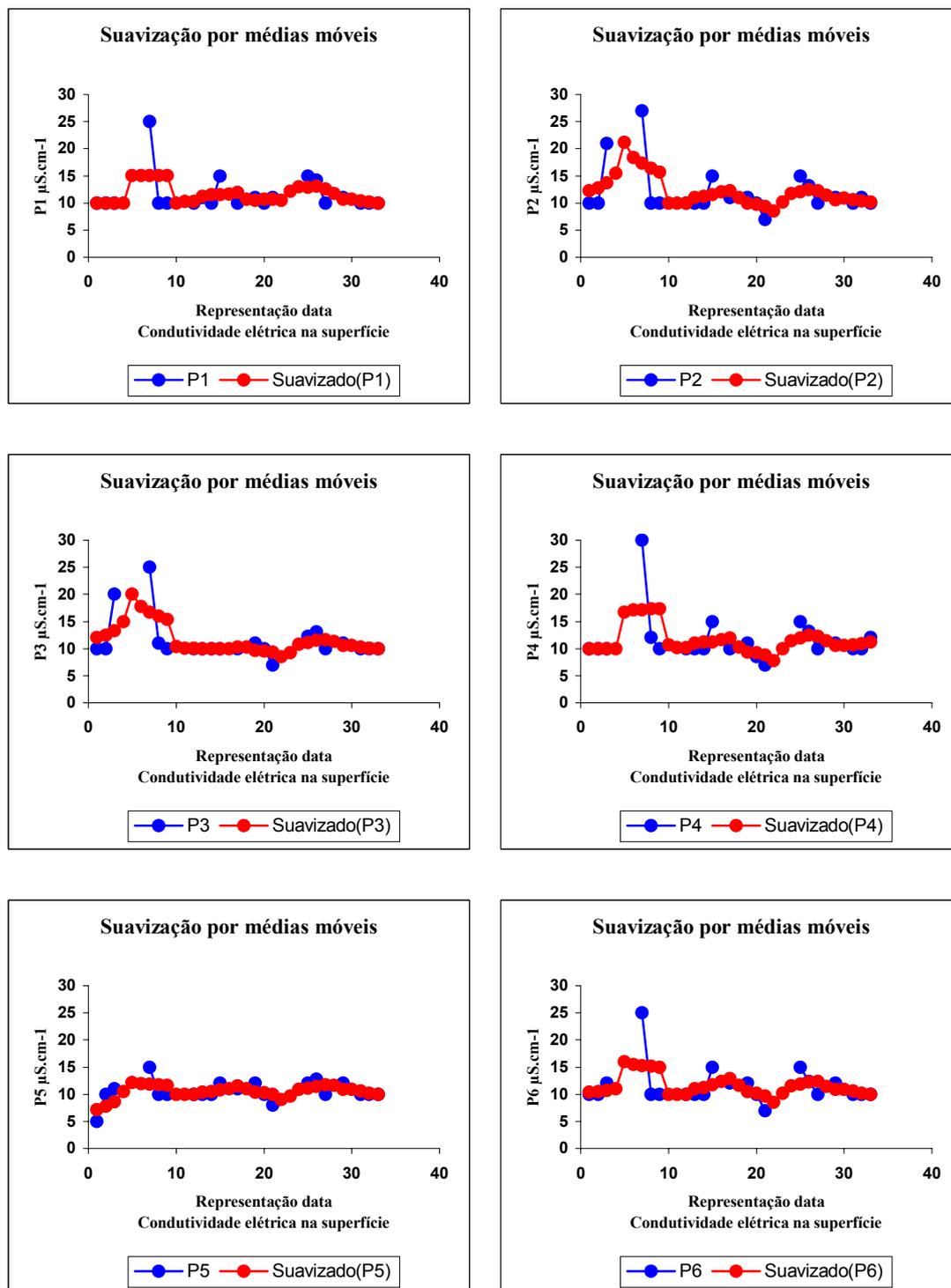


Figura 130 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica na superfície, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

O maior valor de condutividade elétrica da água na média profundidade na represa Velha foi obtido no ponto P3 (antigo banco de macrófitas) no mês de maio de 1999, no período seco, de $40,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e o menor valor foi observado nos pontos P2 e P5 (entrada do córrego da Barrinha dentro da represa e meio da represa), nos meses de julho de 1998, julho e agosto de 2000, período seco, de $5,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (BUFON, 1999; 2002) (Tabela 63 e Figura 131).

Tabela 63 – Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica da água na média profundidade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) na represa Velha, nos anos de 1998 a 2001.
Fonte: Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
14/07/1998	1	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0
22/08/1998	2	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
16/12/1998	3	11,0	12,0	21,0	14,0	12,0	13,0
30/01/1999	7	20,0	30,0	30,0	35,0	25,0	25,0
27/02/1999	8	11,0	12,0	11,0	15,0	15,0	12,0
01/05/1999	9	10,0	10,0	40,0	10,0	10,0	10,0
26/06/1999	12	15,0	15,0	12,0	10,0	17,0	12,0
24/07/1999	13	15,0	15,0	12,0	11,0	10,0	10,0
21/08/1999	14	10,0	13,0	15,0	10,0	10,0	10,0
23/10/1999	15	15,0	17,0	10,0	15,0	15,0	22,0
31/12/1999	17	15,0	15,0	12,0	15,0	17,0	17,0
28/01/2000	19	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
26/02/2000	20	10,0	10,0	10,0	8,5	10,0	10,0
28/06/2000	21	11,0	7,0	8,0	7,0	7,0	7,0
24/07/2000	25	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0
29/08/2000	26	10,0	5,0	10,0	9,0	9,0	8,0
27/10/2000	27	20,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
21/12/2000	29	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
31/01/2001	31	20,0	15,0	19,0	19,0	20,0	23,0
21/02/2001	32	11,0	12,0	21,0	14,0	12,0	13,0
25/04/2001	33	10,0	11,0	10,0	11,0	25,0	25,0

Legenda: Pontos – P1 – antigo cercado da represa, P2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, P3 – antigo banco de macrófitas, P4 – barragem, P5 – meio da represa, P6 – antigo local dos tanques-rede.

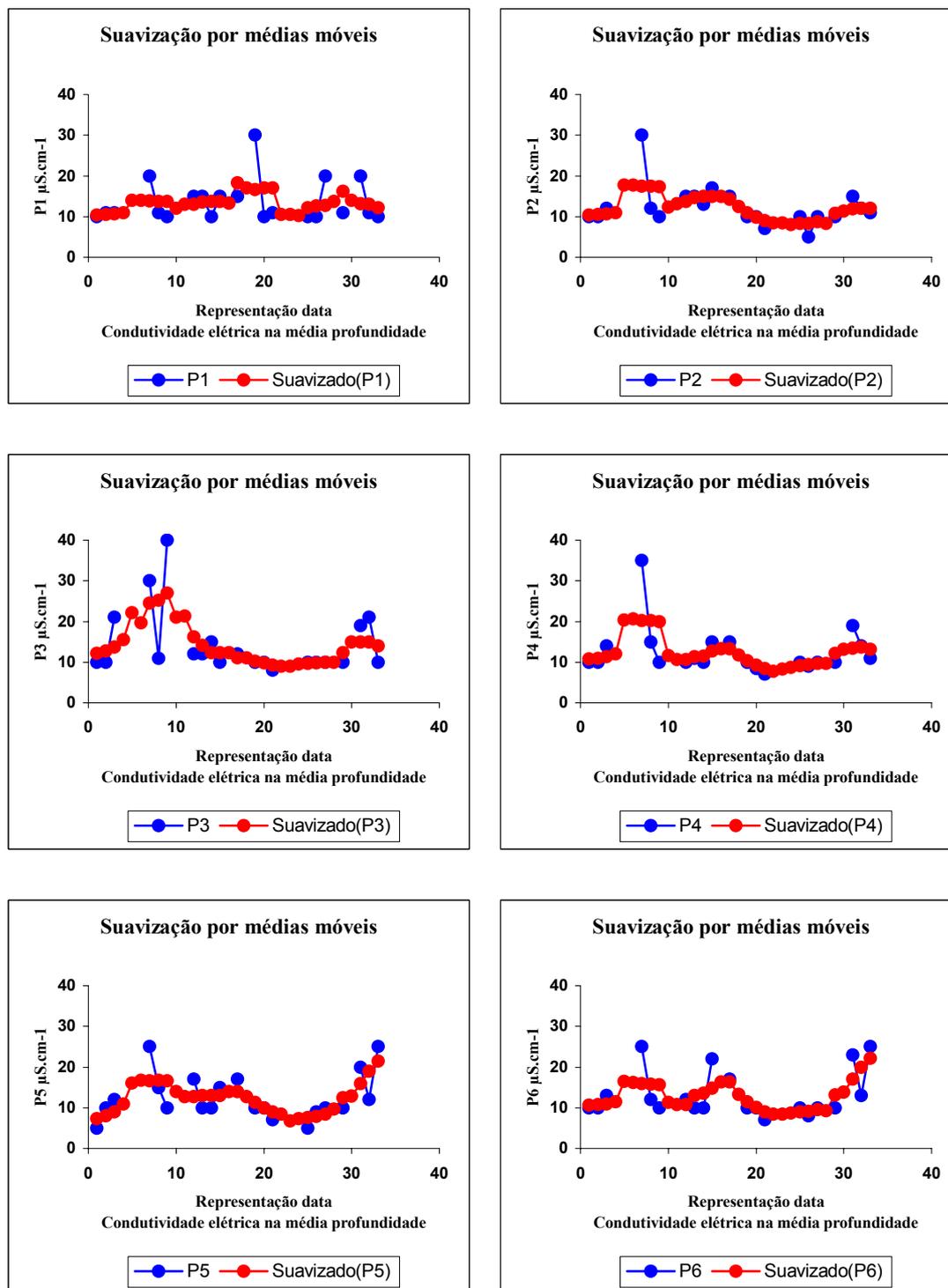


Figura 131 - Variação espacial e temporal dos valores de condutividade elétrica na média profundidade, nos pontos de coleta de 1 a 6, na represa Velha, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – 1 – antigo cercado da represa, 2 – entrada do córrego da Barrinha dentro da represa, 3 – antigo banco de macrófitas, 4 – barragem, 5 – meio da represa, 6 – antigo local dos tanques-rede.

9.14 - Vazão (m^3/s^{-1})

As medidas de vazão na microbacia do córrego da Barrinha e represa Velha CEPTA/IBAMA, em escala temporal, foram efetuadas nos períodos seco e chuvoso. Os resultados obtidos para as medidas de vazão estão apresentados na tabela 64 e figura 132.

O maior valor obtido no período seco foi no ponto P7 (saída do sangradouro), no mês de agosto de 1998, de $0,129 \text{ m}^3/\text{s}$, e o menor valor neste mesmo período foi obtido no ponto B2 (entrada do córrego da Barrinha para a represa Velha), no mês de outubro de 2000, de $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$. No período chuvoso o maior valor obtido foi no ponto B2 (entrada do córrego da Barrinha para a represa Velha), no mês de janeiro de 2001, de $0,390 \text{ m}^3/\text{s}$, o menor valor foi verificado no ponto B1 (córrego no interior da mata ciliar no CEPTA), no mês de dezembro de 2000, de $0,003 \text{ m}^3/\text{s}$. A média obtida para a microbacia estudada entre os períodos seco e chuvoso foi de $0,052 \text{ m}^3/\text{s}$. No período seco, o maior valor obtido foi na saída da represa, demonstrando que existem nascentes no interior da represa Velha, sendo que o córrego da Barrinha, portanto, não é o único contribuinte para o abastecimento da água deste ecossistema (BUFON, 1999; 2002).

Tabela 64 – Valores da vazão (m³/s) obtidos em diferentes pontos da microbacia do córrego da Barrinha, durante os anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon, 1999; 2002.

Datas	Representações datas	Pontos						
		B1	B2	BF	P7	P9	P10	P11
14/07/1998	1	0,010	0,006	0,041	0,125	0,028	0,067	0,032
22/08/1998	2	0,005	0,004	0,050	0,129	0,028	0,067	0,032
16/12/1998	3	0,037	0,010	0,075	0,089	0,020	0,071	0,031
30/01/1999	7	0,032	0,021	0,072	0,099	0,028	0,078	0,034
27/02/1999	8	0,049	0,048	0,059	0,198	0,028	0,111	0,084
01/05/1999	9	0,025	0,024	0,041	0,087	0,020	0,031	0,032
26/06/1999	12	0,013	0,016	0,058	0,114	0,032	0,016	0,020
24/07/1999	13	0,014	0,019	0,047	0,082	0,024	0,082	0,036
21/08/1999	14	0,015	0,011	0,060	0,050	0,016	0,048	0,023
23/10/1999	15	0,025	0,014	0,093	0,072	0,024	0,062	0,029
31/12/1999	17	0,032	0,009	0,070	0,099	0,024	0,060	0,032
28/01/2000	19	0,028	0,024	0,066	0,017	0,036	0,073	0,024
26/02/2000	20	0,052	0,042	0,085	0,203	0,036	0,141	0,055
28/06/2000	21	0,022	0,011	0,058	0,114	0,024	0,034	0,064
24/07/2000	25	0,026	0,009	0,048	0,084	0,024	0,082	0,036
29/08/2000	26	0,025	0,014	0,093	0,072	0,024	0,062	0,029
27/10/2000	27	0,023	0,002	0,056	0,076	0,028	0,030	0,018
21/12/2000	29	0,003	0,006	0,074	0,135	0,005	0,083	0,024
31/01/2001	31	0,220	0,390	0,100	0,097	0,028	0,028	0,023
21/02/2001	32	0,170	0,110	0,080	0,100	0,036	0,062	0,024
25/04/2001	33	0,030	0,034	0,005	0,014	0,024	0,015	0,012

Legenda: Pontos – B1 – córrego no interior da mata ciliar no CEPTA, B2 – entrada do córrego da Barrinha para a represa Velha, BF – final do córrego da Barrinha antes do sangradouro, P7 – saída do sangradouro, P9 – saída da caixa de distribuição 3, P10 – saída da caixa de distribuição 2, P11 – saída da caixa de distribuição 1.

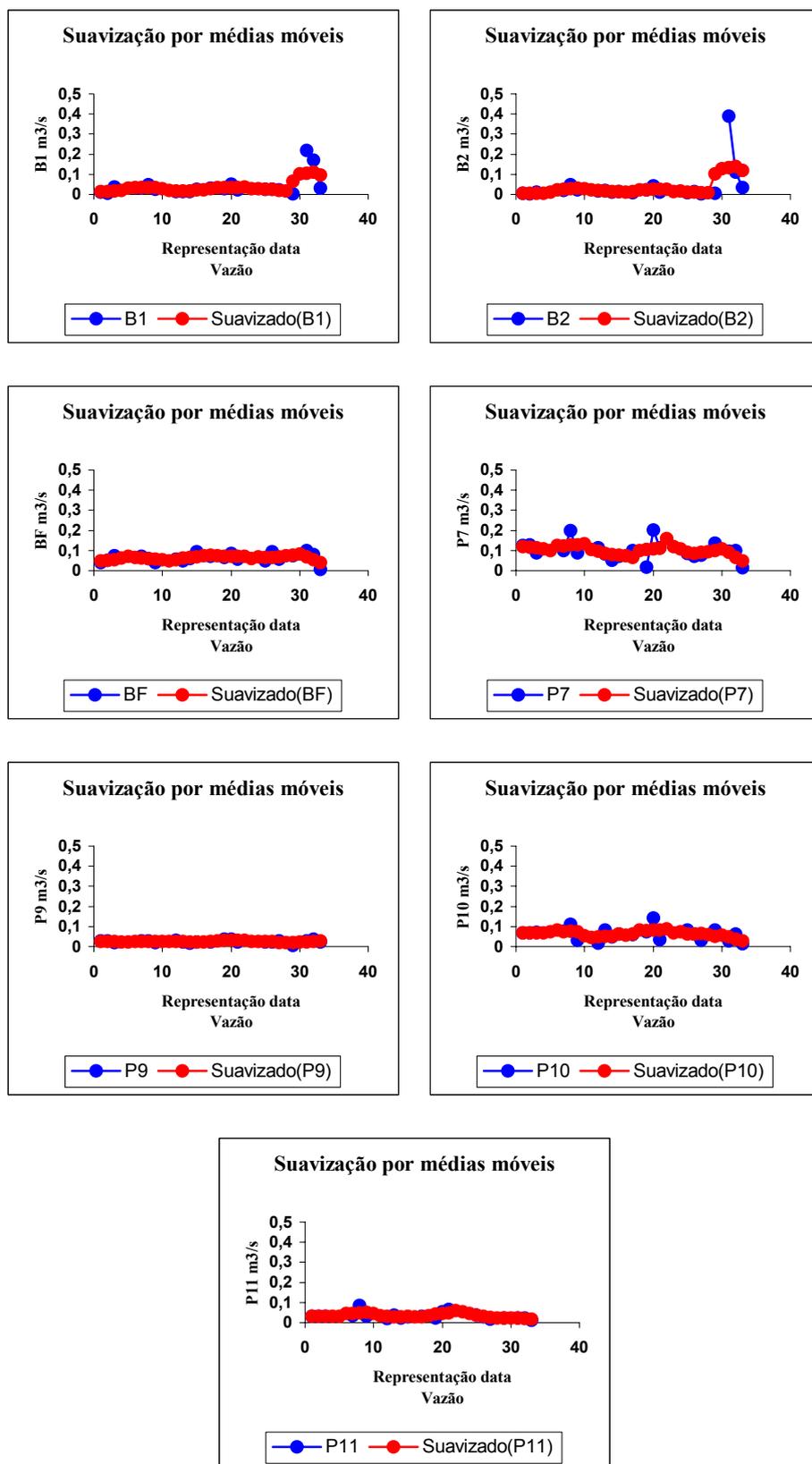


Figura 132 - Variação espacial e temporal dos valores de vazão, nos pontos de coleta de B1 a P11, medidas nos anos de 1998 a 2001. **Fonte:** Bufon (1999; 2002).

Legenda: Pontos – B1 – córrego no interior da mata ciliar no CEPTA, B2 – entrada do córrego da Barrinha para a represa Velha, BF – final do córrego da Barrinha antes do sangradouro, P7 – saída do sangradouro, P9 – saída da caixa de distribuição 3, P10 – saída da caixa de distribuição 2, P11 – saída da caixa de distribuição 1.