

OXIGÊNIO, DBO E OXIDABILIDADE NA MICROBACIA DO CÓRREGO SALTO
GRANDE: 22°09'S e 48°19'W, DOURADO, SP, BRASIL*

[Oxygen, BOD and oxidability of the Salto Grande Stream Micro-basin:
22°09'S and 48°19'W, Dourado, SP, Brazil)]

Maria Helena MAIER^{1,3}
Mithine TAKINO¹
Suely BORGES²

RESUMO

Localizado na região central do Estado de São Paulo, o córrego pertence à bacia hidrográfica do Rio Jacaré Pepira. A água apresentou-se bem oxigenada (medianas 7,67 mg/l-O₂ e 94% de saturação de oxigênio). A anóxia esteve ausente e a água das nascentes apresentou saturação superior a 30%. Ao longo do rio, ocorreu aumento de oxigênio, mais acentuado ao atravessar cachoeiras e declínio, com a travessia de trecho pantanoso e a recepção de efluentes orgânicos. No período estiagem-frio (outubro a março) a água apresentou oxigenação pouco mais elevada que no chuvoso-quente (abril a setembro). O comportamento da matéria orgânica, inferido através de DBO e oxidabilidade, apresentou teor geralmente baixo (mediana 1,57 e 2,82 mg/l-O₂, respectivamente) com valores elevados esporádicos (máximo de 10,34 e 20,2 mg/l-O₂, respectivamente). A variação de DBO foi mais sensível à entrada de esgoto doméstico e da oxidabilidade, à recepção de esgoto pecuário. A presença de trechos pantanosos reduziu a oxidabilidade. No período chuvoso houve um pequeno aumento da matéria orgânica. Durante os 3 anos de estudo, o clima atípico, com seca acentuada, provocou queda de quase toda a folhagem da mata que recobre a maior parte da bacia. A matéria orgânica, proveniente das folhas decompostas, mascarou os efeitos pontuais das descargas. Refletiu-se também na relação direta entre o aumento da área drenada (ao longo do rio) e a concentração de matéria orgânica na água.

PALAVRAS-CHAVE: córrego tropical, oxigênio, oxidabilidade, DBO, poluição orgânica, Brasil

ABSTRACT

In the central region of state of São Paulo, Brazil, the Salto Grande Stream is part of the hydrographic basin of Jacaré Pepira River. The water was found to be well oxygenated (median values 7.67 mg/l and 94% oxygen saturation). Anoxic conditions were absent and the spring water saturation was higher than 30%. Oxygen increased along the stream mainly after the crossover of waterfalls and decreased when swamps were crossed or by receiving organic effluents. During the cold and dry period (April to September), the water showed little higher oxygen content than during the warm and rainy season (October to March). The organic matter as reflected by BOD and oxidability, was low (medians 1.57 and 2.82 mg/l-O₂, respectively) with high sporadic values (maximum of 21.7 and 14.5 mg/l-O₂, respectively). The BOD variation was more sensitive to the reception of domestic sewage while oxidability was more sensitive to the cattle-range run-off. The presence of swamps decreased oxidability. During the warm and rainy season a small increase of the organic matter and decrease of oxygen was observed. During the three years of study the atypical climatic conditions with a more severe dry season induced the fall of almost all the leaves of the woods of the basin. The organic matter from the decaying leaves probably masked the punctual effect of the discharge. This decomposition was also reflected in the direct relation between the increase in the drainage area (as the stream descends) and the concentration of organic matter in the water.

KEY WORDS: tropical stream, oxygen, oxidability, BOD, organic pollution, Brazil

* Artigo Científico - aprovado para publicação em 07/10/96

(1) Pesquisador Científico - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca - CPA/SAA

(2) Químico - Estagiária - Seção de Limnologia (Bolsista CNPq)

(3) Endereço/Address: Av. Francisco Matarazzo, 455 - CEP 05031-900 - São Paulo - SP - Brasil

1. INTRODUÇÃO

A importância da fisiografia na determinação das características estruturais e funcionais das comunidades que habitam ambientes lóticos e seu significado como veículo de estocagem e transporte de energia em forma de material orgânico foi estabelecida por VANNOTE et alii (1980) quando enunciou o conceito de continuidade do rio "River Continuum Concept".

No Estado de São Paulo, MAIER (1987) evidenciou a grande importância da fisiografia na determinação da qualidade da água do Rio Jacaré Pepira e, principalmente, o papel da geomorfologia na autodepuração desse corpo d'água.

Estudando essa bacia hidrográfica, (MAIER, 1987, MAIER; TAKINO; TOLENTINO, 1986, MAIER & TOLENTINO 1986, 1988) verificaram que a presença de acidentes geográficos como cachoeiras e pântanos pode maximizar a capacidade assimiladora da água do rio. Fato semelhante já havia sido registrado no Rio Moji Guaçu (MAIER & DE CHIARA, 1980).

Para melhor estudar esse processo, foi escolhido o Córrego Salto Grande, um rio de primeira ordem, que integra a Bacia do Rio Jacaré Pepira.

Dentre os estudos ecológicos, já foram apresentados detalhes do clima regional (MAIER; FUNARI; SALUM, 1993). A contribui-

ção direta da chuva como fonte iônica para a água do córrego foi considerada pequena por MAIER; TAKINO; MIYAMARU (1990).

Do ponto de vista sanitário MARTINS et alii (1989), estudando fungos e bactérias contaminantes da água do córrego, confirmaram o efeito positivo de fatores fisiográficos sobre a eficiência de processos de autodepuração. Ainda sob o aspecto biótico, comunidades perifíticas vêm sendo estudadas por BICUDO (1986).

Envolvendo parâmetros abióticos (MAIER; TAKINO; CANO, 1996) vêm discutindo algumas características físicas: temperatura, cor e turbidez e químicas: condutividade elétrica, gases dissolvidos, matéria orgânica, pH, ferro, sílica, nitrogênio, fósforo, cloretos e íons dominantes (MAIER et alii, 1991).

O presente trabalho é o segundo que direta ou indiretamente discute o conteúdo de matéria orgânica da água do Córrego Salto Grande. No primeiro, o conteúdo de matéria orgânica foi focalizado sob a forma de nitrogênio e fósforo (MAIER; TAKINO; MANOEL, 1993), enquanto neste, será abordado através da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxidabilidade. O teor de oxigênio dissolvido na água e sua porcentagem de saturação também são assuntos deste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Córrego Salto Grande localiza-se na Fazenda Bela Vista, Município de Dourado, SP. O clima regional apresenta uma estação chuvosa-quente (outubro a março) e uma de estiagem fria (abril a setembro). Uma descrição bastante detalhada do clima local, da fisiografia da Bacia do Córrego Salto Gran-

de e dos pontos de amostragem é apresentada por, MAIER; FUNARI; SALUM (1993), MAIER (1994).

Entre abril/1985 e março/1988, mensalmente, foram coletadas amostras de água em dois dias consecutivos, em 22 pontos. As coletas, preservações e análises

de laboratório seguiram as técnicas propostas por GOLTERMAN; CLYMO; OHNSTAD (1978).

As amostras foram remetidas ao laboratório em caixas de isopor contendo água e gelo e analisadas no dia seguinte.

O oxigênio dissolvido foi analisado pelo método de Winkler modificado (POMEROY & KIRSCHMAN, 1945) e serviu ao cálculo da porcentagem de saturação com auxílio da tabela proposta por Truesdale et alii apud (SCHWOERBEL, 1975) que utiliza também valores de temperatura da água. Determinou-

se a oxidabilidade pelo oxigênio consumido pelo KMnO_4 e a demanda bioquímica de oxigênio, por incubação DBO_5 (20°C)

Para a interpretação dos resultados, utilizou-se cálculos de medianas e, conforme proposto por PARKS (1966), dendrogramas de agrupamentos segundo as similaridades dos dados. As matrizes foram elaboradas com os dados apresentados nas tabelas correspondentes. Os agrupamentos foram elaborados por média de grupo (UPGMA), utilizando-se como coeficiente a distância euclidiana simples e o nível de fusão UTO.

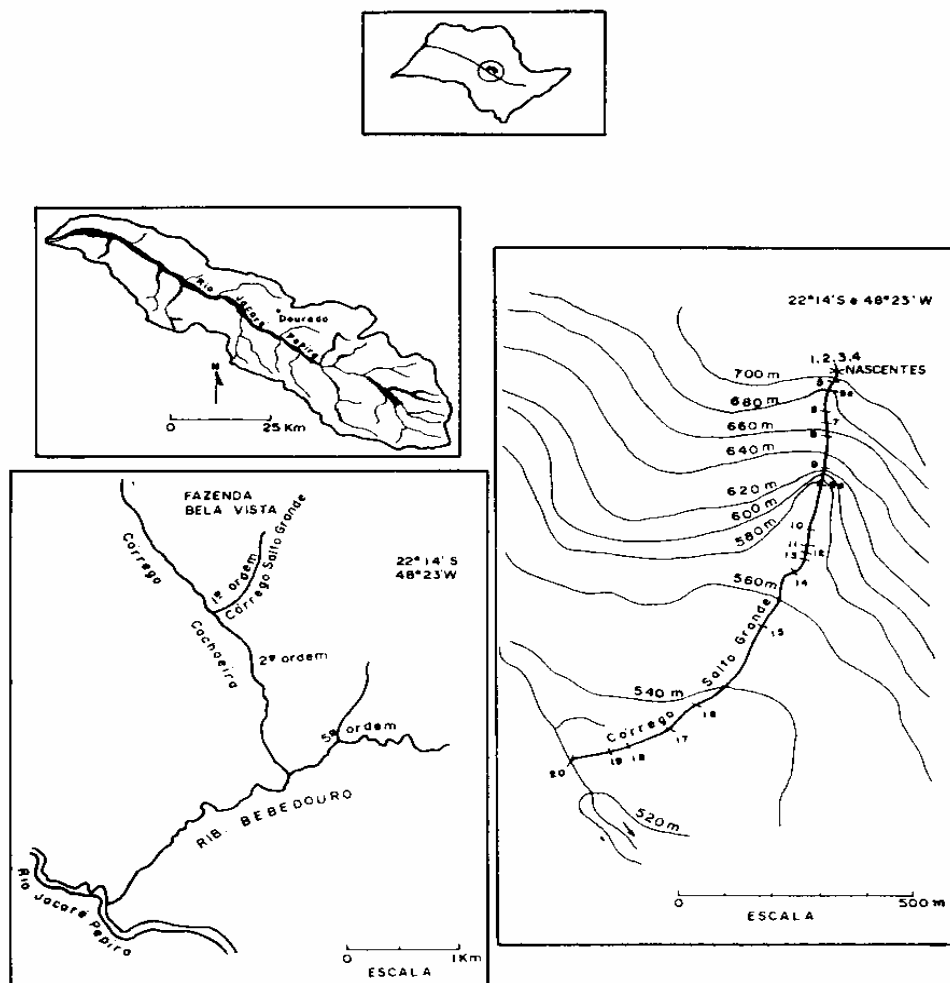


FIGURA 1 - Córrego Salto Grande - Localização dos pontos de amostragem e topografia da microbacia. Localização das bacias hidrográficas das quais o Córrego Salto Grande faz parte (Ribeirão Bebedouro e Rio Jacaré Pepira)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altitude e as estações climáticas podem exercer influencia sobre o teor de oxigênio dissolvido na água pois sua solubilidade é diretamente proporcional à pressão atmosférica e inversamente proporcional à temperatura. Por outro lado, a demanda de oxigênio é diretamente proporcional à temperatura pois sua relação com a velocidade de reações químicas (incluindo metabólicas animais e vegetais) também é direta.

No Córrego Salto Grande, a água apresentou-se bem oxigenada e as variações registradas parecem mais relacionadas à fisiografia local (presença de cachoeira e pântano), de que à temperatura. Na região sudeste do Estado de São Paulo, o período de maior temperatura coincide com o de maior pluviosidade. Este período corresponde também ao de maior volume e velocidade do rio aumentando assim a diluição, mistura física e reoxigenação o que minimiza a depressão da concentração de oxigênio.

Em geral, em trechos encachoeirados a reaeração mantém a água saturada dia e noite. Para a redução de oxigênio na água, além da atividade respiratória de plantas e animais submersos, pode contribuir a oxidação da matéria orgânica e outras substâncias. A introdução de água com baixo teor de oxigênio concorre para diluir seu teor no ambiente que os recebe. Isto é verificado quando da entrada de efluentes como de água de nascentes, geralmente pobres nesse gás.

Nascentes que apresentam água bem oxigenada não constituem um fato incomum. Em Campos do Jordão, região de rochas graníticas e gnaissicas, nascentes localizadas em zona de falhas podem apresentar concentração de oxigênio dissolvido ao redor de 10 mg/l (SZIKSZAY & TEISSE-DRE, 1979).

Como mostram as tabelas 1 e 2, água das nascentes do Córrego Salto Grande não

se mostrou anóxica e o teor de oxigênio dissolvido apresentou valores relativamente altos (menores medianas 4,09mg/l e 57% de saturação). De modo geral, o período chuvoso quente, apresentou-se ligeiramente melhor oxigenado que o de estiagem frio.

Estudos realizados por MAIER et alii (1985) mostram que em rios do Estado de São Paulo, o teor de oxigênio dissolvido na água varia, principalmente, entre 6,7 e 8,4 mg/l O₂.

Embora o balanço hídrico calculado por MAIER; FUNARI; SALUM (1993) tenha evidenciado períodos em que o solo esteve seco e sem possibilidade de liberação de água, as nascentes (Pontos 2 e 3) nunca deixaram de fornecer água para o córrego. Tal fato pode indicar que a camada geológica drenada pelas nascentes seja alimentada por água infiltrada em locais mais distantes. A água aflui do arenito Adamantino (MAIER & TOLENTINO, 1986) que, já bastante decomposto, pode permitir a passagem de ar enriquecendo de oxigênio a água subterrânea. Por outro lado, como a água das nascentes 2 e 3 é canalizada (provém de drenagem subterrânea), a montante dos Pontos 2 e 3 está sujeita ao contacto com o ar no interior da tubulação.

Ao longo do córrego, a jusante da bacia das nascentes, houve aumento do oxigênio dissolvido sendo tal alteração mais acentuada nas cachoeiras (Pontos 5, 5a e 9a, TABELAS 1 e 2).

A redução de oxigênio, registrada nos Pontos 7 e 8 provavelmente está relacionada à entrada de esgoto doméstico, o que ocorre no Ponto 7. A canaleta que traz esse material, a montante do despejo, percorre uma camada de arenito que, provavelmente, permite infiltração do contaminante para o córrego, pois a redução do oxigênio na água foi observada também do Ponto 6.

TABELA 1
Córrego Salto Grande. Valores da concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) do período de abril/87 a março/88

DATA/PONTO	1	2	3	4	5	5/	6	7	8	9	9/	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10/04/85	5.00	4.80	2.55	7.16	7.75	...	7.75	7.84	8.73	8.24	...	8.24	7.75	8.33	8.33	8.43	8.14	7.94	7.94	8.24	8.14	7.55
13/05/85	4.04	2.79	2.98	6.06	7.59	...	7.40	7.30	7.30	7.89	...	8.18	7.12	6.93	7.45	8.75	8.57	8.65	8.46	8.65	8.37	5.77
12/06/85	5.96	3.37	3.37	6.44	8.27	...	7.89	7.02	7.60	8.17	...	9.62	9.62	9.23	9.33	9.33	9.14	9.42	9.90	9.71	10.39	6.92
15/07/85	6.93	2.54	5.66	7.04	9.52	...	7.80	5.17	7.12	7.90	...	...	10.65	8.78	9.76	10.11	9.27	10.40	10.73	10.93	10.05	8.35
14/08/85	3.60	3.10	4.68	5.87	7.89	...	7.54	6.90	6.40	7.59	...	8.87	8.87	8.13	8.63	8.48	8.62	8.82	7.79	8.38	8.58	6.99
16/09/85	4.76	2.82	3.98	4.47	6.80	...	6.21	4.56	5.34	6.02	...	7.28	7.09	7.15	6.85	6.89	6.80	7.48	7.53	6.70	5.69	5.05
16/10/85	...	5.60	6.22	6.46	8.57	9.99	7.16	5.11	5.85	3.27	10.21	8.62	9.76	8.72	8.49	8.29	8.66	7.75	8.39	8.58	7.05	5.95
18/11/85	...	...	...	4.68	7.31	6.10	6.43	3.90	5.36	6.34	8.76	7.31	7.41	7.22	7.21	7.31	6.83	6.73	6.34	6.86	6.38	4.78
16/12/85	4.86	4.09	6.42	5.25	7.59	7.78	7.20	7.16	7.59	7.20	7.98	7.97	7.49	6.96	7.30	7.00	6.77	7.10	5.93	7.00	5.25	5.93
15/01/86	7.36	2.32	4.13	4.94	8.27	7.86	5.75	5.54	6.45	6.55	8.37	7.86	7.76	7.86	7.96	7.96	5.56	7.56	7.56	7.56	7.96	5.54
12/02/86	3.73	2.42	4.23	6.35	6.96	6.85	6.65	6.35	6.85	6.75	7.86	7.46	7.26	6.05	7.16	7.06	6.96	6.96	6.96	7.26	6.35	5.34
11/03/86	6.24	6.55	9.06	6.65	8.67	5.54	8.77	7.56	7.96	9.17	9.17	8.87	8.77	9.06	8.87	8.57	7.86	7.26	7.45	...	8.32	6.85
08/04/86	3.12	2.32	3.02	5.54	7.36	7.67	7.36	7.05	7.26	7.56	8.16	7.56	7.87	7.58	7.76	7.66	7.58	7.36	7.36	8.06	7.34	5.44
08/05/86	3.90	3.80	5.10	7.22	8.30	8.40	8.60	7.41	7.80	8.30	8.60	8.40	9.55	8.20	8.60	8.50	8.30	8.30	8.90	8.50	12.30	6.25
03/06/86	5.50	4.80	6.67	6.37	8.14	8.72	8.33	8.04	8.33	8.82	9.70	9.12	8.82	9.31	9.21	9.41	9.21	8.08	9.06	9.41	8.57	5.89
14/07/86	8.08	8.20	8.40	7.90	8.20	8.80	7.70	9.00	9.00	8.10	11.80	11.00	11.20	10.60	9.70	10.40	10.00	9.80	10.90	10.70	10.30	7.80
11/08/86	5.53	4.04	3.35	7.00	7.50	...	6.81	6.41	7.34	7.70	9.06	7.99	8.57	8.49	7.89	9.77	8.08	7.70	8.49	9.40	8.29	5.92
08/09/86	...	4.14	4.14	5.72	8.48	8.19	7.50	7.50	8.20	7.40	9.17	9.17	10.26	8.48	8.39	9.27	9.57	6.22	8.19	8.98	9.57	7.30
06/10/86	...	4.44	6.06	3.94	7.27	8.32	6.46	6.46	6.56	7.12	8.38	8.18	7.98	7.78	8.38	8.38	8.48	8.38	8.38	8.08	7.27	6.06
04/11/86	...	4.59	3.82	4.97	6.79	6.90	6.50	4.97	4.97	6.90	7.45	7.17	7.27	6.70	6.90	7.07	6.70	6.40	6.79	7.45	...	6.90
02/12/86	3.09	4.45	3.55	5.82	6.45	6.82	7.18	7.29	6.27	6.45	7.55	8.09	7.27	6.15	7.27	6.00	7.27	6.55	7.00	8.18	8.42	5.55
05/01/87	4.55	4.65	5.96	8.00	8.48	7.88	7.82	5.72	7.74	6.57	8.48	8.73	8.34	8.18	8.18	7.94	7.88	7.88	8.08	7.88	6.26	5.55
02/02/87	6.02	1.43	5.15	6.73	7.90	7.86	7.86	7.75	8.16	8.99	7.96	9.20	8.80	8.30	9.70	...	5.56	9.13	10.20	9.70	8.98	9.60
09/03/87	5.10	3.37	3.37	6.22	8.26	8.26	7.45	7.96	7.96	8.67	...	8.47	8.16	8.16	8.67	8.98	8.37	8.06	7.75	7.35	6.73	7.55
05/04/87	6.37	4.48	4.48	6.47	7.96	8.36	7.26	7.36	7.66	8.06	9.19	8.56	8.76	8.36	8.56	8.86	8.36	8.46	8.70	9.31	9.55	7.16
11/05/87	4.95	6.45	7.26	3.65	8.39	8.82	7.85	7.96	7.96	8.49	9.68	9.25	9.03	9.25	9.03	9.68	8.92	10.49	9.25	8.71	8.87	7.63
08/06/87	5.35	4.85	2.87	7.31	8.08	8.28	7.57	8.32	8.18	8.58	9.39	9.98	9.59	8.42	8.99	9.29	9.39	9.39	9.39	8.98	...	7.37
06/07/87	6.63	5.00	3.82	7.65	8.26	8.47	7.35	7.75	8.41	8.49	9.39	9.39	9.49	9.04	9.28	9.59	9.43	9.08	9.18	10.45	...	7.45
17/08/87	5.20	3.86	3.32	7.14	7.86	8.93	7.14	6.84	7.14	8.67	9.49	10.26	10.26	10.26	9.70	8.90	9.40	10.26	10.00	11.26	...	9.50
09/09/87	6.50	3.60	3.50	6.59	7.08	7.97	6.65	6.69	7.63	8.56	8.56	12.19	9.11	9.09	9.83	8.75	8.36	8.36	8.61	9.83	7.47	6.98
18/10/87	5.10	3.70	4.30	5.98	5.59	7.35	5.39	...	5.69	6.47	7.84	6.67	6.86	7.35	7.55	7.45	6.57	6.27	6.18	7.06	5.39	5.88
09/11/87	2.25	2.74	7.06	...	1.47	6.76	4.90	4.61	5.63	5.98	8.82	...	6.86	6.96	7.35	7.16	6.96	6.76	6.61	7.72	6.37	5.10
07/12/87	2.80	3.70	3.40	6.30	7.10	7.50	6.00	5.70	6.00	7.50	7.80	7.20	5.50	...	...	...	...	5.50	4.70	6.90	4.30	5.30
11/01/88	4.49	5.18	4.49	7.19	7.30	8.04	7.62	7.72	7.66	9.21	8.46	8.36	7.30	8.19	8.73	8.15	8.99	8.59	10.05	8.68	...	8.72
08/02/88	5.40	2.33	6.35	6.56	9.21	8.25	7.66	7.51	7.72	...	9.25	9.12	9.42	9.25	8.87	9.52	9.73	8.40	8.99	...	3.17	7.87
07/03/88	11.33	4.04	...	8.85	9.09	8.59	8.08	7.84	8.18	8.08	8.79	8.18	7.84	7.08	5.76	10.24	9.85	10.15	12.20	10.15	8.98	9.95

TABELA 2
Córrego Salto Grande. Valores da saturação de oxigênio no período de abril/85 a março/88

Data/Ponto	1	2	3	4	5	5a	6	7	8	9	9a	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10/04/85	55	64	34	95	101	...	94	95	106	106	...	103	97	110	110	104	100	103	99	103	101	94
13/05/85	49	36	38	76	92	...	89	87	87	98	...	92	81	79	84	95	91	94	92	94	90	65
12/06/85	67	42	42	80	96	...	90	74	86	91	...	98	100	96	96	95	93	94	99	98	121	71
15/07/85	81	31	69	85	111	...	89	59	82	83	...	...	113	94	103	105	96	106	121	120	118	91
14/08/85	44	38	58	72	94	...	90	82	76	90	...	97	97	89	94	92	93	95	89	95	99	78
16/09/85	59	36	51	59	85	...	77	57	66	74	...	86	64	84	82	81	80	91	97	86	73	61
16/10/85	...	74	81	84	107	128	91	64	73	116	118	105	120	107	105	101	106	95	110	114	105	75
18/11/85	...	...	55	61	93	75	83	50	67	81	103	88	89	88	...	88	82	84	83	91	96	59
16/12/85	67	55	95	71	98	100	92	91	97	90	113	101	95	88	92	88	84	91	79	94	72	75
15/01/86	...	...	...	...	109	100	74	71	83	82	106	100	98	100	102	100	82	96	94	99	106	70
12/02/86	103	32	57	85	90	87	85	81	87	85	96	93	90	72	89	86	85	86	86	90	79	66
11/03/86	81	120	87	89	115	71	112	95	102	115	114	108	107	111	108	103	94	89	94	...	107	82
08/04/86	42	31	41	74	97	92	96	90	93	97	...	93	98	93	97	95	94	91	96	104	94	69
08/05/86	47	48	76	92	104	105	106	91	96	112	101	101	113	98	103	100	98	98	106	100	148	73
03/06/86	66	62	86	81	92	101	96	92	95	101	105	99	93	99	98	98	96	84	96	100	90	64
14/07/86	96	54	104	99	97	101	87	...	105	94	125	114	116	110	101	106	103	104	116	114	109	84
11/08/86	70	52	42	88	94	...	82	78	89	92	103	91	98	96	89	108	90	87	98	107	95	68
08/09/86	...	53	52	72	103	99	90	89	99	90	104	104	116	96	95	105	108	73	98	106	114	86
06/10/86	...	57	77	50	91	103	80	80	81	88	99	95	94	92	99	97	98	100	108	104	95	...
04/11/86	...	60	50	66	87	84	79	60	60	85	...	89	90	83	86	86	83	82	90	96	...	84
02/12/86	42	59	47	77	72	72	78	80	69	70	80	102	92	78	92	75	90	83	92	105	110	69
05/01/87	68	61	79	108	114	104	100	74	99	87	106	111	108	107	107	102	101	105	106	100	80	74
02/02/87	85	19	69	92	104	103	102	101	106	117	100	114	109	103	121	...	69	114	127	120	110	119
09/03/87	63	42	43	78	102	101	91	97	97	106	...	103	103	101	108	110	102	99	95	91	83	94
05/04/87	87	60	60	87	104	109	93	94	98	103	112	105	108	103	105	107	102	105	108	116	120	89
11/05/87	61	82	94	47	107	111	99	98	98	105	115	109	106	108	104	112	104	122	109	101	104	90
08/06/87	68	61	36	93	102	102	86	94	93	102	106	113	108	96	104	105	104	104	104	111	...	85
06/07/87	83	64	47	98	106	102	89	94	102	101	108	108	105	100	103	111	109	105	106	121	...	84
17/08/87	65	49	41	91	99	111	88	85	90	109	105	116	118	118	112	101	106	119	115	130	...	112
09/09/87	82	41	43	84	91	98	82	81	94	106	103	146	102	109	118	103	100	100	105	120	95	82
18/10/87	66	48	57	78	71	92	68	...	72	82	92	78	81	86	87	86	77	74	74	87	65	71
09/11/87	29	36	92	...	...	87	57	59	73	76	104	...	83	84	88	85	83	84	81	95	80	...
07/12/87	37	49	43	83	92	97	78	73	77	97	95	86	67	...	...	...	70	63	91	57	63	...
11/01/88	62	68	60	94	96	105	97	99	99	118	105	102	89	42	43	99	110	107	125	110	...	106
08/02/88	71	31	84	83	117	105	98	96	99	...	115	111	116	114	109	105	119	103	114	...	40	98
07/03/88	70	51	...	121	122	115	109	104	105	107	109	104	98	88	72	127	122	126	157	128	115	126

Ao atravessar o pequeno pântano entre os pontos 19 e 20, a água, geralmente, perdeu oxigênio mas não em grande quantidade sendo a maior amplitude dessa perda registrada em junho de 1985 (121% de saturação de oxigênio no ponto 19 e 71% no 20). O menor valor registrado no ponto 20 (61%) mostra claramente que a demanda no pântano não levou o ambiente à anóxia (TABELAS 1 e 2).

As medianas por ponto de coleta calculadas com os valores registrados durante os três anos de estudo, variaram entre 4,09 e 6,44 mg/l O₂ no trecho das nascentes (pontos 1 a 4), entre 7,05 e 8,04 mg/l O₂ no trecho com cobertura de mata e a montante da cachoeira maior (pontos 5 a 9), 8,76 mg/l O₂ no sopé desta cachoeira (ponto 9a), entre 8,07 e 8,54 mg/l O₂ no trecho a jusante (pontos 10 a 19), e 6,88 mg/l O₂ na foz do córrego (Ponto 20).

A análise estatística efetuada com os valores de porcentagem de saturação de oxigênio (TABELA 2) evidenciou que os Pontos 1 a 4 não apresentaram um padrão definido de comportamento. No primeiro período chuvoso, juntamente com os pontos 7, 8 e 20, formaram um grupo que representou os locais menos oxigenados (FIGURA 2a). Nos demais períodos, não formaram grupos e reuniram-se 2 a 2 alternadamente (FIGURAS 2b a 2e). Ao longo do rio, a relativamente pequena variação na saturação de oxigênio, manteve a maioria dos pontos reunidos em um único grupo (FIGURAS 2a a 2f).

A decomposição da matéria orgânica envolve microrganismos que, direta ou indiretamente, acarretam alterações no teor de oxigênio dissolvido na água. A atividade desses organismos pode ser medida pela DBO (demanda bioquímica de oxigênio) que, indiretamente, informa a quantidade de matéria orgânica presente na água.

Na degradação de proteínas, a amônia é um dos primeiros produtos e, no Córrego

Salto Grande, seus valores elevaram-se mais acentuadamente na entrada de esgoto doméstico sofrendo redução gradativa a jusante, após a água atravessar a cachoeira (Ponto 9a). O teor passou a elevar-se, novamente, com a chegada da água na região mais plana onde o material oriundo da mata e dos despejos é acumulado (MAIER; TAKINO; MANOEL, 1992).

O enriquecimento da água em amônia proveniente de matéria orgânica em degradação, pode refletir-se num aumento de DBO devido sua oxidação a nitrito e deste a nitrato, por atividade bacteriana. A presença de matéria orgânica na água não acarreta anóxia obrigatória. Valores elevados de DBO podem ser registrados em água saturada ou super-saturada de oxigênio. Por outro lado, a presença de substâncias tóxicas ou ionizantes inibidoras do crescimento bacteriano, pode resultar em valores baixos de DBO mascarando assim a presença de matéria orgânica.

A oxidabilidade é um parâmetro que também fornece informações indiretas sobre a quantidade de material orgânico presente na água. Segundo HYNES (1970), os valores de oxidabilidade determinados em água de rios, podem ser subestimados, pois uma parte significativa de matéria orgânica é precipitada pelos sais dissolvidos. Isto pode ter ocorrido no córrego em estudo, pois os valores foram relativamente baixos.

Ambientes lênticos talvez também apresentem problemas de subestimação. Estudando um ambiente bastante contaminado por efluentes domésticos e industriais (Represa Rio Grande, no Complexo Billings), MAIER; MEYER; TAKINO (1985), observaram que a DBO oscilava entre 0,31 e 6,87 mg/l O₂ (mediana 1,42 mg/l O₂), enquanto a oxidabilidade atingia o valor máximo de 5,50 mg/l O₂ (mediana 2,79 mg/l O₂).

FURCH & JUNK (1985) verificaram que, na região Amazônica, a decomposição de

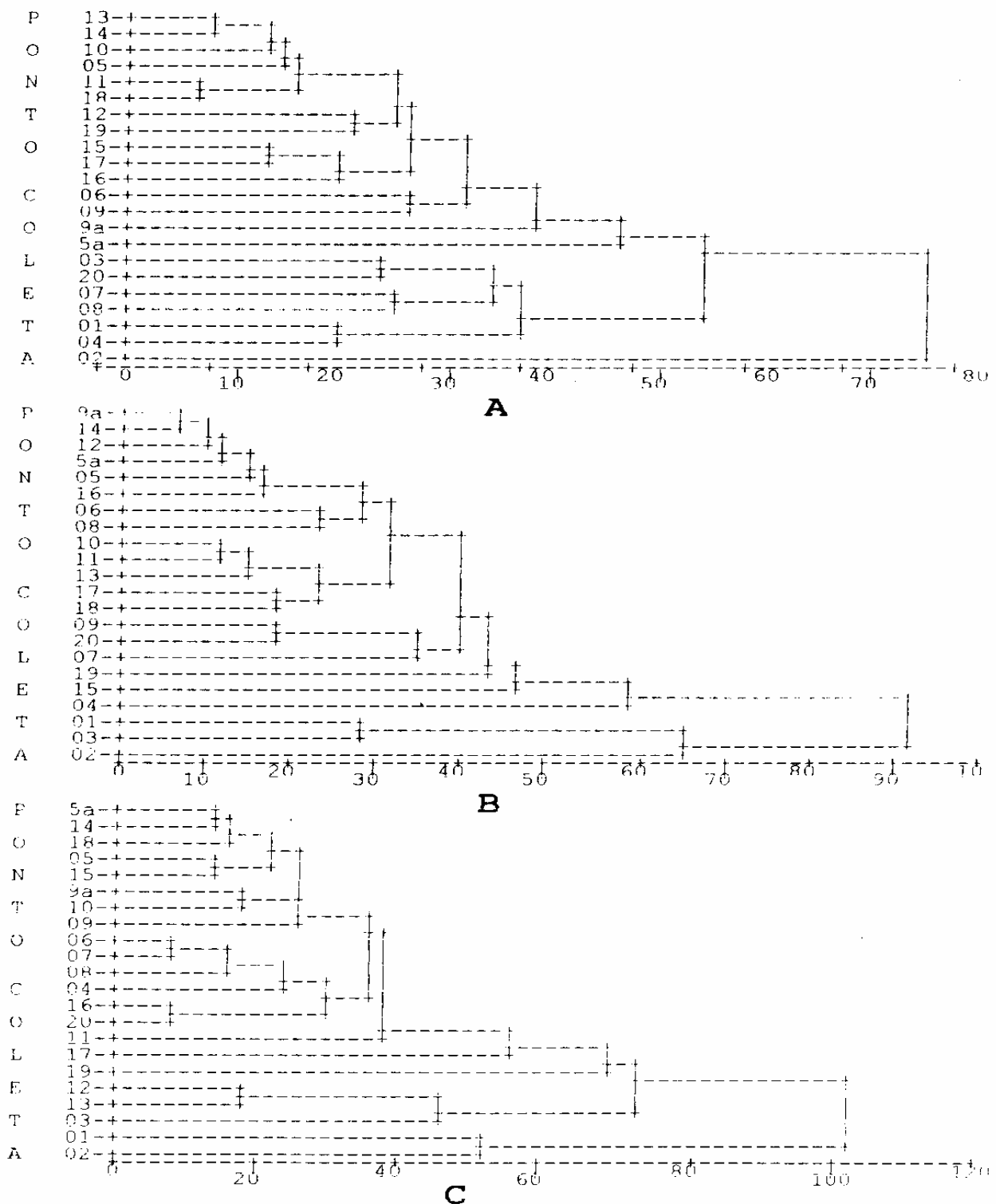


FIGURA 2 - Córrego Salto Grande. Dendrogramas de saturação de oxigênio elaborados com os dados registrados no período de abril/85 a março/88. Agrupamento: média do grupo (UPGMA). Coeficiente: distância euclidiana simples. Nível de fusão UTO. A: 1º período de chuva, correlação cofenética = 0,8364; B: 2º período de chuva, correlação cofenética = 0,8750; C: 3º período de chuva, correlação cofenética = 0,9106 (continua)

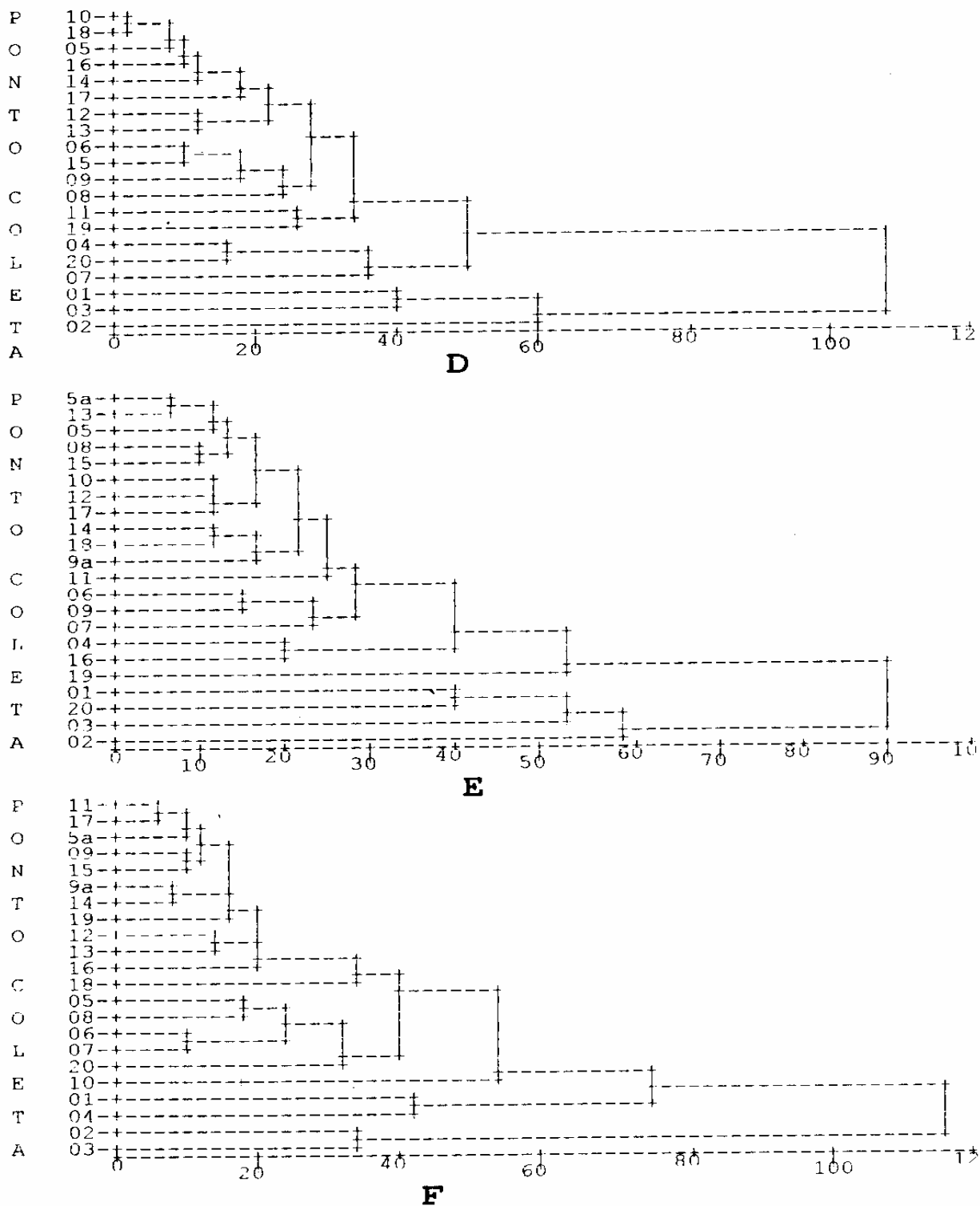


FIGURA 2 (continuação) - D: 1º período de estiagem, correlação cofenética = 0,9227; E: 2º período de estiagem, correlação cofenética = 0,8983; F: 3º período de estiagem, correlação cofenética = 0,9224

macrófitas aquáticas causa elevação imediata da DBO que atinge o máximo em 10 dias (ao redor de 6 mg/l); após 4 semanas os valores são estabilizados ao redor de zero, indicando que o material facilmente digestível já está quase completamente decomposto.

As alterações climáticas registradas por MAIER; FUNARI; SALUM (1993) (secas mais acentuadas que as normais durante os três anos de estudo), provocaram queda das folhas da mata que recobre a maior parte da bacia hidrográfica do Córrego Salto Grande (Pontos 5 a 15). A decomposição dessas folhas podia liberar, de imediato, matéria orgânica para a água do córrego. A maioria das folhas caíram sobre o solo da bacia e chuvas esparsas formaram pequenas poças da água onde foram acumuladas e degradadas. A água dessas poças infiltrou-se na bacia ou escoou para o córrego durante as chuvas seguintes. As depressões sob as cachoeiras (Pontos 5, 5a e 9a), apresentavam melhores condições de retenção e armazenamento de folhas mortas e foram os locais em que ocorreram variações de DBO mais acentuadas.

Os locais em que o acúmulo de material em decomposição causava elevação de DBO e oxidabilidade (TABELAS 3 e 4), eram, em geral, os mesmos em que a água apresentava elevações da porcentagem de saturação de oxigênio (Pontos 5, 5a e 9a).

Vários autores mostraram que a cor e turbidez da água são características bastante relacionadas a teores de material orgânico; a capacidade de assimilação de despejo orgânico introduzido, pontualmente, num rio, depende do volume de água em que será diluído. No local da entrada há um aumento dos valores de cor, turbidez, DBO e oxidabilidade e ao longo do rio (a jusante), essas variáveis gradualmente retornam ao valor inicial, como consequência da diluição e ou degradação daquele material alóctone (HYNES 1970).

No Rio Moji Guaçu, por exemplo, MAIER & DE CHIARA (1980) observaram cor e turbidez relacionadas a DBO. Registraram que a recepção do efluente da lavagem da cana de usina açucareira, podia acarretar aumento de DBO cuja mediana alterava-se de 9,6 para 116,0 mg/l O₂. Observaram que 220 m a jusante tais valores caíam para 11,2 mg/l O₂. Registraram ainda que, a jusante, após a água ter percorrido um trecho de cachoeira e corredeiras, os valores tornavam-se ainda menores (7,5 mg/l O₂).

No Córrego Salto Grande o teor de material orgânico, avaliado em termos de DBO, é bem inferior ao registrado no Rio Moji Guaçu, pois o intervalo de maior frequência é de 0,70 a 2,92 mg/l (mediana 1,57 mg/l) e portanto não atinge nem a metade da mediana registrada naquele rio.

Num perfil horizontal do Rio Gramame (João Pessoa, PB), WATANABE et alii (1990), registraram gradiente de redução de oxigênio dissolvido (duas a cinco unidades) e aumento de cor, turbidez e DBO, em direção à foz do rio, como consequência da recepção de efluentes industriais e agrícolas. Observaram que a entrada de material de indústria de papel provocava elevação de DBO, cujos valores médios passaram de 1,26 para 16,7 mg/l O₂ e a jusante, foram reduzidos para 7,65 mg/l O₂.

No Rio Jacaré Pepira, em cuja bacia o Córrego Salto Grande está inserido, MAIER; TAKINO; TOLENTINO (1986) observaram que a recepção de efluentes de usina de pinga pode elevar cor, turbidez e oxidabilidade durante a safra da cana. No rio, a oxidabilidade apresentava valores medianos de 2,13 mg/l O₂ enquanto no local de despejo tais valores eram aumentados para 4,23 mg/l com máximo de até 89,01 mg/l O₂. Verificaram ainda que a alta capacidade de absorção do contaminante apresentada pelo rio diluía rapidamente o material poluente, constatando uma relação direta entre

TABELA 3
Córrego Salto Grande. Valores da DBO 5 dias 20°C (mg/l O₂) no período de abril/85 a março/88

DATA/PONTO	1	2	3	4	5	5a	6	7	8	9	9a	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10/04/85	1.27	...	...	0.15	3.44	...	1.57	1.47	2.65	1.87	...	1.28	1.38	1.80	1.70	2.06	1.57	1.37	1.66	1.77	2.45	1.67
13/05/85	...	...	...	...	0.76	...	0.00	2.78	0.00	0.93	...	0.20	7.02	6.74	7.35	0.58	2.12	4.32	0.67	0.00	0.68	0.71
12/06/85	0.00	0.00	0.00	0.29	2.50	...	4.24	6.15	0.97	1.25	...	0.00	0.29	0.00	1.44	0.87	0.00	0.00	0.28	0.09	1.95	0.48
15/07/85	...	0.98	4.10	5.09	8.74	...	...	4.82	6.38	4.58	...	...	5.77	2.44	5.44	9.72	9.07	10.01	8.88	10.34	9.37	7.76
14/08/85	1.14	0.00	0.00	1.15	5.92	...	2.61	5.42	5.91	3.94	...	1.88	1.98	1.33	1.72	0.89	1.72	0.54	5.23	2.57	1.09	0.59
16/09/85	0.97	0.00	0.00	0.00	6.22	...	0.97	3.10	2.23	0.57	...	2.62	0.20	1.52	0.25	0.29	1.46	0.59	1.90	0.68	3.26	0.49
16/10/85	...	2.24	...	5.58	7.36	4.88	2.09	4.14	4.97	6.73	2.44	4.33	2.30	1.89	2.15	0.88	4.27	2.34	1.95	2.63	0.62	1.46
18/11/85	...	...	...	1.67	2.17	...	0.24	1.42	3.65	0.25	2.28	0.64	0.36	5.98	...	0.64	0.17	0.07	1.24	1.24	0.28	...
16/12/85	4.18	0.78	0.68	4.57	1.45	3.69	2.63	2.59	1.85	3.21	4.09	7.52	3.11	4.92	3.60	3.11	3.40	3.70	3.60	3.21	1.11	1.65
15/01/86	0.83	0.00	0.00	4.44	7.77	6.10	3.73	1.41	2.42	1.01	3.60	2.32	1.52	1.71	2.62	2.43	2.22	2.72	2.82	2.28	1.61	1.31
12/02/86	2.62	0.00	0.20	0.81	2.40	1.81	1.62	2.22	2.72	2.52	0.32	1.21	0.41	0.77	0.65	2.32	0.61	0.93	1.78	0.95	1.01	0.42
11/03/86	1.12	0.43	4.43	3.69	6.90	2.27	2.27	1.55	1.46	2.08	2.27	0.99	1.18	0.59	1.58	0.30	0.77	2.93	0.17	...	0.54	0.94
08/04/86	1.71	...	...	...	6.05	1.82	1.11	0.40	0.51	0.81	1.41	0.81	0.51	2.94	0.40	0.30	0.02	0.00	0.30	0.70	0.49	0.70
08/05/86	1.56	...	0.62	0.98	5.77	5.48	7.24	3.61	3.02	1.61	1.19	0.89	2.04	0.89	1.58	0.51	1.18	1.18	0.81	0.70	6.26	0.50
03/06/86	0.11	0.65	...	...	3.26	1.86	0.88	1.05	0.68	0.98	2.84	0.89	1.65	0.03	0.41	0.12	0.00	0.43	0.24	0.49	0.00	0.01
14/07/86	0.64	1.20	2.30	0.10	2.00	2.00	1.54	1.10	1.10	0.20	3.60	1.60	1.20	1.00	1.50	3.20	2.20	0.70	1.00	0.10	1.10	0.20
11/08/86	0.09	1.16	0.05	0.16	4.12	...	2.28	1.30	2.14	1.20	4.53	4.28	4.53	0.25	1.29	1.94	1.24	0.00	0.33	1.80	0.29	0.00
08/09/86	...	0.79	1.18	5.06	7.99	4.74	3.06	1.88	4.75	1.96	1.75	2.41	1.78	0.68	1.79	2.07	2.57	0.20	1.27	1.07	1.99	4.65
06/10/86	...	4.04	4.04	...	...	...	4.34	5.25	4.44	4.34	5.96	6.16	4.95	8.75	7.17	7.17	5.86	6.87	...	6.77	6.06	2.22
04/11/86	...	0.58	0.19	1.91	6.22	3.17	4.97	1.34	4.30	4.80	6.88	1.63	1.34	0.50	0.59	1.53	0.68	1.53	0.67	2.19	...	3.46
02/12/86	0.45	1.18	0.70	1.91	3.18	0.37	2.00	2.29	1.47	2.18	3.55	2.54	2.36	0.70	1.91	0.64	2.09	1.00	3.18	2.00	2.42	1.91
05/01/87	0.00	0.31	0.81	0.93	3.83	1.01	2.77	5.32	5.92	6.57	3.63	2.87	1.47	1.92	1.21	0.00	1.11	0.00	3.23	2.02	0.20	0.50
02/02/87	1.33	...	0.29	0.81	1.88	4.90	2.25	0.51	0.00	2.05	6.53	6.85	3.29	5.59	4.90	9.21	0.87	3.74	4.69	3.78	4.08	3.78
09/03/87	1.41	...	0.31	0.10	0.85	1.36	0.55	0.72	0.31	0.51	...	1.06	0.00	1.53	0.00	2.35	...	...	1.25	0.08	...	1.02
05/04/87	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11/05/87	2.45	0.45	0.76	0.45	1.89	3.52	3.65	3.72	3.22	2.75	2.78	1.35	1.53	1.75	1.33	1.58	1.42	2.59	1.25	0.21	2.37	1.13
08/06/87	0.60	...	...	...	6.56	1.51	0.70	1.15	5.05	1.61	0.40	1.19	1.00	...	0.00	0.60	0.40	0.60	0.40	0.81	...	0.50
06/07/87	2.14	0.21	0.45	0.92	2.91	3.27	1.23	3.77	2.59	0.74	0.98	1.33	0.31	0.12	0.71	0.71	1.04	0.61	1.32	2.70	...	0.06
17/08/87	1.88	1.55	0.16	4.90	6.94	3.33	2.35	1.73	2.04	2.04	0.82	2.61	2.41	2.41	1.73	0.82	1.43	2.82	2.76	2.82	...	2.29
09/09/87	2.17	0.09	1.77	0.69	...	3.93	3.84	2.13	3.11	2.17	0.89	4.07	2.03	2.11	3.04	3.85	2.36	2.09	2.71	2.63	1.87	1.10
18/10/87	0.40	0.00	0.00	...	4.41	...	2.09	...	1.79	3.17	0.78	...	0.00	1.08	0.49	0.39	0.00	0.58	0.10	...	...	0.29
09/11/87	...	...	...	...	...	4.17	0.59	0.79	2.69	0.45	...	...	0.30	...	...	0.42	...	0.26	0.61	2.18	...	...
07/12/87	0.66	0.70	0.30	0.06	6.40	6.70	2.70	1.96	1.90	2.50	1.56	1.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.10	...	...	2.30
11/01/88	1.06	0.52	0.36	6.66	6.56	7.62	3.28	3.23	3.17	5.08	5.92	0.95	0.95	1.31	1.07	1.06	1.48	0.40	4.23	1.27	...	2.05
08/02/88	0.42	0.32	0.49	1.37	7.89	0.59	0.00	1.69	1.12	...	2.48	3.83	2.87	1.95	1.78	2.92	0.21	0.71	...	...	...	0.95
07/03/88	1.18	...	...	3.00	5.87	3.22	...	...	...	3.98	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.59	...	...

TABELA 4
Córrego Salto Grande. Valores da saturação de oxidabilidade (mg/l) do período de abril/85 a março/88

Data/Ponto	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5A	6.0	7.0	8.0	9.0	9A	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
10/04/85	0.4	0.6	0.4	1.0	2.8	...	1.0	1.6	2.1	1.7	...	1.4	2.4	2.0	2.3	1.6	2.5	2.7	2.6	2.7	2.5	3.1
13/05/85	5.9	0.8	0.5	1.2	0.7	...	0.9	1.3	1.2	1.2	...	1.2	1.2	1.8	1.9	0.9	1.2	0.8	1.7	1.3	1.3	2.0
12/06/85	1.6	0.5	0.3	0.4	1.3	...	0.8	1.6	1.3	1.2	...	0.7	0.9	1.3	3.1	2.4	1.6	1.8	1.7	1.7	2.0	1.2
15/07/85	...	1.3	1.2	8.6	3.0	...	2.5	3.9	5.8	3.7	...	2.6	2.6	3.0	1.2	4.0	3.6	3.7	3.6	4.8	6.1	3.7
14/08/85	6.5	1.2	1.3	1.6	1.4	...	2.2	4.0	4.0	3.6	...	2.4	2.3	3.7	3.2	3.7	5.5	3.2	7.6	3.5	3.6	2.4
16/09/85	14.1	0.9	3.8	1.4	2.4	...	2.6	6.3	4.1	5.7	...	2.9	3.8	4.0	3.7	7.0	5.2	3.7	6.6	7.9	20.2	3.7
16/10/85	...	2.3	1.7	4.9	4.8	2.0	3.7	6.3	6.0	5.5	3.6	4.5	4.9	3.9	4.6	6.0	7.1	4.3	7.1	5.7	6.0	3.0
18/11/85	...	0.3	0.1	0.9	1.3	1.0	1.0	4.0	3.4	2.8	2.9	2.8	3.6	3.3	5.3	4.3	4.9	5.1	4.8	5.4	3.9	2.5
16/12/85	3.9	0.6	0.8	2.3	1.4	1.8	2.3	2.8	2.7	2.7	4.1	3.5	7.5	6.9	4.7	6.5	6.6	5.8	6.8	5.9	6.2	4.4
15/01/86	5.5	0.0	0.0	0.9	1.8	0.3	0.5	1.3	1.0	2.0	1.1	2.1	2.8	1.9	1.8	1.6	2.6	2.8	3.4	2.7	3.9	2.4
12/02/86	11.9	0.0	0.4	4.8	5.4	8.1	6.2	7.1	6.5	6.5	3.7	2.8	3.1	3.1	3.6	3.6	3.4	3.6	4.5	4.3	5.3	4.5
11/03/86	12.9	1.3	0.9	3.4	3.5	3.6	3.0	3.3	3.6	3.6	3.1	4.5	4.4	4.5	6.1	5.1	4.3	4.7	5.5	5.1	4.6	6.1
08/04/86	3.1	1.8	2.2	2.9	2.8	2.8	3.2	2.5	3.3	2.8	3.1	2.6	2.9	3.1	3.1	3.5	2.6	2.9	3.6	4.2	3.9	5.0
08/05/86	4.7	1.3	1.7	1.8	3.6	2.8	1.9	2.5	1.8	2.6	2.4	1.9	0.4	2.4	2.5	1.9	2.6	2.6	3.3	2.5	5.4	3.3
03/06/86	2.1	1.2	1.0	1.3	1.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	1.3	2.8	3.0	1.9	3.6	3.7	3.4	2.4	2.1	2.4
14/07/86	1.2	0.3	0.9	0.6	1.8	1.9	2.5	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.6	2.0	2.0	1.6	2.4	3.9	4.1	2.8
11/08/86	1.7	0.7	1.0	1.1	2.4	2.6	2.1	2.3	1.9	2.0	2.2	2.7	1.9	2.0	2.0	2.9	3.3	3.0	3.3	3.3	4.0	3.5
08/09/86	8.1	5.6	1.2	2.9	4.6	2.7	2.4	1.8	2.7	3.3	2.9	8.1	2.7	3.6	3.3	3.2	4.7	4.1	5.0	3.9	5.1	3.5
06/10/86	...	0.9	0.8	3.4	2.3	1.9	2.6	3.2	3.9	3.7	4.4	4.1	5.4	3.5	4.9	4.5	4.5	7.3	6.5	4.8	2.5	2.6
04/11/86	...	0.3	0.5	1.0	1.4	1.7	2.6	3.3	4.0	4.5	6.7	6.6	5.2	4.8	3.5	4.3	4.0	4.6	5.1	6.5	...	2.6
02/12/86	3.3	0.2	0.5	1.3	1.6	1.9	2.0	2.6	1.6	2.9	1.9	1.5	1.8	2.0	2.1	2.0	2.3	2.5	2.6	2.6	2.6	1.6
05/01/87	5.6	0.6	0.7	2.9	2.5	2.4	4.4	3.3	7.0	4.8	3.8	3.1	2.4	2.4	3.1	3.0	2.8	2.7	2.8	2.6	3.9	4.6
02/02/87	7.1	0.3	1.2	4.0	3.8	3.8	4.2	4.5	4.3	4.2	3.4	3.1	3.4	3.6	3.3	3.3	2.8	3.5	2.5	3.4	2.8	2.4
09/03/87	4.8	0.5	2.7	2.3	2.0	2.6	1.8	2.5	2.3	3.1	3.1	2.8	3.4	3.3	3.5	4.5	2.8	2.5	2.7	3.3	4.0	3.5
05/04/87	3.7	2.0	1.2	1.5	1.0	1.0	3.1	2.0	1.8	0.9	0.8	1.5	2.8	1.3	3.7	3.7	3.5	3.6	4.0	3.8	4.3	5.8
11/05/87	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.9	1.8	2.6	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	1.9	2.9	3.3	3.5	3.7	3.9	2.8
08/06/87	5.2	0.8	1.5	1.3	1.0	1.4	3.6	2.1	1.8	1.4	2.1	1.4	2.3	1.4	1.8	1.6	1.8	2.1	2.1	1.7	...	3.5
06/07/87	4.5	0.2	0.3	0.5	1.0	1.3	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8	0.7	1.3	1.5	0.8	1.0	1.0	1.1	1.7	1.5	...	1.9
17/08/87	4.0	0.0	0.0	0.9	1.3	1.0	1.8	1.4	1.9	1.8	2.7	3.3	2.5	3.3	2.7	3.1	3.2	0.0	3.6	4.1	...	2.1
09/09/87	4.4	2.1	2.3	2.3	3.6	3.4	4.0	3.9	4.2	3.7	4.5	4.4	4.5	4.4	4.8	7.0	7.4	5.9	5.9	5.5	5.4	3.9
18/10/87	1.9	0.2	0.9	1.2	1.9	2.6	4.6	...	7.5	5.4	4.3	6.4	5.2	5.3	4.5	4.2	5.2	5.3	8.8	4.7	9.2	3.0
09/11/87	10.6	0.2	0.3	...	5.4	2.5	5.6	2.4	4.8	7.2	7.8	...	5.5	5.5	4.7	5.4	5.8	7.1	6.5	6.1	7.6	4.6
07/12/87	7.1	1.0	1.0	1.4	2.3	3.5	3.5	4.2	5.5	5.9	7.6	2.5	0.8	5.6	3.2	4.1	0.9	1.9	...	...	0.3	5.9
11/01/88	0.0	8.4	0.2	1.9	4.0	2.3	1.6	3.2	3.0	2.2	2.1	2.0	9.3	3.4	3.0	2.4	2.2	1.9	2.3	2.5	...	3.4
08/02/88	4.3	0.6	1.7	2.4	3.3	3.4	2.9	2.6	3.3	...	3.4	3.3	4.2	4.4	4.2	3.4	3.2	3.5	4.2	6.5	4.8	...
07/03/88	1.4	1.3	...	1.1	1.6	1.7	1.5	1.6	1.8	1.9	1.5	3.0	2.0	1.5	1.8	1.9	1.2	1.4	2.3	2.0	3.4	3.2

aumento e oxidabilidade e presença de regiões pantanosas. As variações registradas eram suficientemente grandes para camuflar alterações sazonais.

No Córrego Salto Grande, a recepção de esgoto pecuário provocou elevações de cor e turbidez da água. Como no Rio Jacaré Pepira, a recuperação do córrego era rápida e poucos metros a jusante os valores começavam a diminuir (MAIER; TAKINO; CANO, 1996).

A oxidabilidade sofreu elevação gradativa ao longo do Córrego Salto Grande, sem nunca atingir valores elevados. O valor extremo da oxidabilidade foi registrado no Ponto 19, local em que raramente registrou-se valor superior a 5 mg/l. Os máximos registrados no córrego, foram 20,2; 19,7; 18,4; e 12,0 mg/l (respectivamente nos Pontos 19, 13, 12, 11) além de 10,6 e 14,1 mg/l (Ponto 1), foram os únicos valores acima de 9,2 mg/l, um valor elevado tendo em vista o intervalo de maior frequência (1,74 a 4,2mg/l) e a própria mediana (2,82mg/l).

O material orgânico, representado pelas folhas mortas espalhadas pela bacia, foi decomposto causando variações nos valores de DBO e oxidabilidade que mascararam os efeitos pontuais dos despejos. Entretanto algumas das variações registradas podem ser atribuídas à entrada de despejos orgânicos e à variações fisiográficas (TABELAS 3 e 4 e FIGURAS 3 e 4).

Os valores de DBO (TABELA 3) mostraram que, quase sempre, a matéria orgânica esteve presente na água do córrego. Na região das nascentes, a DBO apresentou valores baixos. O Ponto 1, justamente aquele local que recebe água da drenagem de um pequeno pântano apresentou valor mediano (1,13 mg/l) ligeiramente mais elevado que os Pontos 2 e 3 (0,58 e 0,41 mg/l). O registro de valores positivos nestes dois pontos, provavelmente se deve à infiltra-

ção de material proveniente de silos e de pastos (em uso por gado bovino e eqüino), situados na área de drenagem dessas nascentes.

As análises de agrupamento aplicadas aos valores de DBO, mostraram que o Ponto 1 quase sempre pertenceu ao grupo formado pela maioria dos pontos de amostragem (FIGURAS 3a a 3f). A pequena elevação dos seus valores durante o último período de estiagem (mediana 2,14 mg/l) acarretou o isolamento desse ponto nesse período (FIGURA 3f).

Os valores de oxidabilidade (TABELA 4) não tiveram o mesmo comportamento, pois os valores mais elevados (11,9 e 12,9mg/l) e a maior mediana (4,48 mg/l) foram registrados no Ponto 1. Como no caso da DBO raramente as outras duas nascentes (Pontos 2 e 3) apresentaram oxidabilidade igual a zero confirmando a presença de matéria orgânica na água de sub-superfície (medias 0,68 e 0,90 mg/l, respectivamente).

As análises de agrupamento (FIGURAS 4a a 4f) aplicadas aos valores de oxidabilidade mostram que os Pontos 2 e 3 formavam um grupo e que somente no período de chuva do segundo ano de pesquisa, o Ponto 1 não se manteve isolado pois uniu-se a outros oito pontos que formavam um grupo com valores menores.

Antes que a água das três nascentes se juntassem para dar início ao córrego propriamente dito (Ponto 4), ocorria esporadicamente entrada de esgoto doméstico in natura. Os resultados apresentados por MARTINS et alii (1989), claramente mostram a importância de tais ocorrências através dos valores elevados de coliformes de procedência humana, registrados, principalmente no período de chuvas, nos Pontos 4 e 5.

Aparentemente relacionado à mistura e diluição da água do Ponto 1 pela água dos Pontos 2 e 3, o Ponto 4 apresentou valores

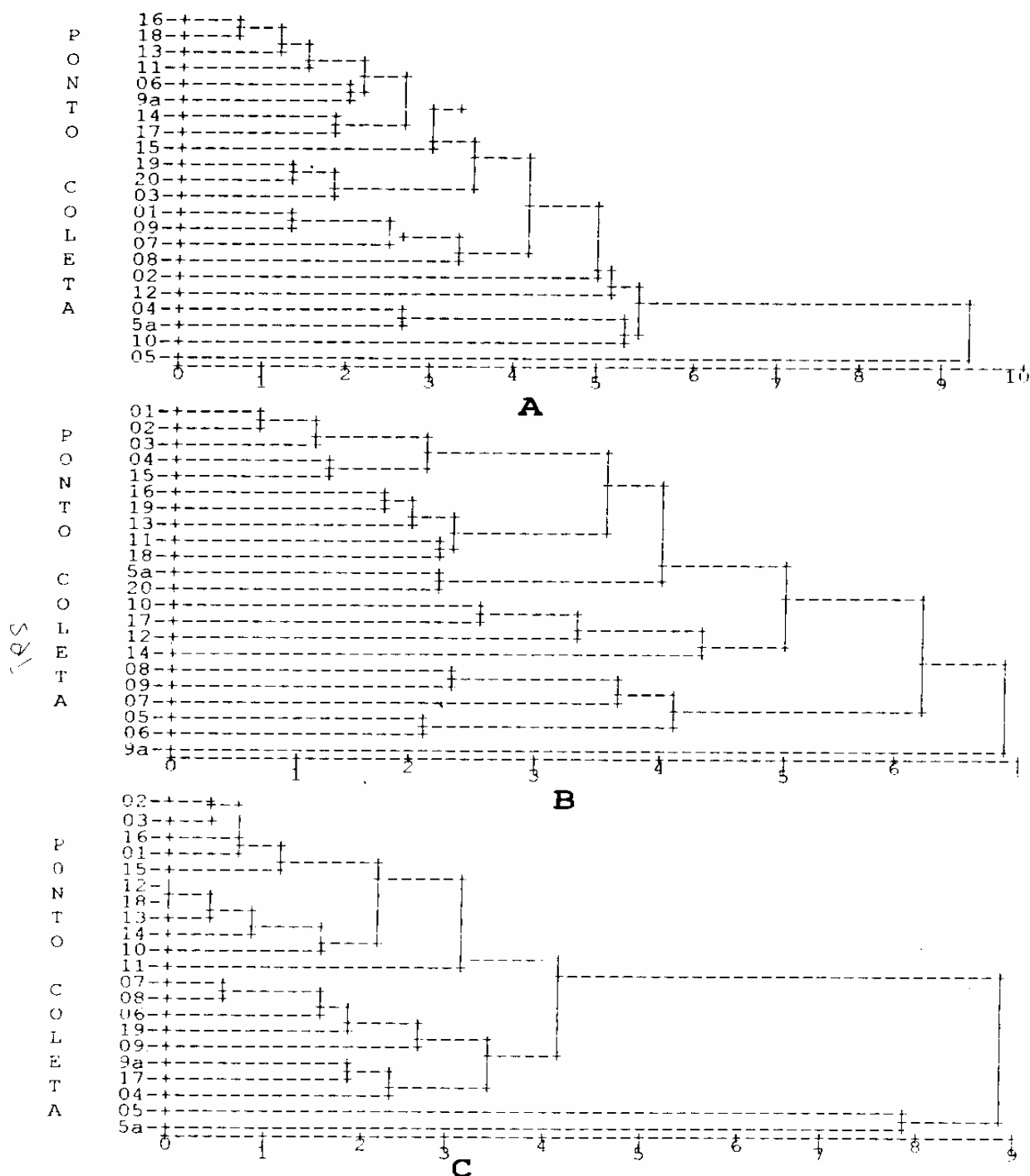


FIGURA 3 - Córrego Salto Grande. Dendrogramas de DBO₅ (20°C), elaboração com os dados registrados no período de abril/85 a março/88. Agrupamento: Média de grupo (UPGMA). Coeficiente: distância euclidiana simples. Nível de fusão UTO A: 1º período de chuva, correlação cofenética = 0,8690; B: 2º período de chuva, correlação cofenética = 0,7120; C: 3º período de chuva, correlação cofenética = 0,8779 (continua)

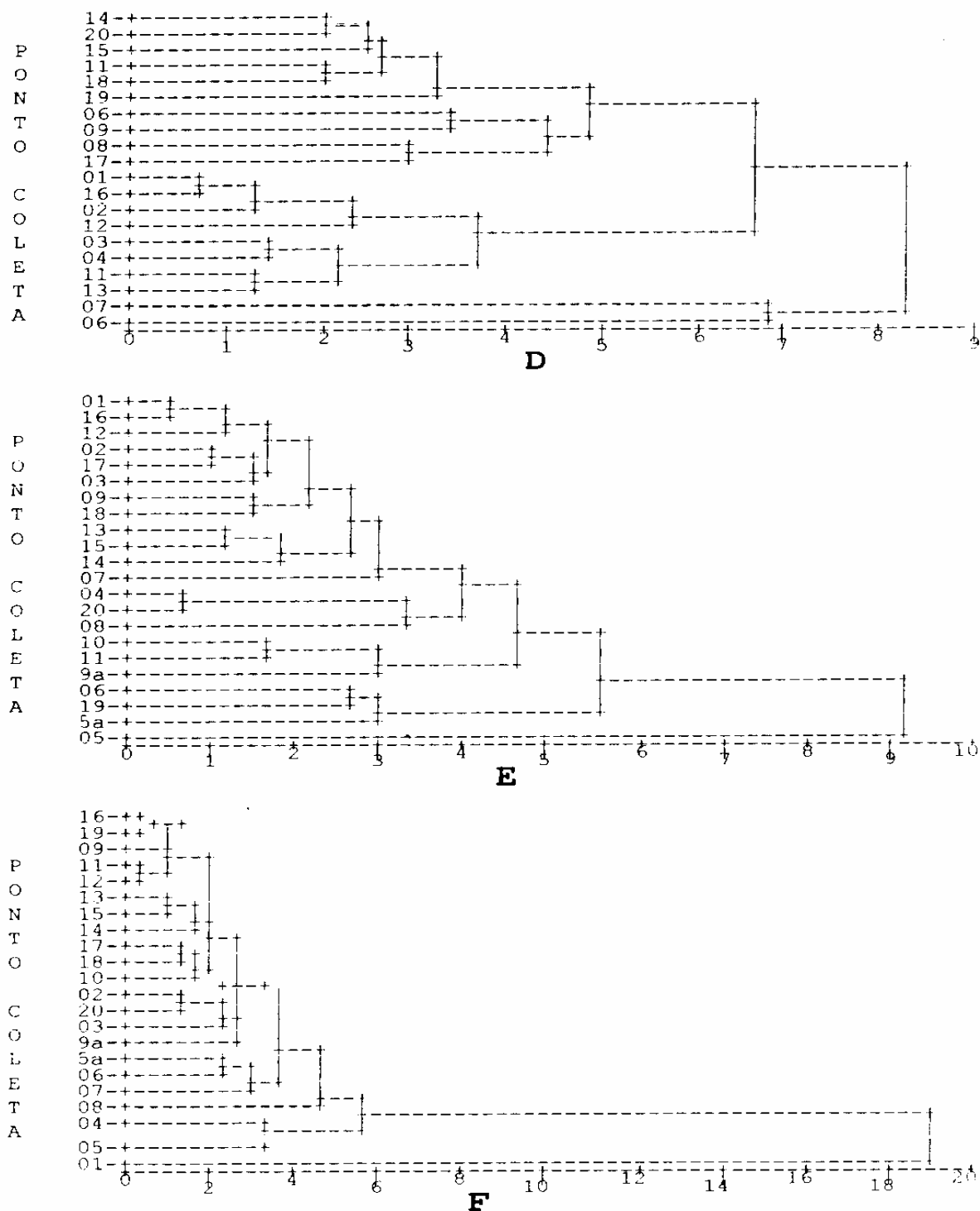


FIGURA 3 (continuação) - D: 1º período de estiagem, correlação cofenética = 0,7151; E: 2º período de estiagem, correlação cofenética = 0,8967; F: 3º período de estiagem, correlação cofenética = 0,9606

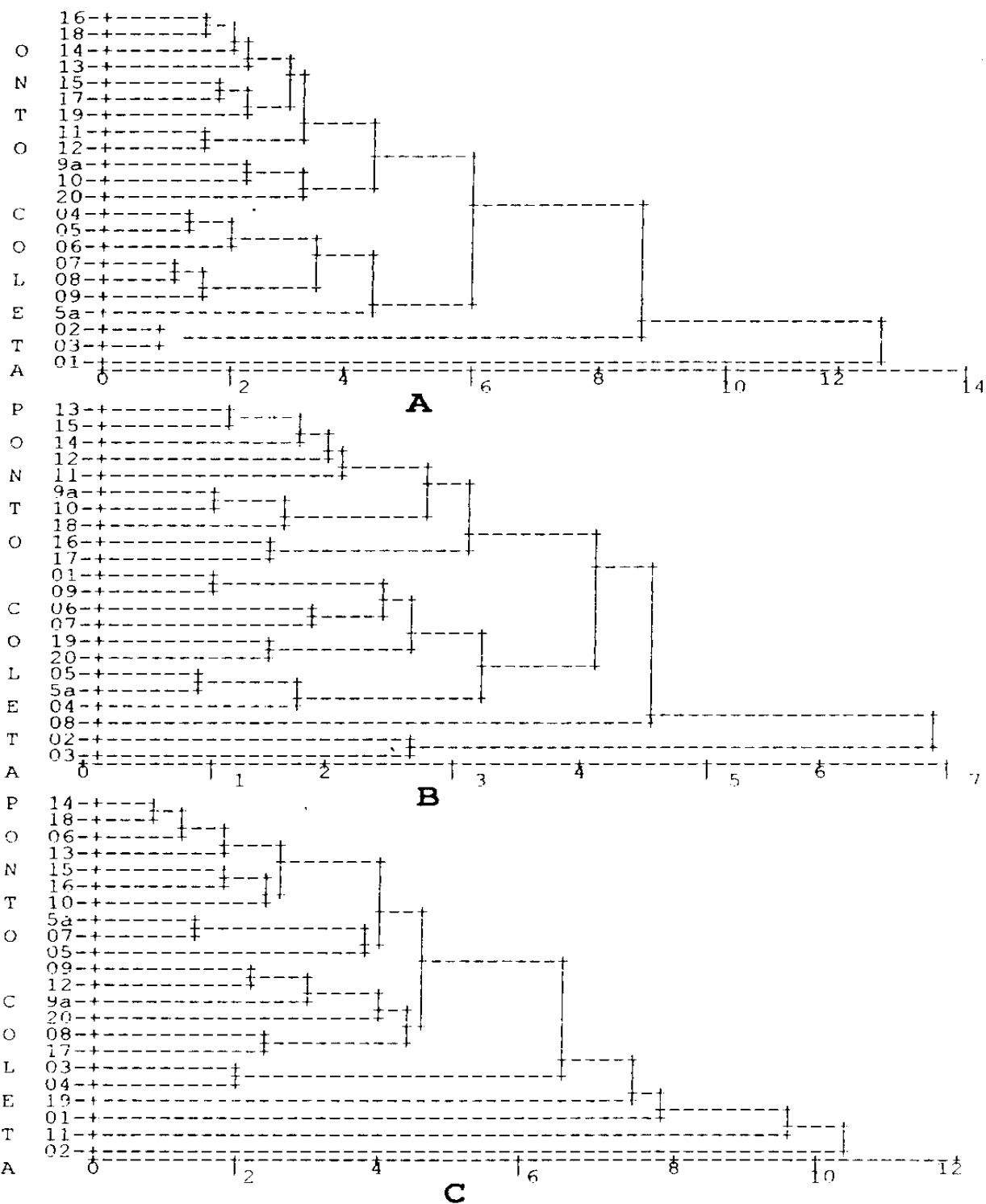


FIGURA 4 - Córrego Salto Grande. Dendrograma de oxidabilidade elaborado com os dados registrados no período de abril/85 a março/88. Agrupamento: média de grupo (UPGMA). Coeficiente: distância euclidiana simples. Nível de fusão UTO. A: 1º período de chuva, correlação cofenética = 0,9220; B: 2º período de chuva, correlação cofenética = 0,8275; C: 3º período de chuva, correlação cofenética = 0,8349 (continua)

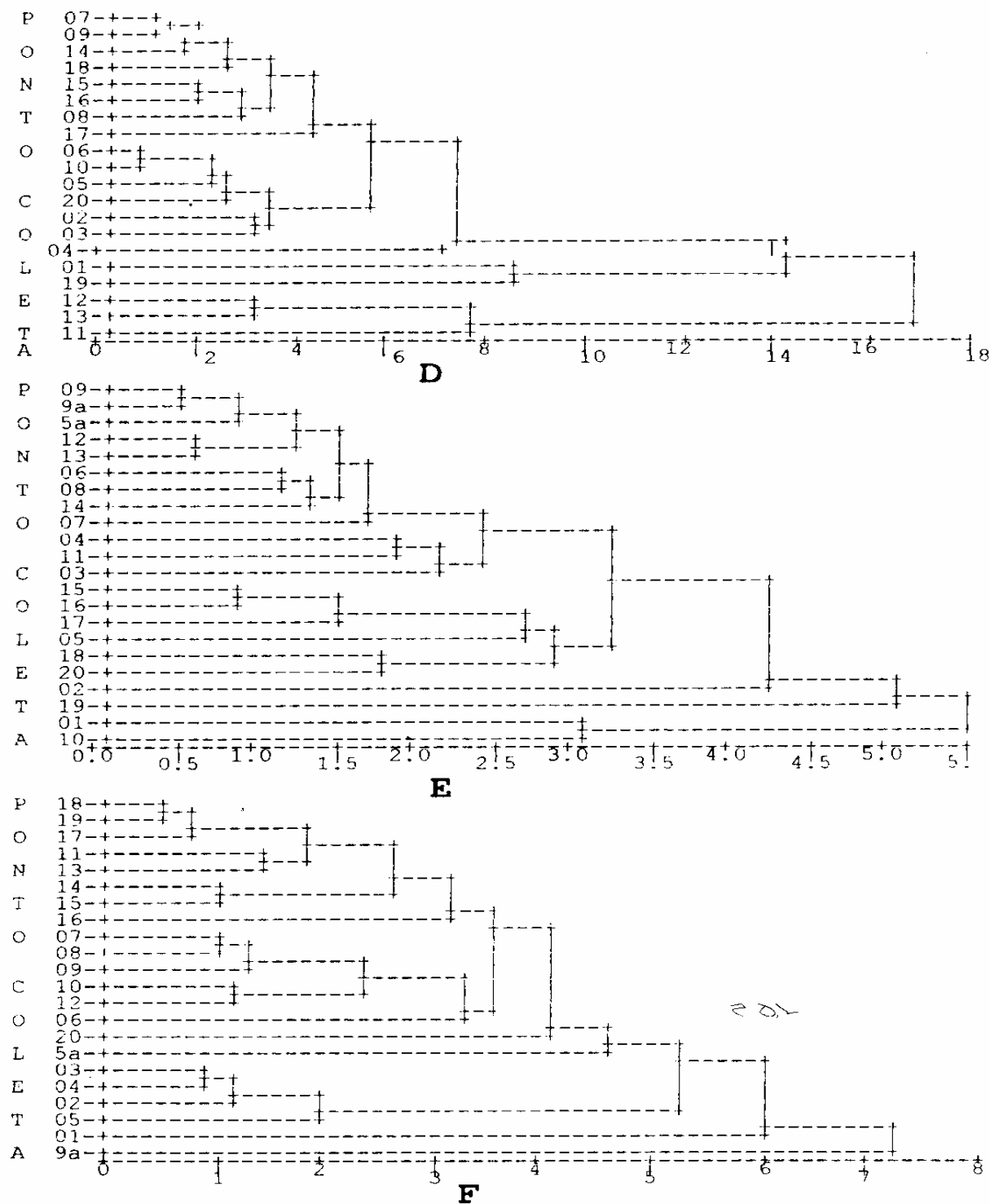


FIGURA 4 (continuação) - D: 1º período de estiagem, correlação cofenética = 0,9180; E: 2º período de estiagem, correlação cofenética = 0,8700; F: 3º período de estiagem, correlação cofenética = 0,8288

de DBO e oxidabilidade bem inferiores aos do Ponto 1. Por apresentar valores relativamente baixos, os dendrogramas (FIGURAS 3a a 3f) mostraram que esse ponto pertenceu ao grupo que continha a maior parte dos pontos de coleta. Isto nem sempre ocorreu quanto à oxidabilidade (FIGURAS 4a a 4f) pois no terceiro ano, esse ponto formou um grupo com o Ponto 3 (FIGURA 4f).

A recepção de lixo orgânico sólido (principalmente carcaça de animais mortos) e seu acúmulo, no Ponto 5, mascarou o efeito da aeração pela cachoeira (entre pontos 4 e 5) e impediu a observação de sua relação com a DBO, que apresentou valores relativamente elevados. Raras vezes os valores de oxidabilidade sofreram redução ao passar do Ponto 4 para o 5, mostrando que essa variável também foi sensível à presença de lixo sólido no local.

Apesar da ação bactericida do detergente, sabão e percloroeto, usados no tanque comunitário de lavagem de roupas (Ponto 3), MARTINS et alii (1989), registraram, no Ponto 5, valores elevados de microrganismos comuns à contaminação por efluentes domésticos. Tal fato sugere que pelo menos parte dos microrganismos responsáveis pela alteração no teor de oxigênio, traduzida pelos valores de DBO, também sobreviveu a tais substâncias.

Em termos de microrganismos fecais, a água pode apresentar melhoria de qualidade como consequência de mistura e oxigenação causadas por cachoeiras (MARTINS et alii, 1989). Por outro lado, a ressuspensão do lodo do fundo provocada pela queda da água pode levar ao aumento de matéria orgânica na água aumentando assim a DBO e oxidabilidade.

No Ponto 5, os valores de DBO foram suficientemente elevados para isolar esse ponto nos dendrogramas aplicados a esse parâmetro (FIGURAS 3a a 3f). Quanto à oxidabilidade, as análises estatísticas (FIGURAS

4a a 4f) mantiveram esse ponto no grupo que continha os Pontos 5 a 9 em quase todos os dendrogramas.

No Córrego Salto Grande, o provável efeito da cachoeira entre os Pontos 5 e 5a, foi variável; algumas vezes acarretou redução acentuada de DBO como em fevereiro de 1988 (de 7,89 no Ponto 5, para 0,59 mg/l O₂ no Ponto 5a) e outras não provocou alteração como em julho/86 (2,00 mg/l O₂ nos dois pontos).

O estado de umidade do solo, algumas vezes, apresentou relação com a DBO registrada entre o Ponto 5 e o Ponto 5a. Segundo MAIER; FUNARI; SALUM (1993), esse estado oscilou entre solo perdendo água, com déficit hídrico, enchendo de água e com excesso hídrico. As reduções de DBO ocorreram nas quatro situações e o maior pico positivo (fevereiro de 1988), durante um período de excesso hídrico.

Nesse mesmo trecho de cachoeira (Pontos 5 - 5a) ocorreram as maiores médias de DBO. Observou-se elevação da DBO do Ponto 5 para o Ponto 5a, provavelmente não relacionada ao estado do solo da bacia, pois só não ocorreu no período de déficit hídrico. O maior aumento (1,88 no Ponto 5 e 4,90 mg/O₂, no Ponto 5a), foi registrado em fevereiro/87 quando o excesso hídrico no solo atingia o terceiro mês consecutivo. Quanto aos valores de oxidabilidade, as variações registradas entre os Pontos 5 e 5a, não foram acentuadas e poucas vezes resultaram em aumento dos valores.

Poucas vezes a oxidabilidade sofreu redução do Ponto 5a para o 6 e quando esse fato ocorreu, houve aumento do Ponto 6 para o Ponto 7. Algumas vezes, o valor da DBO foi mais elevado no Ponto 6 que no 7. Quando isto aconteceu, o balanço hídrico geralmente indicava que o solo da bacia perdia água ou havia déficit hídrico (MAIER; FUNARI; SALUM, 1993). As folhas mortas dispersas no solo da bacia e no próprio leito

do rio (entre os Pontos 5a e 6), contribuíram para elevar o teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, os valores de DBO, no Ponto 6.

Segundo MAIER (1994), o Ponto 7, representou o principal lançamento de esgoto doméstico no Córrego Salto Grande. A este despejo era adicionado o efluente de um bezerreiro (10 a 20 animais). A erosão causada por esses despejos escavou um canal que, a aproximadamente 10 m a montante do córrego formava uma queda d'água de 4 a 5 m de altura. Essa queda é formada numa camada de arenito inserido entre camadas de basalto. O contato entre estas e o próprio arenito, pouco consolidado, provavelmente facilitou a infiltração dos despejos para o Ponto 6, localizado 20m a montante do Ponto 7.

Os resultados de MARTINS et alii (1989) corroboram tal suspeita pois registraram coliformes humanos no Ponto 6, mesmo sem a contribuição do Ponto 4.

No terceiro ano da pesquisa, o esgoto doméstico passou a ser tratado e despejado na bacia, atingindo o córrego, indiretamente, por infiltração. O efluente do bezerreiro continuou a ser lançado no mesmo local e ocorreu mais um ano atípico, com seca acentuada e conseqüente queda de folhas o que, novamente, mascarou os efeitos do desvio do efluente doméstico.

A jusante do local da entrada dos efluentes a DBO sofreu elevação atingindo o seu máximo, muitas vezes, no Ponto 9a, local de acúmulo de folhas mortas. As variações da oxidabilidade não obedeceram a um padrão definido.

Durante os dois primeiros anos, os valores de oxidabilidade, na maioria das vezes, sofreram redução já no Ponto 8. Após o desvio do efluente (último ano da pesquisa), em geral ocorreu aumento de matéria orgânica (DBO e oxidabilidade) do Ponto 7 para o 8 e diminuição a jusante (Ponto 9). Em termos

de valores medianos, durante esse último ano, os valores mais elevados foram observados nos pontos 5, 5a e 8 para DBO e Ponto 1 para oxidabilidade.

A FIGURA 3b, que representa o dendrograma de DBO obtido a partir de dados determinados no segundo período de chuvas mostra que os Pontos 7, 8 e 9 formavam um grupo isolado. Quanto à oxidabilidade, seus valores não foram suficientemente diferentes para isolar esses três pontos de outros (FIGURAS 4a a 4f).

Do Ponto 9a para o 10 registrou-se aumento dos valores de DBO em 29% das amostras. Nesse trecho a declividade ainda é acentuada porém pedras grandes obstruem o canal propiciando a formação de pequenos represamentos e de áreas de acúmulo de folhas mortas.

Os valores medianos de três anos mostram que tanto a oxidabilidade, como a DBO, elevaram-se do Ponto 7 para o 9a. Se analisarmos o último ano isoladamente, as medianas mostraram que o pico positivo tanto da DBO quanto da oxidabilidade ocorreu no Ponto 8. Em relação à cachoeira, o Ponto 9a apresentou valores de oxidabilidade superiores aos do Ponto 9. Tal fato sugere que o material orgânico, então introduzido em menor quantidade, era mais rapidamente assimilado pela água do córrego e que o acúmulo de folhas mortas era responsável pelo aumento da oxidabilidade no represamento do Ponto 9a.

Os dendrogramas da DBO (FIGURAS 3a a 3f), mostraram que o Ponto 9a formava, com a maioria dos locais de coleta, um único grupo. Provavelmente devido ao aumento registrado no parâmetro oxidabilidade, o dendrograma do terceiro período de seca mostrou o Ponto 9a isolado (FIGURA 3f).

A entrada do efluente pecuário provocou aumento da DBO no local da recepção (Ponto 11) e a jusante. Por vezes, esse

aumento só foi registrado poucos metros a jusante, nos pontos 12 ou 13 ou mesmo em ponto mais distante. O aumento da DBO deu-se no Ponto 14 em 30% das amostras. Embora a presença de material fecal animal no Ponto 11 tenha sido confirmada pelas observações de MARTINS et alii (1989), em todas as amostras, os dendrogramas (FIGURAS 3a a 3f) não revelaram alterações que pudessem isolar esse ponto da maioria dos pontos de amostragem.

Quanto à oxidabilidade, a introdução do efluente pecuário no córrego, durante o primeiro ano de estudo, acarretou elevação imediata de seus valores e, em termos de medianas, atingiu o máximo no Ponto 15. Como consequência, o dendrograma do primeiro período de estiagem (FIGURA 4d) mostrou os Pontos 11 a 13 em um grupo isolado. A suspensão de tal despejo permitiu que esses pontos passassem a fazer parte de outros grupos. No terceiro período de chuva, o Ponto 11 foi isolado no dendrograma (FIGURA 4c) devido aos valores relativamente elevados aí registrados. Talvez esse aumento fosse relacionado à infiltração do efluente pecuário, pois houve também redução da saturação de oxigênio.

Como foi descrito por MAIER (1994), a área da bacia compreendida entre os pontos 14 e 15 é coberta por vegetação rala com manchas de mata e sua declividade é menor que a do trecho a montante. Isto propiciou diminuição da velocidade da água e conseqüentemente, acúmulo de material orgânico (folhas mortas) no fundo do canal. O aumento de DBO do Ponto 14 para o 15, em 41% das amostras e entre o 15 e 16 em 48%, é, provavelmente, uma consequência desse fato. Os dendrogramas de DBO e oxidabilidade, nas FIGURAS 3a a 3f e 4a a 4f, mostraram que os Pontos 14 a 16 mantiveram-se agrupados à maioria dos pontos de amos-

tragem, principalmente àqueles localizados a jusante do Ponto 9a.

A substituição das rochas basálticas da Formação Serra Geral pelas areníticas da Formação Botucatu, marca o início de uma área plana e descampada (Pontos 16 a 20) sujeita à insolação durante todo o ano e onde o tempo de retenção é maior (MAIER, 1994). Nesta região, MARTINS et alii (1989) atribuíram a redução do número de microrganismos ao efeito bactericida da temperatura e insolação, entre os Pontos 16 e 19 e à adsorção, filtração e sedimentação do material orgânico, durante passagem da água pelo pântano entre os Pontos 19 e 20.

Essa área descampada era utilizada como pasto para gado bovino. Nesse trecho do córrego, os valores de DBO oscilaram sem padrão definido. Os valores de oxidabilidade foram os mais elevados (exceção feita ao Ponto 1) e a maior mediana ocorreu no Ponto 18, provavelmente relacionada à presença de gado bovino que utilizava esse local para dessedentação.

O Ponto 19 localizava-se na região de transição entre a região descampada e o pântano. Nesse trecho, era possível que o material fecal eliminado pelo gado bovino no Ponto 18 (o mais agredido pelo pisoteio dos animais), fosse represado pela vegetação que cobria o brejo e refletisse no aumento do valor de oxidabilidade.

Na grande maioria das amostras, a passagem da água pela área pantanosa provocou redução também da DBO. Isto provavelmente ocorreu devido à retenção da matéria orgânica por sedimentação, adsorção à argila acumulada nessa área e pela sua utilização como nutriente pela vegetação de brejo. Os dendrogramas de DBO e de oxidabilidade (FIGURAS 3a a 3f e 4a a 4f) mostram o Ponto 20 agrupado à maioria dos pontos, principalmente aqueles a jusante do Ponto 9a.

4. CONCLUSÕES

A água do Córrego Salto Grande é bem oxigenada e não ocorre anóxia. O teor de oxigênio aumenta ao longo do rio e sofre influência do clima e da fisiografia. A estação de estiagem fria, bem como a travessia de cachoeiras, acarretou pequeno aumento do oxigênio dissolvido na água enquanto o trecho pantanoso provocou declínio da concentração.

Os parâmetros usados como indicadores de material orgânico, DBO e oxidabilidade, apresentaram características diferentes. A DBO relacionou-se melhor com a contaminação proveniente de efluente doméstico, enquanto a oxidabilidade, de efluente

pecuário (água de lavagem de curral de tratamento de gado leiteiro). A presença de região pantanosa acarretou pequeno aumento da oxidabilidade.

Aparentemente, os efeitos da recepção e do desvio dos efluentes doméstico e pecuário foram, em parte, mascarados pela presença atípica de grande quantidade de folhas em decomposição no solo da bacia e no leito do córrego. O acúmulo de folhas nas depressões das erosões causadas pela agressão das cachoeiras impediu a verificação do efeito da aeração sobre o teor de material orgânico presente na água a montante.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio sob forma de bolsas e auxílios à pesquisa e a Pedro Dias de Aguiar,

proprietário da Fazenda Bela Vista, pelo apoio e colaboração na execução deste projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BICUDO, D. de C. 1986 Perifiton do Córrego do Agrião, Dourado, São Paulo: Nota prévia. Congresso Nacional de Botânica, 37, 19-26 jan. Ouro Preto, 1986 *Resumos...* Univ. Fed. Ouro Preto/Soc. Botânica do Brasil. p.125.
- FURCH, K & JUNK, W.J. 1985 Dissolved carbon in a floodplain lake of the Amazon and in the river channel *Mitt.Geol.-Palont. Inst. Univ. Hamburg. SCOPE/UNEP Sonderband Heft.*, 58: 285-98.
- GOLTERMAN, H.L.; CLIMO R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. 2 ed. Blackwell Scientific Publications London: 213 p.
- HYNES, H.B.N. 1970 Chemical characteristics of flowing water. In: *The ecology of running waters*. Liverpool University Press: 28-35.
- MAIER, M.H. 1987 Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55' - 48°55'W e 22°30' - 21°55'S Brasil): Qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 39 (2): 164-85.
- _____. 1994 Fisiografia da Microbacia do Córrego Salto Grande 22°09'S e 48°19'W, Dourado, SP, Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 21 (Único): 23-33.
- _____. & CHIARA, E.G. de 1980 Estudo limnológico de um trecho do Rio Moji-Guaçu. III - Ação de efluentes de uma usina açucareira (água de lavagem de cana). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 7 (único): 93-102, 1980.
- _____. ; FUNARI, F.; SALUM, S.T. 1993 Balanço hídrico da bacia do Rio Jacaré Pepira, sub-bacia do córrego Salto Grande 22°09'S e 48°19'W, Dourado, SP, Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 20 (Único): 103-13.

MAIER, M. H.; TAKINO, M.; BORGES, S. 1996. Oxigênio, DBO e oxidabilidade na microbacia do Córrego Salto Grande: 22°09'S e 48°19'W, Dourado, SP, Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 23 (único): 149-70.

MAIER, M.H.; MEYER, M.; TAKINO, M. 1985 Caracterização física e química da água da represa do Rio Grande (Riacho Grande), SP, Brasil. *B.Inst. Pesca*, São Paulo, 12 (3): 47-61.

_____; TAKINO, M.; BASILE-MARTINS, M.A.; CIPÓLLI, M.N. 1985 River typology of Sao Paulo State, Brazil. *Verh. Internat Verein. Limnol.*, 22: 2161-6.

_____; _____. CANO, C.B. 1996 Temperatura, cor e turbidez da água na Microbacia do Córrego Salto Grande 22°14'S e 48°23'W, Dourado, SP, Brasil., *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 23 (único).

_____; _____. CREMONESI, W.C.N. ; MANOEL, A.M.; BORGES, S.; HASEBE, A. H.; VIEIRA, M.S.; GIL, F.G.; FRANCOS, S.; MIYAMARU, L.; CANO, C.B. 1991 Projeto integrado: Treinamento profissionalizante através do estudo da microbacia do Córrego Salto Grande (22°09'S e 48°18'W). In: 43 REUNIÃO ANUAL DA SBPC. Anais da... P. 681-82 [*Ciência e Cultura*, 43 (7), Suplemento]

_____; _____. MANOEL, A.M.dos S. 1992 Amônia, nitrito, nitrato e orto-fosfato na Microbacia do Córrego Salto Grande 22°09'S e 48°19'W, Dourado, SP, Brasil, *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 19 (Único): 23-38.

_____; _____. MIYAMARU, L. 1990 A composição da água da chuva e sua contribuição para ambientes aquáticos. (Microbacia do Córrego Salto Grande 22°9'S e 4°19'W). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 4: 247-54

_____; _____. TOLENTINO, M. 1986 Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira: Influência do uso do solo, da água e da descarga de efluentes sobre a qualidade da água (Brasil). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 13 (1): 153-78.

_____. & TOLENTINO, M. 1986 Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira 47°55' 48°55'e 22°30'-21°55'S): fisiografia (geomorfologia, geologia, pedologia e hidrologia) e uso do solo. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 13 (1): 121-33.

MAIER, M.H. & TOLENTINO, M. 1988 Aspectos climáticos e limnológicos da Bacia do Rio Jacaré Pepira, São Paulo, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 2: 261-300.

MARTINS, M.T.; GAMBALE, W.; PAULA, C.R.; PELLIZARI, V.H.; MATSUMOTO, E.F.; RIBEIRO, G.; MALATEAUX, S.; MAIER, M.H.; 1989 Utilização de bactérias e fungos como indicadores na avaliação de fatores fisiográficos que interferem nos processos de autodepuração de um córrego sub-tropical. *Rev. Microbiol.*, São Paulo, 20 (3): 278-91.

NIMER, E. 1977 Clima In: IBGE, *Geografia do Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro: 51-89.

PARKS, J.M. 1966 Cluster analysis applied to multivariate geologic problems. *Journal of Geology*, 75 (5): 703-715.

POMEROY, R. & KIRSCHMAN, H.D. 1945 Determination of dissolved oxygen: proposed modification of winkler method. *Industr. Engng. Chem.*, 7 (11): 715-6.

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; 1980 CUMMINS, K.W.; SEDEL, J.R.; CUSHING, C.E. 1980 The river continuum concept. *Can. J. Fish. Sci.*, 17: 130 - 7.

SCHWOERBEL, J. 1975 *Métodos de hidrobiologia: biologia del agua dulce*. Trad. Francisco Javier Haering Perez. Madrid, Hermann Blume Ed. 262p. Original alemão.

SZIKSZAY, M. & TEISSEDRE, J-M. 1979 Fontes de Campos do Jordão. *Boletim IG, Instituto de Geociências, USP*, 10: 1-10

WATANABE, T; LIMA, M.A.M.; MACHADO, V.M.N.; PAZ, R.J. 1990 Caracterização limnológica do Rio Gramame, João Pessoa (PB), Brasil: variáveis ambientais. *Acta Limnol. Brasil*, 3: 363 - 89.