

460-REPDISCA

UNIVERSIDADE DE SAO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SAO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA E SANEAMENTO
CURSO DE POS-GRADUACAO EM HIDRAULICA E SANEAMENTO

CARACTERIZACAO FISICO-QUIMICA E SEDIMENTACAO NAS REGICOES DE
DESEMBOCADURA DOS RIOS PARANAPANEMA E TAQUARI, E NO RESERVATORIO
DE JURUMIRIM (ALTO PARANAPANEMA - SP)

Aluna: FULVIA ELOA MARICATO
Orientador: Prof. Dr. RAOUL HENRY

DEDALUS - Acervo - EESC



31100016385

Dissertação apresentada à Escola de
Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo como
parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Hidráulica e Saneamento.

SAO CARLOS
ESTADO DE SAO PAULO
1994



Class.	Tese - FESC
Curr.	3305
Tombo	134/94

314000/6385

Hidráulica

st0740069

"Tudo é vivido pela primeira vez e sem preparação. Como se um ator entrasse em cena sem nunca ter ensaiado. Mas o que pode valer a vida, se o primeiro ensaio da vida já é a própria vida? E isso que faz com que a vida pareça sempre um esboço. No entanto, mesmo "esboço" não é a palavra certa, porque esboço é sempre a preparação de algo, a preparação de um quadro. Ao passo que a nossa vida não é o esboço de nada; é um esboço sem quadro".

(Milan Kundera, em: "A insustentável leveza do ser").

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Raoul Henry pela orientação e oportunidade de aprimoramento profissional.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela bolsa de estudos concedida (Proc. 89/1751-9).

Ao Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Botucatu - pelas condições oferecidas para a realização deste trabalho.

A CESP (Piraju - SP), pela utilização de suas instalações, presteza nas informações e pela atenção recebida de seus funcionários.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, pela orientação no planejamento e análise estatística dos dados.

Ao Hamilton A. Rodrigues e Damázio Carneiro pela amizade e valioso auxílio no trabalho de campo.

A Maria A. N. Oliveira, pelo auxílio sempre solícito nos trabalhos de digitação.

A todos os colegas e amigos que participaram de alguma maneira na realização deste trabalho.

A Ana Adelina, Mau, Magali, Claudemir, Vivi e Marcelo, pelas sugestões, apoio, incentivo e amizade.

Ao Sérgio Machado Porto, pela amizade e importantes sugestões na fase de redação, digitação e pela confecção de parte das figuras deste trabalho.

A minha família, pelo apoio e incentivo.

RESUMO

As taxas de sedimentação do material particulado e os principais parâmetros físico-químicos da água foram avaliados em 7 pontos da Represa de Jurumirim, 3 localizados no Braço Paranapanema, 3 no Braço Taquari e 1 próximo à Barragem, em 4 períodos do ano. O objetivo foi verificar possíveis variações temporais e espaciais da sedimentação e dos parâmetros físico-químicos da água em cada local estudado.

Em todos os pontos de coleta, a sedimentação foi determinada em 30 e 70% da profundidade local, com o auxílio de 4 câmaras de sedimentação em cada profundidade. As câmaras foram incubadas na coluna d'água por períodos de 7 a 11 dias sendo então removidas e o material particulado nelas acumulado, filtrado para a determinação do seu peso seco e de suas frações orgânica e inorgânica. Os parâmetros físico-químicos da água foram medidos na superfície, 30 e 70 % da profundidade em cada ponto estudado.

As maiores taxas de sedimentação foram registradas no Braço Paranapanema, seguidas pelas do Braço Taquari e da região da Barragem. Entre os pontos do Braço Taquari, não houveram variações significativas. O mesmo não foi verificado no Braço Paranapanema. A transparência da água foi mais elevada no Braço Taquari, enquanto o material em suspensão e a clorofila-a, foram em geral, maiores no Braço Paranapanema, em relação aos dados do Braço Taquari.

As variações temporais e espaciais da taxa de sedimentação e dos parâmetros físico-químicos, foram decorrentes de alterações climatológicas nas bacias hidrográficas, influências alóctones decorrentes e produção autóctone do material particulado. As variações da taxa de sedimentação em função da profundidade resultaram, parcialmente, do fenômeno de ressuspensão de sedimentos que ocorre nos corpos d'água.

A introdução de material alóctone permitiu constatar a compartimentalização do reservatório em três regiões: zonas de influência do rio de transição e lacustre (em cada braço).

ABSTRACT

In this work, the sedimentation rates of particulate material and main physicochemical parameters of water were determined in seven points of the Jurumirim Reservoir, three localized in the Paranapanema branch, three in the Taquari branch and one near the dam, in four periods of the year. The aiming was to verify possible temporal and spatial variations in the sedimentation and physicochemical parameters of the water in each site studied.

In all points, the sedimentation was analyzed at 30 and 70% of the total depth, using four sediment traps in each depth. The traps were incubated in the water column for periods of seven to eleven days, they were then removed, and the particulate material accumulated in the sediment trap filtered, for the determination of its dry weight and its organic and inorganic fractions. The physicochemical parameters of the water were also measured in the surface and at 30 and 70% of total depth in each point studied.

Higher rates of sedimentation were found in Paranapanema branch, followed by those from Taquari branch and dam. Among the points in Taquari branch, there were no significative variations. The same was not verified in the Paranapanema branch. The transparency of the water column was larger in Taquari branch, while the suspended matter and chlorophyll-a, were, in general, higher in Paranapanema branch,

than in Taquari branch.

Temporal and spatial changes of the sedimentation rate and physicochemical parameters were due to climatological alterations in the hydrographic basins, related to allochthonous influences and autochthonous production of particulate material. The changes observed in the sedimentation rate as a function of depth resulted in part from the influence of sediment resuspension in the water mass.

Introduction of allochthonous material permitted to evidenciate the reservoir compartmentalization in three regions: riverine zone, transition zone and lacustrine zone, for each branch.

INDICE

I	- INTRODUÇÃO.....	1
II	- REVISAO DA LITERATURA.....	7
	1. Metodologia.....	7
	2. Sedimentação em Lagos.....	11
	3. Sedimentação em Reservatórios.....	19
III	- MATERIAL E METODOS.....	22
	1. Area de Estudo.....	22
	2. Considerações Gerais.....	25
	2.1 Pontos de Coleta.....	25
	2.2 Procedimentos nas Coletas.....	25
	3. Métodos.....	32
	3.1 Medidas de Temperatura.....	32
	3.2 Medida de Radiação Luminosa.....	32
	3.3 Medida da Transparência da Agua.....	33
	3.4 Medida do Conteúdo de Oxigênio Dissolvido.....	33
	3.5 Determinação da Alcalinidade Total.....	33
	3.6 Medida do pH.....	34
	3.7 Medida da Condutividade Elétrica.....	34
	3.8 Conteúdo de Carbono Inorgânico.....	34
	3.9 Conteúdo de Nutrientes Dissolvidos.....	35
	3.9.1 Ion Amônio.....	35
	3.9.2 Nitrito.....	35
	3.9.3 Nitrato.....	36
	3.9.4 Fosfato Total.....	36
	3.9.5 Fosfato Inorgânico.....	37
	3.9.6 Silicato.....	37
	3.10 Nutrientes Totais: Nitrogênio e Fósforo Totais	38
	3.11 Cálculo da Concentração de Nutrientes.....	38
	3.12 Clorofila-a.....	39

3.13	Material Particulado e Determinação de suas frações orgânica e inorgânica.....	39
3.14	Taxa de Sedimentação de Material Particulado e Nutrientes Totais nas Câmaras de Sedimentação.	41
3.15	Porcentagem de Água e Matéria Orgânica no Sedimento.....	41
3.16	Análises Estatísticas.....	42
IV	- RESULTADOS.....	44
4.1	Temperatura da coluna d'água.....	44
4.2	Temperatura do ar.....	58
4.3	Radiação luminosa subaquática.....	61
4.4	Radiação total do ar.....	68
4.5	Transparência da coluna d'água.....	72
4.6	Oxigênio dissolvido e porcentagens de saturação de oxigênio na coluna d'água.....	77
4.7	pH, condutividade e alcalinidade na coluna d'água.	81
4.8	CO ₂ total e suas frações na coluna d'água.....	87
4.9	Concentração de nutrientes dissolvidos na coluna d'água.....	94
4.10	Nutrientes totais na coluna d'água.....	100
4.11	Clorofila-a na coluna d'água.....	102
4.12	Material particulado e suas frações orgânica e inorgânica na coluna d'água.....	104
4.13	Taxa de sedimentação total, orgânica e inorgânica nas câmaras de sedimentação.....	108
4.14	Conteúdo de nitrogênio total nas câmaras de sedimentação.....	127
4.15	Conteúdo de fósforo total na câmara de sedimentação.....	141
4.16	Porcentagens médias de água e matéria orgânica no sedimento de fundo dos pontos de coleta.....	148

V - DISCUSSAO.....	151
1. Características fisico-químicas.....	151
2. Variações temporais e espaciais da sedimentação na Represa de Jurumirim	160
3. Mecanismos determinantes de sedimentação na Represa de Jurumirim.....	165
4. Aspectos comparativos das taxas de sedimentação medidas na Represa de Jurumirim em relação a outros ecossistemas aquáticos.....	170
VI - CONCLUSOES.....	176
VII - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	181

I. INTRODUÇÃO

O estudo dos ambientes aquáticos é de fundamental importância para a compreensão do seu funcionamento e de suas relações com ecossistemas circunvizinhos. Além disso, o conhecimento dos aspectos relacionados à preservação e utilização racional desses ecossistemas assume relevante papel.

Para o entendimento da dinâmica dos ambientes aquáticos é necessária a obtenção de dados limnológicos básicos em relação às principais variáveis físico-químicas e biológicas como transparência da água, concentração de oxigênio e nutrientes dissolvidos, material em suspensão e outros.

A ação conjunta dessas variáveis interagindo com o clima, relevo, vegetação, tipo de solo, irá caracterizar o ambiente aquático, seja ele lótico (rio) ou lântico (lago, lago artificial, reservatório ou represa).

Os reservatórios são utilizados para diversas finalidades como produção de energia elétrica, irrigação, criação de peixes, abastecimento de água, navegação, recreação e outras.

Devido às modificações causadas no ecossistema aquático natural pela construção de reservatórios, são produzidos vários

impactos ecológicos nesse ambiente bem como no ecossistema terrestre adjacente. Segundo TUNDISI (1988), estes impactos se dão principalmente sobre os aspectos hidrológico, geofísico, climático, físico-químico; flora e fauna terrestre e aquática, como em decorrência das atividades humanas.

As características dos reservatórios são determinadas por fatores internos como a ciclagem de nutrientes, a produção de biomassa, a decomposição, e também por fatores externos como o tipo de solo, o clima, a cobertura vegetal, o relevo circundante e as atividades humanas, enfim, os fatores associados à sua bacia de drenagem.

Em relação às influências externas, PARAGUASSU *et al.* (1988), consideram que as atividades agrícolas e a intensidade do uso do solo na bacia hidrográfica influenciam no transporte e acúmulo de sedimento no interior dos reservatórios.

Segundo MARGALEF (1974), o material em suspensão nos ambientes aquáticos é conhecido como séston e contém uma fração viva constituída pelo plâncton e uma morta chamada tripton.

A origem do séston é tanto autóctone como alóctone. O séston autóctone é formado por organismos planctônicos, mudas de crustáceos, excrementos de organismos que vão se fragmentando e se decompondo. O séston alóctone, de origem externa, é relativamente mais importante em águas doces e lóticás. Este material possui uma relação C:N alta por apresentar um avançado grau de decomposição (MARGALEF, 1974).

A quantidade de séston no ambiente aquático pode ser indicativo do seu grau de eutrofização e da extensão da

influência terrestre que o mesmo recebe (PREMAZZI & MARENGO, 1982).

THORNTON (1990), menciona que o transporte e deposição do sedimento é um processo dominante em reservatórios e que influencia significativamente a resposta ecológica do sistema. Também enfatiza que o sedimento não é somente o maior componente da água por peso e volume, mas também o grande transportador e catalisador de pesticidas, resíduos orgânicos, nutrientes e organismos patogênicos.

Segundo GRAF (1983), o processo de sedimentação em reservatórios não é bem conhecido, no entanto sua compreensão é de grande importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, além de apresentar importantes consequências quando se leva em consideração a redução da capacidade de armazenamento de água do reservatório.

BONDURANT & LIVESEY (1973) citado em PETTS (1984), mencionam que o padrão geral de sedimentação é essencialmente o mesmo para todos os represamentos. A água do rio com alta velocidade e turbulência alimenta o lago onde o fluxo é lento e a carga de sedimento é depositada. Parte deste sedimento é depositado no próprio volume armazenado e parte no canal à montante. As partículas grossas - incluindo a carga de material do fundo - afundam formando um delta, enquanto que as partículas mais leves - especialmente a argila - são distribuídas no interior do lago. Estas partículas podem também reagir com os sais dissolvidos produzindo uma floculação inicial ou ainda permanecer em suspensão por longos períodos mantendo a turbidez

em todo o reservatório.

A forma e localização da bacia de drenagem pode influenciar no escoamento e transporte de material para lagos e reservatórios. Estes últimos podem também receber proporções relativamente mais altas de matéria orgânica particulada fina e matéria orgânica dissolvida do que lagos naturais. As diferenças existentes na distribuição espacial da carga de sedimento entre lagos e reservatórios, devem-se ao fato de que, em lagos existe geralmente uma distribuição equitativa do influxo ao redor da periferia do sistema. Em contraste, os reservatórios, em geral, recebem a maioria de seu influxo de um ou dois grandes tributários localizados a uma distância considerável do escoamento. Tais diferenças influenciam na quantidade e qualidade do material liberado para o sistema receptor (THORTON, 1990).

Segundo TUNDISI (1988), os compartimentos no reservatório constituem seções ao longo do eixo longitudinal em que ocorrem tempos de residência diferentes por unidade de comprimento do reservatório. Devem também ser considerados compartimentos, as várias seções verticais resultantes da estratificação térmica e química, além dos braços maiores do reservatório, com circulação específica e reduzida.

Em represas, o fenômeno da compartimentalização, ao longo do eixo principal, é originado pela construção de represas. Esse fenômeno mostra a diferença existente entre o corpo d'água e a direção do rio principal, como também entre os subsistemas gerados pelos afluentes do reservatório. Estes últimos podem interferir na qualidade da água situada sobre o eixo principal.

Além disso, fenômenos específicos podem apresentar-se nos compartimentos, por exemplo aqueles relacionados com os esgotos domésticos, acúmulo de macrófitas aquáticas e com os processos de circulação (MARQUELLI *et al.* 1988).

FORSBERG (1989), estudou a ciclagem de nutrientes e sua influência no sedimento verificando que nutrientes orgânicos e inorgânicos são transportados por sedimentação para o fundo do ambiente aquático, e em função de fatores físicos, químicos e biológicos esses nutrientes podem retornar à coluna d'água.

O interesse no estudo da sedimentação na Represa de Jurumirim foi despertado por observações de campo que indicaram que os dois principais braços do reservatório - Rios Paranapanema e Taquari - são ricos em material particulado (séston), em contraste com seu corpo central que apresenta baixas concentrações deste material. Tais observações, levaram à formulação da hipótese de que o material particulado presente nestes braços do reservatório sofre sedimentação no corpo da represa, caracterizando-o como uma "zona de sedimentação".

Assim, os objetivos da presente pesquisa foram analisar o processo de sedimentação no reservatório de Jurumirim, bem como, em seus dois principais tributários, Rios Paranapanema e Taquari; verificar a ocorrência de compartimentalização do reservatório, através do estudo do processo de sedimentação; observar a relação entre o processo de sedimentação e a extensão da zona eufótica.

Com isso, pretendeu-se:

- a) Quantificar as frações orgânica e inorgânica do material sedimentado nos locais estudados;
- b) Com base nas taxas de sedimentação nos pontos dos braços Paranapanema e Taquari, verificar qual deles contribui com a maior quantidade de seston que entra no corpo do reservatório;
- c) Medir parâmetros físico-químicos e biológicos da água nos locais estudados para a caracterização dos ambientes em estudo;
- d) Comparar os resultados dos parâmetros medidos em diferentes épocas do ano e locais estudados.

II. REVISAO DA LITERATURA

1. Metodologia das câmaras de sedimentação

EDMONDSON & WINBERG (1971), comentou sobre a investigação da dinâmica do tripton que envolve a suspensão de câmaras de vários tipos, usadas para coletar partículas em sedimentação durante um período de tempo definido, numa dada superfície. O formato das câmaras assim como seus tamanhos podem ser variáveis. A proporção entre o diâmetro superior da câmara e a sua altura não deveria ser maior que 1:3. As câmaras largas em relação à sua altura, criam grandes possibilidades de distúrbios do tripton coletado, quando são retiradas da água, e permitem o acesso de zooplâncton e peixes. Quando as câmaras possuem tamanho adequado e são retiradas cuidadosamente da coluna d'água não ocorrem perdas de material depositado sendo desnecessário o uso de tampas ou funis. Com relação à profundidade, o autor recomenda estudos abaixo do epilímnio e próximo ao fundo já que uma profundidade intermediária (hipolímnio) mostrou pequena variação na quantidade de material coletado em relação àquela próxima ao fundo. A escolha do tipo de câmara de sedimentação está

relacionada ao tempo de sua exposição no reservatório. Quanto menor o tempo de exposição maior deve ser a superfície das câmaras.

O método geralmente aceito e mais frequentemente aplicado de medida das taxas de sedimentação do tripton em lagos envolve a suspensão de recipientes em diversas profundidades por períodos de tempo definidos. Uma objeção à utilidade dessas medidas do tripton é a possível interferência da ressuspensão de sedimentos do fundo, causando uma superestimação da sedimentação do tripton. Por esta razão, a metodologia descrita acima não pode ser aplicada a corpos d'água rasos onde a ressuspensão é comum (GASITH, 1975).

KITCHNER (1975), avaliando a metodologia que utiliza as câmaras de sedimentação, testou cinco câmaras com área coletora variando de 8 a 1.465 cm² constatando que elas coletaram a mesma quantidade de material medida através do peso seco, peso das cinzas e conteúdo de fósforo, por unidade de área. As variâncias dos tamanhos das armadilhas não foram significativamente diferentes. O autor salienta que as câmaras de sedimentação são confiáveis para medir a sedimentação em lagos, com exceção daqueles pouco profundos ou não estratificados.

HAKANSON (1975), descreve uma câmara de fundo para a coleta de depósitos sedimentares recentes. A técnica fornece meio de quantificar o material depositado em períodos de tempo conhecidos, não afetado pela bioturvação na porção superior do sedimento que é biologicamente ativa. A câmara tinha uma área de 1.541 cm² e altura de 5 cm.

KIMMEL *et al.* (1976), descrevem um equipamento para a coleta de séston em sistemas pelágicos que permite fechamento da amostra antes da recuperação evitando perda do material coletado, replicação de amostras permitindo determinação da variação entre amostras coletadas na mesma estação. Inclui ainda uma câmara invertida para permitir a correção em amostras de material particulado devido ao crescimento de organismos junto às câmaras, e o seu tamanho e peso são adequados, além de apresentar suficiente durabilidade para contínua operação de campo. Os autores efetuaram um experimento no Lago Castle e obtiveram dados que indicaram uma significativa heterogeneidade vertical na sedimentação do séston dentro do lago.

HARGRAVE & BURNS (1979), fazem considerações teóricas sobre os efeitos da turbulência ao redor e dentro de câmaras de sedimentação demonstrando que as variações nas dimensões (altura e abertura da borda) são importantes na determinação da retenção de partículas. Os autores relatam que a eficiência de coleta e as taxas de deposição por unidade de área em câmaras de vários formatos foram independentes da relação entre altura e diâmetro da borda da câmara, em condições de calmaria. Já condições de turbulência requerem um aumento da relação entre altura e diâmetro da câmara.

BLOMQUIST & KOFOED (1981), realizaram um experimento para estudar sedimentos particulados em um ambiente com turbulência e correntes moderadas no mar Báltico. As câmaras utilizadas consistiam em tubos de diferentes alturas e diâmetros com relação altura:diâmetro variável. Os autores observaram que

para assegurar uma coleta consistente de material em sedimentação em tubos com diâmetro interior de 21 a 57 mm é necessário uma relação altura:diâmetro maior ou igual a 3. Em outro experimento, valores bastante variáveis de material depositado ocorreram nos tubos com diâmetro interno menor que 103 mm e com uma razão altura:diâmetro constante (8). Observaram também que tubos com diâmetros menores concentraram fortemente a matéria orgânica indicando que a separação da matéria orgânica e mineral parece depender do diâmetro interno do tubo.

REYNOLDS & GODFREY (1982), descrevem aspectos teóricos e práticos da construção de um mecanismo para a interceptação do fluxo de sedimentos particulados. O mecanismo consistia de 25 caixas de polietileno (17 x 17 cm) cheias até a borda com substrato artificial, colocadas sobre uma superfície plana a 1 m do fundo de um lago. Os resultados indicaram que este tipo de câmaras de sedimentação subestimaram seriamente o fluxo sedimentar total.

HAKANSON et al. (1989), relatam que até recentemente havia pouco consenso sobre os requisitos necessários para o uso de câmaras de sedimentação e que os dados obtidos a partir do emprego destes equipamentos geravam controvérsias. Examinando estudos anteriores, os autores concluem que: a) tubos simples constituem o melhor meio para medir a sedimentação em todos os tipos de águas (estagnadas ou turbulentas, rios ou mares); b) câmaras de diâmetro pequeno super-estimam os valores de material depositado; c) o uso de funis geralmente subestima a quantidade de material acumulado; d) os tubos deveriam ter razão altura:

diâmetro maior que 3 e este valor deveria ser aumentado (até 6) em águas muito turbulentas.

2. Sedimentação em Lagos

GASITH (1976), estudou o transporte de matéria orgânica da coluna d'água para o sedimento e as relações entre a dinâmica da fração sedimentada e o total de matéria orgânica particulada em suspensão, em um lago eutrófico pouco profundo (Wingra) em Wisconsin - EUA. O autor concluiu que a dinâmica de sedimentação do tripton foi estreitamente relacionada à dinâmica da matéria suspensa total na água. Perturbações físicas, bem como diferenças na associação do fitoplâncton e interações fitozooplâncton foram propostas como fatores importantes que influenciam na sedimentação do tripton.

As concentrações de fósforo e nitrogênio, as densidades de fitoplâncton e bactérias, a quantidade de detritos, a produção primária e a sedimentação foram comparadas durante um ano por BLOESCH *et al.* (1977), através de um estudo em dois lagos (Lucerne - Horw Bay - e Rotsee) de diferentes estados tróficos na Suíça. Os aportes e as exportações de material para os lagos foram também calculados. As taxas de sedimentação de material particulado foram mais altas no lago Rotsee. Como somente 14% (Horw Bay) e 30% (Rotsee) da produção primária anual medida foi encontrada nas câmaras de sedimentação, isto indicou uma alta mineralização do carbono orgânico na zona eufótica.

Utilizando-se câmaras de sedimentação, BLOESCH & UEHLINGER (1986) avaliaram as diferenças horizontais na sedimentação (em 7 pontos) no Lago Hallwil (eutrófico) na Suíça durante um ano. Os resultados mostraram diferenças horizontais na sedimentação da matéria seca, carbono orgânico particulado e fósforo particulado. Essas diferenças foram atribuídas às influências da zona litorânea onde a sedimentação pode ser afetada por muitos fatores tais como: aumento da profundidade, introdução autóctone por macrófitas, aportes alóctones e ressuspensão de sedimentos do fundo dependente da morfologia da zona litorânea e principalmente da direção do vento.

PREMAZZI & MARENGO (1982), realizaram um estudo para investigar a sedimentação do tripton no Lago Lugano (Suíça-Itália) durante um ano, utilizando câmaras de sedimentação. Os resultados mostraram que a sedimentação do tripton variou consideravelmente durante todo o ciclo anual. A variação sazonal das taxas de sedimentação medidas abaixo do epilímnio e acima do fundo foi semelhante e seguiu o mesmo padrão de variação das taxas de fotossíntese. Os dados mostraram que a turbulência da água no hipolímnio não perturbou a sedimentação do tripton, e que os processos de decomposição que aí ocorreram foram insignificantes em relação à mineralização do material sedimentado.

Os mecanismos intimamente ligados ao processo de sedimentação em lagos são descritos em HILTON et al. (1986). Estes autores, com base na literatura, descrevem os mecanismos mais importantes que estão envolvidos na sedimentação em lagos.

Segundo os autores citados, o sedimento não é distribuído uniformemente sobre o leito de muitos lagos. Vários processos dominam em diferentes períodos do ano, podendo ocorrer simultaneamente. Portanto, uma identificação real dos processos envolvidos na distribuição de sedimentos não é fácil.

HILTON et al. (1986) descrevem dez mecanismos de distribuição de sedimentos:

1) Formação de delta após a desembocadura do rio - Refere-se à deposição de partículas grossas que são carregadas pelo rio quando este desemboca no lago. Deltas clássicos, em forma de leque, são formados à partir da deposição desse material através de vários processos. Se as cargas de sólidos suspensos no rio forem altas, este mecanismo de deposição pode ser dominante.

2) Sedimentação da pluma do rio - Caracteriza-se pela suspensão do material mais fino, já que o material particulado grosso já se depositou formando o delta. A água do rio frequentemente mantém uma corrente discreta numa profundidade ditada pelas densidades relativas da água do rio e do lago. A força de Coriolis atua movendo estas correntes em direção ao lado direito (opondo-se à direção do fluxo) da margem do lago, no hemisfério norte. O material particulado sofre sedimentação gradual, bem como a energia é perdida pela mistura com a água do lago. Juntamente com a formação de delta, este mecanismo é importante em lagos com altas entradas alóctones.

3) Circulação completa contínua - O material sedimentado é continuamente misturado por todo o volume do lago ou por uma camada superficial relativamente pequena. Desta forma,

a concentração de partículas na coluna d'água é constante na região em circulação.

4) Circulação completa intermitente - Neste mecanismo, o sedimento é periodicamente ressuscitado do leito do lago e completamente misturado na água. No período de calmaria que se segue após cada circulação, mais sedimento se acumula em grandes profundidades, pois a massa das partículas em qualquer parte do sedimento é função linear da profundidade. As correntes provocadas pelo vento que atingem a parte mais profunda do lago são insuficientes para criar uma turbulência capaz de destruir a camada limite próxima à superfície do fundo do lago e levar o sedimento à ressuspensão.

5) Circulação epilimnética completa intermitente - O sedimento precipita-se da suspensão obedecendo à circulação direcionada pelo vento no epilímnio e a períodos de sedimentação tranquilos.

6) Ação de ondas periféricas - Ondas numa zona marginal do lago criam uma turbulência suficiente para ressuspender o material particulado o qual é misturado gradualmente na água e transportado para águas mais profundas livres da influência das ondas, onde permanece em suspensão até finalmente sedimentar.

7) Redistribuição de sedimentos ao acaso - Nesse mecanismo há ausência de um modelo explicativo. A ressuspensão ocorre o ano todo. Davis (1973) citado em Hilton et al. (1986), observou em um lago raso (Lago Sayles) com ausência de termocline estável, havendo uma ressuspensão de sedimentos de fundo contínua pela ação de ondas.

8) Corrente erosão/redeposição - Gould & Budinger (1958) citados em HILTON et al. (1986), atribuem a esse mecanismo a formação do leito em W do Lago Washington que teria sido causada por deslocamento de correntes de água fria em alta velocidade, originárias das águas frias de baías rasas durante o outono. A massa de água densa aumenta a velocidade abaixo das vertentes íngremes adjacentes formando correntes que erodem o sedimento das vertentes. As correntes redepositaram sua carga particulada no centro do vale originalmente em forma de U, pois em ambos os lados do lago colidiram e perderam sua energia para a água circundante. O padrão de sedimentação resultante causou mais acúmulo no centro do vale mesmo quando a deposição aconteceu por um período suficientemente longo para mudar o perfil original em U para um perfil em W.

9) Desmoronamento e escoamento em vertentes - Caracteriza-se pela combinação de dois processos: escoamento, que é o movimento do material paralelo à vertente e desmoronamento que é o movimento iniciado por uma falha rotacional do sedimento. O desmoronamento muitas vezes resulta na formação de turbidez geral na água. Isto comumente ocorre em inícios não estáveis de deltas, mas a deposição em qualquer vertente é propensa a este tipo de redistribuição. Entretanto este mecanismo é irregular e causa variabilidade numa porção de acumulação profunda. A evidência definitiva desse mecanismo vem de lagos com sedimentos laminares.

10) Degradação orgânica - Dados de câmaras de sedimentação ou de core são afetados de diferentes maneiras pela degradação orgânica. Medidas da matéria orgânica em partículas retidas em câmaras mostram que as diferenças podem ocorrer devido à decomposição da matéria orgânica na coluna d'água. Este processo pode causar uma maior taxa de acumulação em águas anóxicas profundas do que em águas com maior oxigenação e rasas. Isto parece não ser considerado como um mecanismo de acumulação de sedimentos, atualmente.

Dos 10 mecanismos, citados por HILTON et al. (1986) alguns são influenciados diretamente pelo rio que desemboca no lago (mecanismos 1 e 2) e outros sofrem influência do vento e das ondas (mecanismos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Com base nestes mecanismos, podemos analisar quais deles poderiam ter influência nas observações das taxas de sedimentação nos diferentes pontos dos braços Rio Paranapanema e Taquari e na Represa de Jurumirim, durante a série de 4 experimentos ao longo do ano estudado.

BENGTSSON et al. (1990), estudaram a sedimentação e a redistribuição dos sedimentos finos, usando câmaras de sedimentação em três lagos da Suécia (Erken, Tamnaren e Valloxen) de diferentes características. No Lago Erken, as câmaras foram colocadas em três pontos, próximos à superfície e ao fundo. O conteúdo de sedimento coletado nas câmaras era oriundo do sedimento de fundo ressuspenso, do material do solo erodido trazido para dentro do lago pelos ventos, da erosão, da matéria orgânica produzida dentro do lago e de uma pequena quantidade de

material trazido para o lago por pequenos rios. Na parte central do lago, a deposição nas câmaras colocadas próximas ao fundo excedeu a das câmaras colocadas próximas à superfície em média em 35% . No Lago Tamnaren (raso e extenso) as câmaras foram colocadas na parte central e próximo da margem leste. As taxas de sedimentação em todas as câmaras, praticamente não variaram nas diferentes profundidades, locais e experimentos. A sedimentação foi mais alta quando houveram fortes ventos (novembro), e foi alta também em outubro quando houve uma pequena tempestade. No Lago Valloxen, com profundidade média de 4 m e máxima de 9 m, foram colocadas duas câmaras a 1 m da superfície e próximo ao fundo ao longo de uma linha horizontal partindo de um ponto bem próximo da margem leste até a parte central do lago, e em um ponto protegido dos ventos. A sedimentação foi quase a mesma em todas as câmaras colocadas no mesmo nível ao longo da linha horizontal, e sempre maior nas de fundo do que nas próximas da superfície. A sedimentação nas câmaras colocadas na linha horizontal foi muito maior do que na parte protegida dos ventos. Os autores concluem que para um lago muito raso como o Lago Tamnaren, a sedimentação nas câmaras forneceu somente uma estimativa da concentração média de sólidos suspensos. Em um lago pequeno e relativamente profundo como o Valloxen as câmaras colocadas próximas à superfície representam a deposição durante perturbações, e aquelas próximas ao fundo medem a sedimentação total. Em um lago onde existem áreas de erosão muito extensas e transporte de fundo (Erken), a redistribuição dos sedimentos desempenha importante papel para a sedimentação total.

Para estudar o fluxo sedimentar, a velocidade de afundamento do séston e a influência da atividade microbiana na decomposição do material orgânico coletado em câmaras, CALLIERI *et al.* (1991), realizaram experimentos no Lago de Mergozzo (Nordeste da Itália). Câmaras de sedimentação foram suspensas em três profundidades (10, 40 e 60 m) durante 8 períodos de exposição de sete dias nos meses de fevereiro-março, maio, julho-agosto e setembro de 1986. Foram expostas duas câmaras, uma sem e outra com conservante. As taxas de sedimentação do séston variaram de 250 a 1200 $\text{mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ com uma predominância da fração inorgânica (130-900 $\text{mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) sobre a orgânica (160-320 $\text{mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$). A porcentagem da fração orgânica dentro das câmaras foi sempre menor que fora. A comparação entre as câmaras com e sem fixador não mostrou diferenças significativas no conteúdo de matéria orgânica e número de bactérias. Os autores inferem deste resultado que a atividade bacteriana nas câmaras não causa perda de carbono orgânico particulado durante os sete dias de exposição. Por isso, a alta velocidade de sedimentação das partículas inorgânicas foi responsável pela alta porcentagem dessa fração nas câmaras. A velocidade de sedimentação das partículas sestônicas aumentou durante o período de estratificação, com o aumento da profundidade e alcançou o valor máximo de 2,5 m.d^{-1} .

Comparando a sedimentação do tripton e o conteúdo de carbono e nitrogênio no sedimento entre 4 pequenos lagos de diferentes estados tróficos e processos de circulação, KAJAK & LAWACZ (1977), observaram maior sedimentação do tripton em um

lago eutrófico e polimítico e a menor em um lago rico em húmus. A porcentagem de C e N no sedimento (peso seco) foi maior no tripton em sedimentação e nos depósitos do fundo do lago rico em húmus do que nos outros lagos. Em todos os lagos, a porcentagem de C e N foi maior no tripton do que nos sedimentos depositados no fundo. A sedimentação foi maior que a produção primária somente no lago polimítico. Isto pode ser resultado de nova sedimentação, de uma superestimação da sedimentação ou de uma subestimação da produção primária. Os autores ponderam que embora o interesse pelo processo de sedimentação, e o reconhecimento do seu papel no funcionamento do ecossistema estejam aumentando, algumas questões essenciais ainda devem ser resolvidas. Entre elas, se a quantidade de tripton coletada nas câmaras reflete a sedimentação real no corpo d'água, ou se é devida à influência da ressuspensão e de nova sedimentação. Estes processos parecem ocorrer em todos os locais (ao menos nas zonas rasas) mas em graus diferentes e algumas vezes são insignificantes.

3. Sedimentação em reservatórios

JOHNSON (1977), estudou a composição e a taxa de acumulação dos sedimentos no Reservatório Farmoor, Grã-Bretanha. Os sedimentos foram coletados durante um ano (1972) em uma campânula invertida de 0,15 m de diâmetro e 0,4 m de altura suspensas por bóias no centro do reservatório. O autor concluiu que as câmaras de sedimentação verticais em um reservatório raso

superestimaram a quantidade de séston que atingiu a superfície de sedimentação, provavelmente devido à circulação induzida pelo vento agitando o material previamente depositado. Os resultados mostraram que a origem do sedimento era totalmente proveniente do reservatório (autóctone).

O conhecimento da sedimentação em reservatórios é de grande relevância para o gerenciamento dos recursos hídricos. O rio carregado de sedimentos deposita certa quantidade no ambiente natural (lago) ou reservatório artificial (represa). Este ecossistema pode ser construído pelo homem se uma estrutura é colocada deliberadamente para represar o curso d'água, ou ser natural, se o curso d'água encontra um corpo d'água quase estagnado, como um lago ou o mar (GRAF, 1983).

Segundo GRAF (1983), os tipos de sedimentos carregados pelos rios são constituídos: a) pela carga do leito (material do leito do rio) movendo-se próximo ao mesmo, constituindo as frações maiores do sedimento; b) pela carga suspensa - material ocasionalmente em contato com o leito do rio, mas bem distribuído e em movimento por todo o corpo d'água; c) pela carga diluída - material que permanece sem qualquer contato com o leito sendo bem distribuído por todo o corpo d'água e constituído pelas frações finas do sedimento. Estes três tipos de carga de sedimentos juntos constituem a carga de sedimento total.

JAMES *et al.* (1987), estudaram as variações sazonais e espaciais nas taxas de sedimentação aparentes para estabelecer gradientes longitudinais na qualidade da água na Represa DeGray, Arkansas, USA. Os autores utilizaram um carrossel com 4 câmaras

cilíndricas (39 cm de altura x 13 cm de diâmetro), com um mecanismo de fechamento e um sistema de sustentação por bóias, colocadas em três locais: estação de desembocadura do rio, estação intermediária e estação próxima à barragem da represa. Em geral, a média diária de material acumulado nas câmaras foi mais alta na estação de desembocadura do rio e declinou em direção à barragem.

RAO *et al.* (1989), estudaram o processo de sedimentação no reservatório Gandhisagar na Índia procurando conhecer o padrão de sedimentação para prevenir a perda da sua capacidade de armazenamento. Os autores constataram que em 13 anos o reservatório perdeu cerca de 4,3% de sua capacidade devido a uma sedimentação acelerada.

III. MATERIAL E METODOS

1. AREA DE ESTUDO

A área na qual foi desenvolvida esta pesquisa, abrange a Represa de Jurumirim, também conhecida como Reservatório Engenheiro Armando Laydner, formada pela confluência de dois rios principais: Rios Paranapanema e Taquari, os quais constituem dois braços da represa (FIG. 01).

O braço Rio Paranapanema tem 95 Km de extensão na área inundada, sendo o principal tributário do reservatório. A extensão do braço Rio Taquari é de 40 Km.

O reservatório é o primeiro do complexo de uma série de barragens no Rio Paranapanema e está localizado na região sul do Estado de São Paulo. A barragem está localizada nas coordenadas $23^{\circ}12'17''S$ e $49^{\circ}13'19''W$.

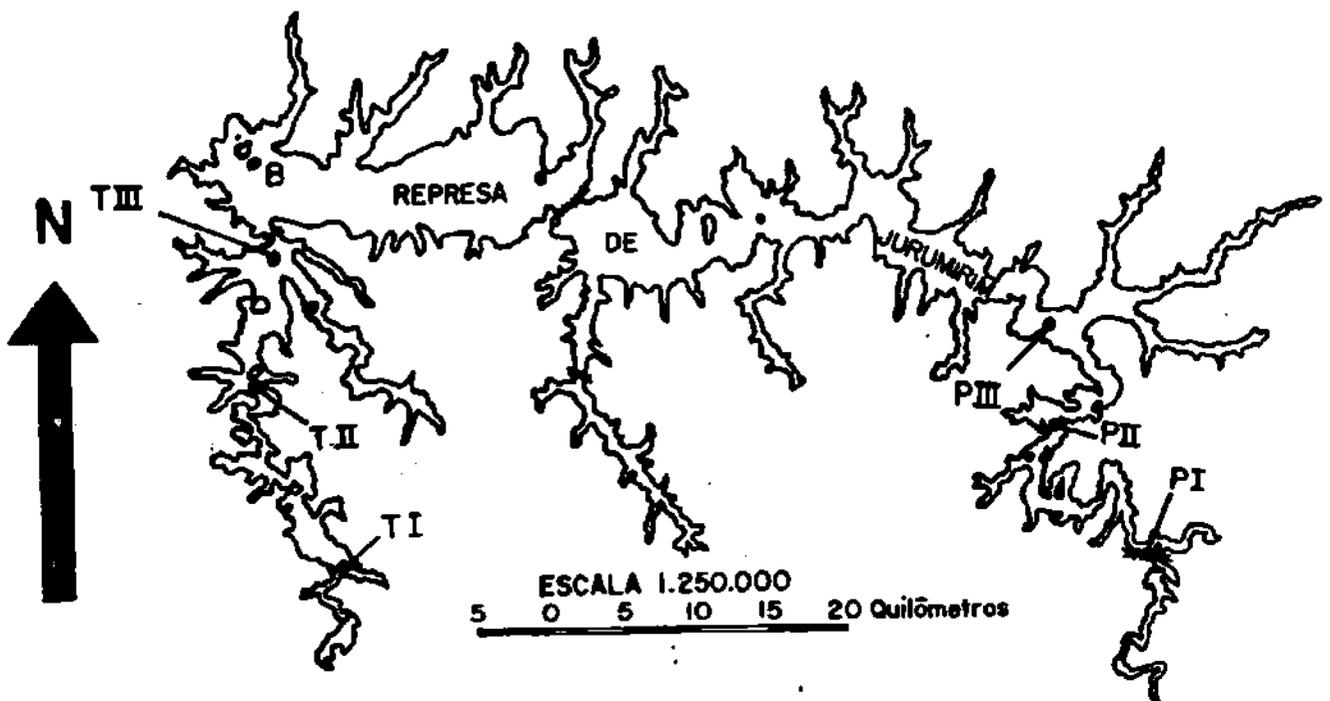
A bacia hidrográfica do reservatório possui uma área de 17.800 Km². Muitos cursos d'água, pequenos, médios e grandes desembocam diretamente no reservatório ao longo de suas margens.

Segundo HENRY (1990), o relevo da bacia hidrográfica do reservatório é composto de colinas simples, colinas médias, morretes alongados e espigões. A vegetação da região constitui-se

de mata, capoeira, cerrado, reflorestamento, campo cerrado, cerradão e campo, em ordem decrescente de ocorrência. O clima da região é influenciado por sua situação geográfica, relevo acidentado e circulação atmosférica, esta última responsável pela sua complexidade na região.

Os dados morfométricos do reservatório são:

- Area: 484,81 Km² (cota = 570 m)
- Volume: 7941,17 Hm³ (cota = 570 m)
- Perímetro: 1115 Km
- Índice de desenvolvimento da margem: 14,9
- Índice de desenvolvimento do volume: 0,9675
- Comprimento máximo: 30,75 Km
- Largura máxima: 10,50 Km
- Profundidade máxima: 40,0 m
- Profundidade média: 12,9 m
- Profundidade relativa: 0,1678 %
- Tempo de residência: 323 dias (média calculada para o período de 01/03/1988 a 31/03/1989).



PI - PARANAPANEMA I

PII - PARANAPANEMA II

PIII - PARANAPANEMA III

TI - TAQUARI I

TII - TAQUARI II

TIII - TAQUARI III

B - BARRAGEM (Represo de Jurumirim)

FIGURA O1 - Mapa da Represa de Jurumirim (Alto Paranapanema - SP) com a localização dos pontos estudados.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 Pontos de coleta

Para o presente trabalho de pesquisa foram selecionados 7 pontos de estudo à montante do reservatório, 3 ao longo da extensão de cada um dos braços e 1 próximo à barragem. Os locais aproximados onde foram realizadas as coletas e as tomadas de dados sobre a água são mostrados na Fig. 01. Na escolha dos locais de coleta, levou-se em consideração as finalidades desta pesquisa, bem como a facilidade de acesso aos mesmos.

2.2 Procedimentos nas coletas

Os experimentos e coletas foram efetuados trimestralmente ao longo de 1 ano. As datas de início e término dos experimentos em cada ponto estudado, são apresentadas no quadro 01.

Na data de início de cada experimento, foram medidos os valores de temperatura (ar e água), radiação luminosa e transparência da água. Além disso, amostras de água foram coletadas com garrafa de Van Dorn em três profundidades: superfície, 30% e 70% da profundidade total do local, para a análise de algumas variáveis químicas e biológicas. De cada

amostra, foi sifonado um volume aproximado de 250 ml, em frasco âmbar para a determinação do conteúdo de oxigênio dissolvido. Para a determinação da alcalinidade, um volume semelhante foi recolhido em um frasco transparente. O restante do conteúdo da garrafa foi colocado em galões de polietileno com volume aproximado de 5 l. No laboratório, foram extraídas sub-amostras para a determinação das variáveis: pH; condutividade; carbono inorgânico; nutrientes dissolvidos e totais; clorofila-a + feofitina; material particulado e suas frações.

Após a coleta de amostra de água, instalou-se na coluna d'água câmaras de sedimentação para medir a deposição de material particulado (Fig. 02). Essas câmaras foram colocadas em 2 profundidades: 30% (superfície) e 70% (fundo) da profundidade total em cada ponto de coleta.

As câmaras foram confeccionadas com tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 30 cm de comprimento, fundo também de PVC colado ao tubo e volume médio de 2,2 l.

Antes de serem incubadas, as câmaras foram preenchidas com água destilada, para evitar a deposição de material antes do início do experimento. Assim preparadas, foram colocadas cuidadosamente nas profundidades desejadas com cordas amarradas a um flutuador de madeira com bóias (Fig. 03) e ancorado por poitas.

Em cada ponto de coleta, instalou-se de oito câmaras de sedimentação, quatro na superfície e quatro no fundo (30 e 70% da profundidade local, respectivamente).

O período de permanência das câmaras na coluna d'água variou de 7 a 11 dias, nos diferentes pontos de coletas e épocas do ano. Esses períodos foram determinados após execução de um experimento piloto, onde se observou que a quantidade de material depositado deixou de ser linear ao tempo de permanência das câmaras na coluna d'água.

O dia de retirada das câmaras correspondeu ao que chamamos término do experimento (Fig. 04). Nessa ocasião, também foram medidas a temperatura e transparência da coluna d'água e a temperatura do ar. O conteúdo de cada câmara foi transferido para galões de polietileno identificados (Fig. 05) e levados ao laboratório para determinar os nutrientes totais e a taxa de sedimentação (Fig. 06).

QUADRO 01 - Pontos, etapas e datas dos experimentos e coletas nos Braços Paranapanema e Taquari e na Barragem - Represa de Jurumirim, SP - no período de 30/10/90 a 27/07/91.

Ponto	Etapas	1º Experimento	2º Experimento	3º Experimento	4º Experimento
P I	i	30/10/90	22/01/91	23/04/91	15/07/91
	t	10/11/90	31/01/91	03/05/91	25/07/91
P II	i	30/10/90	21/01/91	22/04/91	15/07/91
	t	10/11/90	31/01/91	03/05/91	24/07/91
P III	i	30/10/90	21/01/91	22/04/91	16/07/91
	t	10/11/90	31/01/91	03/05/91	24/07/91
T I	i	31/10/90	24/01/91	24/04/91	17/07/91
	t	11/11/90	01/02/91	04/05/91	25/07/91
T II	i	31/10/90	24/01/91	25/04/91	17/07/91
	t	11/11/90	01/02/91	04/05/91	26/07/91
T III	i	01/11/90	23/01/91	26/04/91	18/07/91
	t	11/11/90	01/02/91	04/05/91	26/07/91
B	i	01/11/90	23/01/91	26/04/91	19/07/91
	t	11/11/90	31/01/91	03/05/91	27/07/91

P I = Ponto I do Braço Paranapanema
 P II = Ponto II do Braço Paranapanema
 P III = Ponto III do Braço Paranapanema
 T I = Ponto I do Braço Taquari
 T II = Ponto II do Braço Taquari
 T III = Ponto III do Braço Taquari
 B = Barragem
 i = início do experimento
 t = término do experimento



FIGURA 02 - Uma das câmaras de sedimentação utilizadas nos experimentos.



FIGURA 03 - Flutuador para a sustentação das câmaras de sedimentação na coluna d'água.



FIGURA 04 - Câmara de sedimentação com material particulado após o período de incubação.



FIGURA 05 - Transferência do conteúdo da câmara de sedimentação para galão de polietileno.

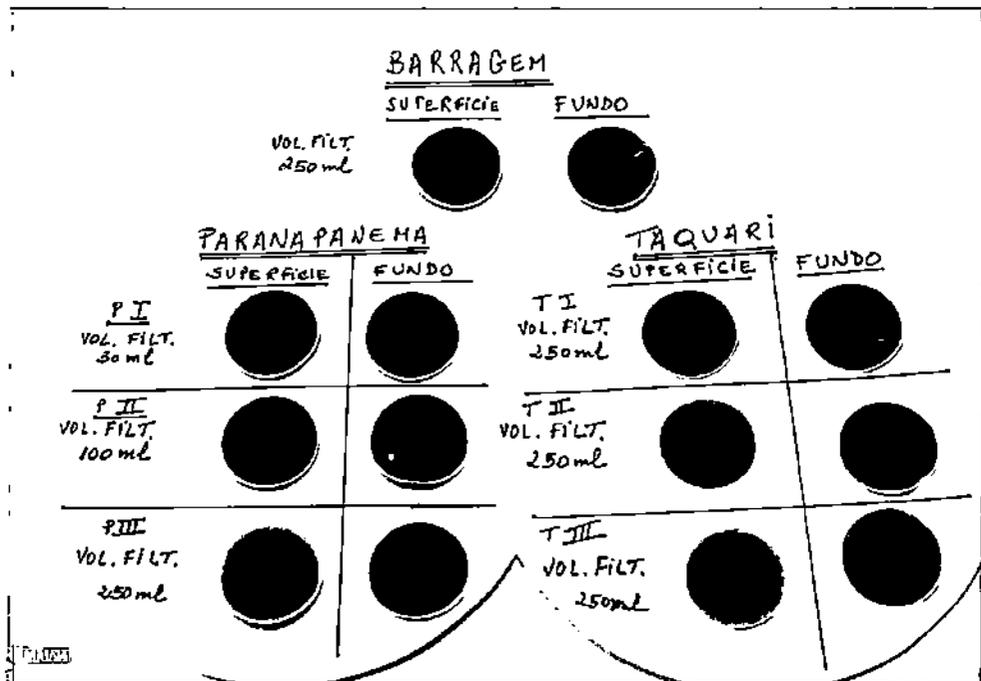


FIGURA 06 - Material particulado retido nos filtros, após a filtração dos conteúdos das câmaras de sedimentação, nas diferentes profundidades e pontos de coleta.

3. METODOS

3.1 Medidas de Temperatura

As medidas de temperatura do ar e da água foram realizadas utilizando-se um termistor marca "Toho-Dentan".

3.2 Medida da Radiação Luminosa

A radiação luminosa total e porções de seu espectro (vermelho, verde e azul), na coluna d'água foram obtidos através de leitura direta em radiômetro "Kahlsico". Na água, as leituras de radiação luminosa foram feitas até o limite de sensibilidade do equipamento. Os valores obtidos nas leituras foram logaritmizados, e calculada a equação de regressão da reta do tipo $y = ax + b$, onde: y = logaritmo da quantidade de radiação luminosa que entra no sistema; x = profundidade; a e b são constantes obtidas.

3.3. Medida da Transparência da Água

A medida da transparência na coluna d'água foi feita através da leitura (em metros) do desaparecimento visual do Disco de Secchi.

3.4 Medida do Conteúdo de Oxigênio Dissolvido

O conteúdo de oxigênio dissolvido na coluna d'água foi determinado pelo método de Winkler, descrito em GOLTERMAN & CLYMO (1969). As amostras da água foram fixadas no local com sulfato manganoso e solução alcalina de azida sódica. No laboratório, após acidificação da amostra e liberação do iodo, a concentração de oxigênio foi quantitativamente determinada por titulação com tiosulfato de sódio.

3.5 Determinação da Alcalinidade Total

Das amostras de água contidas em frascos de vidro transparente identificados e transportados para o laboratório, foram retiradas duas sub-amostras de 100 ml, nas quais foi medida a alcalinidade através de titulação com ácido sulfúrico 0,01 N, até atingir pH 4,35, onde todo o ácido carbônico se transformava em dióxido de carbono dissolvido. Os cálculos foram realizados conforme descrito em MACKERETH *et al.* (1978).

3.6 Medida do pH

As leituras do pH nas amostras de água foram realizadas no laboratório em um pHmetro "Micronal - B 371".

3.7 Medida da Condutividade Elétrica

A capacidade de condução de corrente elétrica pelos íons das amostras d'água foi medida utilizando-se um condutivímetro "Hach - 2511". Uma correção dos valores lidos no aparelho para uma temperatura padrão de 25°C foi necessária, uma vez que a condutividade é afetada diretamente pela temperatura. A cada variação de 1°C na temperatura da água multiplicou-se os valores de condutividade por valores determinados na tabela formulada por GOLTERMAN & CLYMO (1969).

3.8 Conteúdo de Carbono Inorgânico

A determinação do Carbono inorgânico total e suas frações - CO₂ livre (CO₂ e H₂CO₃), íons bicarbonato (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃⁻²) - foi obtida indiretamente através de cálculos, a partir dos dados de alcalinidade total, medidas de pH e condutividade elétrica conforme descrito em MACKERETH *et al* (1978).

3.9 Conteúdo de Nutrientes Dissolvidos

Sub-amostras foram retiradas de cada galão e filtradas para a determinação do conteúdo de nutrientes dissolvidos conforme métodos específicos descritos a seguir:

3.9.1 Ion Amônio

Este nutriente foi determinado pelo método de KOROLEFF (1976), que tem como princípio a reação do ion amônio com fenol e hipoclorito de sódio em solução alcalina, a qual resulta em um composto de coloração azul. A reação é catalisada pelo nitroprussiato de sódio. A absorvância resultante foi medida em um espectrofotômetro "Micronal - " a 630 nm.

3.9.2 Nitrito

O conteúdo de nitrito foi determinado segundo o método descrito por MACKERETH *et al.* (1978). Em meio ácido, o ácido nitroso (HNO_2) reage com a sulfanilamida, resultando em um composto diazônico, o qual reage com bicloridrato-N-(1-Naftil) etilenediamina, formando um composto de coloração rósea que permite a leitura da absorvância a 543 nm, em espectrofotômetro.

3.9.3 Nitrato

Para a determinação do conteúdo de nitrato presente nas amostras utilizou-se o método descrito em MACKERETH *et al.* (1978). Este método baseia-se na redução do nitrato a nitrito, através do cádmio amalgamado com mercúrio. A absorbância da solução resultante foi lida em espectrofotômetro a 543 nm.

3.9.4 Fosfato Total

A concentração deste nutriente foi determinada segundo o método descrito por STRICKLAND & PARSONS (1960). Como o fosfato ligado à substâncias orgânicas e polifosfatos não reage com molibdato, o mesmo deve ser autoclavado por 20 minutos, com uma solução saturada de persulfato de potássio, a alta temperatura (120°C) e 1 atm de pressão, para sofrer digestão. Em solução ácida, o ortofosfato forma um composto amarelo com íons de molibdato que por sua vez são reduzidos com ácido ascórbico e reagem com antimônio, resultando em uma substância azul que permite a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 882 nm.

3.9.5 Fosfato Inorgânico

A determinação do fosfato inorgânico foi feita pelo método descrito em STRICKLAND & PARSONS (1960). Em solução acidificada, o fósforo reage com molibdato formando ácido fosfórico, que é reduzido a um composto de cor azul. A medida da absorbância da solução foi obtida após leitura em espectrofotômetro a 882 nm.

3.9.6 Silicato

O silicato foi determinado segundo o método descrito em GOLTERMAN & CLYMO (1969). O método tem o seguinte princípio: entre pH 3 e 4, o silicato forma um complexo amarelo com íons molibdato. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 365 nm. Se a solução ficasse com uma cor amarela muito clara, não era possível ler a absorbância e então fez-se a redução adicionando-se 1 ml de uma solução diluída de cloreto estanhoso por amostra. Esta apresentava uma coloração azul e fez-se a leitura da absorbância a 815 nm.

3.10 Nutrientes Totais: nitrogênio e fósforo totais

Para esta análise, as sub-amostras foram retiradas de cada galão, sem filtrar. Posteriormente sofreram oxidação simultânea dos compostos fosfatados e nitrogenados, através de digestão em autoclave por 30 minutos em alta temperatura (120°C) e 1 atm. de pressão na presença do reagente de oxidação (O.R., Sistema Ácido Bórico - Hidróxido de Sódio) descrito em VALDERAMA (1981). Após a oxidação e esfriamento das sub-amostras, nitrato e fosfato resultantes foram determinados segundo os métodos descritos por MACKERETH *et al.* (1978) e STRICKLAND & PARSONS (1960), respectivamente.

3.11 Cálculo da concentração de nutrientes

A concentração de cada nutriente foi calculada através da equação derivada do estabelecimento de uma curva padrão. Para a obtenção desta curva, foram utilizadas concentrações conhecidas e crescentes da solução padrão de cada nutriente, diluídas em água deionizada, e o procedimento específico de cada método descritos acima foi executado. Com pares de valores (concentração e absorbância) foi possível calcular a reta de regressão do tipo $y = ax + b$, onde y = absorbância ; x = concentração ; a e b são as constantes obtidas.

3.12 Clorofila - a + feofitina

Os filtros utilizados na filtração da água para a determinação dos nutrientes dissolvidos foram guardados (sub-amostra e réplica) em sacos plásticos identificados e estes em frasco escuro com sílica gel, sob baixa temperatura, até a realização das análises que seguiram o método de GOLTERMAN & CLYMO (1969). A clorofila presente no fitoplâncton retido nos filtros foi extraída através de maceração mecânica dos mesmos em almofariz e dissolução em acetona 90%. A solução ficou em repouso por 12 horas para que houvesse completa extração da clorofila. A seguir a solução foi centrifugada a fim de separar o sobrenadante e a absorbância lida em espectrofotômetro. Foram utilizados filtros "Millipore AP20 04700" de fibra de vidro borosilicatada unida com resina acrílica.

3.13 Material Particulado e determinação de suas frações orgânica e inorgânica.

Para as determinações foram utilizados filtros "Millipore AP20 04700", numerados a lápis, secos em estufa por 24 horas e calcinados em mufla a 550°C por 20 minutos (a calcinação prévia tinha por objetivo remover qualquer material orgânico eventualmente presente nos filtros), e transferidos a um dessecador para esfriamento durante duas horas. Após este período, foram pesados.

No laboratório, foi filtrada uma sub-amostra de água utilizando-se os filtros previamente preparados.

Os filtros contendo material particulado foram guardados em sacos plásticos identificados e mantidos em dessecador até serem submetidos ao mesmo procedimento pré-filtração.

Os cálculos para a obtenção da quantidade de material particulado e suas frações orgânica e inorgânica, foram realizados pela diferença entre os pesos:

- a. M.P.T. = $Y-X$;
- b. M.P.O. = $Y-Z$;
- c. M.P.I. = $Z-X$.

Onde:

- X = Peso sêco do filtro;
- Y = Peso do filtro com material particulado após secagem em estufa;
- Z = Peso do filtro com material particulado após calcinação em mufla.

e,

- M.P.T. = Material particulado total;
- M.P.O. = Material particulado orgânico;
- M.P.I. = Material particulado inorgânico;

3.14 Taxa de Sedimentação de material particulado e Nutrientes Totais nas Câmaras de Sedimentação

Conforme a quantidade de material particulado presente em cada câmara de sedimentação, determinado por apreciação visual, um volume variável de água foi filtrado. A seguir, os filtros foram submetidos ao mesmo procedimento descrito no item 3.13. A taxa de sedimentação de material particulado correspondeu à quantidade de material da amostra filtrada, corrigida para o volume médio das câmaras de sedimentação. A taxa de sedimentação foi expressa em unidade de área (cm^2) e de tempo (número de dias do período de incubação).

As técnicas e cálculos utilizados para determinar os nutrientes totais (N e P total) foram idênticos aos descritos anteriormente (ver item 3.10).

3.15 Porcentagem de Água e Matéria Orgânica no Sedimento

Com o auxílio de uma draga foram coletadas amostras (três réplicas) do sedimento, em cada ponto de coleta em 2 estações do ano: janeiro (estação ^{úmida} seca) e julho (estação ^{seca} chuvosa). Estas amostras foram guardadas em frascos plásticos, devidamente identificados e congelados para posterior manipulação.

No laboratório as amostras foram descongeladas (permanecendo em temperatura ambiente, por pelo menos 12 horas) e o excesso de água foi escoado. Sub-amostras de aproximadamente 10 g, foram levadas a estufa (100°C), até completa desidratação, e a seguir em dessecador por duas horas para atingir temperatura ambiente. As amostras foram pesadas e, através da diferença de peso, obteve-se a quantidade de água no sedimento, expressa em porcentagem.

Em seguida, uma sub-amostra de aproximadamente 5g de sedimento seco em estufa, foi levado à mufla a 550°C por 60 minutos. Após esfriar em dessecador por 2 horas, as amostras foram pesadas fornecendo o peso das cinzas. A quantidade de matéria orgânica presente no sedimento, foi estimada pela diferença de peso das amostras antes e depois da passagem pela mufla. O resultado final foi expresso em porcentagem.

3.16 Análises Estatísticas

As análises estatísticas das variáveis taxa de sedimentação ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) de material particulado e suas frações orgânica e inorgânica, e concentrações (ug/l) de fósforo e nitrogênio totais foram realizados através da análise de variância para o esquema fatorial $2 \times 5 \times 4$ em experimentos inteiramente casualizados.

Os dois níveis do 1º fator se referem as duas profundidades consideradas (superfície e fundo); os 5 níveis do

2º fator, aos pontos de coleta (braço do Rio Paranapanema, pontos II e III : PII e PIII; braço do Rio Taquari, pontos II e III : TII e TIII, e Barragem = B), e os 4 níveis finais correspondem aos períodos do ano (P1 = outubro-novembro/90; P2 = janeiro-fevereiro/91; P3 = abril-maio/91 e P4 = julho/91).

Essas análises foram complementadas com o teste das comparações múltiplas de Tukey, com os resultados designados abaixo das tabelas através da DMS (Diferença Mínima Significativa). Para a interpretação da significância entre as médias neste teste, utilizou-se letras minúsculas para indicar diferença significativa nas comparações entre linhas para uma dada coluna, enquanto que para comparações entre colunas, numa dada linha, letras maiúsculas.

Em ambos os casos, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferiram significativamente entre si, nos dois tipos de comparações.

Todas as conclusões estatísticas foram realizadas ao nível de 5% de significância segundo as técnicas descritas em OSTLE (1973).

IV. RESULTADOS

4.1 Temperatura na coluna d'água

4.1.1 Paranapanema I

Os perfis térmicos na coluna d'água neste ponto, no início e término dos experimentos estão ilustrados na fig. 07. Pode-se observar a ocorrência de estratificação térmica no primeiro experimento (30/10/90) de 0,0 a 3,0 m de profundidade com um gradiente térmico de $1,3^{\circ}\text{C}$. A partir de 3 m até 10m (profundidade máxima do local) a temperatura da coluna d'água foi homogênea.

No segundo experimento (22/01/91), a coluna d'água apresentou homogeneidade térmica. Na superfície a temperatura foi similar a da profundidade máxima (6,0m) $24,8^{\circ}\text{C}$ e $24,7^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

Em 23/04/91 (terceiro experimento) a temperatura mostrou-se constante ($20,3^{\circ}\text{C}$) por toda a coluna, caracterizando uma isoterma.

No quarto experimento (15/07/91) a temperatura na coluna d'água foi homogênea. Na superfície foi de $15,4^{\circ}\text{C}$ e na profundidade máxima do local (7,0 m) foi de $15,2^{\circ}\text{C}$.

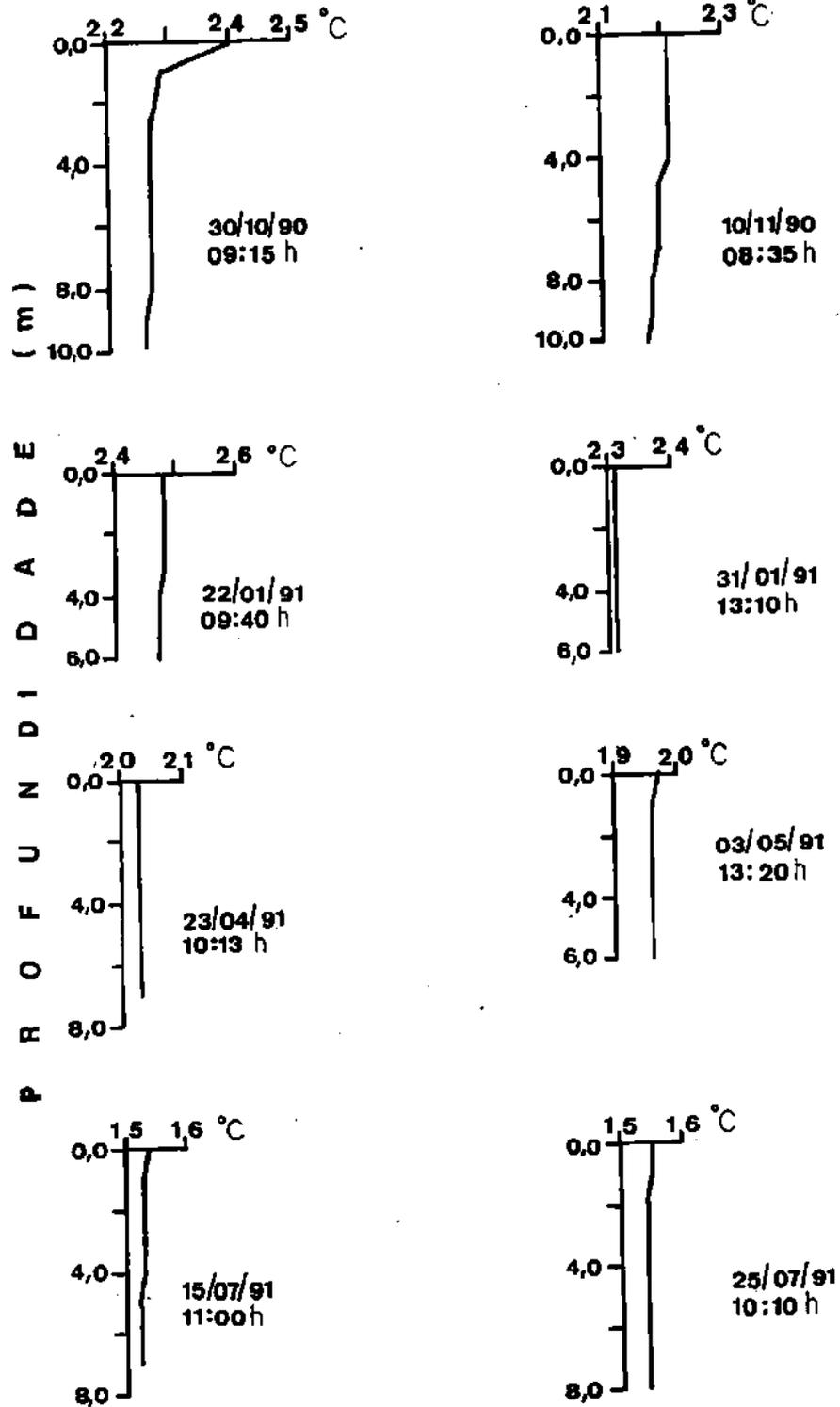


FIGURA 07 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto I do braço Paranapanema, no início e término dos experimentos.

A temperatura da água na superfície foi maior no segundo experimento ($24,8^{\circ}\text{C}$) seguida pela temperatura da superfície no primeiro ($24,0^{\circ}\text{C}$), terceiro ($20,3^{\circ}\text{C}$) e quarto ($15,4^{\circ}\text{C}$) experimento. Ressalta-se que medidas foram realizadas em dias e horários diferentes.

Os perfis térmicos da coluna d'água no término dos experimentos indicaram que em 10/11/90, a temperatura variou $0,2^{\circ}\text{C}$ de 4,0 a 5,0 m, e $0,1^{\circ}\text{C}$ de 7,0 a 8,0 m e 9,0 a 10,0 m (fundo). No segundo experimento (31/01/91), ocorreu isoterma ($23,1^{\circ}\text{C}$). Em 03/05/91, houve variação de $0,1^{\circ}\text{C}$ de 0,0 a 1,0 m de profundidade e de 1,0 a 6,0 m (fundo) a temperatura foi homogênea. No quarto experimento (25/07/91), ocorreu variação de $0,1^{\circ}\text{C}$ de 1,0 a 2,0 m de profundidade, sendo que de 2,0 a 8,0 m (fundo), a temperatura permaneceu constante ($15,4^{\circ}\text{C}$).

4.1.2 Paranapanema II

A fig. 08 ilustra os perfis térmicos da coluna d'água neste ponto, no início e término dos experimentos. Nota-se a ocorrência de estratificação no primeiro experimento (30/10/90) de 0,0 a 3,0 m, com gradiente térmico de $6,2^{\circ}\text{C}$. De 3,0 a 6,0 m (profundidade máxima) a temperatura da coluna foi quase homogênea.

A ocorrência de estratificação térmica também foi observada no segundo experimento (21/01/91) de 0,0 a 2,0 m, com gradiente térmico de $3,5^{\circ}\text{C}$. De 2,0 a 5,0 m (profundidade máxima) a temperatura permaneceu homogênea.

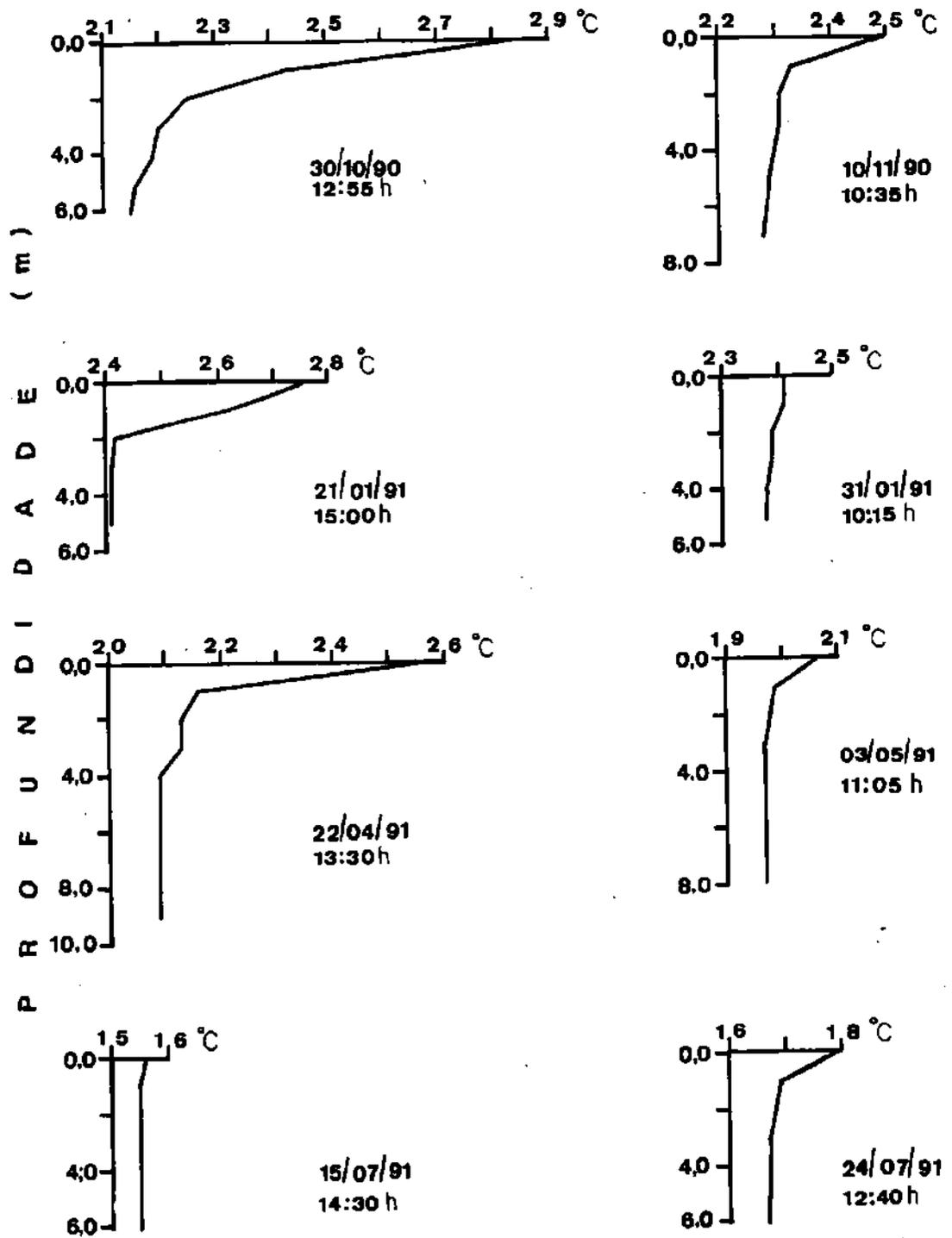


FIGURA 08 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto II do braço Paranapanema, no início e término dos experimentos.

A estratificação térmica no terceiro experimento ocorreu de 0,0 a 1,0 m, com gradiente térmico de 4,2°C. De 1,0 a 9,0 m (profundidade máxima) a temperatura foi homogênea.

Em 15/07/91 (quarto experimento) a coluna d'água apresentou temperatura homogênea, na superfície 15,6°C e no fundo (6,0 m) 15,5°C.

A temperatura da água na superfície foi mais alta (28,2°C) no primeiro experimento, seguido pelo segundo experimento (27,7°C), terceiro (25,8°C) e quarto (15,6°C) experimento.

A coluna d'água neste ponto apresentou estratificações térmicas superficiais (exceto no quarto experimento), seguidas de homogeneidade térmica até as profundidades máximas em cada experimento.

As temperaturas tomadas no final dos experimentos apresentaram padrões similares às do início dos mesmos, porém com gradientes térmicos superficiais menos acentuados (exceto em 24/07/91).

4.1.3 Paranapanema III

Os perfis térmicos da coluna d'água neste ponto no início e término dos experimentos são ilustrados na fig. 09. No primeiro experimento (30/10/90), houve estratificação térmica de 0,0 a 3,0 m de profundidade, com gradiente térmico de 6,6°C. De 3,0 a 13,0 m (profundidade máxima) a temperatura da coluna apresentou gradiente térmico a cada metro.

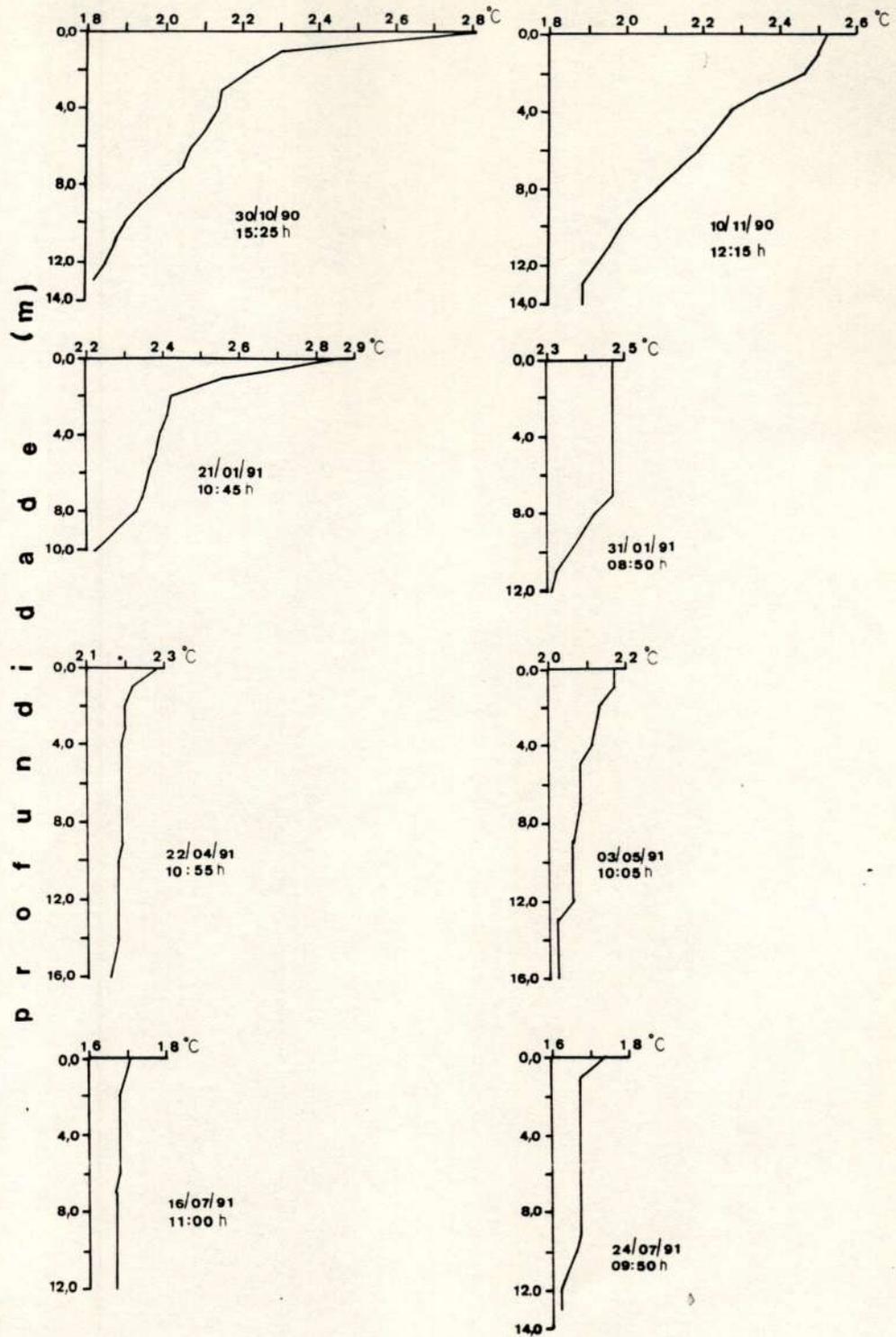


FIGURA 09 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto III do braço Paranapanema, no início e término dos experimentos.

Também foi observada estratificação térmica no segundo experimento (21/01/91) de 0,0 até 2,0 m de profundidade, com gradiente de $4,3^{\circ}\text{C}$. De 2,0 a 10,0 m (profundidade máxima) a temperatura foi quase homogênea.

Observou-se tendência à homogeneidade térmica no terceiro experimento (22/04/91). A temperatura na superfície foi $22,9^{\circ}\text{C}$ e a 16,0 m (profundidade máxima) $21,6^{\circ}\text{C}$.

No quarto experimento (16/07/91) a temperatura na superfície foi $17,1^{\circ}\text{C}$ e na profundidade máxima (12,0 m) $16,7^{\circ}\text{C}$.

A temperatura da água na superfície foi mais alta no segundo experimento ($28,5^{\circ}\text{C}$), seguido pelo primeiro ($28,1^{\circ}\text{C}$), terceiro ($22,9^{\circ}\text{C}$) e quarto ($17,1^{\circ}\text{C}$) experimento.

A temperatura da coluna d'água no término dos experimentos apresentou padrões bastante próximos aos do início sendo que em 31/01/91 (segundo experimento) a temperatura da coluna apresentou-se homogênea em dois terços da profundidade total.

4.1.4 Taquari I

Os perfis térmicos da coluna d'água neste ponto do braço Taquari, no início e término dos experimentos estão representados na fig. 10. Foi observada a ocorrência de estratificação térmica no primeiro experimento (31/10/90) de 0,0 a 2,0 m de profundidade, como gradiente térmico de $1,6^{\circ}\text{C}$. De 2,0 a 4,0 m a temperatura foi quase homogênea. De 4,0 a 5,0 (profundidade máxima) houve estratificação térmica com gradiente

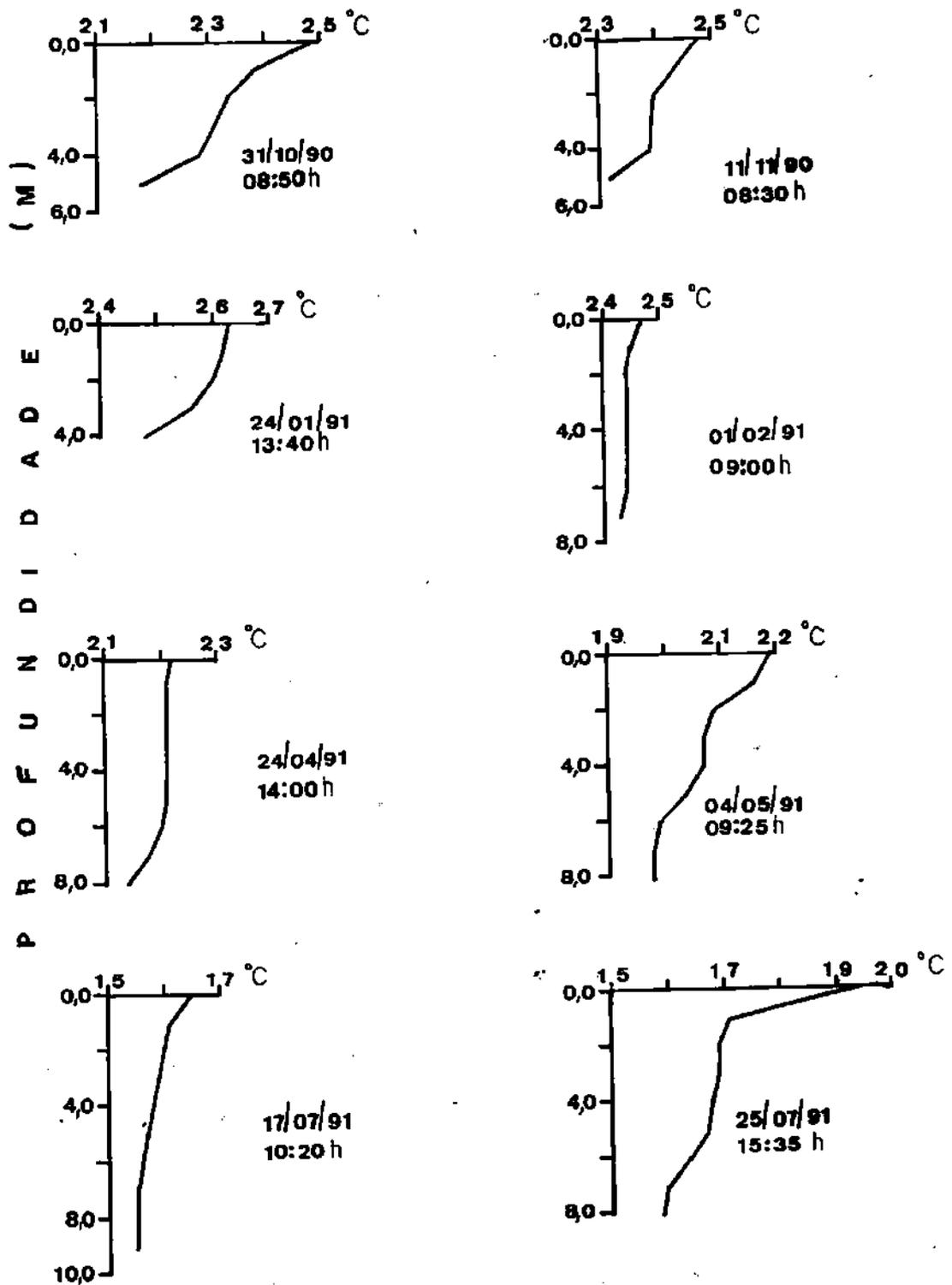


FIGURA 10 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto I do braço Taquari, no início e término dos experimentos.

de 1,0°C.

A temperatura foi praticamente homogênea de 0,0 a 2,0 m no segundo experimento (24/01/91). De 2,0 a 4,0 (profundidade máxima) a coluna apresentou um gradiente térmico de 1,2 C.

Em 24/04/91 (terceiro experimento) a temperatura da coluna d'água foi homogênea de 0,0 a 6,0 m de profundidade. De 6,0 a 8,0 m (profundidade máxima) houve uma pequena variação térmica com gradiente de 0,6°C.

No quarto experimento (17/07/91) a coluna d'água apresentou pequenas variações de temperatura, com gradiente de 0,4°C, de 0,0 a 1,0 m de profundidade. De 1,0 a 9,0 (profundidade máxima), ocorreu tendência à homogeneidade térmica na coluna.

A temperatura da água na superfície (0,0 m), foi mais elevada no segundo experimento (26,3°C), seguida pela do primeiro (24,9°C), terceiro (22,2°C) e quarto (16,5°C) experimento.

No término dos experimentos o padrão de temperatura da coluna d'água foi similar ao do início, somente em novembro.

4.1.5 Taquari II

A figura 11 ilustra os perfis térmicos da coluna d'água neste ponto no início e término dos experimentos. Observou-se a ocorrência de estratificação térmica no primeiro experimento (31/10/90) de 0,0 a 4,0 m de profundidade, com gradiente térmico de 3,4°C. De 4,0 a 25,0 m (profundidade máxima) houveram pequenas variações de temperatura na coluna d'água.

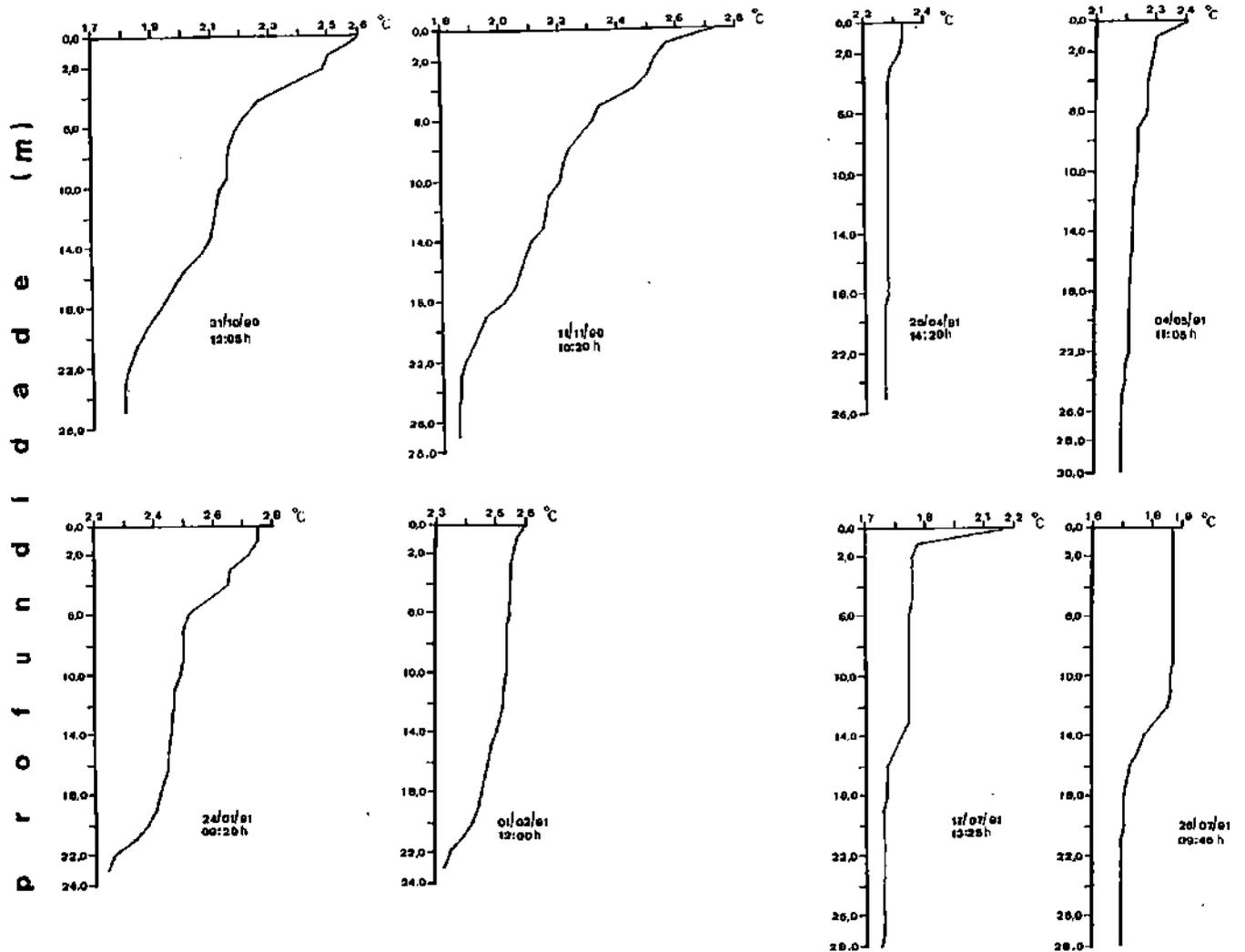


FIGURA 11 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto II do braço Taquari, no início e término dos experimentos.

No segundo experimento (24/01/91), a temperatura da coluna d'água foi homogênea com pequenas variações de temperatura entre 2,0 e 3,0 m (gradiente térmico de $0,6^{\circ}\text{C}$), de 4,0 a 6,0 m (gradiente de $1,3^{\circ}\text{C}$) e de 20,0 a 22,0 m, com gradiente de $1,1^{\circ}\text{C}$.

No terceiro experimento (25/04/91), a temperatura da coluna d'água sofreu uma pequena variação ($0,3^{\circ}\text{C}$) de 2,0 a 3,0 m de profundidade. A partir de 3,0 m até a profundidade máxima (25,0 m) a temperatura foi homogênea.

No quarto experimento (17/07/91), ocorreu estratificação térmica de 0,0 a 1,0 m (gradiente térmico de $2,9^{\circ}\text{C}$). De 1,0 a 13,0 m a temperatura foi quase homogênea. De 13,0 a 16,0 ocorreu uma termoclina, como gradiente térmico de $0,7^{\circ}\text{C}$. A partir de 16,0 m até a profundidade máxima (28,0 m) a temperatura da coluna foi homogênea.

A temperatura da água da superfície foi maior no segundo experimento ($27,4^{\circ}\text{C}$) seguido pelo primeiro ($26,0^{\circ}\text{C}$), terceiro ($23,3^{\circ}\text{C}$) e quarto ($21,6^{\circ}\text{C}$) experimento.

O padrão de temperaturas no término dos experimentos foi semelhante ao do início dos mesmos, exceto a estratificação térmica de superfície, observada em julho.

4.1.6 Taquari III

Os perfis térmicos da coluna d'água neste ponto no início e término dos experimentos são ilustrados na fig. 12. Observou-se um gradiente térmico no primeiro experimento (01/11/90) da superfície ($24,6^{\circ}\text{C}$) até a profundidade máxima (27

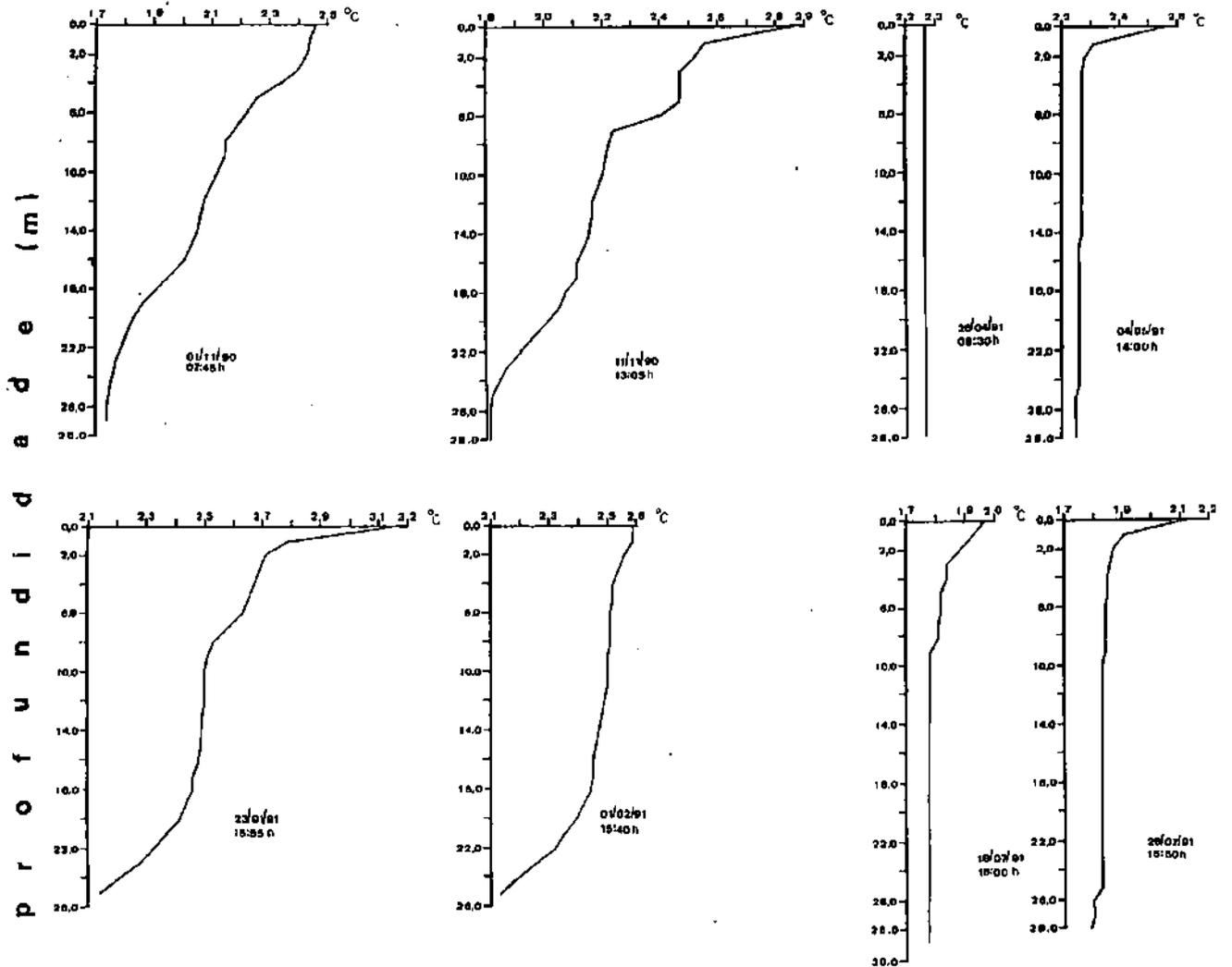


FIGURA 12 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto III do braço Taquari, no início e término dos experimentos.

m; 17,6°C).

No segundo experimento (23/01/91), a temperatura sofreu variações por toda a coluna d'água. De 0,0 a 1,0 m de profundidade ocorreu um gradiente de 3,5°C. De 8,0 a 20,0 m, a temperatura na coluna d'água foi quase homogênea. De 20,0 até a profundidade máxima (25,0 m) ocorreu um gradiente térmico de 2,8°C.

Em 26/04/91 (terceiro experimento) a temperatura foi homogênea (22,2°C) por toda a coluna caracterizando uma isoterma.

No quarto experimento (18/07/91), ocorreu gradiente térmico de 0,0 a 9,0 m (1,9°C). De 9,0 a 29,0 m (profundidade máxima) a temperatura da coluna d'água foi homogênea.

A temperatura da água na superfície foi mais elevada no segundo experimento (31,4°C) seguido pelo primeiro (24,6°C), terceiro (22,7°C) e quarto (19,7°C) experimento.

No término dos experimentos, o padrão térmico da coluna d'água foi semelhante ao descrito no início, exceto o gradiente térmico de superfície encontrado em abril.

4.1.7 Barragem

Os perfis de temperatura na coluna d'água neste ponto no início e término dos experimentos estão ilustrados na fig. 13. Foram observados gradientes térmicos no primeiro experimento (01/11/90) de 0,0 a 9,0 m de profundidade e de 17,0 a 28,0 m

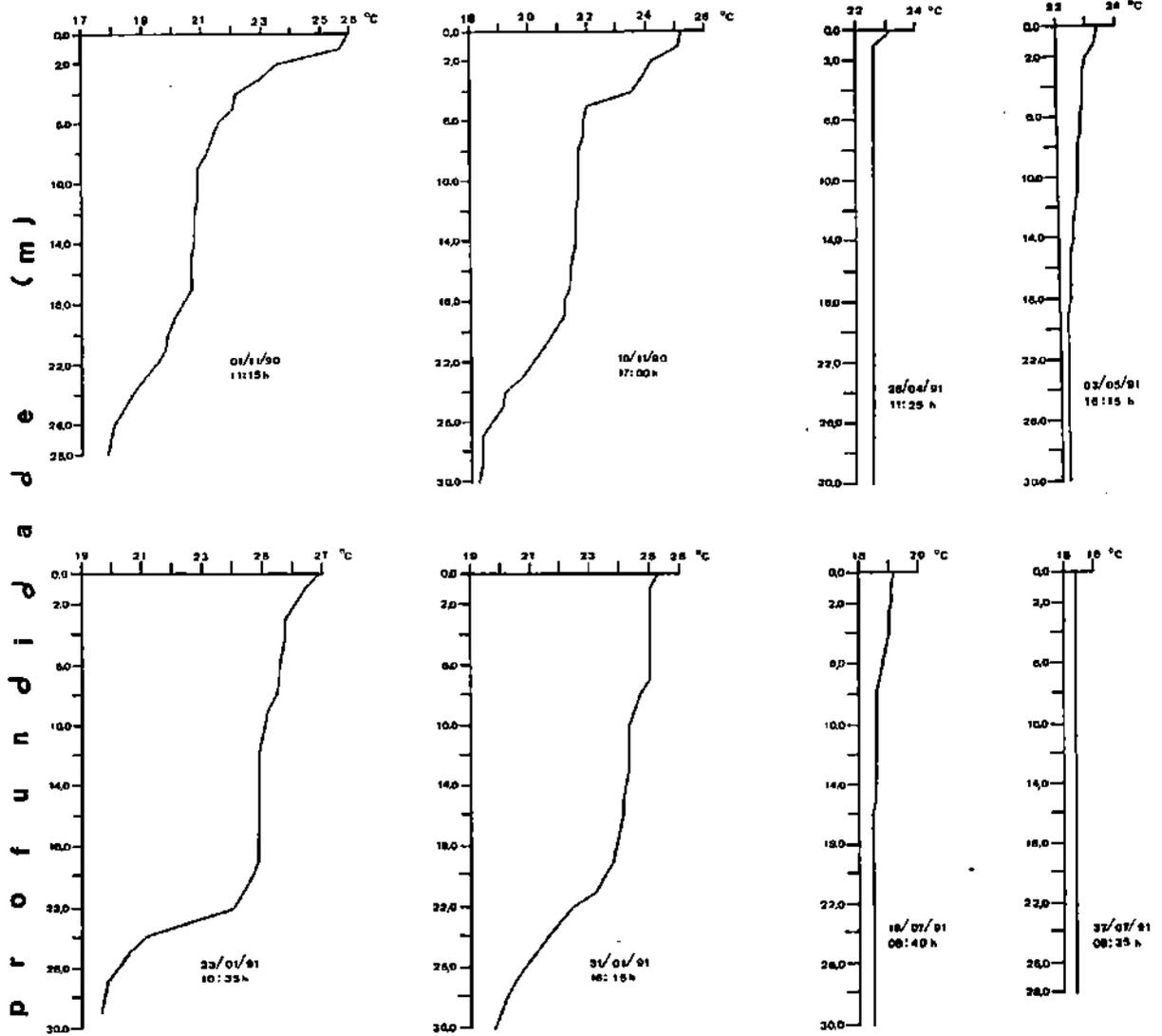


FIGURA 13 - Perfis térmicos da coluna d'água no ponto Barragem, no início e término dos experimentos.

(profundidade máxima). Entre 9,0 e 17,0 m a temperatura da coluna foi homogênea.

Em 23/01/91 a coluna d'água apresentou uma pequena variação de temperatura de 0,0 a 3,0 m de profundidade (gradiente térmico de 1,1°C). De 3,0 a 19,0 m a temperatura da coluna d'água foi praticamente homogênea. De 19,0 a 29,0 m (profundidade máxima), ocorreu estratificação térmica (gradiente térmico de 5,2°C).

No terceiro experimento (26/04/91) foi observada uma variação de 0,6°C de 0,0 a 1,0 m de profundidade. De 1,0 a 30,0 m (profundidade máxima) a temperatura foi constante (22,6°C)

No quarto experimento (19/07/91) a temperatura da coluna d'água foi praticamente homogênea: 19,2°C na superfície e 18,5°C a 30,0 m (profundidade máxima)

A temperatura da água na superfície foi mais elevada no segundo experimento (26,9°C) seguido pelo primeiro (26,0°C), terceiro (23,2°C) e quarto (19,2°C) experimento.

No término dos experimentos, o padrão térmico da coluna d'água foi semelhante ao descrito no início dos mesmos.

4.2 Temperatura no Ar

As tabelas 01 e 02 contém os dados referentes à temperatura do ar (°C) nos pontos I, II, e III dos braços Paranapanema e Taquari e na Barragem no início dos experimentos.

No primeiro experimento (30/10 a 01/11/90), as medidas mais elevadas de temperatura ($31,5^{\circ}\text{C}$) no ar, foram registradas no ponto II do braço Taquari em 31/10/90 às 12:05 h. A medida mais baixa ($26,5^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto III do braço Paranapanema em 30/10/90 às 15:25 h.

No segundo experimento (21/01 a 24/01/91) a temperatura no ar mais elevada ($35,6^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto III do braço Taquari em 23/01/91 às 15:55 h. A temperatura no ar mais baixa ($26,8^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto II do braço Taquari em 24/01/91 às 9:20 h.

No terceiro experimento (22/04 a 26/04/91) a temperatura no ar mais elevada ($26,8^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto II do braço Paranapanema em 22/04 às 13:30 h. A temperatura mais baixa ($19,7^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto III do braço Taquari em 26/04 às 8:30 h.

No quarto experimento (15/07 a 19/07/91) a temperatura no ar mais elevada ($23,2^{\circ}\text{C}$) foi registrada no ponto II do braço Taquari no dia 17/07 às 13:25 h. . A temperatura do ar mais baixa ($16,6^{\circ}\text{C}$), foi registrada no ponto III do braço Paranapanema em 16/07 às 11:00 h.

No decorrer dos experimentos, as temperaturas do ar mais elevadas ocorreram durante o primeiro e segundo (outubro/90 e janeiro/91) experimentos, enquanto que as mais baixas foram registradas durante o terceiro e quarto (abril e julho /91) experimentos.

As medidas de temperatura no ar foram realizadas em dias e horários diferentes

TABELA 01 - Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) do ar, nos pontos I, II e III nos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 1 $^{\circ}$, 2 $^{\circ}$ experimentos.

PONTOS DE COLETA	1 $^{\circ}$ EXPERIMENTO			2 $^{\circ}$ EXPERIMENTO		
	DATA	HORA	TEMP.	DATA	HORA	TEMP.
PI	30/10/90	09:15	27,8	22/01/91	09:40	27,6
PII	30/10/90	12:55	30,4	21/01/91	15:00	27,6
PIII	30/10/90	15:25	26,5	21/01/91	10:45	30,5
TI	31/10/90	08:50	28,6	24/01/91	13:40	28,4
TII	31/10/90	12:05	31,5	24/01/91	09:20	26,8
TIII	01/11/90	07:45	28,2	23/01/91	15:55	35,6
B	01/11/90	11:15	29,9	23/01/91	10:35	30,6

TABELA 02 - Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) do ar, nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 3 $^{\circ}$ e 4 $^{\circ}$ experimentos.

PONTOS DE COLETA	3 $^{\circ}$ EXPERIMENTO			4 $^{\circ}$ EXPERIMENTO		
	DATA	HORA	TEMP.	DATA	HORA	TEMP.
PI	23/04/91	10:13	23,7	15/07/91	11:00	17,6
PII	22/04/91	13:30	26,8	15/07/91	14:30	17,4
PIII	22/04/91	10:55	24,2	16/07/91	11:00	16,6
TI	24/04/91	14:00	22,8	17/07/91	10:20	17,8
TII	25/04/91	14:26	21,2	17/07/91	13:25	23,2
TIII	26/04/91	08:30	19,7	18/07/91	15:00	21,6
B	26/04/91	11:15	20,6	19/07/91	08:40	18,7

4.3 Radiação luminosa subaquática

A penetração de radiação luminosa subaquática total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água em função da profundidade nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari e no ponto da Barragem, no início dos experimentos está ilustrada nas Fig. 14 a 20.

4.3.1 Paranapanema I

Neste ponto a radiação luminosa subaquática total e seus espectros não variaram muito entre os experimentos. No quarto experimento (15/07/91) ocorreu maior penetração de luz no ambiente. A luz total atingiu aproximadamente 4,0 m de profundidade. Já no segundo experimento (22/01/91) a penetração de luz foi menor atingindo aproximadamente 2,0 m de profundidade.

4.3.2 Paranapanema II

A maior penetração da radiação luminosa na coluna d'água neste ponto foi observada no quarto experimento (15/07/91) quando a luz total atingiu a profundidade de 4,0 m. A menor penetração de luz foi observada no segundo experimento quando a

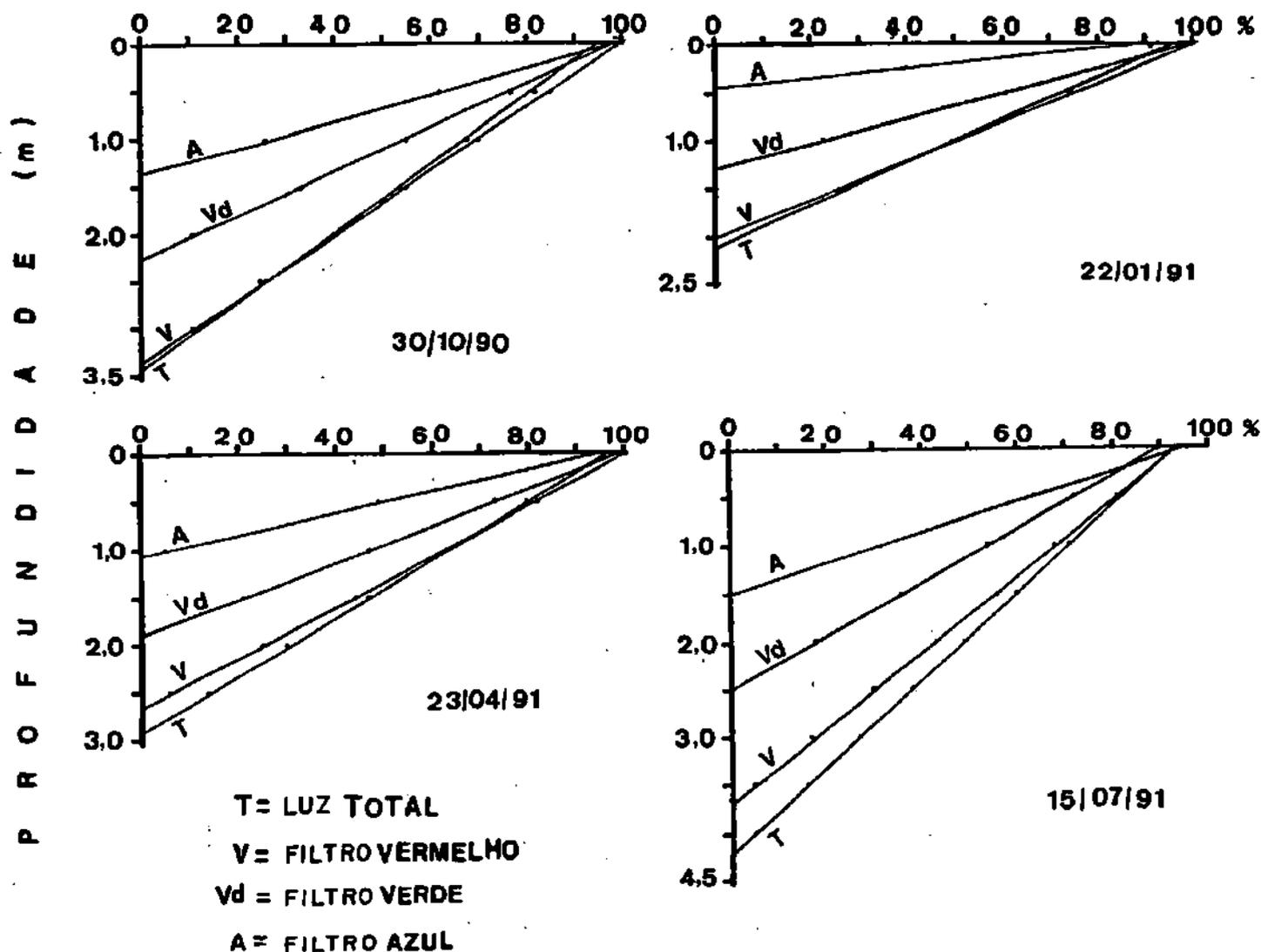


FIGURA 14 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto I do braço Paranapanema, no início dos quatro experimentos.

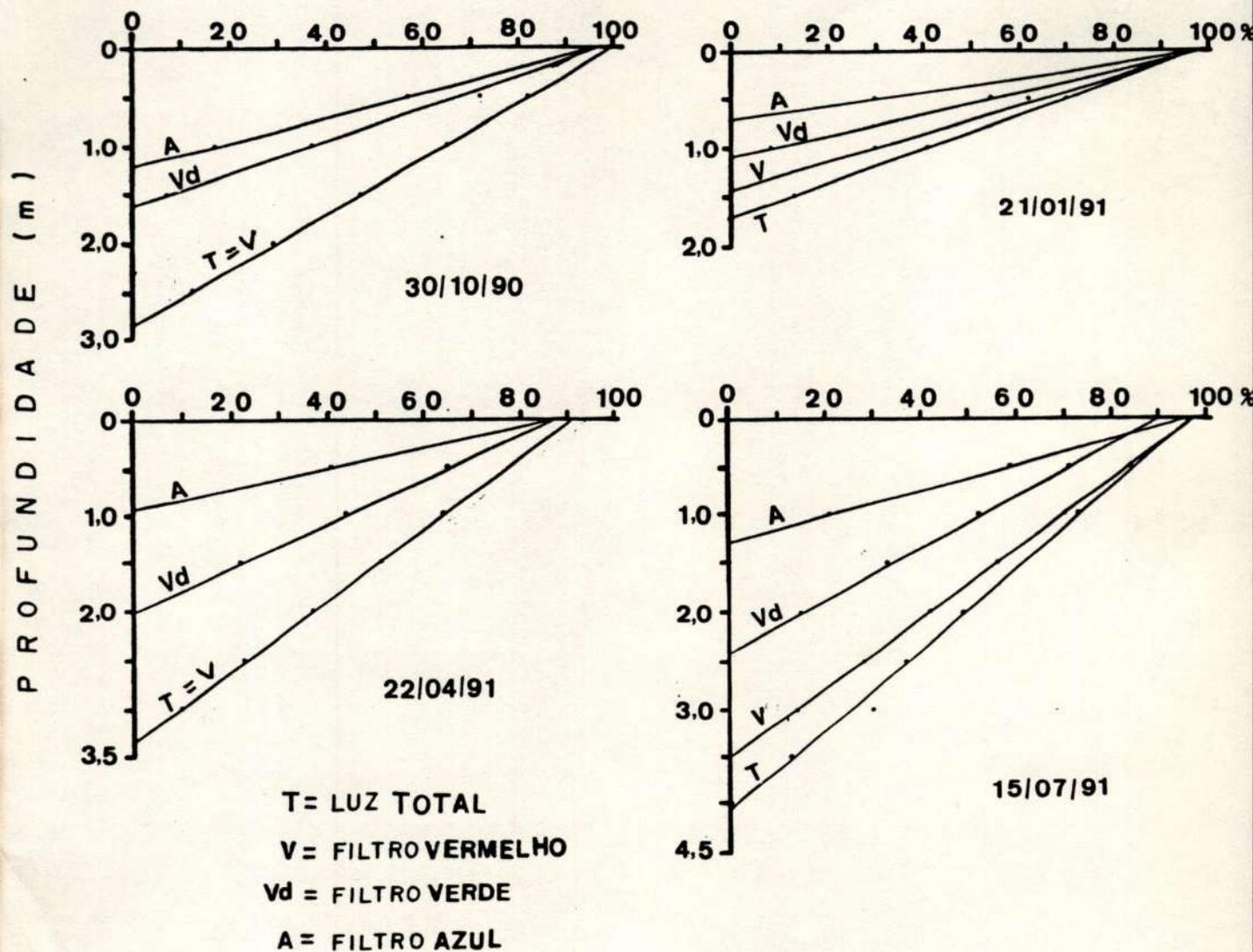


FIGURA 15 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto II do braço Paranapanema, no início dos quatro experimentos.

luz total atingiu entre 1,5 e 2,0 m. Entre os experimentos a penetração da radiação luminosa total apresentou pequena variação.

4.3.3 Paranapanema III

No segundo experimento (21/01/91) a penetração da luz na coluna d'água neste ponto foi mais alta, isto é, atingiu 7,5 m de profundidade. A menor penetração de luz foi observada no terceiro experimento (22/04/91) atingindo 3,5 m.

4.3.4 Taquari I

A penetração de luz total neste ponto foi maior no quarto experimento (17/07/91) atingindo aproximadamente 7,0 m de profundidade. No terceiro experimento (24/04/91) foi observada a menor penetração de luz total a qual atingiu entre 4,0 a 4,5 m de profundidade.

4.3.5 Taquari II

A radiação luminosa subaquática total e seus espectros variaram consideravelmente entre os experimentos neste ponto. No quarto experimento (17/07/91) ocorreu a maior penetração de luz total a qual atingiu a profundidade de aproximadamente 13,5 m. A menor penetração de luz foi observada no terceiro experimento (25/04/91) quando a radiação luminosa total atingiu

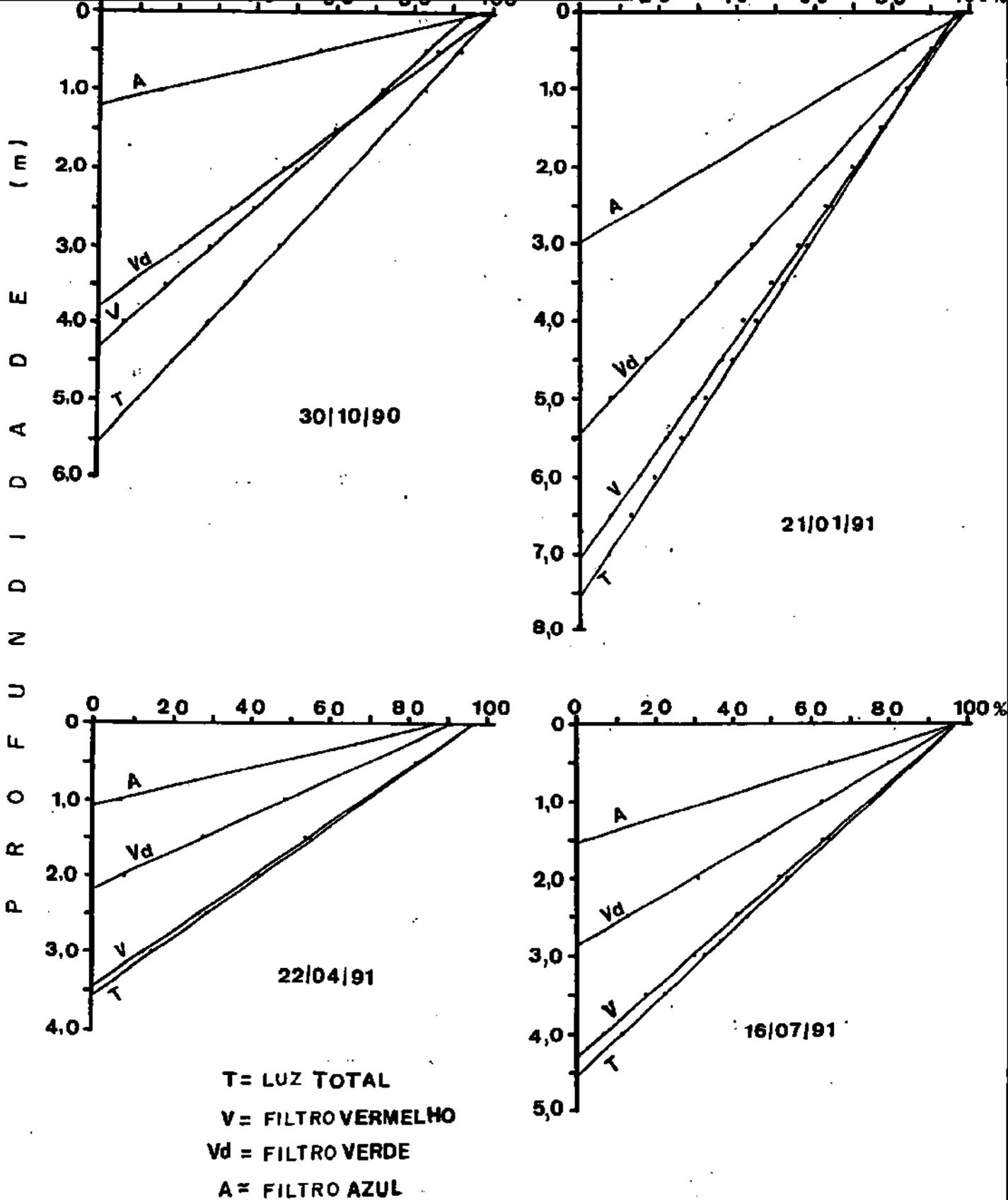


FIGURA 16 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto III do braço Paranapanema, no início dos quatro experimentos.

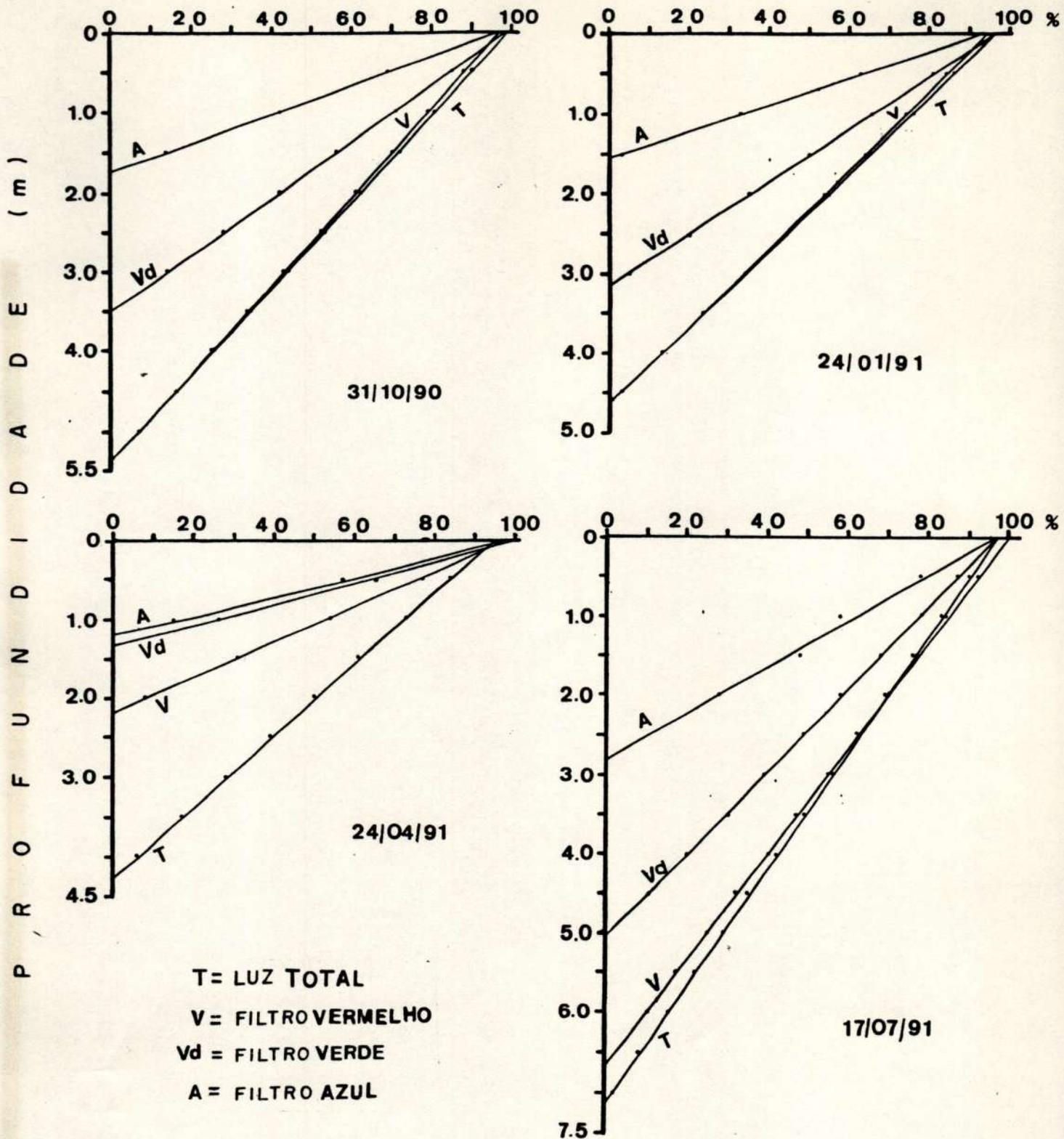


FIGURA 17 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto I do braço Taquari, no início dos quatro experimentos.

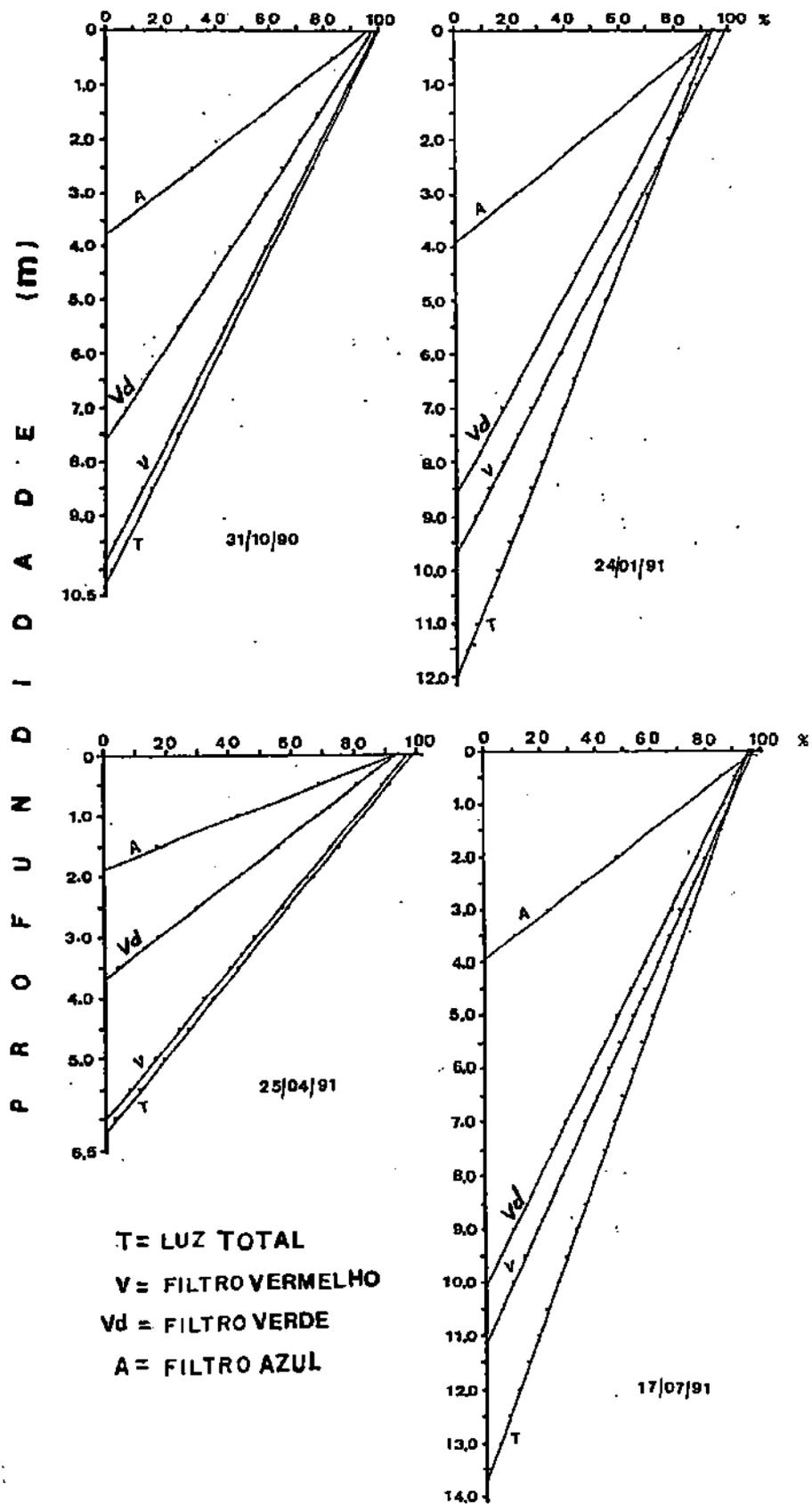


FIGURA 18 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto II do braço Taquari, no início dos quatro experimentos.

aproximadamente 6,0 m.

4.3.6 Taquari III

Neste ponto, a maior penetração de luz na coluna d'água ocorreu no segundo experimento (23/01/91) quando a luz total atingiu a profundidade de 18,0 m. No terceiro experimento (26/04/91) foi observada a menor penetração de luz, isto é, a luz total atingiu uma profundidade de aproximadamente 6,0 m.

4.3.7 Barragem

A maior penetração de luz total neste ponto ocorreu no segundo experimento (23/01/91) atingindo a profundidade de 18,0 m. No quarto experimento (19/07/91) foi observada a menor penetração de radiação luminosa a qual atingiu aproximadamente 5,0 m.

4.4 Radiação total no Ar

As tabelas 03 e 04 contêm as medidas da radiação total no ar ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) nos pontos I, II, e III dos braços Paranapanema e Taquari e na Barragem no início dos experimentos.

No primeiro experimento (30/10 a 01/11/90), a medida mais elevada de radiação luminosa total no ar ($>10,0 \cdot 10^4$

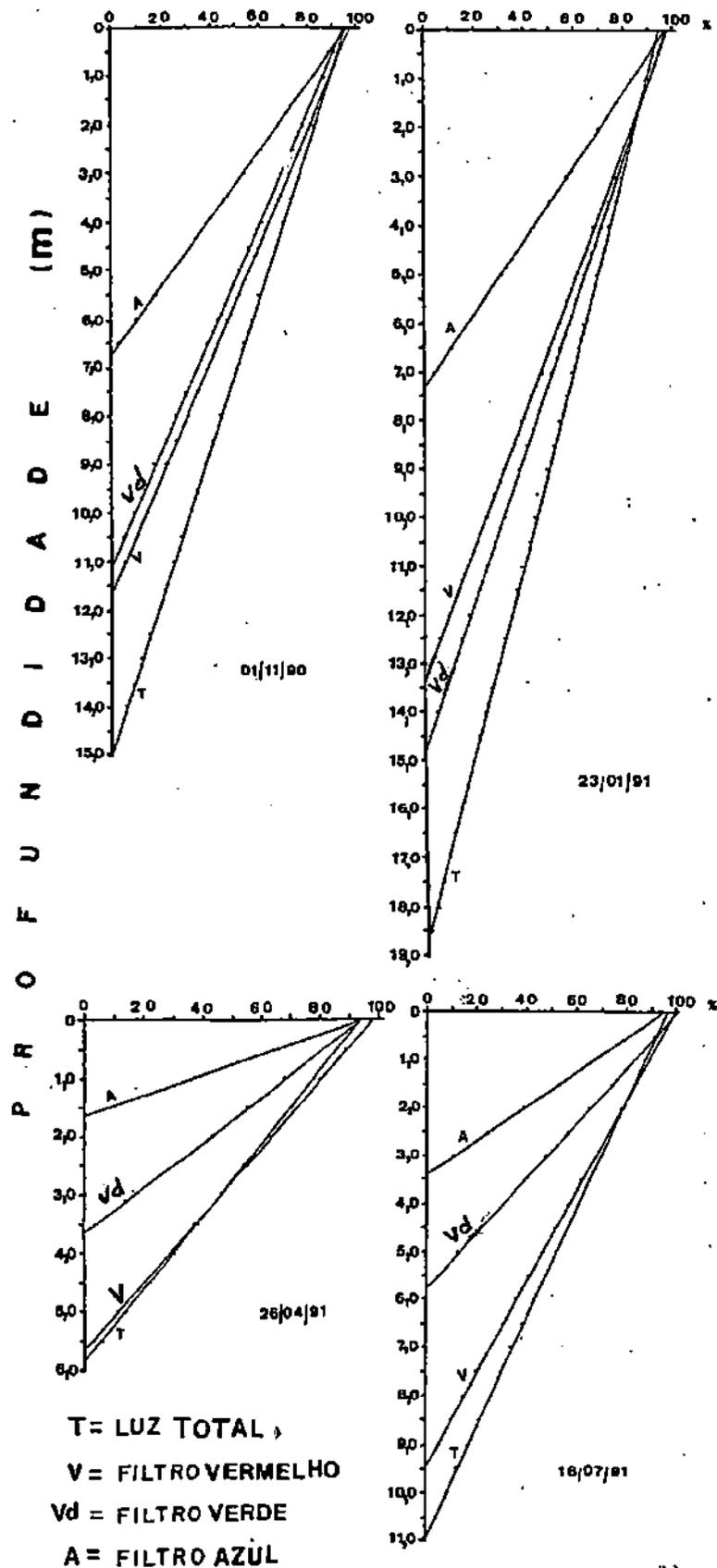


FIGURA 19 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto III do braço Taquari, no início dos quatro experimentos.

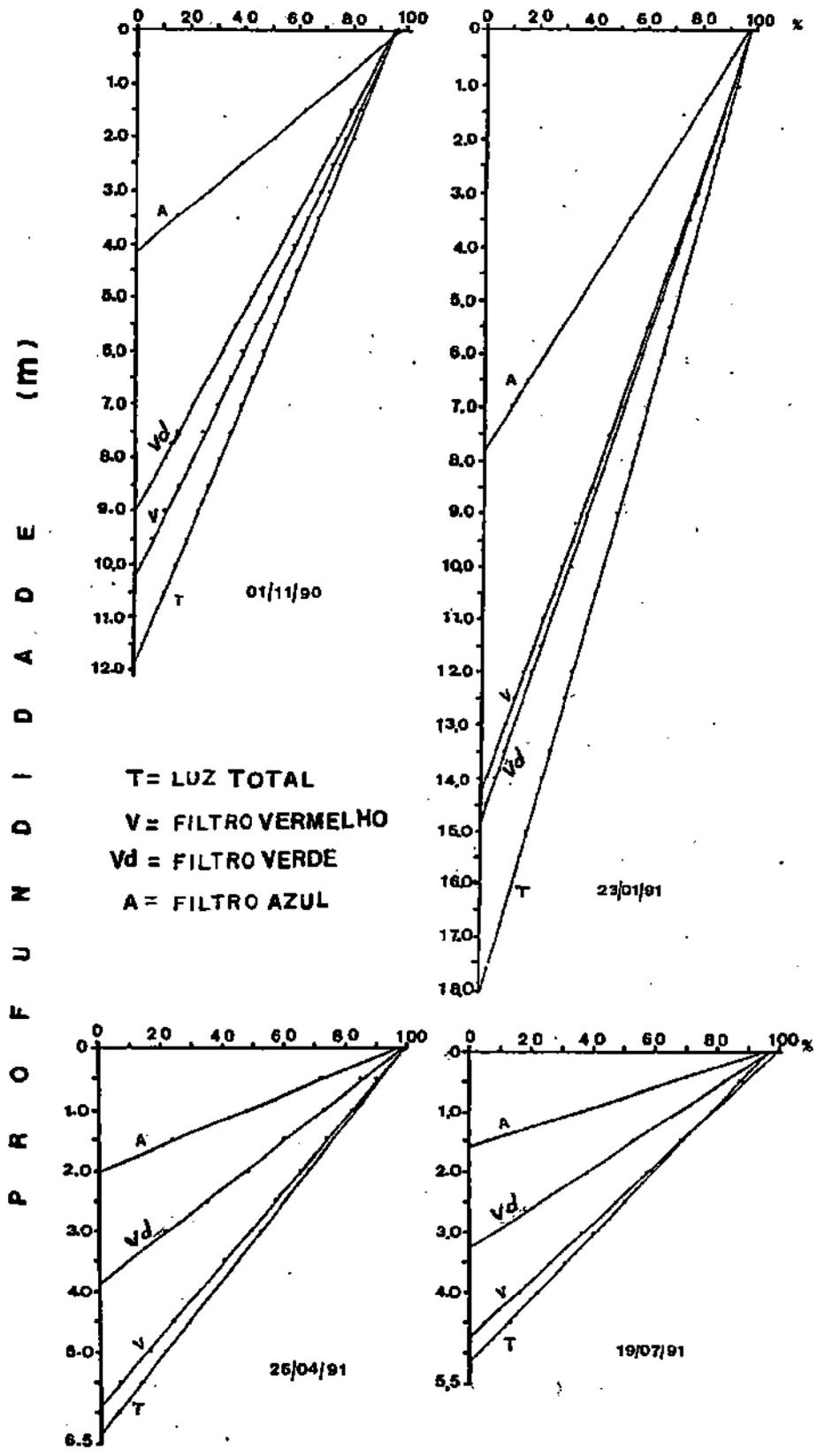


FIGURA 20 - Radiação luminosa subaquática em função da profundidade na faixa de luz total e seus espectros vermelho, verde e azul na coluna d'água no ponto Barragem, no início dos quatro experimentos.

TABELA 03 - Radiação luminosa total ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) no ar, nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 1º e 2º experimentos.

PONTOS DE COLETA	1º EXPERIMENTO			2º EXPERIMENTO		
	DATA	HORA	RADIAÇÃO LUMINOSA	DATA	HORA	RADIAÇÃO LUMINOSA
PI	30/10/90	09:15	$7,2 \times 10^4$	22/01/91	09:40	$6,4 \times 10^4$
PII	30/10/90	12:55	$8,3 \times 10^4$	21/01/91	15:00	$6,4 \times 10^4$
PIII	30/10/90	15:25	$2,4 \times 10^4$	21/01/91	10:45	$7,2 \times 10^4$
TI	31/10/90	08:50	$6,3 \times 10^4$	24/01/91	13:40	$4,9 \times 10^4$
TII	31/10/90	12:05	$>10,0 \times 10^4$	24/01/91	09:20	$1,7 \times 10^4$
TIII	01/11/90	07:45	$4,6 \times 10^4$	23/01/91	15:55	$5,6 \times 10^4$
B	01/11/90	11:15	$3,0 \times 10^4$	23/01/91	10:35	$7,5 \times 10^4$

TABELA 04 - Radiação luminosa total ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) no ar, nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 3º e 4º experimentos.

PONTOS DE COLETA	3º EXPERIMENTO			4º EXPERIMENTO		
	DATA	HORA	RADIAÇÃO LUMINOSA	DATA	HORA	RADIAÇÃO LUMINOSA
PI	23/04/91	10:13	$5,3 \times 10^4$	15/07/91	11:00	$4,4 \times 10^4$
PII	22/04/91	13:30	$4,5 \times 10^4$	15/07/91	14:30	$1,8 \times 10^4$
PIII	22/04/91	10:55	$6,9 \times 10^4$	16/07/91	11:00	$1,6 \times 10^4$
TI	24/04/91	14:00	$5,9 \times 10^4$	17/07/91	10:20	$4,3 \times 10^4$
TII	25/04/91	14:26	$3,2 \times 10^4$	17/07/91	13:25	$4,7 \times 10^4$
TIII	26/04/91	08:30	$3,4 \times 10^4$	18/07/91	15:00	$2,7 \times 10^4$
B	26/04/91	11:25	$8,0 \times 10^4$	19/07/91	08:40	$2,7 \times 10^4$

$\mu\text{W}/\text{cm}^2$), foi registrada no ponto II do braço Taquari em 31/10/90 às 12:05 h. A medida mais baixa ($2,4 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) foi registrada no ponto III do braço Paranapanema em 30/10/90 às 15:25 h.

No segundo experimento (21/01 a 24/01/91) ocorreu a menor incidência de radiação total no ar ($1,7 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), medida no ponto II do braço Taquari. A radiação total mais elevada ($7,5 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) foi registrada no ponto da Barragem em 23/01/91 às 10:35 h.

No terceiro experimento (22/04 a 26/04/91) a radiação total no ar mais elevada ($8,0 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) ocorreu no ponto da Barragem em 26/04 às 11:25 h, e a mais baixa ($3,2 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) no ponto II do braço Taquari em 25/04 às 14:26 h.

No quarto experimento (15/07 a 19/07/91) foi registrada a maior radiação total ($4,7 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) no ponto II do braço Taquari em 17/07 às 13:25 h. No ponto III do braço Paranapanema registrou-se a menor incidência de radiação total no ar ($1,6 \cdot 10^4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) em 16/07 às 11:00 h.

As medidas de radiação total no ar foram realizadas em dias e horários diferentes e, desta forma, as comparações devem ser feitas com cautela.

4.5 Transparência na coluna d'água

A análise comparativa da transparência da coluna d'água medida pelo desaparecimento visual do disco de Secchi (em metros) entre o ponto Barragem e pontos I, II e II dos Braços Paranapanema

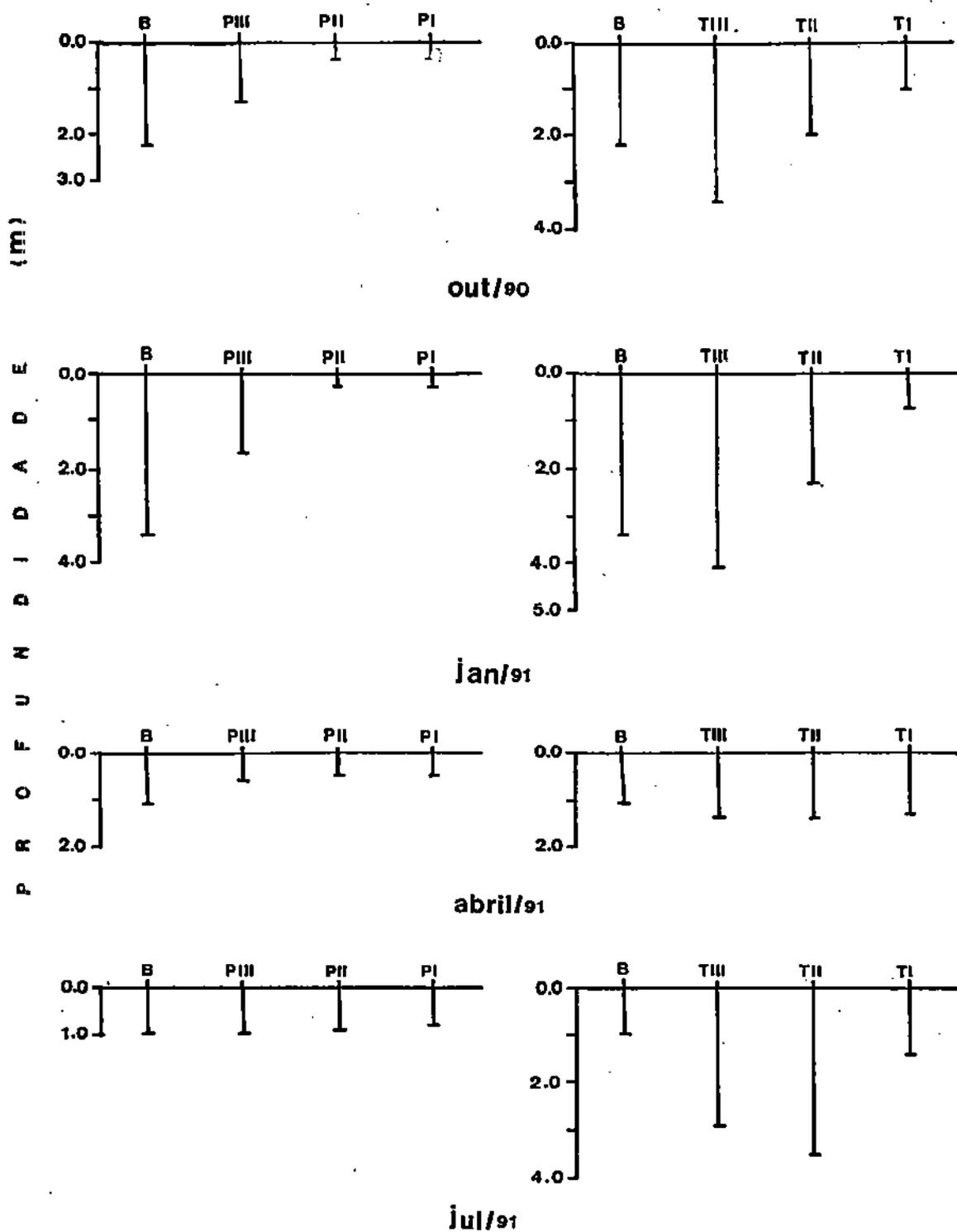


FIGURA 21 - Transparência da água pelo desaparecimento do disco de Secchi entre os pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari e o ponto Barragem, no início dos experimentos.

e Taquari, no início e término dos experimentos, é ilustrada na fig. 21.

No primeiro experimento (outubro/90), as medidas da transparência foram menores no braço Paranapanema (PI = 0,40 m, PII = 0,40 m e PIII = 1,30 m) do que na Barragem (2,20 m). No braço Taquari, pontos I e II as medidas foram menores (TI=1,00 m, TII = 2,00 m) do que na Barragem (2,20 m). Porém, a medida da transparência no ponto TIII foi maior (3,40 m) que na Barragem.

No segundo experimento (janeiro/91), as medidas de transparência da coluna d'água também foram menores no braço Paranapanema (PI = 0,31 m, PII = 0,28 m e PIII = 1,68 m) do que na Barragem (3,40 m). No braço Taquari foram menores nos pontos I e II (0,72 e 2,31 respectivamente) do que na Barragem. Já no ponto TIII a transparência foi maior (4,05 m) do que na Barragem.

No terceiro experimento (abril/91), as medidas de transparência da coluna d'água também foram menores no braço Paranapanema (PI = 0,50 m, PII = 0,52 m e PIII = 0,60 m) do que na Barragem (1,08 m). No braço Taquari foram maiores (TI=1,25 m, TII= 1,35 m, TIII 1,35 m) do que na Barragem (1,08 m). A medida da transparência não sofreu grandes variações ao longo dos pontos de coleta em ambos os braços estudados.

No quarto experimento (julho/91), as medidas de transparência da coluna d'água no braço Paranapanema (PI = 0,75 m, PII = 0,85 m e PIII = 0,98 m) foram semelhantes às da Barragem (1,00 m). No braço Taquari as medidas foram maiores (TI= 1,38 m, TII= 3,50 e TIII= 2,50 m) do que na Barragem.

TABELA 05 - Transparência da coluna d'água (em metros) nos pontos de coleta dos braços Paranapanema e Taquari e no ponto Barragem no início e término do experimento 1º (30/10 a 11/11/90).

Pontos de Coleta	INICIO			TERMINO		
	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)
PI	30/10	09:20	0.40	10/11	08:30	0.40
PII	30/10	13:00	0.40	10/11	10:40	0.40
PIII	30/10	15:35	1.30	10/11	12:25	0.90
TI	31/10	09:00	1.00	11/11	08:30	0.50
TII	31/10	12:25	2.00	11/11	10:15	2.40
TIII	01/11	07:55	3.40	11/11	13:05	3.50
Barragem	01/11	11:30	2.20	10/11	16:58	2.20

TABELA 06 - Transparência da coluna d'água (em metros) nos pontos de coleta dos braços Paranapanema e Taquari e no ponto Barragem no início e término do experimento 2º (21/01 a 01/02/91).

Pontos de Coleta	INICIO			TERMINO		
	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)
PI	22/01	09:40	0.31	31/01	13:10	0.29
PII	21/01	15:00	0.28	31/01	10:15	0.25
PIII	21/01	11:10	1.68	31/01	08:50	1.84
TI	24/01	13:40	0.72	01/02	09:00	0.65
TII	24/01	09:20	2.31	01/02	12:00	2.44
TIII	23/01	15:55	4.05	01/02	15:40	3.71
Barragem	23/01	10:35	3.40	31/01	16:15	3.16

TABELA 07 - Transparência da coluna d'água (em metros) nos pontos de coleta dos braços Paranapanema e Taquari e no ponto Barragem no início e término do experimento 3º (22/04 a 04/05/91).

Pontos de Coleta	INICIO			TERMINO		
	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)
PI	23/04	10:13	0.50	03/05	13:20	0.56
PII	22/04	13:30	0.52	03/05	11:05	0.39
PIII	22/04	10:55	0.60	03/05	10:05	0.68
TI	24/04	14:00	1.25	04/05	09:25	1.53
TII	25/04	14:26	1.35	04/05	11:05	1.54
TIII	26/04	08:30	1.35	04/05	14:00	1.37
Barragem	26/04	11:25	1.08	03/05	16:15	1.20

TABELA 08 - Transparência da coluna d'água (em metros) nos pontos de coleta dos braços Paranapanema e Taquari e no ponto Barragem no início e término do experimento 4º (15/07 a 27/07/91).

Pontos de Coleta	INICIO			TERMINO		
	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)	DATA	HORA	TRANSPARENCIA (metros)
PI	15/07	11:00	0.75	25/07	10:10	0.90
PII	15/07	14:30	0.85	24/07	12:40	0.85
PIII	16/07	11:00	0.98	24/07	09:50	1.23
TI	17/07	10:20	1.38	25/07	15:35	1.59
TII	17/07	13:25	3.50	26/07	09:45	3.59
TIII	18/07	15:00	2.90	26/07	15:50	2.18
Barragem	19/07	08:40	1.00	27/07	08:35	1.00

Uma comparação das medidas de transparência da coluna d'água entre valores iniciais e finais em cada época do ano e ponto de coleta é apresentada nas tabelas 05 a 08.

4.6 Oxigênio dissolvido e Porcentagem de saturação de Oxigênio na coluna d'água

O conteúdo de oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2/\text{l}$) e a porcentagem de saturação de oxigênio em três profundidades da coluna d'água nos pontos estudados no início e término dos experimentos estão apresentados nas tabelas 09 e 10.

No primeiro experimento a concentração de oxigênio dissolvido diminuiu com o aumento da profundidade em todos os pontos. Entre os pontos do braço Paranapanema, não houve grandes variações. No entanto, no braço Taquari o ponto I apresentou valores menores que os demais. Entre os pontos dos dois braços e o ponto Barragem não houve variações no conteúdo de oxigênio dissolvido. A maior concentração de O_2 dissolvido foi $8,37 \text{ mg O}_2/\text{l}$ (na superfície, ponto PII) e o menor $5,35 \text{ mg O}_2/\text{l}$ (a 70 % da profundidade local, ponto TI).

A supersaturação de oxigênio dissolvido foi observada na superfície (0,0 m) dos pontos II e III dos braços Paranapanema e Taquari e também do ponto Barragem.

No segundo experimento, a concentração de oxigênio dissolvido também diminuiu com o aumento da profundidade. Houve pequenas variações entre os pontos do braço Paranapanema. No

TABELA 09 - Conteúdo de oxigênio dissolvido (mg O₂/l) e porcentagem de saturação do oxigênio, em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 1º (30 e 31/10 a 01/11/90) e 2º experimento (21 a 24/01/91).

PONTOS DE COLETA	1º EXPERIMENTO				2º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	O ₂ DISSOLV.	SAT. (%)	T (°C)	PROF. (m)	O ₂ DISSOLV.	SAT. (%)	T (°C)
PI	0.0	7,78	99,74	24,1	0.0	6,55	85,06	24,8
	3.0	7,47	93,28	22,7	1.5	6,63	86,10	24,8
	7.0	7,10	88,64	22,7	4.0	6,55	84,84	24,7
PII	0.0	8,37	115,45	28,2	0.0	7,20	95,11	25,8
	2.0	7,24	90,16	22,5	1.5	5,84	75,16	24,3
	4.5	7,02	86,24	21,8	3.5	5,58	71,54	24,1
PIII	0.0	8,03	110,45	28,1	0.0	7,38	102,22	28,5
	4.0	7,71	94,02	21,4	3.0	6,32	81,03	24,1
	9.0	5,68	66,67	19,4	7.0	5,61	71,19	23,5
TI	0.0	6,53	84,92	24,9	0.0	6,22	82,93	26,3
	2.0	5,72	72,31	23,3	1.0	6,39	85,08	26,2
	4.0	5,35	66,96	22,8	3.0	6,24	82,21	25,6
TII	0.0	8,04	106,63	26,0	0.0	6,57	89,39	27,5
	8.0	7,45	91,08	21,5	7.0	6,01	78,36	25,0
	18.0	6,50	75,85	19,1	16.0	4,58	59,10	24,5
TIII	0.0	8,19	105,95	24,6	0.0	7,87	---	31,4
	8.0	8,01	97,92	21,5	7.0	7,80	103,04	25,8
	19.0	7,14	82,73	18,8	17.0	7,08	97,93	24,6
B	0.0	8,03	106,50	26,0	0.0	7,94	107,01	26,9
	9.0	8,02	96,98	20,9	9.0	7,37	96,47	25,2
	20.0	8,02	92,77	19,9	20.0	7,40	95,85	24,7

braço Taquari o ponto III apresentou valores maiores que os demais. Entre os braços não houve diferenças significativas. No ponto Barragem, os valores de oxigênio dissolvido foram maiores de modo geral do que nos demais pontos. A maior concentração registrada foi 7,94 mg O₂/l (superfície, ponto B) e a menor foi 4,58 mg O₂/l (70 % da profundidade local, ponto TII).

A supersaturação de oxigênio dissolvido ocorreu na superfície do ponto III do braço Paranapanema, da superfície a 30% da profundidade máxima no ponto III do braço Taquari e na superfície do ponto da Barragem.

No terceiro experimento a concentração de oxigênio também diminuiu com o aumento da profundidade. O ponto III do braço Paranapanema apresentou valores menores que os demais, enquanto que no Taquari os valores foram similares entre os pontos. Os pontos do braço Paranapanema apresentaram maiores concentrações de oxigênio do que os do Taquari. No ponto da Barragem os valores de oxigênio dissolvido foram semelhantes aos do braço Paranapanema. O maior valor foi registrado na superfície (7,45 mg O₂/l, ponto B) e o menor a 70 % da profundidade local (4,39 mg O₂/l, ponto TII).

Quanto à porcentagem de saturação do oxigênio não foi observada supersaturação.

No quarto experimento, na maior parte dos pontos de coleta o conteúdo de oxigênio dissolvido foi menor na superfície e maior a 70 % da profundidade dos locais. Não houve variações importantes entre os braços e a Barragem, porém, os valores do ponto da Barragem assemelham-se aos dos pontos do braço Taquari.

TABELA 10 - Conteúdo de oxigênio dissolvido (mg O₂/l) e porcentagem de saturação do oxigênio, em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 3º (22 a 26/04/91) e 4º experimento (15 a 19/07/91).

PONTOS DE COLETA	3º EXPERIMENTO				4º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	O ₂ DISSOLV.	SAT. (%)	T (°C)	PROF. (m)	O ₂ DISSOLV.	SAT. (%)	T (°C)
PI	0.0	7,26	86,63	20,3	0.0	7,75	83,69	15,4
	2.0	7,23	86,28	20,3	2.0	8,12	87,50	15,3
	5.0	7,19	85,80	20,3	5.0	7,59	81,70	15,2
PII	0.0	7,20	95,11	25,8	0.0	7,60	82,43	15,6
	3.0	7,05	85,77	21,3	2.0	7,70	83,33	15,5
	6.5	6,93	83,80	20,9	5.0	7,72	83,55	15,5
PIII	0.0	6,47	81,18	22,9	0.0	7,39	82,75	17,1
	5.0	6,06	74,54	21,9	3.5	7,22	80,31	16,8
	12.0	5,86	71,99	21,8	8.5	7,29	80,91	16,7
TI	0.0	6,35	78,59	22,2	0.0	7,02	77,65	16,5
	3.0	6,25	77,26	22,1	3.0	6,82	74,45	15,9
	6.0	6,31	77,81	22,0	6.5	7,54	81,60	15,5
TII	0.0	6,51	83,30	23,3	0.0	7,31	89,47	21,6
	7.5	6,30	78,85	22,8	8.5	7,27	83,66	18,4
	18.0	4,39	54,94	22,8	19.5	6,00	67,87	17,6
TIII	0.0	6,79	84,77	22,7	0.0	7,24	85,48	19,7
	8.5	6,73	84,02	22,7	9.0	7,53	85,57	17,8
	19.5	6,60	82,40	22,7	20.5	7,47	84,89	17,8
B	0.0	7,45	93,95	23,2	0.0	7,05	82,36	19,2
	9.5	7,26	90,64	22,6	9.0	7,10	81,99	18,6
	22.5	7,35	91,76	22,6	21.0	7,20	82,95	18,5

Entre os pontos de coleta, os menores valores foram registrados no ponto III do braço Paranapanema e no ponto II do braço Taquari. A maior concentração de oxigênio dissolvido foi 8,12 mg O₂/l (a 30 % da profundidade local, ponto PI) e a menor 6,00 mg O₂/l (a 70 % da profundidade local, ponto TII).

4.7 pH, condutividade e alcalinidade na coluna d'água.

As medidas de pH, condutividade elétrica (uS/cm) e alcalinidade (meq/l) em três níveis (superfície, 30 e 70 % da profundidade do local) nos diferentes pontos em estudo, no início e término dos experimentos são apresentados nas tabelas 11 e 12.

De 30-31/10 a 01/11/90 (primeiro experimento) as medidas do pH sofreram pequenas variações nos pontos dos braços Paranapanema e Taquari e nas 3 profundidades. No ponto I do braço Paranapanema entre as profundidades não houve variações de pH o qual se manteve em 6,7. O pH mais elevado foi 7,1 (superfície dos pontos TI e TIII) e o mais baixo 6,7 (pontos PI, PII e Barragem).

A condutividade entre os pontos do braço Paranapanema foi mais elevada no ponto II enquanto que no Taquari foi mais elevada no ponto I. O braço Taquari apresentou os valores maiores de condutividade nos seus três pontos quando comparados com aqueles do Paranapanema. O maior valor registrado foi 79,5 uS/cm e o menor 53,3 uS/cm (superfície, pontos TI e PI, respectivamente).

A alcalinidade no braço Paranapanema foi mais elevada no ponto II, enquanto que no Taquari foi mais elevada no ponto I. Os pontos do braço Taquari apresentaram valores de alcalinidade maiores que aqueles do braço Paranapanema. No ponto da Barragem, os valores de alcalinidade foram mais próximos aos do braço Paranapanema. O maior valor registrado foi 0,640 meq/l e o menor 0,324 meq/l (30% da profundidade local no ponto TI e superfície do ponto III, respectivamente).

No segundo experimento (21 a 24/01/91) as medidas do pH apresentaram pequenas variações entre as diferentes profundidades. Os pontos do braço Taquari apresentaram pHs mais elevados do que os do Paranapanema. O maior valor registrado foi 7,3 e o menor 6,6.

A condutividade foi mais elevada nos pontos I e II do braço Paranapanema e nos pontos II e III do braço Taquari. Os pontos do braço Taquari apresentaram valores de condutividade mais elevados do que os do braço Paranapanema. O valor mais alto registrado foi 75,7 uS/cm e o mais baixo 46,5 uS/cm.

No ponto Barragem, as medidas de condutividade aproximaram-se às do braço Paranapanema.

A alcalinidade entre os pontos de coleta no braço Paranapanema, foi mais elevada no ponto III, e no braço Taquari no ponto I. A alcalinidade foi mais elevada nos pontos do braço Taquari do que nos do braço Paranapanema. No ponto da Barragem, os valores estiveram mais próximos aos do ponto III do braço Paranapanema. O maior valor de alcalinidade registrado foi 0,656 meq/l e o menor 0,325 meq/l.

TABELA 11 - Valores de pH; condutividade (uS/cm) e alcalinidade (meq/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 1º (30 e 31/10 a 01/11/90) e 2º (21 a 24/01/91) experimento.

PONTOS DE COLETA	1º EXPERIMENTO				2º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	pH	K (25°C)	ALC. (meq/l)	PROF. (m)	pH	K (25°C)	ALC. (meq/l)
PI	0.0	6,7	53,3	0,387	0,0	6,8	49,3	0,327
	3.0	6,7	54,1	0,376	1,5	6,7	47,4	0,326
	7.0	7,0	54,8	0,382	4,0	6,6	46,5	0,325
PII	0.0	7,0	58,2	0,420	0,0	6,7	53,9	0,365
	2.0	6,8	61,1	0,413	1,5	6,7	56,0	0,363
	4.5	6,7	63,0	0,411	3,5	6,6	56,0	0,363
PIII	0.0	6,9	53,3	0,324	0,0	7,0	50,2	0,367
	4.0	6,8	54,8	0,346	3,0	6,9	53,9	0,388
	9.0	6,6	58,8	0,364	7,0	6,8	56,1	0,400
TI	0.0	7,1	79,5	0,625	0,0	7,3	73,1	0,655
	2.0	6,9	76,0	0,640	1,0	7,2	74,1	0,656
	4.0	6,8	76,0	0,637	3,0	7,2	75,7	0,656
TII	0.0	6,9	60,8	0,445	0,0	7,1	63,2	0,549
	8.0	6,9	59,8	0,451	7,0	7,1	63,6	0,511
	18.0	6,8	59,8	0,438	16,0	6,7	67,0	0,582
TIII	0.0	7,1	58,8	0,416	0,0	7,1	55,1	0,431
	8.0	7,0	57,9	0,400	7,0	7,1	56,3	0,430
	19.0	6,8	61,0	0,438	17,0	6,8	57,2	0,441
B	0.0	6,9	56,0	0,381	0,0	7,0	50,6	0,396
	9.0	6,9	57,1	0,377	9,0	7,0	51,1	0,400
	20.0	6,7	57,1	0,400	20,0	6,9	52,2	0,395

No terceiro experimento (22 a 26/04/91) os valores de pH sofreram pequenas variações entre os pontos de coleta e as profundidades estudadas. Em ambos os braços e na Barragem, as variações também foram pequenas. No ponto III do braço Paranapanema, o pH (6,7) não variou entre as profundidades estudadas. O maior valor de pH registrado foi 6,9 e o menor 6,7.

A condutividade elétrica entre os pontos do braço Paranapanema foi maior nos pontos I e II. No braço Taquari, o maior valor foi registrado no ponto I. A condutividade foi mais elevada nos pontos do braço Taquari do que nos pontos do Paranapanema. No ponto da Barragem os valores de condutividade não sofreram variações em relação à profundidade e estiveram próximas às do ponto II do braço Paranapanema. O maior valor de condutividade registrado foi 71,5 uS/cm e o mais baixo 42,0 uS/cm.

No braço Paranapanema, a alcalinidade foi mais elevada no ponto II e mais baixa no ponto III. No braço Taquari os valores mais elevados foram registrados no ponto I. O braço Taquari teve em seus pontos valores de alcalinidade mais elevados do que os do braço Paranapanema. No ponto da Barragem os valores ficaram mais próximos aos do ponto II do braço Paranapanema. O maior valor de alcalinidade registrado foi 0,561 meq/l e o menor 0,303 meq/l.

No quarto experimento (15 a 19/07/91) os valores do pH sofreram pequenas variações entre os pontos de coleta e profundidades. Os pontos do braço Taquari apresentaram pHs ligeiramente maiores do que os do braço Paranapanema. O ponto da

Barragem apresentou pHs semelhantes aos do ponto 3 do Paranapanema. Nos pontos I e II do Paranapanema o pH (6,6 e 6,7 respectivamente) não variou entre as profundidades. O maior valor de pH registrado foi 7,0 e o menor 6,6.

Os pontos I e II do braço Paranapanema apresentaram os maiores valores de condutividade, que no Taquari foram registrados nos pontos II e III. O braço Taquari apresentou em seus pontos valores de condutividade ligeiramente superiores aos dos pontos do braço Paranapanema. No ponto da Barragem os valores de condutividade estiveram próximos aos do ponto III do braço Paranapanema. No ponto II do Paranapanema, os três valores de condutividade foram idênticos (60,5 uS/cm) nas três profundidades estudadas. Já nos pontos I e III os valores de condutividade decresceram com o aumento da profundidade. Nos pontos do braço Taquari e no ponto Barragem, os valores de condutividade aumentaram com o aumento da profundidade. O maior valor de condutividade registrado foi 65,3 uS/cm e o menor 52,0 uS/cm.

Os pontos I e II do braço Paranapanema e o ponto II do braço Taquari apresentaram os maiores valores de alcalinidade, quando comparados os pontos entre si nos braços. A alcalinidade foi mais elevada nos pontos do braço Taquari do que nos do Paranapanema. Os valores no ponto Barragem assemelham-se aos do ponto I do braço Paranapanema. O maior valor de alcalinidade registrado foi 0,482 meq/l e o menor 0,321 meq/l.

TABELA 12 - Valores de pH; condutividade (uS/cm) e alcalinidade (meq/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem, no início do 3º (22 a 26/04/91) e 4º (15 a 19/07/91) experimento.

PONTOS DE COLETA	3º EXPERIMENTO				4º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	pH	K (25°C)	ALC. (meq/l)	PROF. (m)	pH	K (25°C)	ALC. (meq/l)
PI	0.0	6,8	52,4	0,369	0.0	6,6	60,5	0,375
	2.0	6,8	53,0	0,365	2.0	6,6	59,4	0,374
	5.0	6,7	52,0	0,365	5.0	6,6	59,4	0,369
PII	0.0	6,9	56,1	0,412	0.0	6,7	60,5	0,390
	3.0	6,8	53,0	0,411	2.0	6,7	60,5	0,393
	6.5	6,9	55,1	0,413	5.0	6,7	60,5	0,389
PIII	0.0	6,7	42,0	0,308	0.0	6,7	55,0	0,321
	5.0	6,7	43,0	0,303	3.5	6,8	51,7	0,323
	12.0	6,7	43,0	0,303	8.5	6,7	48,4	0,326
TI	0.0	6,9	71,5	0,561	0.0	6,9	55,0	0,445
	3.0	6,9	70,6	0,559	3.0	6,7	58,0	0,443
	6.0	6,8	69,3	0,555	6.5	6,7	60,0	0,457
TII	0.0	6,9	60,4	0,454	0.0	7,0	60,0	0,458
	7.5	6,9	60,4	0,454	8.5	6,9	61,2	0,466
	18.0	6,7	59,4	0,450	19.5	6,8	65,3	0,482
TIII	0.0	6,9	60,3	0,448	0.0	6,9	60,4	0,428
	8.5	6,8	60,3	0,444	9.0	6,9	63,7	0,432
	19.5	6,8	59,3	0,442	20.5	6,8	64,8	0,440
B	0.0	6,9	55,1	0,391	0.0	6,7	52,0	0,364
	9.5	6,8	55,1	0,385	9.0	6,8	54,1	0,363
	22.5	6,9	55,1	0,386	21.0	6,8	57,2	0,361

4.8 CO₂ Total e suas frações na coluna d'água

Os valores de CO₂ total, CO₂ livre, bicarbonato (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃⁻²) em três profundidades (superfície, 30 e 70 % da profundidade local) nos pontos de coleta no início e término dos experimentos estão apresentados nas tabelas 13 a 16.

No primeiro experimento, entre os pontos de coleta do braço Paranapanema, os valores de CO₂ total foram maiores nos pontos I e II, e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, esses valores foram próximos aos do braço Paranapanema. O maior valor de CO₂ total encontrado foi 0,8245 mmol/l (Taquari I, 4,0 m), e o menor 0,4089 mmol/l (Paranapanema III, 0,0 m). Em todos os pontos, os valores aumentaram com o aumento da profundidade (TAB. 13)

Entre os pontos de coleta, o ponto I dos braços Paranapanema e Taquari, apresentou os maiores valores de CO₂ livre (exceto superfície, ponto TI). O maior valor encontrado foi 0,1954 mmol/l (P III, 9,0 m) e o menor 0,0705 mmol/l (TIII, 0,0 m). Os valores em todos os pontos aumentaram com o aumento da profundidade.

Entre os pontos de coleta, os valores de bicarbonato foram maiores no ponto II do braço Paranapanema e no ponto I do braço Taquari. O maior valor de HCO₃⁻ encontrado foi 0,6394 mmol/l (TI, 2,0 m), e o menor 0,3237 mmol/l (PIII, 0,0 m). Os valores do ponto barragem foram similares aos do braço Paranapanema.

TABELA 13 - Valores de CO_2 total; CO_2 livre; HCO_3^- e CO_3^{-2} (mmol/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 1º experimento (30 e 31/10 a 01/11/90).

PONTOS DE COLETA	PROF. (m)	CO_2 Total	CO_2 Livre	HCO_3^-	CO_3^{-2}
PI	0.0	0,5305	0,1437	0,3867	0,0001
	3.0	0,5290	0,1531	0,3758	0,0001
	7.0	0,5374	0,1555	0,3818	0,0001
PII	0.0	0,5073	0,0876	0,4195	0,0002
	2.0	0,5346	0,1218	0,4127	0,0001
	4.5	0,5635	0,1526	0,4107	0,0000
PIII	0.0	0,4089	0,0851	0,3237	0,0001
	4.0	0,4502	0,1044	0,3457	0,0001
	9.0	0,5593	0,1954	0,3638	0,0001
TI	0.0	0,7168	0,0923	0,6240	0,0005
	2.0	0,8079	0,1682	0,6394	0,0003
	4.0	0,8245	0,1878	0,6365	0,0002
TII	0.0	0,5494	0,1042	0,4450	0,0002
	8.0	0,5563	0,1056	0,4505	0,0002
	18.0	0,5669	0,1291	0,4376	0,0002
TIII	0.0	0,4862	0,0705	0,4154	0,0003
	8.0	0,4852	0,0854	0,3996	0,0002
	19.0	0,5861	0,1483	0,4377	0,0001
B	0.0	0,4742	0,0934	0,3806	0,0002
	9.0	0,4693	0,0925	0,3766	0,0002
	20.0	0,5554	0,1555	0,3998	0,0001

Os valores de carbonato foram sempre muito reduzidos, isto é, próximos de zero, para todos os pontos de coleta. Os maiores valores foram encontrados no ponto I do braço Taquari (TAB. 13).

No segundo experimento os valores de CO_2 total foram mais elevados no ponto II do braço Paranapanema, e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, os valores foram similares aos do braço Paranapanema, exceto PII. O maior valor de CO_2 total encontrado foi 0,8244 mmol/l (TII, 16,0 m), e o menor 0,4351 mmol/l (PI, 0,0 m). Os valores em todos os pontos aumentaram com o aumento da profundidade (TAB. 14).

O CO_2 livre apresentou valores mais altos no ponto II dos braços Paranapanema e Taquari. No ponto barragem os valores foram similares aos do braço Taquari. O maior valor de CO_2 livre encontrado foi 0,2425 mmol/l (TII, 16,0 m), e o menor 0,0670 mmol/l (TI, 0,0 m). Os valores em todos os pontos aumentaram com o aumento da profundidade.

O ponto III do braço Paranapanema e o ponto I do Braço Taquari apresentaram os maiores valores de bicarbonato. Os valores do ponto barragem foram similares aos do braço Paranapanema. O maior valor de HCO_3^- encontrado foi 0,6548 mmol/l (TI nas 3 profundidades), e o menor 0,3248 mmol/l (PI, 4,0 m).

Os valores de carbonato foram baixos. Os valores mais altos foram encontrados no ponto I do braço Taquari.

No terceiro experimento, os valores de CO_2 total foram maiores no ponto II do braço Paranapanema e ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, os valores assemelham-se aos do braço

TABELA 14 - Valores de CO₂ total; CO₂ livre; HCO₃⁻ e CO₃⁻² (mmol/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I,II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem no início do 2º experimento: 21 a 24/01/91.

PONTOS DE COLETA	PROF. (m)	CO ₂ Total	CO ₂ Livre	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²
PI	0.0	0,4351	0,1082	0,3268	0,0001
	1.5	0,4617	0,1358	0,3258	0,0001
	4.0	0,4954	0,1705	0,3248	0,0001
PII	0.0	0,5170	0,1521	0,3648	0,0001
	1.5	0,5107	0,1478	0,3628	0,0001
	3.5	0,5490	0,1861	0,3628	0,0001
PIII	0.0	0,4434	0,0766	0,3666	0,0002
	3.0	0,4897	0,1019	0,3876	0,0002
	7.0	0,5291	0,1293	0,3997	0,0001
TI	0.0	0,7219	0,0670	0,6548	0,0001
	1.0	0,7397	0,0843	0,6548	0,0006
	3.0	0,7417	0,0863	0,6548	0,0006
TII	0.0	0,6395	0,0909	0,5482	0,0004
	7.0	0,5935	0,0828	0,5103	0,0004
	16.0	0,8244	0,2425	0,5817	0,0002
TIII	0.0	0,5005	0,0698	0,4304	0,0003
	7.0	0,5009	0,0712	0,4294	0,0003
	17.0	0,5901	0,1493	0,4407	0,0001
B	0.0	0,4765	0,0808	0,3955	0,0002
	9.0	0,4832	0,0835	0,3995	0,0002
	20.0	0,4939	0,0991	0,3946	0,0002

TABELA 15 - Valores de CO_2 total; CO_2 livre; HCO_3^- e CO_3^{2-} (mmol/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto barragem no início do 3º experimento (22 a 26/04/91).

PONTOS DE COLETA	PROF. (m)	CO_2 Total	CO_2 Livre	HCO_3^-	CO_3^{2-}
PI	0.0	0,4937	0,1249	0,3687	0,0001
	2.0	0,4912	0,1264	0,3647	0,0001
	5.0	0,5241	0,1592	0,3648	0,0001
PII	0.0	0,5253	0,1134	0,4117	0,0002
	3.0	0,5532	0,1424	0,4107	0,0001
	6.5	0,5265	0,1136	0,4127	0,0002
PIII	0.0	0,4423	0,1344	0,3078	0,0001
	5.0	0,4351	0,1322	0,3028	0,0001
	12.0	0,4351	0,1322	0,3028	0,0001
TI	0.0	0,7225	0,1617	0,5606	0,0002
	3.0	0,7236	0,1648	0,5586	0,0002
	6.0	0,7563	0,2014	0,5547	0,0002
TII	0.0	0,5816	0,1278	0,4536	0,0002
	7.5	0,5817	0,1278	0,4536	0,0002
	18.0	0,6508	0,2009	0,4498	0,0001
TIII	0.0	0,5739	0,1261	0,4476	0,0002
	8.5	0,6012	0,1574	0,4437	0,0001
	19.5	0,5985	0,1567	0,4417	0,0001
B	0.0	0,5009	0,1101	0,3907	0,0001
	9.5	0,5213	0,1365	0,3847	0,0001
	22.5	0,4945	0,1087	0,3857	0,0001

Paranapanema. O maior valor de CO₂ total encontrado foi 0,7563 mmol/l (TI, 6,0 m) e o menor 0,4351 mmol/l (PIII, 12,0 m)

O CO₂ livre não apresentou grandes variações de seus valores entre os pontos de coleta do braço Paranapanema. Os maiores valores do braço Taquari foram encontrados no ponto I. Os valores do ponto barragem foram similares aos do braço Paranapanema. O valor mais alto encontrado foi 0,2014 mmol/l (TI, 6,0 m) e o menor 0,1087 mmol/l (B, 22,5 m).

Os valores de bicarbonato foram mais altos no ponto II no braço Paranapanema e no ponto I no braço Taquari. No ponto barragem, os valores foram similares aos do braço Paranapanema. O maior valor de HCO₃⁻ foi 0,5606 mmol/l (TI, 0,0 m) e o menor 0,3028 mmol/l (PIII, 5,0 e 12,0 m).

Os valores de carbonato foram próximos de 0 e não sofreram variações consideráveis entre os pontos (TAB. 15).

No quarto experimento, os valores de CO₂ total foram maiores no ponto II do braço Paranapanema e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, os valores aproximam-se mais do braço Paranapanema. O maior valor de CO₂ encontrado foi 0,6563 mmol/l (TI, 6,5 m) e o menor 0,4401 mmol/l (PIII, 3,5 m).

Os maiores valores de CO₂ livre foram observados nos pontos I e II do braço Paranapanema e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem os valores foram similares aos do braço Taquari. O maior valor encontrado foi 0,2313 mmol/l (PII, 2,0 m) e o menor 0,1172 mmol/l (PIII, 3,5 m).

Os valores de bicarbonato foram maiores nos pontos I e II do braço Paranapanema e no ponto II do braço Taquari. No ponto

TABELA 16: Valores de CO_2 total; CO_2 livre; HCO_3^- e CO_3^{2-} (mmol/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem no início do 4º experimento (15 a 19/07/91).

PONTOS DE COLETA	PROF. (m)	CO_2 Total	CO_2 Livre	HCO_3^-	CO_3^{2-}
PI	0.0	0,5956	0,2207	0,3749	0,0000
	2.0	0,5941	0,2201	0,3739	0,0001
	5.0	0,5861	0,2172	0,3689	0,0000
PII	0.0	0,6195	0,2295	0,3899	0,0001
	2.0	0,6242	0,2313	0,3929	0,0000
	5.0	0,6179	0,2290	0,3889	0,0000
PIII	0.0	0,4676	0,1467	0,3208	0,0001
	3.5	0,4401	0,1172	0,3228	0,0001
	8.5	0,4748	0,1489	0,3258	0,0001
TI	0.0	0,5673	0,1225	0,4446	0,0002
	3.0	0,6362	0,1933	0,4428	0,0001
	6.5	0,6563	0,1994	0,4568	0,0001
TII	0.0	0,5809	0,1232	0,4575	0,0002
	8.5	0,5940	0,1282	0,4656	0,0002
	19.5	0,6488	0,1670	0,4817	0,0001
TIII	0.0	0,5512	0,1233	0,4277	0,0002
	9.0	0,5563	0,1245	0,4317	0,0001
	20.5	0,5995	0,1597	0,4397	0,0001
B	0.0	0,5264	0,1625	0,3638	0,0001
	9.0	0,4916	0,1287	0,3628	0,0001
	21.0	0,4889	0,1280	0,3608	0,0001

barragem, os valores foram similares aos do braço Paranapanema. O maior valor de HCO_3^- encontrado foi 0,4817 mmol/l (TII, 19,5 m) e o menor foi 0,3208 mmol/l (PIII, 0,0 m).

Os valores de carbonato foram próximos de 0 e sofreram variações insignificantes entre os pontos.

4.9 Concentração de nutrientes dissolvidos na coluna d'água: nitrato, nitrito, amônio, fosfato total, fosfato inorgânico e silicato

No primeiro experimento, os conteúdos de nitrato e nitrito foram maiores nos pontos do braço Paranapanema, do que no braço Taquari. No ponto B, os valores de ambos os nutrientes se aproximaram aos do braço Taquari. O conteúdo do íon amônio não sofreu grandes diferenças entre os pontos de coleta. Os valores do conteúdo de fosfato inorgânico e total, foram ligeiramente mais elevados nos pontos do braço Paranapanema. O ponto B, teve seus valores mais próximos aos do braço Taquari. O conteúdo de silicato não sofreu grande variação entre os pontos estudados (TAB.17).

No segundo experimento, o conteúdo de nitrato, entre os pontos estudados do braço Paranapanema foi maior no ponto II (PII). Entre os pontos do braço Taquari, houve considerável variação das concentrações entre as profundidades. No ponto B, os valores foram mais próximos aos do braço Taquari. O conteúdo de nitrito foi ligeiramente mais elevado nos pontos do braço

TABELA 17 - Conteúdo de nitrato, nitrito, amônio, fosfato inorgânico e total dissolvidos, e silicato (ug/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), em amostras d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 1º experimento (30 e 31/10 a 01/11/90).

PONTOS DE COLETA	PROF.	NO3-	NO2-	NH4+	P.I.D	P.T.D	Si
PI	0.0	199,99	1,96	15,54	0,19	8,57	2,80
	3.0	108,07	1,79	14,18	0,92	7,44	5,35
	7.0	213,46	1,99	20,88	3,70	10,02	4,14
PII	0.0	125,64	0,20	10,58	4,43	9,06	-
	2.0	150,23	3,31	18,84	6,92	14,54	5,74
	4.5	163,69	2,45	13,69	0,77	7,60	4,28
PIII	0.0	69,43	0,75	15,83	0,92	6,31	5,21
	4.0	76,46	0,63	18,36	1,80	6,80	3,83
	9.0	99,87	0,20	19,42	0,33	3,57	3,43
TI	0.0	48,35	1,32	11,94	0,00	5,35	4,35
	2.0	45,43	0,14	12,62	0,33	5,67	4,01
	4.0	41,33	0,14	23,51	0,48	5,83	4,63
TII	0.0	00,00	0,43	16,61	4,72	10,51	5,00
	8.0	24,35	0,78	15,05	2,23	6,15	5,37
	18.0	44,84	0,09	14,28	0,48	5,67	-
TIII	0.0	16,15	0,72	14,47	0,19	6,31	3,60
	8.0	54,79	0,14	14,47	1,65	5,35	3,68
	19.0	64,75	0,60	13,79	1,80	5,99	4,46
B	0.0	70,60	0,29	15,83	1,06	5,35	3,09
	9.0	44,25	1,30	21,08	3,85	9,38	4,20
	20.0	71,19	0,37	11,36	2,53	6,31	5,35

TABELA 18 - Conteúdo de nitrato, nitrito, amônio, fosfato inorgânico e total dissolvidos, e silicato (ug/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), em amostras d'água nos pontos I, II, e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 2º experimento (21 a 24/01/91).

PONTOS DE COLETA	PROF.	NO3-	NO2-	NH4+	P.I.D	P.T.D	Si
PI	0.0	172,22	2,08	27,49	4,47	6,63	1,03
	1.5	175,23	2,14	21,71	4,92	10,08	1,44
	4.0	269,48	2,30	23,61	8,83	9,77	2,25
PII	0.0	301,62	3,68	18,99	6,57	9,77	3,05
	1.5	321,78	4,46	30,87	10,78	14,00	4,08
	3.5	319,26	3,65	50,10	8,83	12,90	3,74
PIII	0.0	53,98	2,24	-	2,82	6,32	2,36
	3.0	172,44	0,92	-	6,12	8,35	3,45
	7.0	269,48	0,86	18,41	11,83	13,21	3,30
TII	0.0	98,72	1,61	-	4,17	7,73	4,38
	1.0	197,65	1,82	23,94	7,17	12,12	3,35
	3.0	217,81	1,58	22,95	4,92	9,45	4,15
TIII	0.0	128,33	1,73	19,24	3,42	8,20	3,10
	7.0	67,84	1,40	-	4,92	6,79	2,19
	16.0	217,81	0,86	16,93	7,62	12,43	3,33
TIIII	0.0	111,32	1,61	14,53	3,87	5,38	3,67
	7.0	115,10	1,46	18,91	3,87	7,41	4,07
	17.0	160,47	0,59	15,61	6,12	8,51	3,57
B	0.0	136,90	3,12	16,43	2,97	5,38	2,45
	9.0	149,67	2,14	23,20	1,76	5,69	3,03
	20.0	104,39	0,68	-	9,28	12,74	4,01

Paranapanema (principalmente PI e PII), do que no braço Taquari. Os valores do ponto B, ficaram mais próximos aos do ponto Paranapanema. Os valores do íon amônio, foram mais elevados nos pontos do braço Paranapanema (principalmente PII). No ponto B, os conteúdos aproximaram-se daqueles do braço Taquari. Os conteúdos do fosfato inorgânico sofreram variações entre as profundidades no braço Paranapanema. Entre os braços estudados, não ocorreram grandes variações. Os valores de fosfato total foram mais elevados no ponto II (PII), do braço Paranapanema. No braço Taquari, os menores valores encontram-se no ponto III (TIII). Entre os pontos estudados, os valores não diferiram muito. O conteúdo de silicato não sofreu grandes variações entre os pontos estudados (TAB.18).

No terceiro experimento, o conteúdo de nitrato foi mais elevado no ponto II do braço Paranapanema. Entre os braços estudados, o Paranapanema apresentou os maiores valores. No ponto B, os conteúdos foram mais próximos aos do braço Paranapanema. Os valores de nitrito também foram mais elevados no ponto II do braço Paranapanema. Entre os braços, o Paranapanema apresentou os mais altos valores. Os valores do ponto B, ficaram mais próximos aos do braço Taquari. O conteúdo do íon amônio apresentou valores ligeiramente mais altos nos pontos do braço Paranapanema. Os conteúdos de fosfato inorgânico e total foram mais elevados nos pontos do braço Paranapanema do que no Taquari. Os conteúdos do ponto B, foram mais próximos aos do braço Taquari. Os valores de silicato, foram maiores nos pontos do braço Taquari. No ponto B, os conteúdos aproximaram-se daqueles do braço Taquari (TAB.19).

TABELA 19 - Conteúdo de nitrato, nitrito, amônio, fosfato inorgânico e total dissolvidos, e silicato (ug/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), em amostras d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 3º experimento (22 a 26/04/91).

PONTOS DE COLETA	PROF.	NO3-	NO2-	NH4+	P.I.D	P.T.D	Si
PI	0.0	151,18	1,46	23,69	1,76	5,06	3,25
	2.0	104,58	1,43	27,32	1,61	7,10	5,01
	5.0	112,85	1,60	20,23	0,00	0,00	1,73
PII	0.0	293,97	1,63	23,69	0,56	3,81	2,74
	3.0	179,74	3,00	34,42	5,67	8,35	2,93
	6.5	155,69	2,64	34,83	9,43	13,06	2,68
PIII	0.0	145,17	1,25	15,44	2,36	3,65	0,20
	5.0	104,58	0,51	17,17	0,26	4,59	3,37
	12.0	145,17	0,80	13,63	0,00	1,93	4,04
TI	0.0	17,40	0,89	23,03	0,00	2,24	5,25
	3.0	3,88	0,71	24,52	1,16	3,96	5,39
	6.0	45,21	0,95	19,57	0,00	1,93	2,16
TII	0.0	73,02	0,77	14,86	0,00	1,14	3,51
	7.5	60,24	0,71	9,83	0,00	1,46	3,02
	18.0	21,16	0,30	21,63	1,01	3,18	2,63
TIII	0.0	163,95	0,95	13,71	0,00	0,00	2,04
	8.5	82,04	0,33	13,54	0,41	0,83	4,44
	19.5	85,04	0,57	12,88	1,01	3,34	4,96
B	0.0	234,60	0,59	10,49	0,00	0,36	2,61
	9.5	224,08	0,89	12,31	0,00	0,20	2,24
	22.5	109,84	0,65	21,38	2,06	3,96	4,83

TABELA 20 - Conteúdo de nitrato, nitrito, amônio, fosfato inorgânico e total dissolvidos, e silicato (ug/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), em amostras d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 4º experimento(15 a 19/07/91).

PONTOS DE COLETA	PROF.	NO3-	NO2-	NH4+	P.I.D	P.T.D	Si
PI	0.0	60,65	2,22	29,43	0,00	4,86	2,18
	2.0	20,84	1,01	16,22	0,00	3,25	3,28
	5.0	106,90	2,22	20,88	0,00	2,60	3,47
PII	0.0	66,50	2,04	14,28	0,00	2,44	3,52
	2.0	96,36	1,50	17,48	0,00	4,70	2,98
	5.0	113,93	1,38	18,06	0,00	8,57	2,68
PIII	0.0	53,04	1,07	12,04	0,00	5,35	3,95
	3.5	39,57	2,16	25,25	0,04	5,02	4,34
	8.5	58,31	1,09	14,76	0,00	1,80	4,27
TI	0.0	00,00	0,92	6,70	0,00	2,12	4,05
	3.0	00,00	0,46	6,21	0,00	3,25	3,84
	6.5	3,86	0,89	11,17	0,00	3,09	3,70
TII	0.0	00,00	0,84	21,27	0,00	5,35	6,82
	8.5	00,00	0,40	16,61	0,00	3,41	2,94
	19.5	00,00	0,37	24,87	0,00	3,25	2,65
TIII	0.0	9,13	1,04	4,66	0,00	5,02	5,72
	9.0	7,37	0,63	2,82	0,00	3,09	5,14
	20.5	13,22	0,60	2,04	0,00	1,80	4,09
B	0.0	27,86	0,63	3,78	0,00	1,47	4,41
	9.0	25,52	0,46	7,48	0,00	3,41	2,80
	21.0	25,52	0,35	16,32	0,00	3,73	2,40

No quarto experimento, os conteúdos de nitrato e nitrito foram maiores nos pontos do braço Paranapanema do que nos do braço Taquari. Os valores do nitrato no ponto B, foram mais baixos do que aqueles do braço Paranapanema, e maiores do que aqueles do braço Taquari. Porém, os conteúdos de nitrito do ponto B, foram mais próximos aos do braço Taquari. O conteúdo do íon amônio foram maiores nos pontos do braço Paranapanema do que aqueles do braço Taquari. No entanto, entre os pontos do Taquari, o ponto II (TII), apresentou os mais altos valores. Os conteúdos do ponto B, foram mais próximos aos do braço Taquari. Os conteúdos de fosfato inorgânico, foram nulos ou abaixo do limite de detecção em todos os pontos estudados, enquanto que, os de fosfato total não sofreram grandes variações entre os braços estudados. No ponto B, os valores ficaram mais próximos aos do braço Taquari. Os conteúdos de silicato não sofreram grandes variações entre os pontos estudados (TAB.20).

4.10 Nutrientes totais: fósforo e nitrogênio totais na coluna d'água.

Não foi possível a determinação do conteúdo de fósforo e nitrogênio totais no primeiro experimento.

No segundo experimento, o conteúdo de fósforo total não apresentou variações importantes entre os pontos de coleta e as profundidades. Nos pontos do braço Paranapanema o conteúdo de fósforo total foi um pouco mais elevado do que nos pontos do



TABELA 21 - Conteúdo de fósforo e nitrogênio totais (ug/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 2º (21 a 24/01/91), 3º (22 a 26/04/91) e 4º experimento (15 a 19/07/91).

PONTOS DE COLETA	2º EXPERIMENTO			3º EXPERIMENTO			4º EXPERIMENTO		
	PROF. (m)	P Total (ug/l)	N Total (ug/l)	PROF. (m)	P Total (ug/l)	N Total (ug/l)	PROF. (m)	P Total (ug/l)	N Total (ug/l)
PI	0.0	19,34	448,14	0.0	18,27	210,07	0.0	17,68	1542,17
	1.5	18,96	502,61	2.0	18,27	206,96	2.0	23,76	1702,99
	4.0	18,90	449,70	5.0	17,89	247,41	5.0	17,34	1496,23
PII	0.0	19,72	473,04	0.0	17,20	118,26	0.0	16,00	816,87
	1.5	18,55	443,48	3.0	17,67	202,29	2.0	17,34	774,20
	3.5	19,84	529,06	6.5	17,79	194,51	5.0	13,63	1492,94
PIII	0.0	17,13	283,20	0.0	17,42	224,07	0.0	7,90	1394,49
	3.0	17,35	390,57	5.0	17,48	256,75	3.5	14,98	1378,08
	7.0	17,51	399,91	12.0	17,67	272,31	10.5	20,04	839,84
TI	0.0	17,54	359,45	0.0	16,94	172,72	0.0	7,90	928,45
	1.0	17,95	358,67	3.0	16,82	171,17	3.0	10,26	1187,73
	3.0	17,76	365,67	6.0	16,98	140,05	6.5	8,23	1122,09
TII	0.0	17,13	336,11	0.0	17,48	204,62	0.0	10,93	511,65
	7.0	16,85	312,77	7.5	17,29	189,84	8.5	8,23	1161,47
	16.0	17,67	385,90	18.0	16,82	159,50	19.5	11,61	521,50
TIII	0.0	16,94	269,20	0.0	17,42	212,40	0.0	7,56	560,88
	7.0	16,60	259,08	8.5	17,20	242,74	9.0	7,56	547,75
	17.0	16,69	301,10	19.5	16,91	221,74	20.5	7,22	626,52
B	0.0	16,72	313,55	0.0	17,23	240,41	0.0	11,61	836,56
	9.0	16,63	252,08	5.0	17,95	245,86	9.0	10,60	1443,72
	20.0	16,47	275,42	12.0	17,26	213,18	21.0	9,25	1460,12

braço Taquari e ponto barragem. O conteúdo de nitrogênio total foi mais elevado no ponto II do braço Paranapanema e ponto I do braço Taquari. No ponto barragem os valores foram similares aos do braço Taquari (TAB. 21).

No terceiro experimento, o conteúdo de fósforo total também não variou consideravelmente entre os pontos e profundidades. O conteúdo de nitrogênio total foi maior no ponto III dos braços Paranapanema e Taquari. O ponto barragem apresentou concentrações mais próximas àquelas do braço Taquari (TAB. 21).

No quarto experimento, o conteúdo de fósforo total sofreu variação considerável entre profundidades nos pontos estudados. As concentrações no braço Paranapanema foram maiores que aquelas do braço Taquari. No ponto barragem, as concentrações de fósforo total foram similares às do braço Taquari. A concentração de nitrogênio total foi maior no ponto dos braços Paranapanema e Taquari. No ponto barragem, as concentrações de nitrogênio foram similares às do braço Paranapanema (TAB. 21).

4.11 Clorofila-a na coluna d'água

No primeiro experimento, o conteúdo de clorofila-a foi maior no ponto II do braço Paranapanema, e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, os valores foram similares aos do braço Taquari. Em geral, os maiores valores de clorofila-a foram observados na superfície da coluna d'água (exceto ponto PIII).

TABELA 22 - Conteúdo de clorofila-a em ug/l, em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), da coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 1º (30 e 31/10 a 01/11/90), 2º (21 a 24/01/91), 3º (22 a 26/04/91) e 4º (15 a 19/07/91) experimentos.

PONTOS DE COLETA	1º EXPERIMENTO		2º EXPERIMENTO		3º EXPERIMENTO		4º EXPERIMENTO	
	PROF.	Cloro- fila-a	PROF.	Cloro- fila-a	PROF.	Cloro- fila-a	PROF.	Cloro- fila-a
PI	0.0	2,97	0.0	4,50	0.0	0,67	0.0	1,52
	3.0	2,56	1.5	2,92	2.0	0,79	2.0	1,91
	7.0	2,07	4.0	3,21	5.0	0,96	5.0	2,02
PII	0.0	8,14	0.0	4,50	0.0	2,92	0.0	4,16
	2.0	3,55	1.5	2,02	3.0	1,91	2.0	4,05
	4.5	2,61	3.5	1,35	6.5	0,90	5.0	0,90
PIII	0.0	2,02	0.0	2,25	0.0	1,01	0.0	2,92
	4.0	2,65	3.0	2,25	5.0	1,35	3.5	2,02
	9.0	3,15	7.0	1,80	12.0	0,90	8.5	2,14
TI	0.0	3,55	0.0	3,93	0.0	3,26	0.0	2,36
	2.0	2,11	1.0	3,26	3.0	2,59	3.0	2,14
	4.0	1,53	3.0	3,48	6.0	2,47	6.5	2,92
TII	0.0	1,35	0.0	1,80	0.0	1,91	0.0	1,57
	8.0	1,18	7.0	1,62	7.5	0,79	8.5	0,90
	18.0	0,65	16.0	1,12	18.0	0,67	19.5	1,01
TIII	0.0	1,38	0.0	0,79	0.0	2,02	0.0	0,11
	8.0	0,99	7.0	1,01	8.5	1,46	0.0	1,24
	19.0	0,62	17.0	0,22	19.5	1,35	20.5	0,90
B	0.0	1,22	0.0	0,67	0.0	1,12	0.0	4,27
	9.0	0,81	9.0	1,01	9.5	1,12	9.0	1,12
	20.0	0,61	20.0	0,56	22.5	0,90	21.0	1,24

Entre os braços, o Paranapanema apresentou maior conteúdo desse pigmento do que o Taquari (TAB. 22).

No segundo experimento, o conteúdo de clorofila-a foi maior no ponto I dos braços Paranapanema e Taquari, ambos na superfície. O ponto barragem apresentou conteúdos similares aos do braço Taquari (particularmente TII e TIII). Em geral, os maiores conteúdos de clorofila-a foram observados na superfície da coluna d'água. Entre os braços, o Paranapanema apresentou maiores conteúdos do pigmento (TAB. 22).

No terceiro experimento, o conteúdo de clorofila-a foi mais elevado no ponto II do braço Paranapanema e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, o conteúdo de clorofila-a foi similar ao dos dois braços. Entre os braços, o Taquari apresentou conteúdos mais elevados do pigmento. Em geral, os valores mais elevados de clorofila-a foram observados na superfície da coluna d'água (TAB 22).

No quarto experimento, o conteúdo de clorofila-a foi maior nos pontos II e III do braço Paranapanema e no ponto I do braço Taquari. No ponto barragem, o conteúdo do pigmento não diferiu significativamente daqueles encontrados nos braços. Entre os dois braços, o Paranapanema apresentou maiores conteúdos de clorofila-a. Em geral, os maiores valores de clorofila-a foram observados na superfície da coluna d'água (TAB 22).

4.12 Material particulado e suas frações orgânica e inorgânica na coluna d'água

No primeiro experimento, as concentrações de material particulado e suas frações foram maiores nos pontos I e II do braço Paranapanema e ponto I do braço Taquari (TAB.23). No ponto barragem, as concentrações foram similares às dos pontos TII e TIII do braço Taquari. Em geral, nos dois braços estudados, a quantidade de material particulado e suas frações diminui com a aproximação do corpo principal do reservatório. Nos pontos do braço Paranapanema, a fração inorgânica do material particulado é maior do que a fração orgânica. No ponto III do braço Taquari e na superfície (0,0 m) do ponto barragem a fração orgânica foi maior do que a inorgânica. A concentração de material particulado e suas frações no ponto barragem a 9,0 m não foi determinada (TAB. 23).

No segundo experimento, os valores de material particulado e suas frações mais altos foram observadas no ponto II do braço Paranapanema e ponto I do braço Taquari. No ponto barragem as concentrações foram muito baixas, em geral menores que 1,00 mg/l. Em ambos os braços a fração inorgânica do material particulado foi mais alta que a orgânica. No entanto, no ponto barragem a fração orgânica foi mais alta que a inorgânica nas três profundidades amostradas (TAB. 23)

No terceiro experimento, as concentrações de material particulado e suas frações foram mais elevadas no ponto I do braço Paranapanema e nos pontos I e III no braço Taquari (TAB.24). No ponto barragem, as concentrações foram similares às do braço Taquari. No braço Paranapanema, a fração inorgânica foi mais

TABELA 23 - Material particulado total (M.P.T.), orgânico (M.P.O.) e inorgânico (M.P.I.) (mg/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 1º (30 e 31/10 a 01/11/90) e 2º experimento (21 a 24/01/91)

PONTOS DE COLETA	1º EXPERIMENTO				2º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	M.P.T.	M.P.O.	M.P.I.	PROF. (m)	M.P.T.	M.P.O.	M.P.I.
PI	0.0	10,69	2,23	8,46	0.0	35,82	3,51	32,51
	3.0	12,35	2,72	9,63	1.5	29,77	8,13	21,64
	7.0	12,68	2,73	9,95	4.0	43,53	8,03	35,50
PII	0.0	13,03	2,00	11,03	0.0	45,92	4,61	41,31
	2.0	8,83	1,94	6,89	1.5	48,68	3,27	45,41
	4.5	12,84	1,72	11,12	3.5	22,36	4,02	18,34
PIII	0.0	3,88	1,13	2,75	0.0	6,78	1,15	5,63
	4.0	3,14	1,00	2,14	3.0	13,92	1,35	12,57
	9.0	2,47	0,76	1,71	7.0	22,53	1,09	21,44
TI	0.0	4,09	1,51	2,58	0.0	26,21	1,57	24,64
	2.0	3,33	1,58	1,75	1.0	25,26	1,32	23,94
	4.0	3,39	1,46	1,93	3.0	24,98	1,37	23,61
TII	0.0	1,46	0,73	0,73	0.0	21,63	0,76	20,87
	8.0	1,03	0,76	0,27	7.0	19,76	0,71	19,05
	18.0	1,67	0,72	0,95	16.0	20,16	0,83	19,33
TIII	0.0	0,64	0,48	0,16	0.0	19,01	1,48	17,53
	8.0	0,85	0,73	0,12	7.0	19,58	0,35	19,23
	19.0	0,73	0,54	0,19	17.0	18,57	0,57	18,00
B	0.0	1,02	0,75	0,27	0.0	0,55	0,51	0,04
	9.0	-	-	-	9.0	0,73	0,48	0,25
	20.0	0,63	0,12	0,51	20.0	1,72	1,48	0,24

TABELA 24 - Material particulado total (M.P.T.), orgânico (M.P.O.) e inorgânico (M.P.I.) (mg/l), em 3 profundidades (superfície, 30 e 70% da profundidade local), na coluna d'água nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no início do 3º (22 a 26/04/91) e 4º experimento (15 a 19/07/91).

PONTOS DE COLETA	3º EXPERIMENTO				4º EXPERIMENTO			
	PROF. (m)	M.P.T.	M.P.O.	M.P.I.	PROF.	M.P.T.	M.P.O.	M.P.I.
		(mg/l)				(mg/l)		
PI	0.0	15,64	2,35	13,29	0.0	9,44	3,50	5,94
	2.0	14,96	2,16	12,80	2.0	11,21	2,04	9,17
	5.0	22,43	5,17	17,26	5.0	10,30	1,73	8,57
PII	0.0	8,39	1,13	7,26	0.0	7,27	1,29	5,98
	3.0	10,61	1,95	8,86	2.0	7,45	1,13	6,32
	6.5	10,97	1,73	9,24	5.0	6,77	1,28	5,49
PIII	0.0	3,56	0,31	3,25	0.0	1,86	0,94	0,92
	5.0	2,99	0,33	2,66	3.5	3,65	2,14	1,51
	12.0	4,37	0,37	4,00	10.5	2,34	0,41	1,93
TI	0.0	3,48	2,32	1,16	0.0	3,50	-	-
	3.0	3,46	1,80	1,66	3.0	3,13	2,61	0,52
	6.0	3,14	1,79	1,35	6.5	3,58	2,96	0,62
TII	0.0	2,11	1,36	0,75	0.0	0,52	-	-
	7.5	1,42	0,98	0,44	8.5	1,97	1,67	0,30
	18.0	2,15	1,59	0,56	19.5	2,09	2,09	0,00
TIII	0.0	3,06	2,15	0,91	0.0	0,93	-	-
	8.5	3,03	2,09	0,94	9.0	-	-	-
	19.5	2,60	1,85	0,75	20.5	-	-	-
B	0.0	2,95	1,91	1,04	0.0	-	-	-
	9.5	2,37	1,65	0,72	9.0	-	-	-
	22.5	2,00	1,28	0,72	21.0	-	-	-

elevada que a orgânica. No braço Taquari e no ponto barragem a fração orgânica foi mais elevada que a inorgânica (TAB. 24).

No quarto experimento, as concentrações de material particulado e suas frações foram maiores no ponto I dos braços Paranapanema e Taquari. Nos pontos I e II do braço Paranapanema, a concentração de material particulado inorgânico foi maior que a do material orgânico. No ponto III a fração orgânica foi maior que a inorgânica (exceto a 10,5m). No braço Taquari a fração orgânica foi maior que a inorgânica. No ponto III do braço Taquari e no ponto barragem, as concentrações de material particulado e suas frações não foram determinadas.

4.13 Taxa de sedimentação total, orgânica e inorgânica nas câmaras de sedimentação

As médias das taxas de sedimentação total, orgânica e inorgânica ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) na superfície (30 % da profundidade local) e fundo (70 % da profundidade local), nos quatro experimentos nos pontos I, II e III do braço Paranapanema estão ilustradas na Fig. 22.

No ponto I (P I), nos dois primeiros experimentos não foi possível a determinação da taxa de sedimentação. No terceiro experimento a taxa de sedimentação total média foi similar entre a superfície e o fundo. Em ambas as profundidades, a fração inorgânica do material particulado sedimentado foi maior do que a

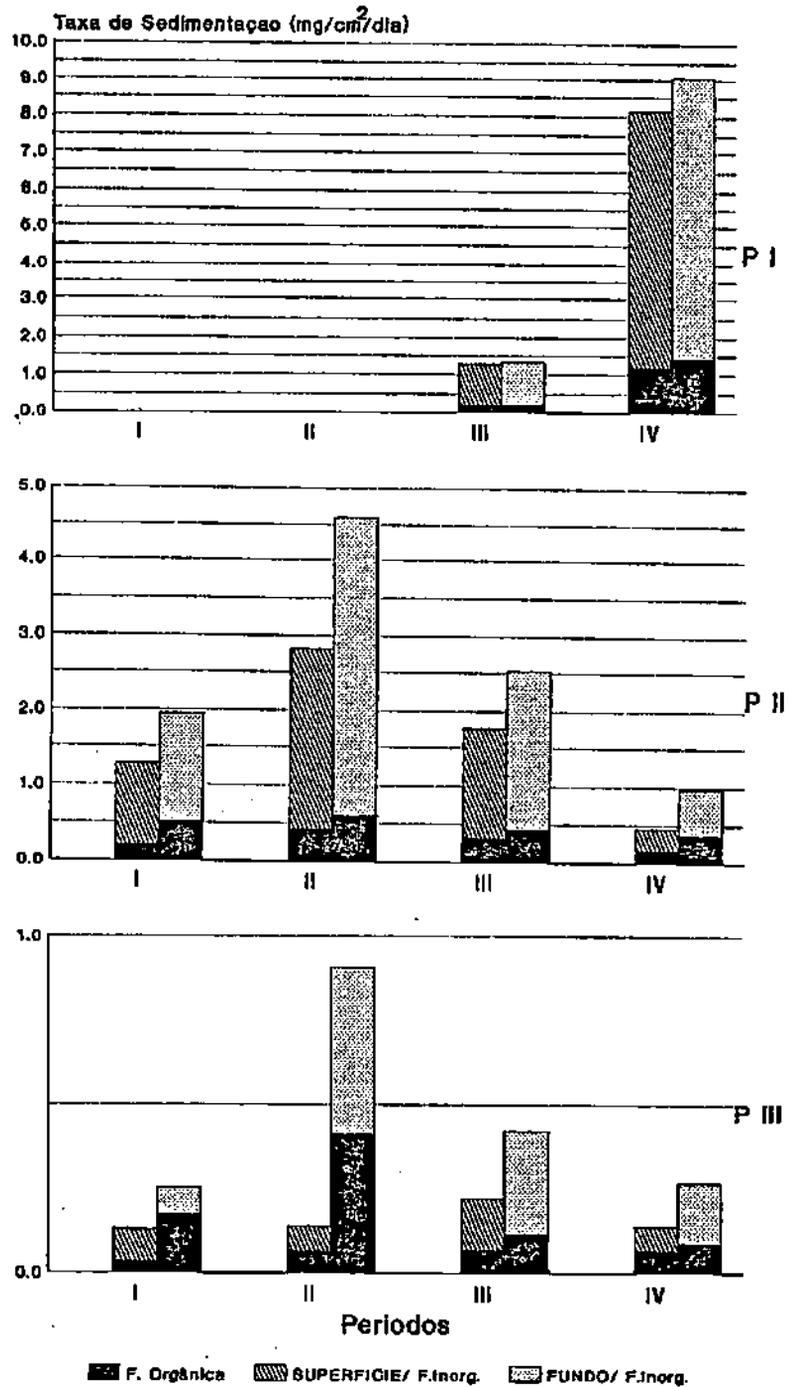


FIGURA 22 - Médias das taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) nas câmaras de sedimentação na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), nos pontos I, II e III do braço Paranapanema, nos quatro experimentos realizados.

orgânica. No quarto experimento, a taxa de sedimentação total foi maior no fundo do que na superfície. A fração inorgânica do material sedimentado também foi maior no fundo do ambiente. As médias da taxa de sedimentação total foram mais altas do que no terceiro experimento.

No ponto II (P II) as médias das taxas de sedimentação total foram maiores no fundo em relação à superfície. A fração inorgânica do material particulado total foi maior no fundo do que na superfície em todos os experimentos. No segundo experimento foram observadas as maiores médias e no quarto experimento as menores.

No ponto III (P III), no quatro experimentos, as médias das taxas de sedimentação total foram mais elevadas no fundo do que na superfície. A fração inorgânica na superfície e no fundo foi mais alta nos 4 experimentos, exceto no primeiro experimento no fundo, onde a fração orgânica superou a inorgânica. A taxa de sedimentação de material particulado foi similar na superfície e no fundo nos quatro experimentos exceto no segundo onde as médias no fundo foram maiores.

As médias das taxas de sedimentação total, orgânica e inorgânica ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) na superfície e no fundo, nos pontos I, II e III do braço Taquari, nos quatro experimentos estão representadas na Fig. 23.

No ponto I (T I) as taxas de sedimentação nos dois primeiros experimentos não foram determinadas. No terceiro e quarto experimentos, as médias das taxas de sedimentação total foram maiores no fundo do que na superfície. As médias das

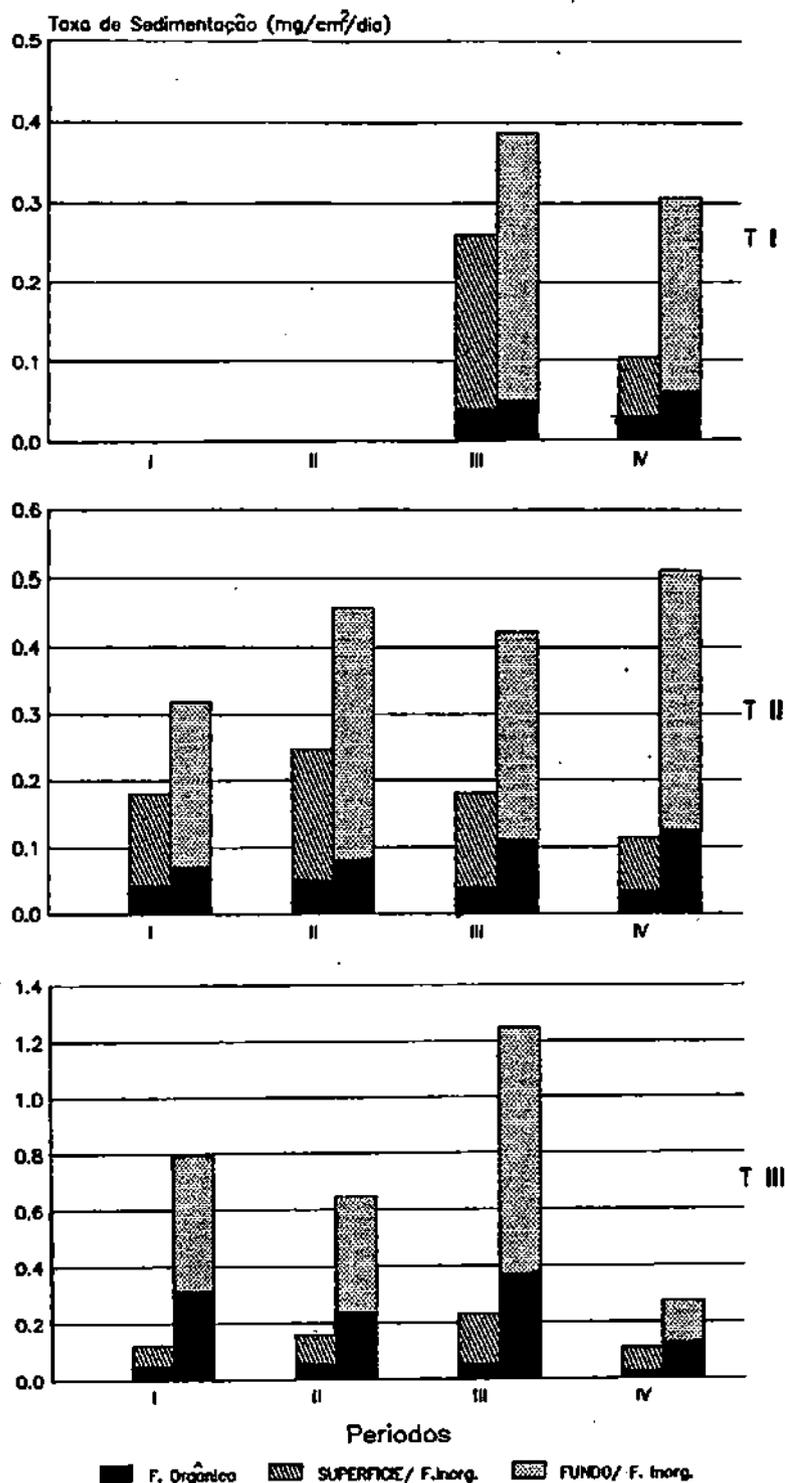


FIGURA 23 - Médias das taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) nas câmaras de sedimentação na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), nos pontos I, II e III do braço Taquari, nos quatro experimentos realizados.

frações inorgânicas foram superiores no fundo e inferiores na superfície. No terceiro experimento, as médias da taxa de sedimentação total, orgânica e inorgânica foram maiores do que no quarto experimento tanto na superfície como no fundo.

No ponto II (T II), as médias da taxa de sedimentação total foram mais elevadas no fundo em todos os experimentos. Em relação às frações, a inorgânica foi maior tanto na superfície como no fundo nos quatro experimentos.

No ponto III (T III), as médias das taxas de sedimentação total foram superiores no fundo nos 4 experimentos. A fração inorgânica foi maior na superfície e no fundo nos três primeiros experimentos e na superfície do quarto experimento. Neste último, as frações orgânica e inorgânica medidas no fundo foram similares. Dos quatro experimentos, as maiores médias foram observadas no terceiro experimento na superfície e principalmente no fundo.

As médias das taxas de sedimentação total, orgânica e inorgânica ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) na superfície e no fundo, no ponto Barragem, nos quatro experimentos estão ilustradas na Fig. 24.

No primeiro, terceiro e quarto experimento as médias da taxa de sedimentação total foram mais elevadas no fundo do que na superfície. No segundo experimento as taxas na superfície e no fundo foram equivalentes. A fração inorgânica na superfície e no fundo em todos os experimentos foi superior à orgânica. A maior média dentre todos os experimentos foi observada no fundo durante o quarto experimento.

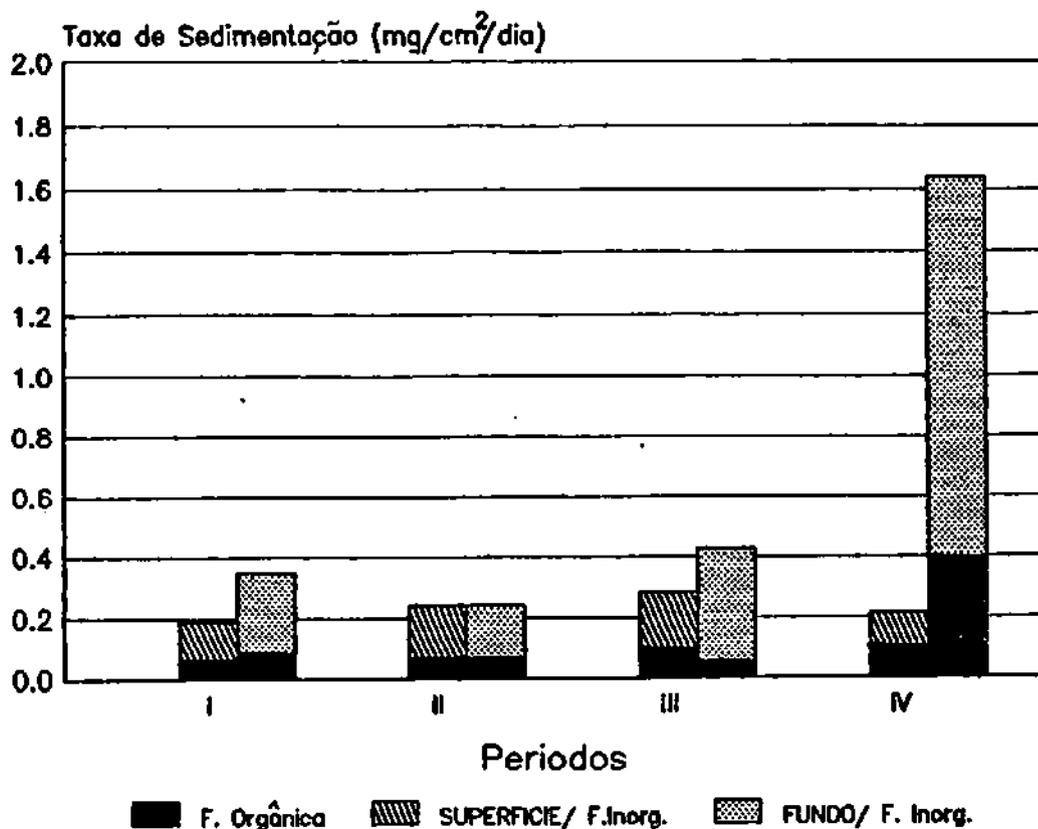


FIGURA 24 - Médias das taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) nas câmaras de sedimentação na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto Barragem, nos quatro experimentos realizados.

Todos os valores da taxa de sedimentação total, orgânica e inorgânica estão apresentados nas tabelas 25 a 31.

A análise estatística revelou que as médias anuais da taxa de sedimentação total, comparando-se profundidade x pontos de coleta diferiram quanto à profundidade, isto é, foram maiores no fundo do ambiente, em todos os pontos de coleta. Entre as estações de amostragem, a média obtida para a superfície no ponto PII diferiu dos demais pontos. Comparando-se médias de fundo, os valores de PII e TIII diferiram entre si. As médias de PIII e TII não mostraram diferenças significativas entre si (TAB. 32).

As médias anuais da taxa de sedimentação total, comparando-se profundidade x períodos do ano, foram maiores no fundo do ambiente, em todos os períodos do ano. Entre os períodos, as médias de superfície diferiram estatisticamente entre si, enquanto que no fundo não houve diferenças significativas entre P1 e P4. Entretanto, as médias de P1 e P4 diferiram de P3 e, a de P3 foi estatisticamente diferente de P2 (TAB. 33).

Comparando-se os pontos de coleta x períodos do ano, a média de PII diferiu dos demais pontos em P1 e P2, onde entre PIII, TII, TIII, B não houve diferenças significativas. A média no ponto PII diferiu daquela de TIII. Estas foram diferentes de PIII, TII e B, entre os quais não houve diferenças significativas no período P3. Entre os pontos PII e B não houve diferenças significativas no período P4, onde as médias destes pontos diferiram das demais. Entre os períodos do ano, PII diferiu significativamente entre os quatro períodos. O ponto PIII diferiu

TABELA 25 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto I do braço Paranapanema, em 2 experimentos.

PERIODO	REPLICA	SUPERFICIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
ABR-MAI-91	(1)	0,144	0,027	0,177	1,538	0,178	1,360
	(2)	2,069	0,252	1,817	1,134	0,117	1,017
	(3)	1,732	0,219	1,513	0,466	0,056	0,410
	(4)	1,161	0,139	1,022	2,150	0,226	1,924
	Médias	1,277	0,159	1,132	1,322	0,144	1,178
JULHO-91	(1)	7,901	1,137	6,674	11,274	1,580	9,694
	(2)	7,742	1,174	6,568	13,211	1,940	11,271
	(3)	7,844	1,348	6,496	8,113	1,236	6,877
	(4)	9,041	1,383	7,658	3,766	0,773	2,993
	Médias	8,132	1,261	6,849	9,091	1,382	7,709

1 a 4 = réplicas

médias

52,06 g/m²/dia

TABELA 26 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto II do braço Paranapanema, nos 4 experimentos.

PERIODO	REPLICA	SUPERFICIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
OUT-NOV-90	(1)	1,345	0,170	1,175	1,949	0,286	1,663
	(2)	1,256	0,191	1,065	1,855	1,018	0,837
	(3)	1,163	0,158	1,005	1,967	0,294	1,673
	(4)	1,301	0,195	1,106	2,013	0,301	1,712
	Médias	1,266	0,179	1,088	1,946	0,475	1,471
JAN-FEV-91	(1)	2,157	0,309	1,848	4,521	0,638	3,883
	(2)	3,194	0,392	2,802	4,941	0,663	4,278
	(3)	3,232	0,445	2,787	4,469	0,614	3,855
	(4)	2,742	0,393	2,349	4,487	0,544	3,943
	Médias	2,831	0,385	2,447	4,605	0,615	3,990
ABR-MAI-91	(1)	1,721	0,260	1,459	2,523	0,397	2,126
	(2)	1,860	0,269	1,591	2,506	0,388	2,118
	(3)	1,778	0,269	1,515	2,605	0,401	2,204
	(4)	1,697	0,244	1,453	2,502	0,355	2,147
	Médias	1,764	0,261	1,505	2,534	0,385	2,149
JULHO-91	(1)	0,528	0,118	0,410	0,973	0,195	0,778
	(2)	0,510	0,137	0,373	0,824	0,173	0,651
	(3)	0,382	0,155	0,227	0,994	0,227	0,767
	(4)	0,378	0,157	0,221	1,085	0,228	0,857
	Médias	0,450	0,142	0,308	0,969	0,206	0,763

1 a 4 = réplicas

TABELA 27 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto III do braço Paranapanema, nos 4 experimentos.

PERÍODO	REPLICA	SUPERFÍCIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGÂNICA	INORGÂNICA	TOTAL	ORGÂNICA	INORGÂNICA
OUT-NOV-90	(1)	0,181	0,043	0,138	0,305	0,250	0,055
	(2)	0,144	0,036	0,108	0,204	0,098	0,106
	(3)	0,164	0,033	0,131	0,089	0,064	0,025
	(4)	0,023	0,006	0,017	0,397	0,229	0,168
	Médias	0,128	0,030	0,099	0,249	0,160	0,089
JAN-FEV-91	(1)	0,233	0,051	0,182	0,886	0,360	0,526
	(2)	0,130	0,029	0,101	1,094	0,429	0,665
	(3)	0,132	0,071	0,061	0,768	0,368	0,400
	(4)	0,057	0,028	0,029	0,894	0,406	0,488
	Médias	0,138	0,045	0,093	0,911	0,391	0,520
ABR-MAI-91	(1)	0,201	0,051	0,150	0,291	0,062	0,229
	(2)	0,187	0,052	0,135	0,611	0,127	0,484
	(3)	0,246	0,055	0,191	0,514	0,102	0,412
	(4)	0,223	0,053	0,170	0,257	0,057	0,200
	Médias	0,214	0,053	0,162	0,418	0,087	0,331
JULHO-91	(1)	0,142	0,051	0,091	0,279	0,070	0,209
	(2)	0,124	0,049	0,075	0,270	0,073	0,197
	(3)	0,140	0,072	0,068	0,266	0,087	0,179
	(4)	0,144	0,054	0,090	0,232	0,064	0,168
	Médias	0,138	0,057	0,081	0,262	0,074	0,188

1 a 4 = réplicas

TABELA 28 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto I do braço Taquari, em 2 experimentos.

PERÍODO	REPLICA	SUPERFÍCIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
ABR-MAI-91	(1)	0,248	0,033	0,215	0,379	0,058	0,321
	(2)	0,267	0,051	0,216	0,386	0,042	0,344
	(3)	0,281	0,054	0,227	0,400	0,063	0,337
	(4)	0,240	0,027	0,213	0,388	0,058	0,330
	Médias	0,259	0,041	0,218	0,388	0,055	0,333
JULHO-91	(1)	0,141	0,037	0,104	0,295	0,059	0,236
	(2)	0,124	0,029	0,095	0,306	0,067	0,239
	(3)	0,041	0,014	0,027	0,310	0,069	0,241
	(4)	0,113	0,029	0,084	0,318	0,070	0,248
	Médias	0,105	0,027	0,078	0,307	0,066	0,241

1 a 4 = réplicas

TABELA 29 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto II do braço Taquari, nos 4 experimentos.

PERIODO	REPLICA	SUPERFICIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
OUT-NOV-90	(1)	0,207	0,048	0,159	0,335	0,072	0,263
	(2)	0,212	0,050	0,162	0,346	0,069	0,277
	(3)	0,098	0,031	0,067	0,264	0,068	0,196
	(4)	0,208	0,041	0,167	0,324	0,065	0,259
	Médias	0,181	0,043	0,139	0,317	0,069	0,249
JAN-FEV-91	(1)	0,206	0,045	0,161	0,444	0,073	0,371
	(2)	0,271	0,059	0,212	0,460	0,087	0,373
	(3)	0,223	0,044	0,179	0,460	0,087	0,373
	(4)	0,285	0,058	0,227	0,475	0,101	0,374
	Médias	0,246	0,052	0,195	0,460	0,087	0,373
ABR-MAI-91	(1)	0,193	0,030	0,163	0,325	0,088	0,237
	(2)	0,146	0,010	0,136	0,772	0,343	0,429
	(3)	0,183	0,018	0,165	0,259	0,074	0,185
	(4)	0,202	0,060	0,142	0,412	0,132	0,280
	Médias	0,181	0,030	0,152	0,442	0,159	0,283
JULHO-91	(1)	0,119	0,029	0,090	0,581	0,124	0,457
	(2)	0,114	0,026	0,088	0,563	0,143	0,420
	(3)	0,112	0,027	0,085	0,446	0,106	0,340
	(4)	0,104	0,025	0,079	0,459	0,096	0,363
	Médias	0,112	0,027	0,086	0,512	0,117	0,395

1 a 4 = réplicas

TABELA 30 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), no ponto III do braço Taquari, nos 4 experimentos.

PERIODO	REPLICA	SUPERFICIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
OUT-NOV-90	(1)	0,079	0,023	0,056	0,542	0,338	0,204
	(2)	0,101	0,034	0,067	0,641	0,175	0,466
	(3)	0,074	0,021	0,053	0,998	0,442	0,556
	(4)	0,224	0,027	0,197	0,994	0,301	0,693
	Médias	0,120	0,026	0,093	0,794	0,314	0,480
JAN-FEV-91	(1)	0,136	0,027	0,109	0,967	0,391	0,576
	(2)	0,158	0,032	0,126	0,696	0,186	0,510
	(3)	0,166	0,032	0,134	0,298	0,074	0,224
	(4)	0,169	0,034	0,135	0,625	0,297	0,328
	Médias	0,157	0,031	0,126	0,647	0,237	0,410
ABR-MAI-91	(1)	0,256	0,054	0,202	1,886	0,539	1,347
	(2)	0,246	0,062	0,184	0,964	0,270	0,694
	(3)	0,241	0,056	0,185	0,749	0,202	0,547
	(4)	0,188	0,046	0,142	1,377	0,518	0,859
	Médias	0,233	0,055	0,178	1,244	0,382	0,862
JULHO-91	(1)	0,119	0,029	0,090	0,378	0,253	0,125
	(2)	0,114	0,026	0,088	0,265	0,199	0,066
	(3)	0,077	0,019	0,058	0,221	0,056	0,165
	(4)	0,112	0,029	0,083	0,234	0,051	0,183
	Médias	0,106	0,026	0,080	0,275	0,140	0,135

1 a 4 = réplicas

TABELA 31 - Taxas de sedimentação total e suas frações orgânica e inorgânica (mg/cm²/dia) com suas respectivas médias, na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total) da Barragem nos 4 experimentos.

PERIODO	REPLICA	SUPERFICIE			FUNDO		
		TOTAL	ORGANICA	INORGANICA	TOTAL	ORGANICA	INORGANICA
OUT-NOV-90	(1)	0,045	0,022	0,023	0,318	0,056	0,262
	(2)	0,248	0,067	0,181	0,339	0,082	0,257
	(3)	0,256	0,071	0,185	0,381	0,098	0,283
	(4)	0,216	0,054	0,162	0,354	0,085	0,269
	Médias	0,191	0,054	0,138	0,348	0,080	0,268
JAN-FEV-91	(1)	0,234	0,039	0,195	0,249	0,044	0,205
	(2)	0,258	0,040	0,218	0,240	0,043	0,197
	(3)	0,231	0,037	0,194	0,247	0,056	0,191
	(4)	0,236	0,037	0,199	0,220	0,044	0,176
	Médias	0,240	0,038	0,202	0,239	0,047	0,192
ABR-MAI-91	(1)	0,339	0,074	0,265	0,484	0,038	0,446
	(2)	0,373	0,078	0,295	0,389	0,010	0,379
	(3)	0,139	0,044	0,095	0,371	0,024	0,347
	(4)	0,276	0,055	0,221	0,456	0,060	0,396
	Médias	0,282	0,063	0,219	0,425	0,033	0,392
JULHO-91	(1)	0,216	0,064	0,152	0,767	0,196	0,571
	(2)	0,207	0,059	0,148	3,428	0,942	2,486
	(3)	0,205	0,073	0,132	1,396	0,319	1,077
	(4)	0,220	0,043	0,177	0,945	0,197	0,748
	Médias	0,212	0,060	0,152	1,634	0,414	1,221

1 a 4 = réplicas

significativamente entre os períodos P2 e P3. O ponto TII não diferiu significativamente durante os quatro períodos de experimento. O ponto TIII foi estatisticamente diferente entre os períodos P1 e P3. O ponto B foi estatisticamente diferente somente no período P4 (TAB. 34).

As médias anuais da taxa de sedimentação orgânica, comparando-se profundidade x pontos de coleta, foram mais altas no fundo do ambiente, em todos os pontos de coleta. Entre os pontos, examinando-se as médias de superfície, o ponto PII diferiu significativamente dos demais pontos. Estes não mostraram diferenças significativas entre si. O exame das médias de fundo permitiu verificar que os pontos PII e TIII diferiram significativamente dos demais pontos (TAB. 35).

O estudo das médias anuais da taxa de sedimentação orgânica, comparando-se profundidade x períodos do ano, foram significativamente mais altas no fundo do ambiente em todos os períodos do ano. Entre estes, para os dados de superfície, as médias não diferiram estatisticamente entre si. No fundo, não houve diferenças significativas entre os períodos P1 e P3. Entretanto, estes diferiram significativamente do período P2. E, este por sua vez diferiu significativamente do período P4 (TAB 36).

Comparando-se as médias dos pontos de coleta x períodos do ano, média do ponto PII diferiu significativamente dos demais pontos no período P1. As médias dos pontos PII, PIII e TIII diferiram significativamente entre si no período P2. As médias dos pontos PII e TIII não diferiram estatisticamente e

TABELA 32 - Médias anuais da taxa de sedimentação total ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$) em duas profundidades (superfície e fundo), e 5 pontos de coleta nos braços Paranapanema (PII, PIII) e Taquari (TII e TIII) e Barragem (B).

PROF.	PONTOS DE COLETA				
	PII	PIII	TII	TIII	B
SUPERFICIE	1,58aB	0,15aA	0,18aA	0,15aA	0,23aA
FUNDO	2,51bC	0,46bA	0,43bA	0,74bB	0,66bAB

DMS (5%) = 0,17 (para profundidade no ponto de coleta).
 DMS (5%) = 0,24 (para ponto de coleta na profundidade).

TABELA 33 - Médias anuais da taxa de sedimentação total ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 4 períodos do ano (P1, P2, P3 e P4).

PROF.	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
SUPERFICIE	0,38aAB	0,72aC	0,53aCB	0,20aA
FUNDO	0,73bA	1,37bC	1,01bB	0,73bA

DMS (5%) = 0,15 (para profundidade nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,20 (para períodos do ano na profundidade).

TABELA 34 - Médias anuais da taxa de sedimentação total ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{dia}$), em 5 pontos de coleta e 4 períodos do ano.

PONTOS DE COLETA	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
PII	1,61bB	3,72bD	2,15cC	0,71bA
PIII	0,19aA	0,52aB	0,32aAB	0,20aA
TII	0,25aA	0,35aA	0,31aA	0,31aA
TIII	0,46aAB	0,40aA	0,74bB	0,19aA
B	0,27aA	0,24aA	0,35aA	0,92bB

DMS (5%) = 0,34 (para pontos de coleta nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,32 (para períodos do ano nos pontos de coleta).

ambas diferiram dos demais pontos no período P3. Entre as médias dos pontos PII e B, houve diferenças significativas durante o período P4. Entre os períodos do ano, as médias do ponto PII diferiram significativamente nos períodos P2 e P4. As médias do ponto PIII diferiu apenas no período P2. As médias dos pontos TII não diferiram significativamente entre os períodos do ano. As médias de TIII diferiram estatisticamente nos períodos P3 e P4 e, as médias do ponto B, diferiu somente no período P4 (TAB. 37).

As médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica, comparando-se profundidades x pontos de coleta, foram significativamente maiores no fundo do ambiente, em todos os pontos de coleta. Entre eles, a média obtida para a superfície no ponto PII diferiu significativamente dos demais. Entre as médias de fundo, todas diferiram estatisticamente entre si (TAB. 38).

O estudo das médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica, comparando-se profundidade x períodos do ano, foram significativamente maiores no fundo, em todos os períodos do ano. Entre os períodos, para os dados de superfície, as médias dos períodos P2 e P4 diferiram estatisticamente entre si. No entanto, ambos diferiram dos períodos P1 e P3, que foram estatisticamente iguais. No fundo, as médias dos períodos P1 e P4 não diferiram estatisticamente. Entretanto, eles diferiram significativamente do período P2. E, este diferiu do período P3 (TAB. 39).

Em relação as médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica, comparando-se pontos de coleta x períodos do ano, a média do ponto PII diferiu significativamente dos demais pontos nos períodos P1 e P2. As médias dos pontos PII, TIII e B

TABELA 35 - Médias anuais da taxa de sedimentação orgânica (mg/cm²/dia), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 5 pontos de coleta nos braços Paranapanema (PII e PIII) Taquari (TII e TIII), e Barragem (B).

PROF.	PONTOS DE COLETA				
	PII	PIII	TII	TIII	B
SUPERFICIE	0,24aB	0,05aA	0,04aA	0,03aA	0,05aA
FUNDO	0,42bC	0,18bA	0,11bA	0,27bB	0,14bA

DMS (5%) = 0,07 (para profundidade no ponto de coleta).
 DMS (5%) = 0,09 (para ponto de coleta na profundidade).

TABELA 36 - Médias anuais da taxa de sedimentação orgânica (mg/cm²/dia), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 4 períodos do ano (P1, P2, P3 e P4).

PROF.	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
SUPERFICIE	0,07aA	0,11aA	0,09aA	0,06aA
FUNDO	0,22bAB	0,28bB	0,21bAB	0,19bA

DMS (5%) = 0,06 (para profundidade nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,08 (para períodos do ano na profundidade).

TABELA 37 - Médias anuais da taxa de sedimentação orgânica (mg/cm²/dia), em 5 pontos de coleta, e 4 períodos do ano.

PONTOS DE COLETA	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
PII	0,33bB	0,50cC	0,32bB	0,17abA
PIII	0,09aA	0,22bB	0,07aA	0,07aA
TII	0,06aA	0,07aA	0,09aA	0,07aA
TIII	0,17aAB	0,13abAB	0,22bB	0,08aA
B	0,07aA	0,04aA	0,05aA	0,24bB

DMS (5%) = 0,13 (para pontos de coleta nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,12 (para períodos do ano nos pontos de coleta).

TABELA 38 - Médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica (mg/cm²/dia), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 5 pontos de coleta nos braços Paranapanema (PII e PIII) e Taquari (TII e TIII), e Barragem (B).

PROF.	PONTOS DE COLETA				
	PII	PIII	TII	TIII	B
SUPERFICIE	1,34aB	0,11aA	0,14aA	0,12aA	0,18aA
FUNDO	2,09bD	0,28bA	0,32bAB	0,47bB	0,52bC

DMS (5%) = 0,13 (para profundidade no ponto de coleta).
 DMS (5%) = 0,19 (para ponto de coleta na profundidade).

TABELA 39 - Médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica (mg/cm²/dia), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 4 períodos do ano (P1, P2, P3 e P4).

PROF.	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
SUPERFICIE	0,31aB	0,61aC	0,44aB	0,14aA
FUNDO	0,51bA	1,10bC	0,80bB	0,54bA

DMS (5%) = 0,12 (para profundidade nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,16 (para períodos do ano na profundidade).

TABELA 40 - Médias anuais da taxa de sedimentação inorgânica (mg/cm²/dia), em 5 pontos de coleta, e 4 períodos do ano.

PONTOS DE COLETA	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
PII	1,28bB	3,22bD	1,83cC	0,54bA
PIII	0,09aA	0,31aA	0,25aA	0,13aA
TII	0,19aA	0,28aA	0,22aA	0,24aA
TIII	0,29aAB	0,27aAB	0,52bB	0,11aA
B	0,20aA	0,20aA	0,31abA	0,69bB

DMS (5%) = 0,27 (para pontos de coleta nos períodos do ano).
 DMS (5%) = 0,25 (para períodos do ano nos pontos de coleta).

diferiram estatisticamente entre si, no período P3. As médias dos pontos PII e B não diferiram significativamente entre si no período P4. No entanto, estas foram diferentes das demais médias. Entre os períodos do ano, as médias do ponto PII diferiram estatisticamente nos quatro períodos estudados. As médias dos pontos PIII e TII foram estatisticamente iguais durante os quatro períodos. As médias do ponto TIII diferiu nos períodos P3 e P4. Entre as médias do ponto B, sofreu diferença significativa àquela do período P4 (TAB. 40).

4.14 Conteúdo de nitrogênio total nas câmaras de sedimentação

As médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) nas amostras d'água das câmaras de sedimentação incubadas na superfície e no fundo dos pontos I, II e III do braço Paranapanema nos quatro experimentos estão ilustradas na Fig. 25.

No ponto I (P I), no primeiro e segundo experimentos, o conteúdo deste nutriente não foi determinado. No terceiro experimento, a concentração média de nitrogênio total foi maior na superfície. Já no quarto experimento, o conteúdo médio de nitrogênio total foi maior no fundo. As maiores médias na superfície e no fundo foram observadas no quarto experimento.

No ponto II (P II), a concentração média de nitrogênio total foi superior na superfície no primeiro, segundo e terceiro experimentos. No quarto experimento, a concentração média foi

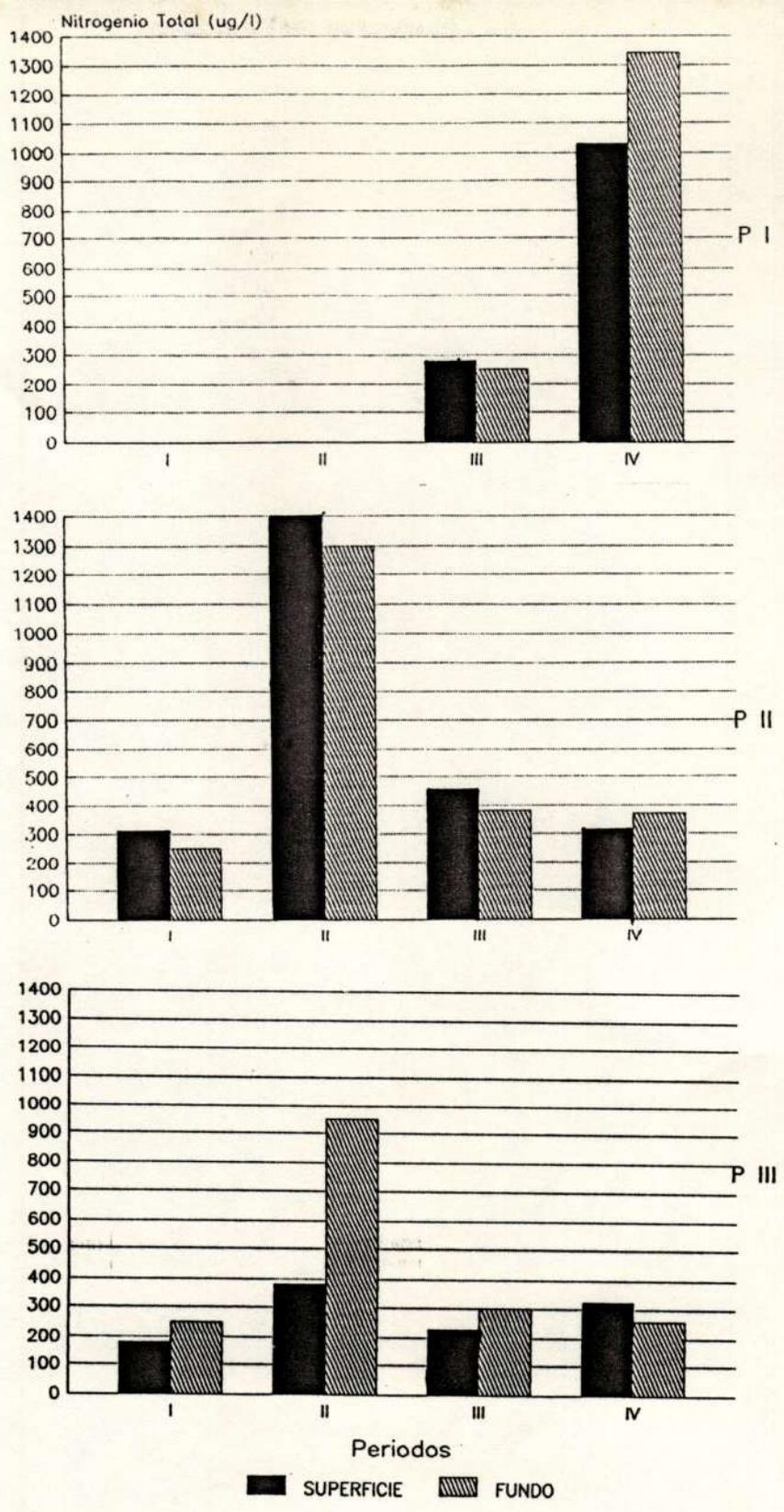


FIGURA 25 - Médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), em amostras d'água das câmaras de sedimentação nos pontos I, II e III do braço Paranapanema, nos quatro experimentos realizados.

maior no fundo. Entre os experimentos, as maiores médias foram observadas durante o segundo experimento na superfície e no fundo.

No ponto III (P III) o conteúdo médio de nitrogênio total no primeiro, segundo e terceiro experimentos foram maiores no fundo. No quarto experimento, o conteúdo médio foi superior na superfície. Entre os experimentos, as maiores médias na superfície e no fundo foram observadas durante o segundo experimento.

As médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) nas amostras d'água das câmaras de sedimentação na superfície e no fundo dos pontos I, II e III do braço Taquari nos quatro experimentos são ilustradas pela Fig. 26.

No ponto I (T I), o conteúdo de nitrogênio total nos dois primeiros experimentos não foi determinado. No terceiro experimento, a concentração média de nitrogênio total foi superior no fundo nos três primeiros experimentos. No quarto experimento, a concentração média foi superior na superfície. A maior média foi observada durante o terceiro experimento no fundo do ambiente e a menor na superfície do mesmo.

No ponto II (T II), o conteúdo médio de nitrogênio total foi maior no fundo em todos os experimentos. A maior média na superfície foi observada no segundo e quarto experimentos. No fundo, a maior média foi observada no quarto experimento.

No ponto III (T III) as médias foram superiores no fundo do ambiente nos quatro experimentos. A maior média na superfície foi observada no quarto período e no fundo no segundo

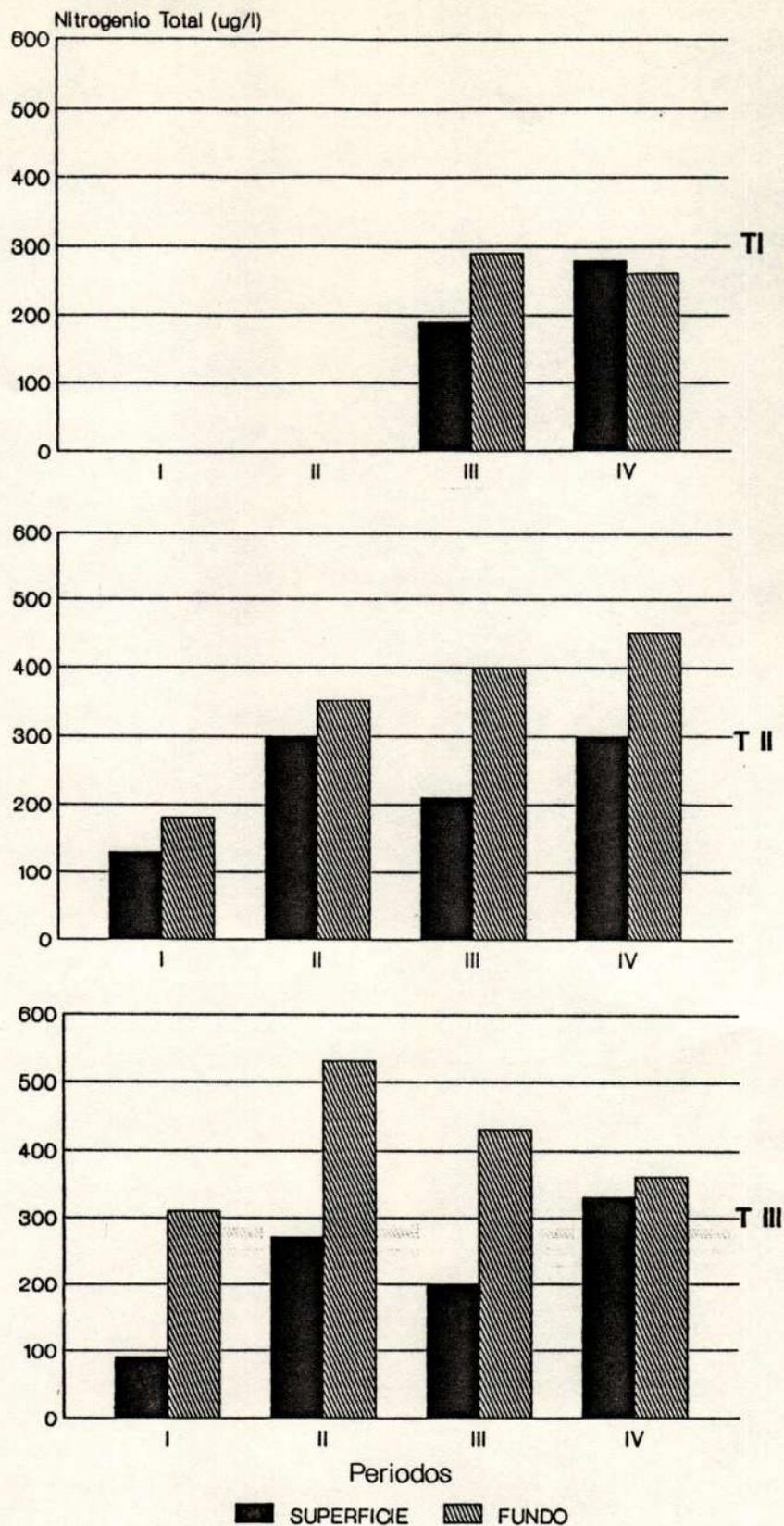


FIGURA 26 - Médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), em amostras d'água das câmaras de sedimentação nos pontos I, II e III do braço Taquari, nos quatro experimentos realizados.

experimento.

As médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) nas amostras d'água das câmaras de sedimentação na superfície e no fundo do ponto Barragem, nos quatro experimentos são ilustradas na Fig. 27.

Neste ponto, as médias do conteúdo de nitrogênio total foram maiores no fundo no primeiro, terceiro e quarto experimentos. No segundo experimento, a média foi mais elevada na superfície. As médias mais elevadas foram observadas no fundo e superfície durante o quarto experimento.

As TAB. 41 a 47 apresentam os valores e respectivas médias do conteúdo de nutrientes totais (fósforo e nitrogênio), das câmaras de sedimentação.

As análise estatística revelou que as médias anuais do conteúdo de nitrogênio total, comparando-se profundidade x pontos de coleta, foram significativamente maiores no fundo em todos os pontos de coleta, exceto no ponto PII. Entre estes pontos, as médias obtidas para a superfície e o fundo no ponto PII diferiram estatisticamente das demais (TAB. 48).

Comparando-se as médias da profundidade x períodos do ano, foram significativamente maiores no fundo nos períodos P2 e P3. Entre os períodos, as médias da superfície e do fundo, diferiram estatisticamente nos períodos P1, P2 e P3. No entanto, as médias do período P3 foram estatisticamente iguais às do período P4 (TAB. 49) para todos os pontos.

Quando foram comparadas pontos de coleta x períodos do ano, as médias do conteúdo de nitrogênio total revelou que os

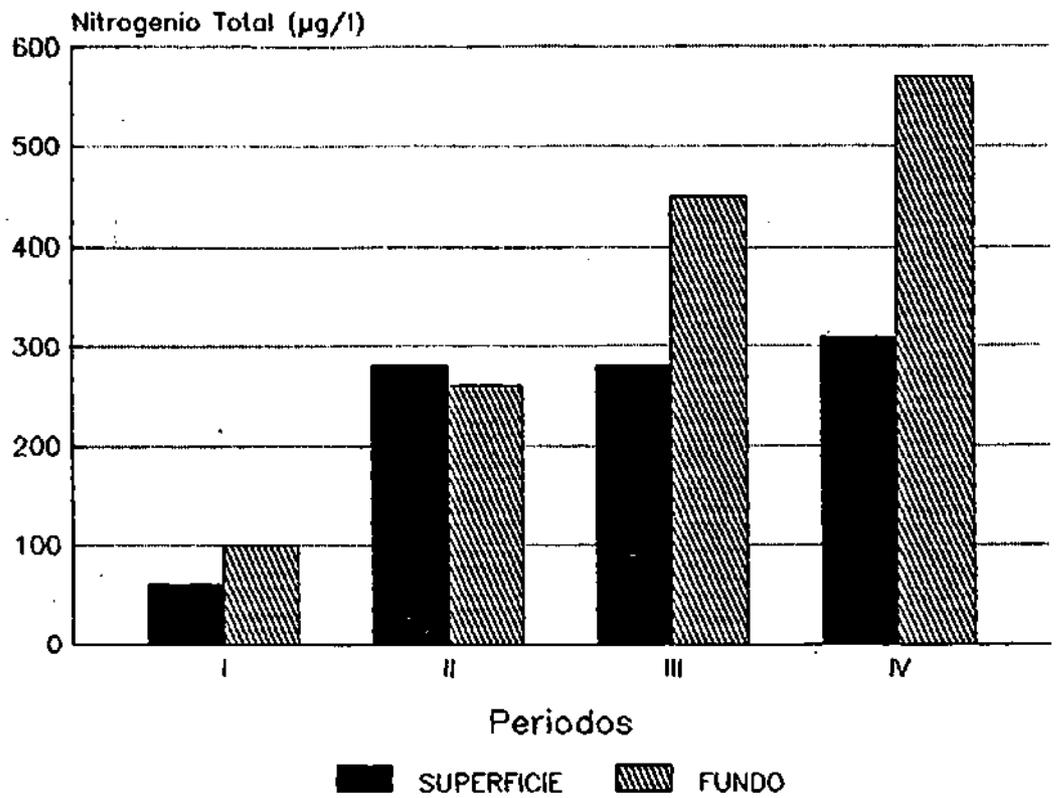


FIGURA 27 - Médias do conteúdo de nitrogênio total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total), em amostras d'água das câmaras de sedimentação no ponto Barragem, nos quatro experimentos realizados.

TABELA 41 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto I do braço Paranapanema, em 2 experimentos.

PERÍODO	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL
	S(1)	20,42	124,00	F(1)	37,92	281,79
	S(2)	76,40	369,18	F(2)	44,91	221,10
ABR-MAI/91	S(3)	69,40	364,32	F(3)	33,72	153,13
	S(4)	55,41	255,09	F(4)	68,00	323,06
	Médias	55,41	278,15	Médias	46,14	244,77
	S(1)	105,79	1070,72	F(1)	98,86	1228,15
	S(2)	89,41	947,12	F(2)	107,25	1087,92
JULHO/91	S(3)	82,06	1121,08	F(3)	107,19	1148,40
	S(4)	104,39	961,48	F(4)	99,28	1876,87
	Médias	95,41	1025,10	Médias	103,15	1335,34

1 a 4 = réplicas

TABELA 42 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto II do braço Paranapanema, nos 4 experimentos.

PERIODO	PROF	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL	PROF	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL
OUT-NOV/90	S(1)	154,08	256,90	F(1)	127,24	223,28
	S(2)	142,48	213,79	F(2)	170,31	293,10
	S(3)	96,09	395,69	F(3)	134,53	266,38
	S(4)	108,35	384,48	F(4)	165,65	228,45
	Médias	125,25	312,72	Médias	150,43	252,80
JAN-FEV/91	S(1)	111,39	1082,86	F(1)	131,68	818,26
	S(2)	156,87	1650,89	F(2)	129,52	1563,50
	S(3)	154,07	1580,49	F(3)	122,17	1585,35
	S(4)	101,53	1128,98	F(4)	133,78	1172,67
	Médias	130,97	1360,81	Médias	129,29	1284,95
ABR-MAI/91	S(1)	49,81	337,62	F(1)	53,31	284,22
	S(2)	59,61	442,00	F(2)	61,01	383,74
	S(3)	43,51	488,13	F(3)	33,02	478,42
	S(4)	54,71	587,65	F(4)	56,81	391,03
	Médias	51,91	463,85	Médias	51,04	384,35
JULHO/91	S(1)	36,52	223,53	F(1)	30,92	308,61
	S(2)	25,32	306,06	F(2)	37,92	292,87
	S(3)	25,32	301,21	F(3)	44,91	621,64
	S(4)	23,92	417,73	F(4)	40,01	264,80
	Médias	27,77	312,13	Médias	38,44	371,98

1 a 4 = réplicas

TABELA 43 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto III do braço Paranapanema, nos 4 experimentos.

PERIODO	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL
OUT-NOV/90	S(1)	49,04	179,31	F(1)	39,76	212,93
	S(2)	51,36	205,17	F(2)	49,04	281,03
	S(3)	52,68	213,79	F(3)	39,43	182,76
	S(4)	27,17	135,34	F(4)	57,99	300,86
	Médias	45,06	183,40	Médias	46,56	244,40
JAN-FEV/91	S(1)	22,98	415,30	F(1)	120,77	1408,14
	S(2)	22,28	393,45	F(2)	49,40	752,72
	S(3)	25,78	374,03	F(3)	51,15	716,31
	S(4)	17,73	325,48	F(4)	87,88	942,06
	Médias	22,19	377,07	Médias	77,30	954,81
ABR-MAI/91	S(1)	20,01	293,93	F(1)	28,82	206,54
	S(2)	19,72	148,28	F(2)	26,02	412,87
	S(3)	28,12	179,84	F(3)	19,66	373,43
	S(4)	24,91	301,21	F(4)	19,72	211,39
	Médias	23,19	230,82	Médias	23,56	301,06
JULHO/91	S(1)	19,02	179,84	F(1)	22,52	279,36
	S(2)	14,12	340,05	F(2)	21,82	289,07
	S(3)	19,72	235,67	F(3)	26,02	182,26
	S(4)	20,94	522,75	F(4)	19,02	276,93
	Médias	18,45	319,58	Médias	22,35	256,91

1 a 4 = réplicas

TABELA 44 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto I do braço Taquari, em 2 experimentos.

PERÍODO	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL
ABR-MAI/91	S(1)	23,22	233,24	F(1)	33,02	337,62
	S(2)	29,80	276,93	F(2)	21,82	281,79
	S(3)	26,72	102,16	F(3)	33,72	383,74
	S(4)	37,22	138,57	F(4)	28,12	133,71
	Médias	29,24	187,73	Médias	29,17	284,22
JULHO/91	S(1)	18,82	428,28	F(1)	13,16	340,10
	S(2)	13,16	359,00	F(2)	22,52	236,18
	S(3)	9,23	182,65	F(3)	22,52	255,08
	S(4)	19,02	131,29	F(4)	25,32	220,44
	Médias	15,06	275,31	Médias	20,88	262,95

1 a 4 = réplicas

TABELA 45 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto II do braço Taquari, nos 4 experimentos.

PERÍODO	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEÚDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEÚDO DE NITR. TOTAL
OUT-NOV/90	S(1)	43,07	177,59	F(1)	47,05	203,45
	S(2)	30,48	123,28	F(2)	39,10	203,45
	S(3)	21,54	86,21	F(3)	33,13	122,41
	S(4)	33,13	126,72	F(4)	47,05	193,10
	Médias	32,06	128,45	Médias	41,58	180,60
JAN-FEV/91	S(1)	20,36	361,90	F(1)	24,91	303,03
	S(2)	18,26	267,22	F(2)	23,86	352,19
	S(3)	18,96	303,64	F(3)	23,86	352,19
	S(4)	18,96	252,66	F(4)	22,46	395,88
	Médias	19,14	296,36	Médias	23,77	350,82
ABR-MAI/91	S(1)	21,82	153,13	F(1)	15,52	242,95
	S(2)	15,52	298,78	F(2)	46,23	624,06
	S(3)	21,06	225,96	F(3)	30,92	522,11
	S(4)	16,92	167,70	F(4)	28,82	228,39
	Médias	18,83	211,39	Médias	30,38	404,38
JULHO/91	S(1)	12,46	336,95	F(1)	21,65	484,96
	S(2)	10,63	248,22	F(2)	28,72	629,82
	S(3)	14,12	310,92	F(3)	24,62	357,04
	S(4)	12,72	280,27	F(4)	31,62	336,95
	Médias	12,48	303,90	Médias	26,65	452,19

1 a 4 = réplicas

TABELA 46 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto III do braço Taquari, nos 4 experimentos.

PERIODO	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL
OUT-NOV/90	S(1)	38,10	93,10	F(1)	55,33	294,83
	S(2)	30,82	68,97	F(2)	48,38	276,72
	S(3)	32,14	75,00	F(3)	65,61	394,83
	S(4)	34,46	114,66	F(4)	67,26	469,83
	Médias	33,88	87,93	Médias	59,15	359,05
JAN-FEV/91	S(1)	12,31	238,10	F(1)	43,10	929,93
	S(2)	25,61	303,64	F(2)	22,46	451,71
	S(3)	16,16	245,38	F(3)	22,46	313,35
	S(4)	16,16	298,78	F(4)	24,91	425,01
	Médias	17,56	271,48	Médias	28,23	530,00
ABR-MAI/91	S(1)	17,62	170,13	F(1)	35,40	677,47
	S(2)	9,22	267,22	F(2)	12,02	327,91
	S(3)	15,52	201,68	F(3)	27,42	245,38
	S(4)	11,33	153,13	F(4)	25,32	483,27
	Médias	13,42	198,04	Médias	25,04	433,51
JULHO/91	S(1)	12,72	296,35	F(1)	28,82	536,68
	S(2)	10,63	330,66	F(2)	14,12	235,67
	S(3)	13,42	415,68	F(3)	33,72	320,63
	S(4)	9,23	293,93	F(4)	16,92	340,05
	Médias	11,50	334,16	Médias	23,40	358,26

1 a 4 = réplicas

TABELA 47 - Conteúdos de fósforo e nitrogênio totais em amostras d'água das câmaras de sedimentação e suas respectivas médias (ug/l), na superfície (30% da profundidade total) e fundo (70% da profundidade total), no ponto, Barragem, nos 4 experimentos.

PERIODO	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL	PROF.	CONTEUDO DE FOSFORO TOTAL	CONTEUDO DE NITR. TOTAL
OUT-NOV/90	S(1)	17,56	28,45	F(1)	44,73	64,66
	S(2)	41,42	98,28	F(2)	45,39	93,97
	S(3)	39,43	47,41	F(3)	49,70	117,24
	S(4)	40,09	81,03	F(4)	42,08	112,93
	Médias	34,63	63,79	Médias	45,48	97,20
JAN-FEV/91	S(1)	14,06	201,68	F(1)	17,56	228,39
	S(2)	15,81	352,19	F(2)	19,31	274,51
	S(3)	14,76	315,77	F(3)	16,16	269,65
	S(4)	11,96	262,37	F(4)	18,96	269,65
	Médias	14,15	283,00	Médias	18,00	260,55
ABR-MAI/91	S(1)	16,92	157,99	F(1)	18,32	434,72
	S(2)	16,92	422,58	F(2)	18,32	456,57
	S(3)	11,33	388,60	F(3)	17,62	403,16
	S(4)	14,82	153,13	F(4)	19,72	505,12
	Médias	15,00	280,58	Médias	18,50	449,89
JULHO/91	S(1)	17,62	155,56	F(1)	20,23	699,10
	S(2)	10,63	302,31	F(2)	41,44	815,62
	S(3)	11,04	598,33	F(3)	29,52	431,43
	S(4)	16,22	189,55	F(4)	23,22	333,81
	Médias	13,88	311,44	Médias	28,60	569,99

1 a 4 = réplicas

TABELA 48 - Médias anuais da concentração de nitrogênio total (ug/l), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 5 pontos de coleta nos braços Paranapanema (PII e PIII) e Taquari (TII e TIII), e Barragem (B).

PROF.	PONTOS DE COLETA				
	PII	PIII	TII	TIII	B
SUPERFICIE	611,98aB	277,03aA	234,13aA	222,28aA	234,17aA
FUNDO	572,93aB	439,25bA	346,56bA	419,58bA	343,61bA

DMS (5%)= 96,73 (para profundidade no ponto de coleta).
 DMS (5%)= 135,42 (para ponto de coleta na profundidade).

TABELA 49 - Médias anuais da concentração de nitrogênio total (ug/l), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 4 períodos do ano (P1,P2,P3 e P4).

PROF.	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
SUPERFICIE	155,26aA	516,98aC	276,06aB	315,37aB
FUNDO	226,82aA	675,61bC	394,15bB	400,97aB

DMS (5%)= 8,65 (para profundidade nos períodos do ano).
 DMS (5%)= 11,37 (para períodos do ano na profundidade).

TABELA 50 - Médias anuais da concentração de nitrogênio total (ug/l), em 5 pontos de coleta, e 4 períodos do ano.

PONTOS DE COLETA	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
PII	282,78bA	1322,15cB	423,28aA	341,60aA
PIII	213,90abA	665,11bB	265,96aA	287,59aA
TII	154,54abA	323,16aAB	307,06aAB	376,61aB
TIII	223,49abA	399,93aA	315,11aA	345,19aA
B	80,49aA	271,11aB	364,11aB	439,85aB

DMS (5%)= 191,51 (para pontos de coleta nos períodos do ano).
 DMS (5%)= 179,78 (para períodos do ano nos pontos de coleta).

pontos PII e B diferiram entre si e dos demais pontos no período P1. Os pontos PII e PIII diferiram significativamente entre si, sendo que os demais pontos foram estatisticamente iguais no período P2. Não houve diferenças significativas entre os pontos de coleta nos períodos P3 e P4. Entre os períodos do ano, os pontos PII e PIII diferiram no período P2. O ponto TII diferiu significativamente nos períodos P1 e P4. O ponto TIII não diferiu entre os períodos do ano. E o ponto B, diferiu estatisticamente no período P1 (TAB. 50).

4.15 Conteúdo de fósforo total nas câmaras de sedimentação

As médias do conteúdo de fósforo total (ug/l) nas amostras da água das câmaras de sedimentação incubadas na superfície e no fundo, nos pontos I, II e III do braço Paranapanema, nos quatro experimentos estão representadas na Fig. 28.

No ponto I (P I), não foi possível a determinação deste nutriente nos dois primeiros experimentos. No terceiro experimento, a concentração média de fósforo total foi mais elevada na superfície do que no fundo. No quarto experimento foram observadas as médias mais altas tanto na superfície como no fundo.

No ponto II (P II), no primeiro e quarto experimentos, as médias do conteúdo de fósforo total foram superiores no fundo

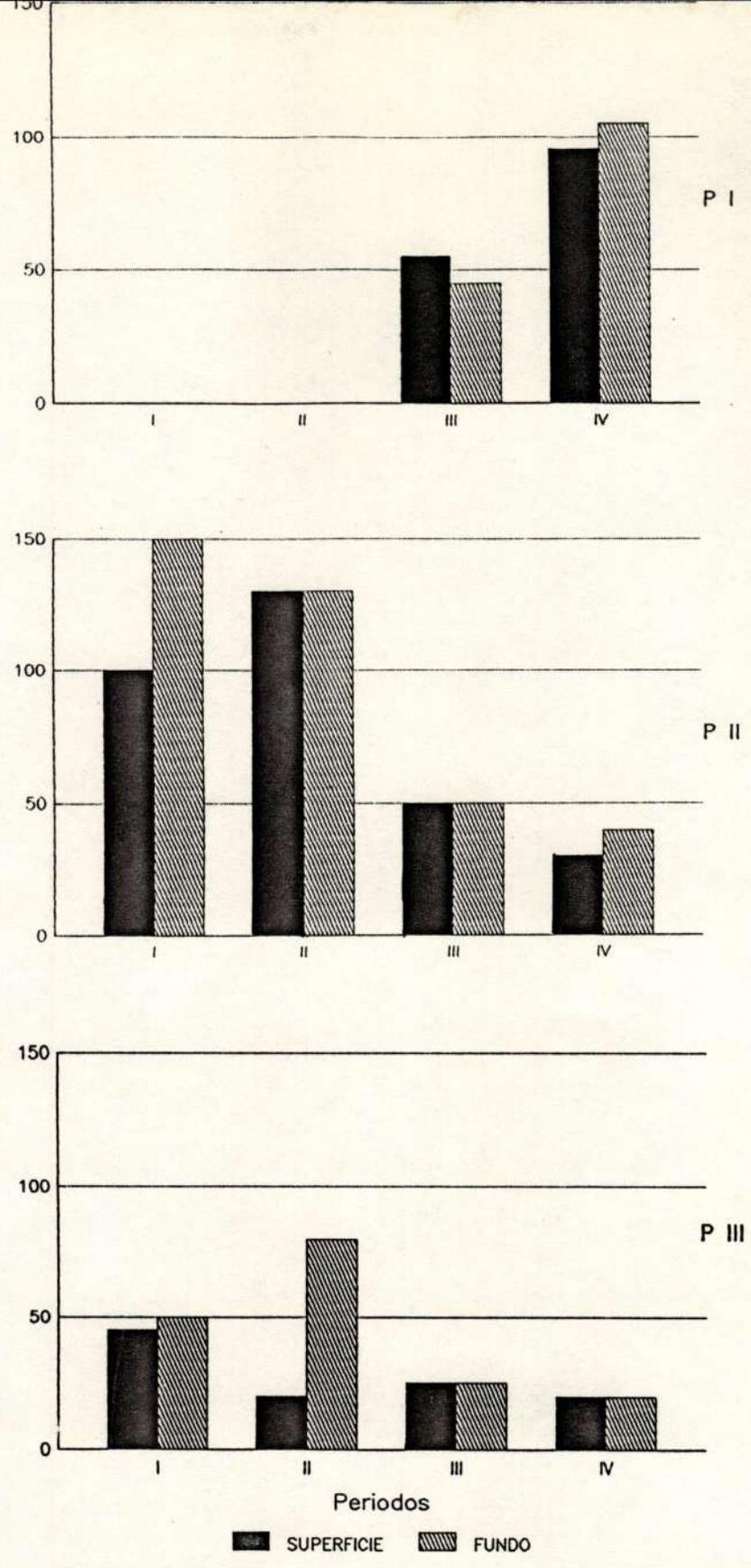


FIGURA 28 - Médias do conteúdo de fósforo total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total) em amostras d'água das câmaras de sedimentação, nos pontos I, II e III do braço Paranapanema, nos quatro experimentos realizados.

em relação à superfície. No segundo e terceiro experimentos, as médias foram similares entre a superfície e o fundo. A maior média na superfície foi observada no segundo experimento e no fundo no primeiro experimento.

No ponto III (P III) as maiores médias foram observadas no fundo nos dois primeiros experimentos. Já no terceiro e quarto experimentos as médias na superfície e no fundo foram similares. As maiores médias da superfície foram observadas no primeiro experimento e no fundo, no segundo experimento.

As médias do conteúdo de fósforo total (ug/l), nas amostras de água nas câmaras de sedimentação incubadas na superfície e no fundo nos pontos I, II e III do braço Taquari, durante os quatro experimentos estão representadas na Fig. 29.

No ponto I (T I) o conteúdo de fósforo total não foi determinado nos dois primeiros experimentos. No terceiro experimento, a média do conteúdo de fósforo total na superfície e no fundo foi similar. No quarto experimento a média no fundo foi maior do que na superfície. As maiores médias foram observadas no terceiro experimento.

No ponto II (T II), o conteúdo médio de fósforo total foi superior no fundo em relação à superfície nos quatro experimentos. As maiores médias na superfície e no fundo foram observadas no primeiro experimento. No segundo e terceiro experimentos, as médias de superfície foram similares, enquanto que no terceiro e quarto experimentos as médias do fundo foram similares.

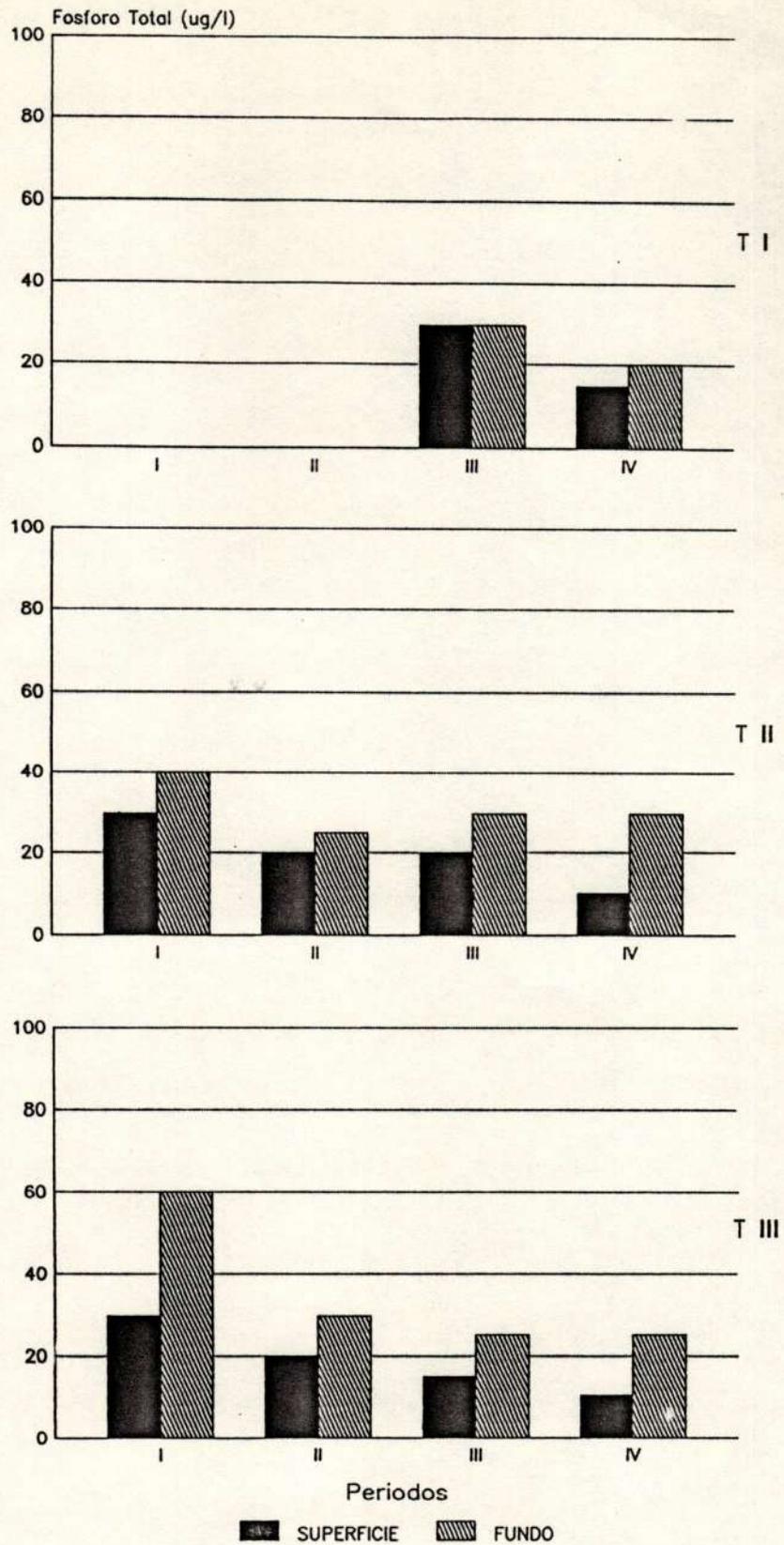


FIGURA 29 - Médias do conteúdo de fósforo total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total) em amostras d'água das câmaras de sedimentação, nos pontos I, II e III do braço Taquari, nos quatro experimentos realizados.

No ponto III (T III) as médias foram mais elevadas no fundo do que na superfície em todos os experimentos. As maiores médias na superfície e no fundo foram observadas durante o primeiro experimento. No terceiro e quarto experimentos, as médias no fundo foram similares.

As médias do conteúdo de fósforo total (ug/l), nas amostras de água nas câmaras de sedimentação incubadas na superfície e no fundo do ponto Barragem, nos quatro experimentos estão ilustradas na Fig. 30.

Neste ponto, nos quatro experimentos o conteúdo médio de fósforo total foi superior no fundo. No segundo, terceiro e quarto experimentos, as médias na superfície foram similares. Já no segundo e terceiro experimentos, as médias de fundo foram similares. As maiores médias na superfície e no fundo foram observadas durante o primeiro experimento.

A análise estatística revelou que as médias anuais da concentração de fósforo total, comparando-se profundidade x pontos de coleta, foram significativamente mais altas no fundo do ambiente, em todos os pontos de coleta. Entre os pontos, as médias obtidas para a superfície, o ponto PII diferiu estatisticamente dos demais. O exame das médias de fundo permitiu verificar que os pontos PII, PIII e TIII diferiram entre si, enquanto TII e B foram estatisticamente iguais (TAB. 51).

As médias anuais da concentração de fósforo total, comparando-se profundidade x períodos do ano, foram significativamente mais altas no fundo do ambiente nos quatro períodos do ano, exceto em P3. Entre os períodos, as médias

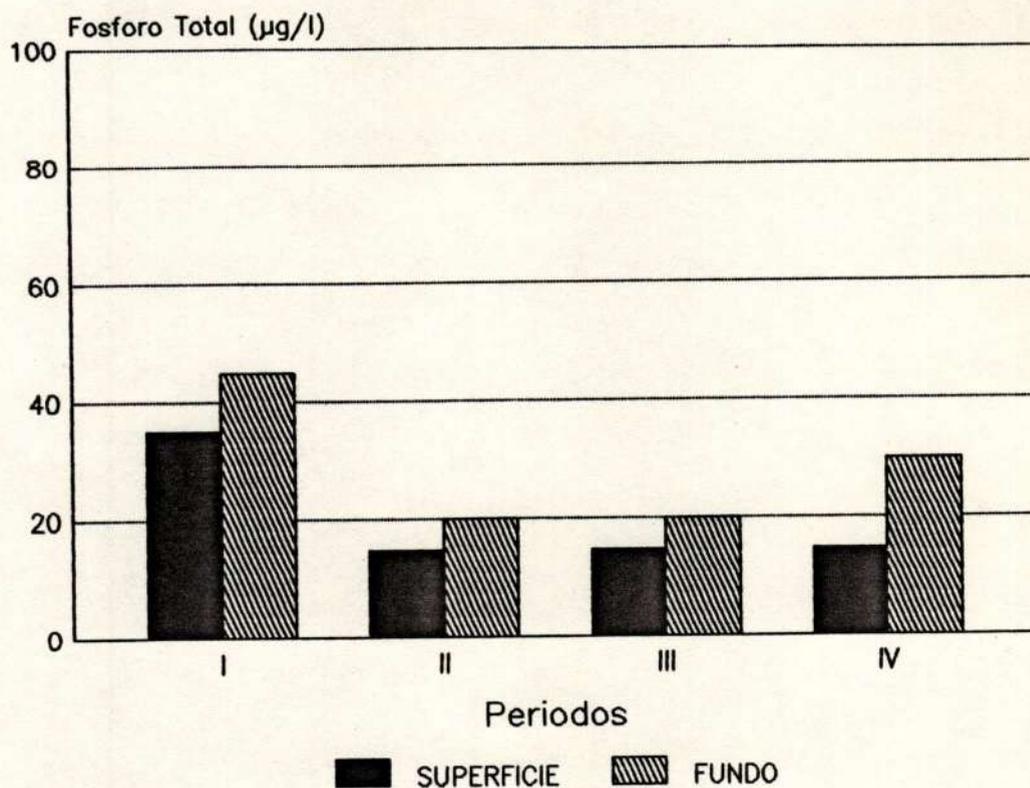


FIGURA 30 - Médias do conteúdo de fósforo total (ug/l) na superfície (30 % da profundidade total) e fundo (70 % da profundidade total) em amostras d'água das câmaras de sedimentação, no ponto Barragem, nos quatro experimentos realizados.

TABELA 51 - Médias anuais da concentração de fósforo total (ug/l), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 5 pontos de coleta nos braços Paranapanema (PII e PIII) e Taquari (TII e TIII), e Barragem (B).

PROF.	PONTOS DE COLETA				
	PII	PIII	TII	TIII	B
SUPERFICIE	83,63aB	27,07aA	19,88aA	17,85aA	18,79aA
FUNDO	92,09bC	42,26bB	30,39bA	33,75bAB	28,04bA

DMS (5%)= 7,84 (para profundidade no ponto de coleta).
 DMS (5%)= 10,98 (para ponto de coleta na profundidade).

TABELA 52 - Médias anuais da concentração de fósforo total (ug/l), em 2 profundidades (superfície e fundo), e 4 períodos do ano (P1, P2, P3 e P4).

PROF.	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
SUPERFICIE	54,18aD	40,60aC	24,16aB	14,85aA
FUNDO	68,63bD	55,16bB	29,34aA	28,12bA

DMS (5%)= 7,01 (para profundidade nos períodos do ano).
 DMS (5%)= 9,22 (para períodos do ano na profundidade).

TABELA 53 - Médias anuais da concentração de fósforo total (ug/l), em 5 pontos de coleta, e 4 períodos do ano.

PONTOS DE COLETA	PERIODOS DO ANO			
	P1	P2	P3	P4
PII	137,83bC	129,86cC	51,01bB	32,74bA
PIII	45,81aB	49,65bB	23,01aA	20,19abA
TII	36,80aB	22,75aA	24,28aAB	18,26abA
TIII	46,51aB	22,75aA	18,95aA	14,99aA
B	40,10aB	15,91aA	16,48aA	21,23abA

DMS (5%)= 15,53 (para pontos de coleta nos períodos do ano).
 DMS (5%)= 14,58 (para períodos do ano nos pontos de coleta).

obtidas na superfície diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, as médias obtidas no fundo do ambiente, diferiram significativamente nos períodos P1 e P2 (TAB. 52).

Comparando-se as médias dos pontos de coleta x períodos do ano, a média do ponto PII diferiu significativamente dos demais pontos em P1 e P3. Os pontos PII e PIII diferiram dos demais no período P2. As médias dos pontos PII e TIII diferiram dos demais no período P4. Entre os períodos do ano, as médias do ponto PII diferiram estatisticamente nos períodos P3 e P4. As médias do ponto PIII, foram estatisticamente iguais nos períodos P1, P2 e P3, P4. No ponto TII, suas médias diferiram nos períodos P1 e P3. As médias do ponto TIII e B diferiram no período P1 (TAB. 53).

4.16 Porcentagens médias de água e matéria orgânica no sedimento de fundo dos pontos de coleta

As porcentagens de água e matéria orgânica no sedimento foram determinadas somente durante o segundo e quarto experimentos.

No segundo experimento (Jan/91) o conteúdo de água no sedimento foi maior no braço Taquari. O ponto barragem apresentou o menor conteúdo de água (2,8 %). Entre os pontos de coleta não houve variações consideráveis.

A porcentagem média do conteúdo de matéria orgânica no sedimento foi mais elevada no braço Taquari do que no Paranapanema. No ponto barragem, a menor porcentagem média (5,3

%) foi observada. As maiores variações foram observadas entre os pontos do braço Paranapanema (TAB 54).

No quarto experimento (Jul/91), a porcentagem média de água no sedimento não apresentou grandes variações entre os pontos no braço Paranapanema. Entretanto, entre os pontos do braço Taquari, ocorreram as maiores variações. No ponto barragem, a menor porcentagem média de água no sedimento (2,6 %) foi encontrada.

A porcentagem média de matéria orgânica no sedimento foi mais elevada no ponto II dos braços Paranapanema e Taquari. No ponto barragem, foi observada a menor porcentagem de matéria orgânica (5,5 %), (TAB. 54).

TABELA 54 - Médias do conteúdo de água e matéria orgânica (M.O.) em %, no sedimento nos pontos I, II e III dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, no 2º (21 a 24/01/91) e 4º (15 a 19/07/91) experimentos.

PONTOS DE COLETA	JANEIRO		JULHO	
	CONTEUDO DE AGUA	CONTEUDO DE M.O.	CONTEUDO DE AGUA	CONTEUDO DE M.O.
PI	3,5	9,9	4,0	9,7
PII	3,7	10,7	4,1	14,2
PIII	3,8	16,2	-	-
TI	5,3	19,2	4,3	12,2
TII	5,5	19,0	6,0	19,7
TIII	5,6	19,5	-	-
B	2,8	5,3	2,6	5,5

V. DISCUSSAO

1. Características físico-químicas

1.1. Oxigênio dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido é importante na caracterização dos ambientes aquáticos, pois influencia diretamente a respiração dos organismos e a decomposição da matéria orgânica por microrganismos.

As entradas do oxigênio nos corpos d'água ocorrem através de difusão na interface ar-água, e do processo fotossintético realizado pelo fitoplâncton.

Além disso, segundo Pennak, 1971 (apud Maier, 1980), outros fatores que contribuem nas perdas ou ganhos de oxigênio pelos ambientes aquáticos são: pressão atmosférica, turbulência, temperatura, respiração de organismos, oxidação de matéria orgânica, reações inorgânicas e água de afluentes, entre outros.

Os teores de oxigênio dissolvido encontrados nos pontos dos Rios Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem durante os

experimentos (tabelas 09 e 10), em geral, podem ser considerados altos, principalmente na superfície (valores de 6,22 a 8,37mgO₂/l).

No ponto Barragem (Represa de Jurumirim), os teores encontrados nesse estudo foram similares àqueles medidos em 88/89 por Henry (1992), nas épocas do ano correspondentes.

Em todos os pontos estudados, a saturação de oxigênio dissolvido, foi maior na superfície quando comparado ao fundo. Possivelmente, o fato foi devido à maior difusão na interface ar-água, turbulência da coluna d'água na superfície e fotossíntese fitoplanctônica (ver tabela 22). Entretanto, no fundo, onde a saturação apresentou valores mais baixos, foi devido, provavelmente aos vários processos de decomposição de fundo (pois trata-se de um ambiente que apresentava vegetação, e foi inundado), utilizando maiores concentrações desse gás.

1.2. pH, condutividade e alcalinidade

Segundo Esteves (1988), o pH é uma das variáveis ambientais mais importantes e de difícil interpretação, devido à variedade de fatores que o influenciam. Em geral, o pH da água sofre influência da concentração de íons H⁺ oriundos da dissociação do ácido carbônico (diminuindo o pH), e das reações dos íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água (aumentando o pH).

Os valores de pH encontrados nos pontos dos Rios Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, durante os

experimentos variaram de 6,6 a 7,3, ou seja, permaneceram próxima a neutralidade, não ocorrendo grandes diferenças entre os pontos de coleta.

A condutividade elétrica da água é função dos íons presentes no ambiente aquático, e reflete sua capacidade em conduzir corrente elétrica. Segundo Margalef (1983), os valores normais de condutividade variam de 50 uS/cm em águas puras, até 500-1000 uS/cm em águas muito mineralizadas.

Nos pontos dos Rios Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, nos vários períodos estudados, a condutividade variou de 4,20 a 79,5 uS/cm. No ponto I do braço Taquari, nos quatro períodos estudados, foram registrados os maiores valores de condutividade (tabela 11 e 12). Estes resultados devem estar relacionados com a maior ação antropogênica local, devido à presença de população ribeirinha, contribuindo com grande quantidade de material para o interior do corpo d'água.

A alcalinidade reflete a capacidade de tamponamento aquático, ou seja, a alta alcalinidade da água indica maior eficiência em neutralizar ácidos a ela adicionados.

Dentre os locais estudados, o ponto I do braço Taquari, em todos os períodos do ano, apresentou a maior capacidade de tamponamento, já que seus valores de alcalinidade foram bem mais altos do que os demais pontos (tabelas 11 e 12).

1.3. CO₂ total e suas frações

São várias as fontes de gás carbônico para os ecossistemas aquáticos, como por exemplo: ar atmosférico, precipitação, águas subterrâneas, respiração e decomposição. Por outro lado, a fotossíntese realizada pelos vegetais aquáticos é o principal consumidor de CO₂ da água (Kleerekoper, 1990).

As principais formas de carbono inorgânico que ocorrem no meio aquático são carbono inorgânico livre (CO₂ e H₂CO₃), íons bicarbonato (HCO₃⁻) e carbonato (CO₃⁻²). A proporção destes íons é diretamente relacionada com o pH da água: em pH menor que 6,4 predomina H₂CO₃; entre pH 6,4 e 10,3, destacam-se os íons HCO₃⁻ e a partir de pH 10,3 o íon dominante é o CO₃⁻² (Esteves, 1988).

Nos pontos estudados dos braços Paranapanema e Taquari, e no ponto Barragem, dentre as três formas de carbono inorgânico medidas, a fração de bicarbonato foi a mais elevada, correspondendo a aproximadamente 80% do CO₂ total, em todos os períodos estudados. Esta proporção correspondeu à esperada, no que diz respeito a faixa de pH encontrado nesses ambientes (próximos à neutralidade).

Os valores de CO₂ total foram ligeiramente mais elevados no fundo do ambiente, principalmente durante os dois primeiros experimentos, supondo-se a ocorrência de maior decomposição de matéria orgânica, visto que o ambiente foi inundado e restou muito material vegetal no fundo.

O ponto I do braço Taquari, apresentou os maiores valores de CO₂ total, em relação aos demais pontos estudados

(tabelas 13 a 16).

1.4. Radiação luminosa, material particulado e disco de Secchi

A radiação luminosa que penetra no ambiente aquático sofre alterações na intensidade e qualidade espectral. Porém, essas alterações dependem das concentrações de material dissolvido e do material em suspensão na coluna d'água (Esteves, 1988).

Dentre os braços estudados, podemos notar que os pontos do braço Paranapanema possuem menor penetração da radiação luminosa subaquática do que os pontos do braço Taquari e ponto Barragem, durante os quatro experimentos. Isso deve-se provavelmente ao fato de os pontos do braço Paranapanema possuírem maior quantidade de material em suspensão do que os pontos do braço Taquari (tabelas 23 e 24). Observando as medidas do disco de Secchi (Fig.21), nota-se que a transparência da coluna d'água dos pontos do braço Paranapanema é menor do que aquela do braço Taquari e ponto Barragem, confirmando que o braço Paranapanema carrega maior quantidade de material em suspensão, devido aos usos do solo nesta bacia (Henry e Gouveia, 1993).

Em ambos os braços estudados, do ponto I - zona de influência do rio - até o ponto III - zona de influência lacustre - a radiação luminosa subaquática aumenta, possivelmente devido à sedimentação do material em suspensão aí presente, o que permite maior entrada de luz na coluna d'água.

1.5. Nutrientes dissolvidos

O conteúdo químico de um ambiente aquático é consequência da geologia e climas locais. Os componentes minerais de um corpo d'água resultam da interação de vários fatores como: intemperismo das rochas da bacia de drenagem, composição e intensidade da pluviosidade local, fontes pontual e não pontual de poluição e ocorrência de processos na biota aquática (Hynes, 1970).

Compostos nitrogenados: nitrato, nitrito e íon amônio

O nitrogênio é um dos elementos de grande importância no metabolismo dos ambientes aquáticos, devido sua participação na composição de proteínas. Suas principais formas são o nitrato e o íon amônio, pois liberam o nitrogênio para os produtores primários (Esteves, 1988).

Neste estudo, os pontos do braço Paranapanema apresentaram maiores conteúdos de nitrato do que aqueles do braço Taquari e ponto Barragem, em todos os períodos do ano. Possivelmente, isso resulta de uma maior ação antrópica na bacia do braço Paranapanema.

O nitrato pode ser considerado a maior fonte de nitrogênio deste estudo.

Com relação às variações temporais do conteúdo de nitrato, nota-se durante o 2º experimento (época chuvosa - Janeiro/91), as maiores concentrações deste nutriente

(321,78ug/l;tab.18), ao passo que, durante a estação seca (Julho/91), as concentrações foram mais baixas (0,0 a 3,86ug/l; tab.20).

Maier (1978), fez uma revisão comparativa de alguns rios da América do Sul, e baseando-se em pesquisa da literatura, encontrou para o nitrato, resultados com variação de 180 a 1000ug/l (em rios de pequenas proporções), sendo que neste estudo o valor mínimo foi de 0,0ug/l e o máximo foi 321,78ug/l.

Quanto ao nitrito, em geral, nos pontos estudados e diferentes períodos do ano, apresentou valores abaixo do limite inferior de sensibilidade do método, ou foi inexistente (2,00ug/l). Em outras ocasiões, foram registrados conteúdos muito pequenos (máximo de 4,46ug/l;tab.18).

Geralmente, o nitrito é encontrado em pequenas concentrações, nos ambientes com alto teores de oxigênio dissolvido, passando para a forma de nitrato (Esteves, 1988).

Maier (1980), encontrou no Rio Moji-Guaçu valores de nitrito que variaram de 0,0 a 16ug/l, os quais também considerou-os baixos.

A forma mais reduzida de nitrogênio é a amônia. No presente estudo, não ocorreu grandes variações temporais, o conteúdo mais elevado foi encontrado durante o período de chuvas (50,10ug/l;tab.18), e o mais baixo, durante a época seca (2,04ug/l;tab.20). Possivelmente, a pluviosidade tenha influência na maior entrada de compostos nitrogenados dentro dos corpos d'água.

Compostos fosfatados: fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico dissolvido

No ambiente aquático, os compostos que apresentam fosfatos em sua constituição, originam-se de processos químicos e biológicos, precipitação, erosão do solo, descarga de efluentes industriais e esgotos domésticos. O conteúdo de fosfato nas águas dos rios, sofrem grandes alterações tanto espacial quanto temporalmente (Maier, 1978).

Nos pontos dos braços estudados, as concentrações dos fosfatos total e inorgânico dissolvidos, variaram espacialmente, porém, as variações temporais foram mais evidentes. Nota-se que no 1 e 2 experimentos (Outubro/90 e Janeiro/91-época chuvosa), os conteúdos foram mais elevados do que no período seco (Abril e Julho/91). Sazonalmente, os conteúdos de fosfato total dissolvido variaram de 0,0 a 14,54ug/l, e o fosfato inorgânico dissolvido variou de 0,0 a 11,83ug/l, sendo que em Julho/91 (período seco), em todos os pontos estudados, seu conteúdo foi nulo. O fosfato entra no ambiente aquático em consequência da lixiviação causada pela chuva na rocha (principal fonte de fosfato), sendo que, no período seco, essa entrada é muito pequena.

Silicato

Segundo Esteves (1988), o íon silicato presente nos corpos d'água origina-se principalmente da decomposição de minerais de silicato de alumínio, frequentes em rochas

sedimentares, e apresenta-se na forma solúvel (ion SiO_4), coloidal e particulada. Sua importância, é ser utilizada e incorporada pelas diatomáceas, para a construção de seu esqueleto.

Neste estudo, o conteúdo do ion silicato, não sofreu grandes variações espaciais e temporais, sendo que o valor mínimo encontrado foi 0,20ug/l (tab.19) e o máximo 6,82ug/l (tab.20).

Segundo Maier (1978), em alguns rios da América do Sul, os valores médios do ion silicato encontrado variaram de 3.000 a 41.100ug/l, sendo que, em águas da bacia Amazônica, variaram de 0,0 a 650ug/l, e na bacia do Paraná, a variação é de 10.000 a 26.000ug/l.

1.6. Clorofila-a

A clorofila é o pigmento responsável pelo processo fotossintético, e conhecer sua concentração num determinado ambiente aquático, pode ser indicativo da biomassa fitoplanctônica desse ambiente.

Geralmente, o conteúdo de clorofila-a num lago tropical depende de fatores como: temperatura da água, radiação luminosa subaquática e quantidade de nutrientes disponíveis, principalmente nitrato, amônia e fosfato.

O conteúdo de clorofila-a nos pontos dos braços estudados e no ponto Barragem, não sofreram grandes variações. Porém, os pontos do braço Paranapanema registraram maiores conteúdos do que aqueles do braço Taquari e ponto Barragem,

possivelmente devido à maior concentração de nutrientes disponíveis no braço Paranapanema.

2. Variações temporais e espaciais da sedimentação na Represa de Jurumirim

2.1. Variações temporais

Com relação às variações temporais da sedimentação no braço Paranapanema, as maiores taxas anuais foram registradas na estação chuvosa (janeiro) seguidas pelas do final da estação chuvosa (abril). As menores taxas foram observadas no início da estação chuvosa (outubro) e na estação seca (julho).

No braço Taquari, as variações temporais não foram significativas nos pontos I e II. No ponto III, as taxas de sedimentação foram mais elevadas no final da estação chuvosa (abril).

A precipitação tem importante papel no fluxo de material particulado para o interior dos corpos d'água. Quando comparamos os dados de precipitação nos braços Paranapanema e Taquari, nos 4 períodos estudados (tab. 57), observamos que no braço Taquari estes valores foram mais altos.

HENRY & GOUVEIA (1993), estudaram os possíveis efeitos do uso do solo e da morfologia da bacia de drenagem no transporte diferencial de material particulado dentro dos corpos d'água. Os autores descrevem as bacias do Alto Paranapanema como áreas

agrícolas mistas, isto é, presença de florestas e pastagens. Nas bacias do braço Taquari, predominam áreas de reflorestamento e florestas.

Possivelmente, no braço Paranapanema as variações temporais observadas nas taxas de sedimentação podem ser atribuídas à grande quantidade de sedimentos transportado pelo rio, em decorrência da precipitação que remove material particulado dos solos visto as atividades agrícolas em sua bacia de drenagem. No braço Taquari, a cobertura vegetal retém parte dos sedimentos, apesar da precipitação ser mais elevada.

No ponto Barragem, variações temporais significativas da taxa de sedimentação nos períodos estudados não foram observadas. No período IV, os valores foram mais elevados que os 3 períodos anteriores. A média mais alta é decorrência das taxas de sedimentação obtidas nas câmaras de fundo. A explicação que se pode sugerir é uma possível ressuspensão de material de fundo, que ocorreu em julho, época de isoterma. A ausência de variações temporais nos 3 períodos anteriores da investigação pode ser atribuída ao fato de que influências alóctones exercem pouco efeito nesta zona do reservatório e o material particulado depositado nas câmaras é de origem autóctone. Como a produção de matéria orgânica pelo fitoplâncton revelou águas de características oligotróficas (Henry, 1993), e sem alterações consideráveis ao longo do ano, o material particulado em sedimentação também segue possivelmente o mesmo padrão de variação.

2.2 Variações espaciais

De acordo com as médias da taxa de sedimentação total do braço Paranapanema, o ponto I possui as maiores médias, seguido do II, sendo que as menores médias encontram-se no ponto III.

Comparando os dados de material particulado total no braço Paranapanema (Tab. 23 e 24), o ponto I apresenta de modo geral maiores quantidades desse material que o II, e este mais que o ponto III.

Como a quantidade de material particulado em suspensão na coluna d'água afeta diretamente a transparência da água, os resultados da medida do disco de Secchi (Fig. 21; Tab. 05 a 08), confirmaram que o ponto I apresenta menor transparência da coluna d'água, e o ponto III, maior transparência.

O material em suspensão também influi na quantidade de radiação luminosa que penetra na coluna d'água, afetando a extensão da zona enfótica. Como podemos verificar, no ponto I, a zona enfótica é mais reduzida do que no ponto III, reflexo das influências alóctones, particularmente na estação chuvosa.

Comparando as frações orgânicas e inorgânicas do material particulado dos pontos do braço Paranapanema (Tab. 23 e 24), podemos notar que o ponto I possui maior quantidade de material particulado inorgânico (na superfície, 91 a 63% do material particulado é inorgânico e 37 a 9% é orgânico, nas diferentes épocas do ano). Já no ponto III, 51% do material em suspensão na superfície é orgânico, dependendo da época do ano.

Em relação às médias da taxa de sedimentação do braço Taquari, não houve diferenças significativas entre os pontos estudados na superfície. Porém, o ponto III, no fundo, possui as maiores médias. Isso provavelmente foi devido à presença de muitos resíduos de material em decomposição no fundo (folhas, galhos e restos vegetais), cuja origem é anterior à inundação do reservatório, e que entraram nas câmaras de sedimentação de fundo, resultando na superestimação do material coletado.

De acordo com os dados de material particulado total no braço Taquari (Tab. 23 e 24), em geral, o ponto I possui os valores mais altos do que os pontos II e III. Esses resultados estão de acordo com as medidas do disco de Secchi (Fig. 21), onde em geral, a transparência da coluna d'água aumenta conforme a estação de amostragem aproxima-se da área central do reservatório.

As frações orgânicas e inorgânicas do material particulado para os pontos do braço Taquari (Tab. 23 e 24), foram mais elevadas no ponto III e I, respectivamente.

De acordo com esses resultados, as diferenças espaciais entre os 3 pontos em cada um dos braços estudados, podem estar associadas a localização de cada um desses pontos ao longo de seus respectivos braços, mostrando a compartimentalização do ambiente, fenômeno este caracterizado pelo próprio represamento da água.

Sendo assim, o ponto I em ambos os braços estudados, está localizado próximo à foz do rio, recebendo maior influência deste, denominado de zona de influência do rio. Esta zona,

recebe maiores quantidades de material de origem externa, isto é, alóctone. Talvez isto explique por que a fração inorgânica do material particulado é mais alta nessa região.

O ponto II, dos dois braços, está localizado entre os pontos I e o III, isto é, recebe influência do rio (ponto I), e apresenta características de lago (ponto III). Assim, esta região pode ser chamada de zona de transição.

O ponto III, em ambos os braços, localiza-se próximo a área central do reservatório. Apresenta condições ecológicas que o assemelha a um lago e desta forma pode ser denominada zona de influência lacustre. A fração orgânica do material particulado é, em geral, mais alta nesse ponto, ou seja, produz maior quantidade de material autóctone (fonte interna).

Caso compararmos espacialmente os braços Paranapanema e Taquari, e o ponto Barragem, podemos notar que no primeiro é introduzido maior quantidade de material particulado (inorgânico) em relação ao segundo (Fig. 21), sendo que, grande parte deste material é retido à montante do reservatório.

O rio Paranapanema exerce maior influência na introdução e transporte de material particulado para a Represa de Jurumirim do que o braço Taquari (Henry & Gouveia, 1993). É possível que os fatores que estejam atuando em parte na grande variação das taxas de sedimentação entre os 2 braços estudados, sejam as diferenças no uso do solo, na climatologia e morfologia de cada uma das bacias hidrográficas estudadas.

3. Mecanismos determinantes da sedimentação na Represa de Jurumirim.

Com base nos mecanismos de acumulação e distribuição de sedimentos descritos no item 2, podemos analisar quais deles poderiam ter influência nas observações das taxas de sedimentação feitas nos diferentes pontos dos braços Rio Paranapanema e Rio Taquari e na Represa de Jurumirim, durante a série de 4 experimentos ao longo do ano de estudo.

No ponto I do braço Paranapanema, no período III (3º experimento), observou-se que as quantidades de material particulado total e suas frações, encontradas na superfície e no fundo do ambiente foram semelhantes (Fig. 22).

Os perfis térmicos deste ponto neste período (Fig.7), caracterizaram-se por uma isoterмия em toda a coluna d'água no início do experimento, e uma pequena estratificação na superfície seguida de homogeneidade térmica (término do experimento). Este perfil térmico encontrado, indica a ocorrência de circulação que atinge toda a coluna d'água a qual distribui o material particulado no ambiente. Assim, a concentração deste material particulado é semelhante na superfície e no fundo do ambiente. Como trata-se de um ponto localizado na zona de desembocadura do rio na represa, as águas são turbulentas e a distribuição dos sedimentos aparentemente faz-se de forma homogênea e resulta em valores idênticos de material depositado nas câmaras.

Ainda no ponto I do braço Paranapanema, no período IV, observou-se a presença de uma grande concentração de material particulado depositado nas câmaras, quando comparado ao período III. Além disso, o material particulado coletado nas câmaras de sedimentação foi mais abundante no fundo do que na superfície do ambiente. Esta observação, poderia ser explicada pela ocorrência de precipitação, que é um importante fator na introdução de material particulado total nos corpos d'água. A precipitação no mês anterior ao experimento (junho de 1991) correspondeu a cerca de 8 % do total anual (Tab. 57). Deste modo, a precipitação possivelmente explica o aumento da concentração de material particulado acumulado em função da carga de sedimentos introduzidos pelo Rio Paranapanema.

Comparando as médias da taxa de sedimentação total dos pontos I e II do braço Paranapanema no período III, observa-se que a taxa de sedimentação total no ponto II foi mais elevada do que no ponto I (Fig. 22). O ponto II é considerado uma zona de transição, recebendo influência do rio e do reservatório. Assim, o material particulado mais grosseiro que é carregado pelo rio (ponto I), deposita-se no trajeto para o ponto II, formando um delta. Ainda no ponto II, em todos os períodos observados, a taxa de sedimentação foi mais elevada no fundo do ambiente, o que reforça a hipótese da ocorrência de deposição do material particulado grosseiro neste ambiente.

Quando se comparam as taxas de sedimentação nos 4 períodos de estudo, no ponto II, observa-se que as maiores médias da taxa de sedimentação total, tanto na superfície como no

fundo, foram obtidas no período II (2º experimento, janeiro/91). A precipitação (Tab. 57) no período II foi elevada, pois é o período correspondente às chuvas anuais em regiões tropicais (janeiro a março). Provavelmente, as altas taxas de sedimentação observadas neste período devem-se à atuação da precipitação, a qual ocasionou uma maior entrada de material particulado no ambiente.

Neste ponto (P II), as taxas de sedimentação do material particulado apresentaram um decréscimo em abril (final da estação chuvosa) atingindo o valor mais baixo em julho (estação seca) e sofrendo um novo aumento (início do período chuvoso). Fica, desta forma, bem demonstrada a dependência do fator carga de sedimentos para resultar em deposição nas câmaras. Por outro lado, a carga é um fator que se altera em função das condições hidrológicas do rio, as quais são modificadas em função do regime de chuvas ao longo do ano.

A comparação das taxas de sedimentação entre os pontos II e III do braço Paranapanema, durante os 4 períodos, mostra que no ponto III foram registradas médias mais baixas do que no ponto II (fig. 22). Quando se compara as medidas da transparência da água (Fig. 21) e da quantidade de material particulado total em suspensão na coluna d'água (Tab. 23 e 24) nos pontos II e III, durante os 4 experimentos, nota-se que o ponto III mostra menores quantidades de material particulado suspenso na coluna d'água e, conseqüentemente, uma maior transparência da coluna d'água. Estas observações, também indicam que o material particulado mais grosseiro sedimentou no trajeto entre a

desembocadura e o ponto II, formando um delta, e uma menor quantidade de material particulado (mais fino) atingiu o ponto III (embora não tenha sido feita a análise granulométrica do material depositado). Esta estação também mostrou uma flutuação sazonal inexpressiva nas taxas de sedimentação do material particulado.

A hipótese explicativa para a ausência de variações significativas durante o ano é que, provavelmente, esta estação de amostragem esteja fora da zona de influência do rio, onde a ação do vento/ondas (HAKANSON & JANSSON, 1983) domina. Taxas de sedimentação ligeiramente mais elevadas neste ponto III foram registradas em janeiro. Estas são decorrência dos valores de fundo (Fig. 22). Possivelmente, ocorreu uma ressuspensão de material do fundo, embora um gradiente térmico tenha sido observado (estratificação térmica de superfície de caráter temporário).

Em conclusão, no Braço Paranapanema, o fator carga (influência alóctone) é fundamental na determinação dos valores da taxa de sedimentação, afetando particularmente o ponto I e de forma menos acentuada o ponto II. Isto significa que entre os mecanismos aventados por HILTON et al. (1986), a formação do delta e a sedimentação da pluma do rio, predominam nesta zona do braço, enquanto no ponto III os mecanismos ligados à ação de vento/ondas (conforme preconizado por HAKANSON & JANSSON, 1983) são possivelmente aqueles de maior efeito na determinação dos valores obtidos na sedimentação.

Na zona lacustre, próxima à Barragem (ponto B), a produção interna de matéria orgânica poderia ser cogitada como um fator importante para a quantidade de material acumulado nas câmaras. A produção pelo fitoplâncton, apesar de ser relativamente baixa ($65 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$, segundo HENRY, 1993), característica de ambientes oligotróficos, deveria contribuir para a sedimentação de material para o fundo na região da Barragem. De fato, o material em suspensão nesta zona é eminentemente de origem orgânica (Tab. 23 e 24), contudo a fração inorgânica do material depositado nas câmaras é expressiva (72 a 84 %, nas câmaras de superfície e 75 a 92 % nas câmaras de fundo). Isto nos leva a sugerir a ocorrência de degradação orgânica na coluna d'água, desde a zona trofogenica até a profundidade de incubação das câmaras, em nível de intensidade relativamente alto. Além de temperaturas relativamente elevadas (Fig. 13) o reservatório nunca desenvolve anóxia (Tab. 09 e 10), mesmo na época de estratificação térmica. Os aspectos de natureza físico-química da água favorecem portanto a degradação da matéria orgânica antes que esta atinja o fundo do reservatório. Portanto, entre os 10 mecanismos explicativos para a sedimentação de tripton em lagos, listados por HILTON et al. (1986), a decomposição da matéria orgânica na coluna d'água na zona próxima à Barragem é um processo dominante. Entretanto, outra hipótese pode ser sugerida para as amostras acumuladas nas câmaras de sedimentação na zona lacustre do reservatório, é a ressuspensão de material do fundo. Este fenômeno é evidente quando quantidades de material acumulado nas câmaras de fundo são mais elevados que

aquelas das câmaras de superfície no período isotérmico. A Fig.24 destaca esta possibilidade, pois os valores de sedimentação foram mais elevados no fundo do que na superfície no mês de julho, época de isoterma (Fig. 13). Este fato foi observado somente em julho. Embora, na zona da Barragem, a termoclina esteja sempre situada no terço inferior da coluna d'água (Fig. 13), devido à topografia do fundo do reservatório no local de amostragem (antigo canal do leito do Rio Paranapanema), a circulação é possível até cerca de 20 m de profundidade. No entanto, as amostras de fundo (incubadas a cerca de 20 m) nos outros períodos do ano não apresentaram diferenças significativas nas taxas de sedimentação em relação aos valores da superfície (Fig. 24). Portanto, outro mecanismo atuante nesta zona lacustre do reservatório é a circulação completa intermitente citado em HILTON et al. (1986) que ocasiona uma elevação na quantidade de material particulado depositado nas câmaras de fundo, em decorrência da ressuspensão de sedimentos.

4. Aspectos comparativos das taxas de sedimentação medidas na Represa de Jurumirim em relação a outros ecossistemas aquáticos.

Em relação às médias anuais, as taxas de sedimentação obtidas na Represa de Jurumirim permitiram verificar a distinção das três zonas comumente encontradas em reservatórios: zonas de influência dos rios, de transição e lacustre (THORNTON et al.,

1990). Comparando as estações de amostragem situados nas zonas de desembocadura dos rios (PI e TI), as taxas de sedimentação de material particulado diferiram significativamente. Os valores (médias anuais) nos Braços Paranapanema e Taquari foram respectivamente, 47.045 e 1.820 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Na zona intermediária dos dois braços da Represa (PII e TII), médias menores foram encontradas, respectivamente 15.700 e 1.800 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Nas duas estações mais a jusante (PIII e TIII), as taxas de sedimentação médias anuais foram quase idênticas (1.545 e 1.540 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente). A taxa de sedimentação na barragem (estação B), zona de encontro das águas dos dois braços, foi mais alta (2.310 $\text{mg.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) que nas estações PIII e TIII. Este dado aparentemente surpreendente é na realidade um reflexo, em parte, da maior influência do Paranapanema. O grande volume de água introduzido por este curso de água e a granulação mais fina dos sedimentos transportados, ainda possivelmente mantidos em suspensão (pelo menos em parte), atingem a zona lacustre do reservatório. Outro fator que afeta os valores de taxa de sedimentação na barragem foi mencionado anteriormente: a ressuspensão de material de fundo durante a época de isoterma.

O valor de sedimentação na zona de desembocadura do Rio Paranapanema (PI) corresponde a cerca de 5 vezes o valor encontrado na zona de influência do rio na Represa de Gray, Arkansas - USA (JAMES et al., 1987)(ver Tabela 55). Na zona de transição, os autores observaram uma redução na taxa de sedimentação para cerca de 1/3 do valor da zona de influência do rio. Redução da mesma magnitude foi encontrada no Braço

Paranapanema, contudo no Braço Taquari, o decréscimo foi inexpressivo (Tab. 55). Comparando a taxa de sedimentação na zona lacustre dos dois reservatórios, o valor da Represa de Jurumirim corresponde a um valor de cerca de 50% mais alto que aquele encontrado na Represa de Gray (JAMES et al., 1987).

Os elevados valores de sedimentação de material particulado na zona de desembocadura do Rio Paranapanema (Estação PI) devem ser atribuídas à introdução de material alóctone. De fato, estudo anterior (HENRY & GOUVEIA, 1993), mostrou que o Rio Paranapanema lança diariamente na represa cerca de 550t de sólidos suspensos e, que o Rio Taquari contribui com somente cerca de 190t (médias anuais). Estas diferenças implicam em taxas de sedimentação bastante diferenciadas, quando medidas nas zonas de desembocadura dos 2 rios (Tab. 55). Além disso, a média anual encontrada no Braço Taquari (TI), correspondente a somente cerca de 4% da média obtida no Braço Paranapanema, também pode ser atribuída à retenção de material particulado por parte das macrófitas na planície de inundação do Taquari.

A Tabela 56 apresenta dados comparativos das taxas de sedimentação em vários ambientes aquáticos. Os valores referem-se à amplitude de variação encontrada durante o ano no estudo dos diferentes lagos, represas e estuário. Neste último, a contínua alimentação de material particulado pelo rio é responsável pelos mais altos valores de sedimentação encontrados nesta tabela comparativa. Os demais valores são um espelho das características próprias de cada ambiente (estado trófico, influências alóctones, circulação com possível ressuspensão de

material de fundo).

O estudo de taxas de sedimentação efetuado na Represa de Jurumirim salienta bem a importância de influências externas (neste trabalho, cargas de sedimento e sua variação ao longo do ano) como fator explicativo na estrutura e funcionamento de ambientes aquáticos. Esta foi a finalidade do presente trabalho.

TABELA 55 - Uma comparação das taxas de sedimentação aparente ($\text{mg. m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) de diferentes zonas em dois reservatórios

Zona	Represa de Gray (Arkansas, USA)*	Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil)**	
		Paranapanema	Taquari
Influência do Rio	8550	PI = 47045	TI = 1820
Meio	2980	PII = 15780	TII = 1800
		PIII = 1545	TIII = 1540
Barragem	1520	2310	

* Segundo James et al., 1987

** Médias anuais dos valores trimestrais (exceto para PI e TI, onde $n=2$)

TABELA 56 - Taxas de sedimentação ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) Estudo comparativo segundo a literatura

Local	Profundidade (m)	Sedimentação ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	Referências
Lago Suigetsu (Japão)	22.0	2.5 - 6.8	Matsuyama, 1973
Lago Wingra (USA)	2.4	0.0 - 8.3	Gasith, 1976
Lago Lugano (Suíça-Itália)	50.0	0.2 - 8.5	Premazzi & Marengo, 1982
Lago Taupo (Nova Zelândia)	148.0	0.05 - 1.44	Viner, 1989
Estuário de Peel-Harvey (Australia)	1.3 - 2.3	13.6 - 63.0	Gabrielson & Lukatelich, 1985
Represa de Gray (USA)	60	1.52 - 8.55	James et al., 1987
Represa de Juru-mirim (Brasil)	30	1.54 - 47.0	Este estudo

VI - CONCLUSOES

1. A descrição dos fatores físicos e químicos da água ao longo de um gradiente horizontal permitiu detectar que a Represa de Jurumirim apresenta zonas de influência do rio, zonas de transição e zona lacustre, cuja extensão, particularmente das primeiras, é dependente de influências alóctones.

2. Os dois braços do reservatório apresentam características distintas, como por exemplo, a maior transparência da água no braço Taquari quando comparado com o braço Paranapanema. A natureza óptica distinta das águas é decorrente de variações na concentração do séston e da sedimentação desse material.

3. Diferenças espaciais na sedimentação de material particulado foram observadas. A distinção refere-se às variações entre braços e pontos de amostragem, e foi atribuída à ação de fatores alóctones (nas zonas de influência dos rios) ou de vento/onda (nos pontos localizados mais próximos à represa).

4. Diferenças temporais significativas na sedimentação de material particulado foram encontradas nas estações do braço Paranapanema e foram devidas à carga de material suspenso introduzida em maior quantidade pelo rio Paranapanema, particularmente na estação chuvosa.

5. Diferenças verticais na sedimentação de material particulado foram registradas em alguns pontos de amostragem, como por exemplo próximo à barragem. A resuspensão de material de fundo foi fator explicativo sugerido para estas variações.

6. A Represa de Jurumirim funciona como um sistema de pré-captação para os reservatórios a jusante da Represa de Jurumirim.

APENDICE

TABELA 57 - Médias da precipitação mensal (mm), e anual (mm) nos braços Paranapanema e Taquari e na Barragem (Represa de Jurumirim).

/Local Mes	Braço Paranapanema	Braço Taquari	Barragem
OUT/90	101,4	110,0	135,0
NOV	78,4	72,5	113,4
DEZ	101,9	82,8	70,0
JAN/91	155,5	173,2	243,0
FEV	376,0	245,6	284,5
MAR	253,0	211,7	207,8
ABR	113,7	166,7	184,8
MAI	18,5	40,0	20,9
JUN	110,8	114,4	107,3
JUL	27,2	30,0	36,8
AGO	25,5	28,7	21,4
SET	54,7	139,6	110,1
Total	1.416,6	1.415,2	1.535,0

Fonte: Pluviômetro das Casas da Agricultura de Paranapanema (Braço Paranapanema), de Itai (Braço Taquari) e da CESP (Barragem).

TABELA 58 - Médias mensais de velocidade do vento (Km/h) na Represa de Jurumirim, registradas em 3 diferentes períodos, de outubro de 1990 a setembro de 1991.

Meses	Períodos		
	21 - 9 h	9 - 15 h	15 - 21 h
Outubro/90	5,1	6,2	5,4
Novembro/90	4,7	6,9	6,3
Dezembro/90	6,1	8,2	6,6
Janeiro/91	6,0	6,9	5,4
Fevereiro/91	5,2	7,3	5,9
Março/91	5,4	7,1	6,5
Abril/91	4,9	6,2	4,7
Maio/91	4,4	6,3	3,7
Junho/91	3,8	6,9	4,4
Julho/91	4,2	8,1	4,6
Agosto/91	4,7	6,2	4,7
Setembro/91	5,7	6,2	4,9

Fonte: Estação Meteorológica da CESP (Represa de Jurumirim - Alto Paranapanema - SP)

VII - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS*

BENGTSSON, L., HELLSTROM, T., RAKOCZI, L. Redistribution of sediments in three Swedish lakes. Hydrobiologia, v.192, p.167-81, 1990.

BLOESCH, J., STADELMANN, P., BUHRER, H. Primary production, mineralization, and sedimentation in the euphotic zone of two Swiss lakes. Limnol. Oceanogr., v.22, p.511-26, 1977.

BLOESCH, J., UEHLINGER, U. Horizontal sedimentation differences in a eutrophic Swiss lake. Limnol. Oceanogr., v.31, p.1094-109, 1986.

BLOMQUIST, S., KOFOED, C. Sediment trapping - A subaquatic in situ experiment. Limnol. Oceanogr., v.26, p.585-90, 1981.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 6023 : referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989. 19p.

BIOSIS. Serial sources for the BIOSIS previews database. Philadelphia, 1991, 451 p.

- CALLIERI, C., BERTONI, R., DE MARCO, C. et al. Settling flux and sinking velocity of seston in Lago di Mergozzo (Northern Italy) and influence of microbial activity on the decomposition of entrapped organic material. Hydrobiologia, v.213, p.155-65, 1991.
- EDMONDSON, W.T., WINBERG, G.G. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water. Oxford, Blackwell, 1971. 358p. (IBP Handbook n 17).
- ESTEVEZ, F. de A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1988 - 434p.
- FORSBERG, C. Importance of sediments in understanding nutrient cycling in lakes. Hydrobiologia, v.176, p.263-77, 1989.
- GABRIELSON, J.O., LUKATELICH, R.J. Wind - related resuspension of sediments in the Pell - Harvey Estuarine System. Estuarine, Coastal and Shelf Sci., v.20, p.135-45, 1985.
- GASITH, A. Tripton sedimentation in eutrophic lakes - simple correction for the resuspended matter. Verh. Internat. Verein. Limnol., v.19, p.116-22, 1975.
- GASITH, A. Seston dynamics and tripton sedimentation in the pelagic zone of a shallow eutrophic lake. Hydrobiologia, v.51, p.225-31, 1976.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. Methods for physical & chemical analysis of freshwaters. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1969. 116p.

GRAF, W.H. The hydraulics of reservoir sedimentation. Water Power & Dam Construction, p.45-52, 1983.

HAKANSON, L. A bottom sediment trap for recent sedimentary deposits. Limnol. Oceanogr., v.21, p.170-74. 1975.

HAKANSON, L., FLODERUS, S., WALLIN, M. Sediment trap assemblages - a methodological description. Hydrobiologia. v.176/177, p.481-90, 1989.

HARGRAVE, B.T., BURNS, N.M. Assessment of sediment trap collection efficiency. Limnol. Oceanogr., v.213, p.1124-136. 1979.

HENRY, R. Estrutura espacial e temporal do ambiente físico e químico e análise de alguns processos ecológicos na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, S.P.) e na sua bacia hidrográfica. Botucatu, 1990, 242p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

HENRY, R. The oxygen deficit in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). The Japanese Journal of Limnology. v.53, 379-384, 1992.

- HENRY, R. Primary production by phytoplankton and its controlling factors in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). Rev. Brasil. Biol., v.53, p.489-99, 1993.
- HENRY, R., GOUVEIA, L. Os fluxos de nutrientes e séston em cursos de água do Alto Paranapanema (São Paulo) - sua relação com usos do solo e morfologia das bacias de drenagem. An. Acad. Bras. Ci., v.65, p.439-51, 1993.
- HILTON, J., LISHMAN, J.P., ALLEN, P.V. The dominant processes of sediment distribution and focusing in a small, eutrophic, monomitic lake. Limnol. Oceanogr., v.31, p.125-33. 1986.
- HYNES, H. B. N. The ecology of running waters. 3 ed. Canada: Toronto Press, 1970. 555p.
- JAMES, W.F., KENNEDY, R.H., MONTGOMERY, R.H. Seasonal and longitudinal variations in apparent deposition rates within an Arkansas reservoir. Limnol. Oceanogr., v.32, p.1169-176, 1987.
- JOHNSON, D. Seston and sedimentation in Farmoor Reservoir, Great Britain. In: GOLTERMAN H.L. (ed) Interactions between sediments and fresh water. Proceedings of an International Symposium held at Amsterdam, p.179-82, 1977.

- KAJAK, Z., LAWACZ, W. Comparison of tripton sedimentation in four small lakes. In: GOLTERMAN H.L. (ed) Interactions between sediments and fresh water. 1977. p.72-5,
- KIMMEL, B.L., AXLER, R.P., GOLDMAN, C.R.. A closing, replicate-sample sediment trap. Limnol. Oceanogr., v.21, 1976.
- KIRCHNER, W.B. An evaluation of sediment trap methodology. Limnol. Oceanogr., v.20, p.657-60. 1975.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie e Weinheim, p.117-81, 1976.
- MACKERETH, F.J.H., HERON, J., TALLING, J.F. Water analysis: Some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association Scientific Publication 36, Titus Wilson & Sons, 1978. 117p.
- MAIER, M. H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. B. Inst. Pesca, São Paulo, v.5, 75-90, 1978.
- MAIER, M. H. Estudos limnológicos de um trecho do Rio Moji-Guaçu. II- Características químicas. B. Inst. Pesca, São Paulo, v.7, 75-92, 1980.

- MARGALEF, R. El medio liquido. In: Ecologia. Barcelona, Omega, 1974. p. 15-80.
- MARQUELLI, M.H., EMERIC, R.H.S., CAVALCANT, C.G.B. et al. Bases para um manejo racional de reservatórios. In: TUNDISI, J.G. Limnologia e manejo de represas. São Carlos, EESC - USP/ CRHEA / ACIESP, 1988. p. 225-88, v.1, t. 2.
- MATSUYAMA, M. Organic substances in sediment and settling matter during spring in a meromitic Lake Suigetsu. Journal of the Oceanographical society of Japan, v.29, p.53-60, 1973.
- OSTLE, B. Estadística Aplicada. México, Limusa-Wiley, 1973. 629 p.
- PARAGUASSU, A.B., GANDOLFI, N., LANDIM, P.M.B. et al. Considerações sobre o assoreamento no reservatório Alvaro S. Lima (Bariri). In: TUNDISI, J.G. Limnologia e Manejo de Represas. São Carlos, EESC - USP/ CRHEA / ACIESP, 1988. p.139-64.
- PETTS, G.E. Impounded rivers. Perspectives for ecological management. Wiley, 1984. p.91-7.
- PREMAZZI, G., MARENGO, G. Sedimentation rates in a Swiss-Italian lake measured with sediment traps. Hydrobiologia, v.92, p. 603-610, 1982.

- RAO, K.S., KARTHA, K.N., SHRIVASTAVA, S. Sedimentation studies on Gandhisagar reservoir. Int. Revue ges. Hydrobiol., v.74, p.439-44, 1989.
- REYNOLDS, C.S., GODFREY, B.M. Failure of a sediment-trapping device. Limnol. Oceanogr., v.28, p.172-176, 1983.
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R.A. Manual of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Can., v.125, p.1-185, 1960.
- THORNTON, K.W. Sedimentary Processes. In: THORNTON, K.W, KIMMEL, B.L., PAYNE, F.E. Reservoir limnology: ecological perspectives. Wiley, 1990. p.43-69.
- TUNDISI, J.G. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI, J.G. Limnologia e manejo de represas. São Carlos, EESC - USP/ CRHEA / ACIESP, 1988. p.1-76. v.1, t.1.
- VALDERAMA, J.C. The simultaneous analysis of TN and TP in natural waters. Mar. Chem., v.10, p.109-12, 1981.
- VINER, A. B. Hypolimnetic oxygen consumption in Lake Taupo, New Zealand: a preliminary assessment. N. Z. Journal of Mar. Freshwater Res, v.23, p.381-91, 1989.