

CARACTERIZAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
PROFUNDAS - LAGOAS FACULTATIVAS PRIMÁRIAS

JOÃO RAFAEL LINS GUIMARÃES

CARACTERIZAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
PROFUNDAS - LAGOAS FACULTATIVAS PRIMÁRIAS

00
Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Engenharia Civil
da Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Mestre

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - RECURSOS HÍDRICOS

ORIENTADORES - Prof. SALOMÃO ANSELMO SILVA

Prof. RUI DE OLIVEIRA

CAMPINA GRANDE - PB

1986



G963c Guimarães, João Rafael Lins.
 Caracterização de lagoas de estabilização profundas :
 lagoas facultativas primárias / João Rafael Lins Guimarães.
 - Campina Grande : 1986.
 112 f.

 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -
 Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e
 Tecnologia, 1986.
 "Orientação : Prof. M.Sc. Salomão Anselmo Silva, Prof.
 Rui de Oliveira".
 Referências.

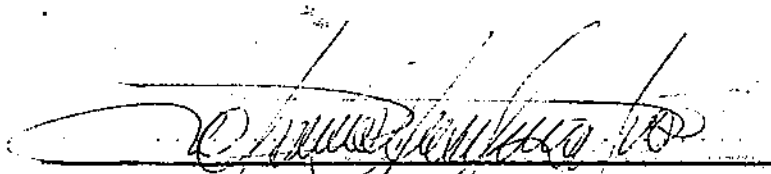
 1. Águas Residuais - Tratamento. 2. Lagoas de
 Estabilização. 3. Saneamento. 4. Dissertação - Engenharia
 Civil. I. Silva, Salomão Anselmo. II. Oliveira, Rui de.
 III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB).
 IV. Título

CDU 628.357(043)

CARACTERIZAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
PROFUNDAS - LAGOAS FACULTATIVAS PRIMÁRIAS

JOÃO RAFAEL LINS GUIMARÃES

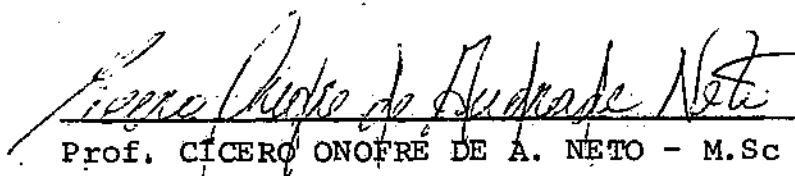
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05.09.1986



Prof. SALOMÃO ANSELMO SILVA - M.Sc Ph.D



Profa. ANNEMARIE KONIG - Ph.D



Prof. CÍCERO ONOFRE DE A. NETO - M.Sc

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

SETEMBRO - 1986

AGRADECIMENTOS

Aos professores Salomão Anselmo Silva e Rui de Oliveira pela orientação e apoio durante a pesquisa.

À professora Annemarie König, pela inestimável colaboração e orientação.

Aos membros da equipe da EXTRABES, João Francisco Back, José Soares, José Taveira Leite, Maria Ilma Cordeiro de Castro e Rildomiro Carmo de Andrade, pela valiosa colaboração nos trabalhos de campo.

Ao datilógrafo Vandenberg dos Santos, pelas valiosas sugestões apresentadas na montagem do trabalho por ocasião dos seus serviços.

A CAPES pelo suporte financeiro durante a realização do curso.

Aos seguintes órgãos convenientes da EXTRABES pelo suporte financeiro:

- . Universidade Federal da Paraíba - UFPB
- . Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA
- . Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE
- . Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
- . Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
- . Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica - FIPEC - BRANCO DO BRASIL S/A.

OFERECIMENTO

Aos meus pais Luiz Carlos e
Maria Leda, pelo incentivo e
apoio.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral, contri buir para a caracterização de lagoas de estabilização pro fundas, especialmente lagoas facultativas primárias, no tra tamento de águas residuárias de origem doméstica. Para a re alização da pesquisa, foram estudadas quatro lagoas facul tativas primárias profundas, em escala piloto, re cebendo cargas orgânicas superficiais variando entre 193 e 290 Kg $\text{DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. As lagoas estudadas têm uma profundidade média de 2,3 m e estão localizadas na EXTRABES (Estação Ex perimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários), Campina Grande, Paraíba, Brasil ($7^{\circ}13'11''\text{S}$, $35^{\circ}52'31''\text{O}$). Du rante o período da pesquisa (20/11/85 a 25/04/86), foram in vestigados, em várias profundidades da lagoa, os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido, clorofila a, identi ficação e contagem de algas.

No decorrer da pesquisa, foi observado que as lagoas profundas apresentam nas suas camadas superiores (até apro ximadamente 25 cm abaixo da superfície), durante as horas mais iluminadas do dia, altas concentrações de oxigênio dis solvido e clorofila a, altos valores de pH, uma marcante estratificação térmica e predominância de gêneros de algas flageladas (*Euglena*, *Pyrobotrys* e *Chlamydomonas*). Nas cama das inferiores, durante as horas mais iluminadas do dia e

em toda a coluna d'água durante a noite, foram observados con
dições anaeróbias, valores de pH próximos ao neutro, con
trações baixas de clorofila a, valores uniformes de tempera
tura e presença de gêneros de algas flageladas e não fláge-
ladas.

ABSTRACT

The aim of this study is to characterize deep waste stabilization ponds, specially primary facultative ponds treating sewage. To carry out this research, four independently loaded deep primary facultative ponds with surface loads varying from 193 to 290 Kg DOB₅.ha⁻¹.d⁻¹ were investigated. These pilot scale ponds (with mean depth of 2.30 m) were built at EXTRABES (Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários), Campina Grande, Paraíba, Brazil (7°13'11"S, 35°52'31"W). During the experimental period (20/11/85 to 25/04/86), the parameters pH, temperature, dissolved oxygen, chlorophyll a, algae identification and counting were investigated throughout the depth of the ponds.

It was found out that deep ponds showed during the light hours and near the surface (up to nearly 25 cm bellow the surface), high concentration of dissolved oxygen and chlorophyll a, high pH values, a well defined thermal stratification and the predominance of motile algae (*Euglena*, *Pyrobotys* and *Chlamydomonas*). In contrast, the bottom layers and at night along the whole water column, anaerobic conditions, pH values near neutral, low concentration of chlorophyll a, uniform values of temperature and presence of both motile and non motile genus of algae were observed.

ÍNDICE

	Página
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 - Lagoas de estabilização	03
2.2 - Classificação das lagoas	04
2.2.1 - Lagoas anaeróbias	04
2.2.2 - Lagoas facultativas	04
2.2.3 - Lagoas de maturação	04
2.3 - Lagoas facultativas	05
2.4 - Principais organismos envolvidos no trata- mento de esgotos em lagoas de estabiliza- ção	06
2.4.1 - Bactérias	06
2.4.2 - Algas	08
2.4.3 - Simbiose entre algas e bactérias..	11
2.5 - Estratificação térmica	11
2.6 - pH	14
2.7 - Oxigênio dissolvido	15
2.8 - Gêneros de algas presentes em lagoas de es- tabilização	17
2.9 - Distribuição vertical de algas em lagoas de estabilização	20
2.10 - Medida de clorofila <u>a</u> para estimativa da biomassa de algas	22

	Página
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 - Descrição do sistema experimental	24
3.2 - Alimentação das lagoas	24
3.3 - Metodologia	25
3.3.1 - Frequência de amostragem e medidas	25
3.3.2 - Coleta de amostras e medições de tem peratura	25
3.3.3 - Clorofila <u>a</u>	28
3.3.4 - Velocidade do vento	28
3.3.5 - Radiação solar	28
3.3.6 - Contagem e identificação de algas.	29
3.4 - Procedimentos analíticos	29
3.4.1 - pH	29
3.4.2 - Oxigênio dissolvido	29
3.4.3 - Temperatura	30
3.4.4 - Clorofila <u>a</u>	30
3.4.5 - Velocidade do vento	31
3.4.6 - Radiação solar	32
3.4.7 - Contagem e identificação de algas.	32
3.4.8 - Horas de insolação	32
4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
4.1 - Dados meteorológicos	36
4.2 - Temperatura	37
4.3 - Clorofila <u>a</u>	39
4.4 - Identificação e contagem de algas	42

	Página
4.5 - pH	45
4.6 - Oxigênio dissolvido	48
5 - CONCLUSÕES	51
6 - SUGESTÕES	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO I	60
ANEXO II	78
ANEXO III	96

1 - INTRODUÇÃO

O uso de lagoas de estabilização para depuração de águas residuárias foi difundido nos Estados Unidos, Europa e Austrália desde longa data. Nos últimos anos as lagoas de estabilização têm sido introduzidas em regiões tropicais como uma alternativa econômica para o tratamento de águas residuárias. A experiência tem demonstrado que, nessas regiões, as lagoas de estabilização são um meio eficaz e econômico de tratamento, devido às condições climáticas, favoráveis ao desenvolvimento dos processos biológicos de estabilização da matéria orgânica, e à simplicidade de operação e manutenção do sistema.

As vantagens das lagoas de estabilização sobre os sistemas convencionais de tratamento, em países tropicais como o Brasil, são as seguintes: elevada eficiência de remoção de matéria orgânica; baixo custo de construção, manutenção e operação; promovem a remoção de metais pesados; apresentam uma alta eficiência na remoção de organismos patogênicos, tais como bactérias, vírus e parasitos intestinais existentes nos esgotos. A necessidade de grandes extensões de terreno pode ser citada como uma desvantagem no uso de lagoas de estabilização, visto que tais lagoas normalmente apresentam pequena profundidade.

O projeto de lagoas com profundidades maiores do que

aquelas tradicionalmente utilizadas, contribuiria para a redução da área superficial das lagoas de estabilização. Tais lagoas seriam denominadas lagoas de estabilização profundas. Uma desvantagem dessas lagoas, no entanto, é que elas são mais sujeitas a uma estratificação térmica mais permanente nos dias ensolarados (SOARES, 1985).

Lagoas de estabilização profundas vêm sendo estudadas na EXTRABES, e evidencia-se que o uso desses é viável, pois as remoções de DBO e Coliformes fecais, têm se mantido em níveis comparáveis àqueles obtidos em sistemas mais rasos pesquisados anteriormente.

O presente trabalho tem como objetivo geral contribuir para a caracterização de lagoas facultativas primárias profundas no tratamento de esgotos domésticos, e como objetivos específicos definir o comportamento dessas lagoas, no que diz respeito à estratificação térmica, à distribuição de fitoplancton ao longo da profundidade e às modificações da massa líquida decorrentes da distribuição do fitoplancton ao longo da profundidade.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Lagoas de estabilização

Lagoas de estabilização são sistemas de tratamento de águas residuárias, onde a estabilização da matéria orgânica se dá principalmente pela atividade bacteriana (oxidação aeróbia e/ou digestão anaeróbia).

Aplicam-se ao tratamento de todos os tipos de águas residuárias que possam ser degradadas biologicamente, porém são mais frequentemente utilizadas para o tratamento de águas residuárias de origem doméstica.

A eficiência de tratamento em lagoas de estabilização depende de fatores como: tipo de água residuária, carga orgânica condições de temperatura, vento, intensidade da luz do sol e fluxo hidráulico (MANGELSON & WATTERS, 1972).

As lagoas de estabilização são dimensionadas de acordo com a necessidade de se produzir um efluente final com o grau de remoção de DBO e de Coliformes fecais que se deseje, obedecendo a critérios que levem em conta a capacidade do corpo receptor ou ainda aqueles que visem tomar a água apropriada para a irrigação ou aquacultura. Quanto a forma física, são reservatórios com grandes dimensões em relação a profundidade.

2.2 - Classificação das lagoas

As lagoas de estabilização podem ser classificadas como: lagoas anaeróbias, lagoas facultativas e lagoas de maturação.

2.2.1 - Lagoas anaeróbias

Nessas lagoas o tratamento é levado a efeito principalmente por processos de sedimentação e decomposição anaeróbia da matéria orgânica para CO_2 , CH_4 , outros produtos gasosos, ácidos orgânicos e tecido celular (METCALF-EDDY, 1977). São usadas como tratamento primário para águas residuárias, havendo necessidade, portanto de tratamento posterior. Geralmente a lagoa anaeróbia é seguida por uma lagoa de estabilização facultativa, com o objetivo de conferir um grau de tratamento adequado ao efluente.

2.2.2 - Lagoas facultativas

Nessas lagoas, a estabilização da matéria orgânica ocorre por processos de digestão anaeróbia e oxidação aeróbia.

Os processos aeróbios ocorrem nas camadas superiores da lagoa, enquanto que os processos anaeróbios ocorrem nas camadas inferiores, nas proximidades da camada de lodo.

2.2.3 - Lagoas de maturação

Essas lagoas têm a finalidade de melhorar as condições

do efluente de outras lagoas, ou de qualquer outro tipo de tratamento biológico. São usados principalmente para a redução de organismos patogênicos e parasitos intestinais, além de reduzir sólidos em suspensão, nutrientes e metais pesados, ou ainda promover uma razoável remoção de DBO.

2.3 - Lagoas facultativas

As lagoas facultativas são o tipo de lagoas de estabilização mais comumente utilizado. Quando estas recebem água residuária bruta, são denominadas lagoas facultativas primárias e quando recebem despejos primariamente tratados, são denominadas lagoas facultativas secundárias.

Nessas lagoas a estabilização da matéria orgânica ocorre por processos de digestão anaeróbia nas camadas inferiores, e por processos de oxidação aeróbia nas camadas superiores.

A parte aeróbia se mantém, devido à troca de oxigênio com a atmosfera e à ação fotossintética das algas. Nesta parte ocorre uma simbiose entre algas e bactérias, isto é, as bactérias liberam gás carbônico que é aproveitado pelas algas, que por sua vez liberam oxigênio molecular que é aproveitado pelas bactérias aeróbias e facultativas. A parte anaeróbia existe devido à profundidade das lagoas facultativas que não permite a penetração da luz solar até o fundo da lagoa, impedindo desse modo o desenvolvimento de algas em toda a sua profundidade. A matéria orgânica que sedimenta forma uma camada de lodo, no fundo da lagoa que é degra-

da por processos anaeróbios. Nas camadas situadas a meia profundidade das lagoas facultativas, predomina a degradação biológica realizada por bactérias facultativas, que podem suportar tanto condições de anaerobiose como de aerobiose.

Sob condições anaeróbias são formados mais produtos finais do que aqueles formados sob condições aeróbias, porém muito desses compostos são posteriormente oxidados sob condições aeróbias. De um modo geral o gás carbônico é o principal produto final para todos os compostos de carbono orgânico. Os produtos finais como o CO_2 , NH_3 , NO_3^- e PO_4^{3-} são utilizados para o crescimento dos organismos fotossintetizantes (GOLDMANN, et alii, 1972).

Para lagoas facultativas, GLOYNA, citado por SILVA (1982), recomenda para climas tropicais, cargas superficiais de I O_5 , variando entre 150 e 350 $\text{Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

As profundidades dessas lagoas geralmente variam de 1,0 a 1,5 m (SILVA & MARA, 1979).

As lagoas facultativas são as mais utilizadas devido a sua eficiência e ao seu aspecto estético.

2.4 - Principais organismos envolvidos no tratamento de esgotos em lagoas de estabilização

2.4.1 - Bactérias

As bactérias são protistas unicelulares que consomem alimentos solúveis, e de modo geral se encontram onde existem substratos e umidade (METCALF-EDDY, 1977).

Em lagoas facultativas, o tratamento de águas residuárias é conseguido através da biodegradação bacteriana. (MILLER et alii, 1977).

Os principais gêneros de bactérias que degradam a matéria orgânica são: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes* (KÖNIG 1984); *Zooglea* e *Sphaerotilus* (BRANCO, 1978).

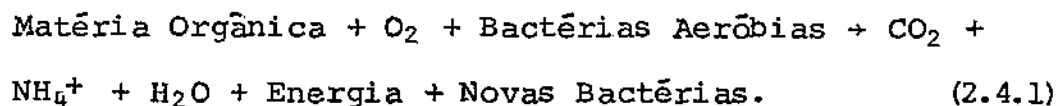
As bactérias contêm sistemas enzimáticos capazes de degradar a matéria orgânica presente na água residuária. Esses microorganismos metabolizam a matéria orgânica para formar novas células. Aproximadamente um terço da matéria orgânica metabolizada é oxidada para dióxido de carbono e água, enquanto que os outros dois terços são convertidos em protoplasma bacteriano. Aproximadamente 20% da matéria orgânica convertida em bactérias, não é oxidada por respiração endógena (responsável pela degradação do tecido celular), permanecendo como material orgânico não biodegradável.

As bactérias presentes nas lagoas de estabilização são na maioria heterotróficas. Essas bactérias necessitam de nutrientes orgânicos como fonte de energia e carbono para a síntese de novas células. Algumas bactérias autotróficas quimiossintetizantes também estão presentes em lagoas de estabilização. Essas bactérias sintetizam compostos orgânicos a partir de gás carbônico e água, utilizando como fonte de energia necessária ao processo, as calorías resultantes da oxidação de compostos inorgânicos existentes no meio em que vivem (BRANCO, 1978). As principais bactérias autotróficas quimiossintetizantes encontradas em lagoas de estabilização são as *Nitrosomonas*, que oxidam a amônia para nitrito; a

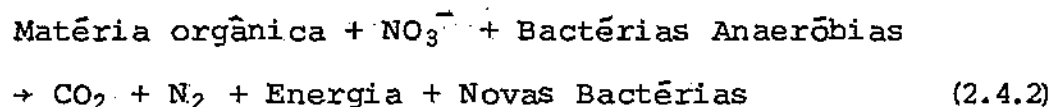
Nitrobacter, que oxida nitrito para nitrato; as sulfobactérias (*Beggiatoa*, *Thiothrix*, etc.), que oxidam o gás sulfídrico, transformando-o em sulfato e as ferrobactérias (*Leptothrix*, *Gallionella*, etc.), que oxidam o carbonato ferroso, transformando-o em carbonato fêrrico.

Quanto a necessidade de oxigênio, as bactérias podem ser classificadas em aeróbias, anaeróbias e facultativas. As bactérias aeróbias respiram o oxigênio molecular. As bactérias anaeróbias utilizam outros tipos de aceptores de hidrogênio. As bactérias facultativas podem utilizar o oxigênio molecular ou outros tipos de aceptores de elétrons.

Exemplo de reação envolvendo bactérias aeróbias:



Exemplo de reação envolvendo bactérias anaeróbias.



2.4.2 - Algas

As algas constituem o mais diversificado grupo de microorganismos presentes em lagoas de estabilização (MCKINNEY, 1976).

Nas lagoas facultativas, as algas desempenham papel de fundamental importância para o desenvolvimento dos processos de estabilização da matéria orgânica, porque produzem oxigênio através da reação de fotossíntese durante as horas

iluminadas do dia.

O processo de fotossíntese de algas, se realiza através da interação do pigmento verde denominado clorofila, (contido nos cloroplastos das algas), da luz do sol, do dióxido de carbono e da água, com a obtenção de carboidratos e oxigênio. Enquanto a fotossíntese se realiza nas horas ensolaradas, também ocorre a respiração, que se processa durante as 24 horas do dia, independentemente de iluminação. Na respiração, o oxigênio é consumido e o dióxido de carbono é liberado.

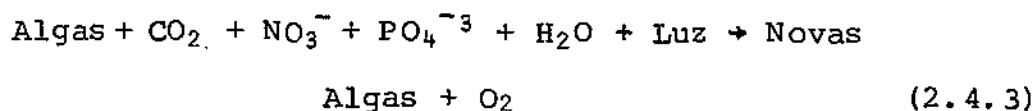
As algas durante as horas ensolaradas podem produzir um excesso de oxigênio, além das suas necessidades respiratórias. Esse excesso é usado para satisfazer às necessidades respiratórias de outros organismos, principalmente as bactérias.

A reação de fotossíntese, nos períodos iluminados, pode ocorrer indefinidamente, a menos que uma deficiência de nutrientes aconteça (TSCHÖRTNER, 1967). A inibição da fotossíntese, no entanto ocorre sob algumas circunstâncias, quando a água torna-se supersaturada de oxigênio (efeito Warburg), especialmente em baixos níveis de carbono (ROUND, 1981).

Temperaturas da água abaixo de 5°C ou acima de 35°C, são registradas como inibidoras do crescimento das algas (BUSH et alii, 1961).

A maioria das algas cresce em um pH entre 7,0 e 8,5. Valores mais baixos ou mais altos do que estes, levam a uma inibição do crescimento (BUSH et alii, 1961).

A área superficial das lagoas de estabilização permite a absorção de grandes quantidades de energia luminosa. Com concentrações consideráveis de nutrientes, as algas são capazes de utilizar estes elementos e a energia solar para produzir grandes quantidades de novas algas. Os principais nutrientes necessários são o carbono, o nitrogênio e o fósforo. Também são importantes alguns elementos como o ferro e o magnésio. Esses nutrientes na presença de luz solar, são convertidos em material celular, havendo a liberação de oxigênio conforme a equação:



Alguns gêneros de algas realizam processos heterotróficos e quimiotróficos para a obtenção de carbono e energia. As algas que podem utilizar compostos orgânicos, se comportam heterotroficamente no escuro, todavia a fotossíntese é a principal atividade na presença de luz (ROUND, 1981). Um exemplo de metabolismo heterotrófico é o gênero *Scenedesmus*, que converte nitrogênio orgânico em amônia (BUSH et alii, 1961). Em experimentos feitos em laboratório, HARTLEY & WEISS (1970), demonstraram que a *Euglena rostrifera* é capaz de viver quimiotroficamente no lodo da lagoa durante a noite. PIPES & GOTAAS, citados por GOLDMANN et alii (1972), mostraram que a *Chlorella*, usando esgoto como substrato, utilizava o carbono orgânico como fonte de carbono, principalmente quando o suprimento de carbono inorgânico era limitado.

2.4.3 - Simbiose entre algas e bactérias.

O funcionamento das lagoas de estabilização (aeróbia ou facultativa), no tratamento de águas residuárias domésticas ou industriais é baseado nas relações simbióticas entre algas e bactérias (WARD & KING, 1976). O dióxido de carbono e alguns dos produtos da decomposição bacteriana aeróbia da matéria orgânica, são usados, pelas algas no processo de fotossíntese. O oxigênio liberado pelas algas através do processo de fotossíntese é utilizado pelas bactérias na decomposição aeróbia da matéria orgânica. A simbiose entre algas e bactérias pode ser representada esquematicamente pela Figura 2.4.1.

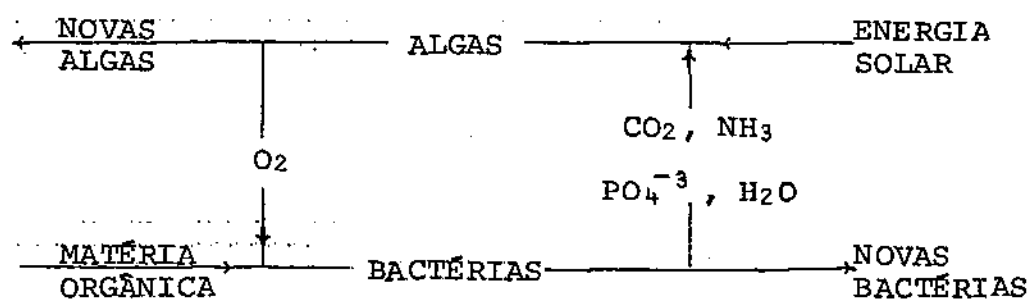


FIGURA 2.4.1 - Representação esquemática da simbiose entre as algas e bactérias

2.5 - Estratificação térmica

A estratificação térmica é um fenômeno que acontece durante o dia, devido à ação direta da energia radiante sobre as camadas superiores da lagoa. A energia radiante é transformada em energia calorífica, e dessa forma a passagem de

luz através da água, torna as camadas superiores da lagoa mais quentes do que as camadas inferiores. As camadas superiores ficam menos densas do que as camadas inferiores, impossibilitando a mistura. As camadas superiores, aquecidas, são separadas das camadas inferiores, frias, por uma zona estática de rápido decréscimo de temperatura denominada termoclina.

Acima da termoclina, as algas motoras fogem da superfície quente das águas e formam uma espessa camada de 300 mm a 500 mm (SILVA e MARA, 1979). Essa camada impede a penetração de luz para os níveis inferiores. Esse fenômeno é denominado de auto-sombreamento.

Devido à estratificação térmica, não há mistura, então as algas não motoras decantam passando através da termoclina para a região escura da lagoa, e como não podem realizar fotossíntese, passam a exercer uma demanda de oxigênio. Como resultado, as condições abaixo da termoclina tornam-se anaeróbias. Outra consequência da estratificação é que a mesma provoca o curto circuito hidráulico, pois não havendo mistura, porções d'água passarão pela lagoa em um tempo menor do que o tempo de detenção.

SLESS (1974), cita que a estratificação térmica eleva o pH a altos níveis na zona fótica, causa perdas de nutrientes como amônia e ortofosfatos e também leva a perdas de oxigênio dissolvido em níveis supersaturados para a atmosfera.

BRANCO (1978), relata gradientes de até 5°C entre as temperaturas do fundo e da superfície da lagoa.

SLESS (1974), estudando lagoas de estabilização em Israel, cita gradientes de 8 a 15°C entre as temperaturas do fundo e da superfície, no verão. Porém nos dias nublados de inverno não existiu estratificação térmica, enquanto que nos dias ensolarados dessa mesma estação, ocorreu pouca estratificação térmica, com gradientes de até 3°C.

A estratificação térmica pode ser amenizada pela ação dos ventos que promovem a distribuição de oxigênio dissolvido produzido na zona fótica, a troca de oxigênio com a atmosfera, a uniformização da temperatura da lagoa e o rompimento de zonas estagnadas que provocam o curto circuito hidráulico.

KING (1976), cita que em dias de pouco vento, uma significativa estratificação de temperatura, oxigênio dissolvido e pH, pode ocorrer.

A ação dos ventos está relacionada diretamente com as dimensões da superfície livre da lagoa. Quanto maior for a extensão na direção do vento, maior será o efeito desta ação. Por este motivo, as lagoas profundas por terem uma menor área superficial, podem se tornar estratificadas por períodos mais prolongados (SOARES, 1985).

Ao anoitecer, a temperatura do ar começa a se tornar inferior à temperatura das camadas inferiores das lagoas. Dessa forma, as camadas superiores perdem calor e resfriam-se, tornando-se mais densas e conseqüentemente afundam, provocando a mistura da massa líquida. O processo de estratificação e mistura é denominado ciclo diário de estratificação e mistura.

O aumento da profundidade, aumenta a resistência da

lagoa à mistura pelo vento e por correntes de convecção térmica (SIDDIQI e HANDA, 1971).

MORENO et alii, (1984), estudando duas lagoas de estabilização com profundidades de 4,5 e 13,5 m respectivamente em Cartagena, Espanha, relatam que profundidades não convencionais como estas, podem causar problemas funcionais relacionados à estratificação térmica, que faz com que o processo de mistura ao longo do eixo vertical da lagoa seja dificultado, afetando a distribuição de nutrientes e oxigênio dissolvido na coluna d'água.

2.6 - pH

O pH das camadas superiores das lagoas facultativas sofre variações devido à atividade fotossintética. A principal causa dessas variações está na remoção de gás carbônico feita pelas algas, no processo de fotossíntese. A concentração de gás carbônico diminui muito durante as horas mais ensolaradas do dia, quando a atividade fotossintética das algas supera a respiração de bactérias, algas e outros organismos aquáticos. Como consequência, os íons bicarbonato presentes se dissociam para produzir mais gás carbônico, havendo a liberação do íon hidroxila, que é alcalino e aumenta o pH. BUSH et alii (1961), estudando lagoas de estabilização, observaram elevações do pH, até valores de 11, durante as horas de maior atividade fotossintética.

Dissociação do íon bicarbonato:



O gás carbônico é normalmente restabelecido durante a noite, quando predomina a degradação anaeróbia da matéria orgânica.

Nas horas iluminadas são formados gradientes decrescentes de pH ao longo da profundidade da lagoa. Isto acontece porque nas camadas inferiores das lagoas facultativas não ocorre fotossíntese e há a predominância dos processos anaeróbios de degradação da matéria orgânica, que liberam o gás carbônico e outros produtos que diminuem o valor do pH. Os gradientes de pH são mantidos através da estratificação térmica (GOLDMANN et alii, 1972).

NEEL et alii (1961), estudando lagoas de estabilização relatam que as mais altas concentrações de oxigênio dissolvido, foram geralmente associadas a altos valores de pH.

2.7 - Oxigênio dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido é um dos parâmetros mais facilmente medidos. O estudo de sua distribuição no corpo d'água, fornece informações sobre a atividade bacteriana, a fotossíntese, a estratificação, a disponibilidade de nutrientes, etc (ROUND, 1981).

Nas lagoas facultativas, a parte aeróbia está localizada nas camadas superiores da lagoa. Esta parte aeróbia existe devido à ação fotossintética das algas nas horas iluminadas, e devido a troca de oxigênio com a atmosfera.

ECKENFELDER e O'CONNOR, citados por DUST & HEINDALLA,

(1970), afirmam que em lagoas de estabilização, a taxa de oxidação da matéria orgânica, excede a taxa de reaeração natural, de modo que o oxigênio deve ser fornecido pelas algas.

A camada da lagoa, onde se dá a absorção de 99% da luz incidente na superfície, é denominada zona fótica. Nessa camada ocorre a maior produção de oxigênio dissolvido (BRANCO, 1978).

Em águas com altas concentrações de algas, a medida de oxigênio dissolvido representa a produção fotossintética menos o consumo de oxigênio por decomposição e respiração biológicas e perdas por difusão para a atmosfera, depois que a supersaturação é alcançada (NEEL et alii, 1961).

A profundidade da lagoa de estabilização, onde a concentração de oxigênio dissolvido torna-se zero é denominada oxipausa. Nas lagoas facultativas a oxipausa situa-se nas camadas superiores. A fotossíntese é uma atividade dependente da luz, por isso ao longo do dia há uma variação na quantidade de oxigênio dissolvido. Dessa forma o nível da oxipausa flutua de acordo com a quantidade de oxigênio dissolvido presente na lagoa.

BOKIL & AGRAWAL (1977), estudando lagoas de estabilização, observaram que os 25 cm superiores das lagoas, foram sempre aeróbios, independentemente da profundidade da lagoa e da carga orgânica.

2.8 - Gêneros de algas presentes em lagoas de estabilização

Em lagoas de estabilização, os despejos orgânicos tendem a influenciar a variedade de gêneros de algas, mais do que outros fatores, como a dureza, a intensidade da luz, o pH, o oxigênio dissolvido, a variação da vazão, o tamanho do corpo d'água, a temperatura e poluentes diversos (PALMER, 1969). Cargas orgânicas altas promovem o desenvolvimento de grandes quantidades de algas, porém de poucos gêneros, enquanto que cargas orgânicas baixas, apresentam um grande número de gêneros, e a população tende a flutuar devido a presença de predadores (SLESS, 1974).

Em experimentos feitos em lagoas facultativas primárias na EXTRABES, foi observado que para cargas orgânicas acima de $400 \text{ Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, as concentrações de algas (medidas como clorofila a) diminuíram consideravelmente (MARA et alii, 1983). De acordo com os autores, isto aconteceu mais provavelmente devido ao aumento das concentrações de sulfeto, todavia a toxicidade da amônia, também poderia ter sido um importante fator contribuinte.

KÖNIG (1984), cita que no Nordeste do Brasil, lagoas facultativas com cargas superficiais entre 170 e $230 \text{ Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, provavelmente representam a variação na qual o máximo crescimento de algas acontece. De acordo com a autora, pode ser esperado que ocorra uma diminuição na concentração de algas em lagoas com cargas superficiais acima ou abaixo desses valores.

Os gêneros de algas mais tolerantes à poluição são: Eu

glena, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Cldorella*, *Nitzschia*, *Navicula* e *Stigeoclonium* (PALMER, 1969). Relativamente pouco gêneros de algas (*Anabaena*, *Anacystis*, *Ankistrodesmus*, *Asterionella*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Cyclotella*, *Euglena*, *Scenedesmus*) são comuns em lagoas de estabilização, independentemente da localização geográfica da lagoa, das condições climáticas ou da composição química das águas influentes (WARD & KING, 1976).

Em experimentos feitos em duas lagoas facultativas fisicamente semelhantes em série, em Hallan, Nebraska, EUA, de NOYELLES Jr. (1967), encontrou dezesseis espécies de algas na primeira lagoa (carga orgânica superficial de $41 \text{ Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$), e vinte e oito espécies na segunda lagoa. No entanto, a população de algas foi maior na primeira lagoa devido à reduzida predação e a maior quantidade de nitrogênio amoniacal. Os gêneros de algas predominantes nas duas lagoas em aproximadamente todas as análises durante o período de amostragem foram: *Ankistrodesmus*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Euglena*, *Scenedesmus* e *Oscillatoria*.

De um modo geral, junto à entrada da lagoa, predominam gêneros de flagelados pigmentados, tais como *Euglena*, *Lepocinclis* e *Phacus*, e algas verdes como *Pynobotrys* e *Chlamydomonas*; nas regiões onde a matéria orgânica já se encontra degradada, passam a predominar as algas verdes como *Chlorella*, *Chlorococcum* (que podem ser encontradas, em algumas épocas predominando no início da lagoa), *Micractinium*, *Ankistrodesmus*, *Golenkinia*, *Scenedesmus*, *Actinastrum*; algumas algas flageladas como: *Pandorina* e *Gonium*; e a alga verde-

azulada (Cyanobacteria) *Microcystis* (BRANCO, 1978).

Os gêneros predominantes de algas em lagoas de estabilização da estação de tratamento de esgotos de Trinity River, Texas, EUA, são os seguintes: *Anacystis*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Coelastrum*, *Oocystis*, *Zygnema* e *Closterium* (DUST & SHINDALLA, 1970).

As espécies encontradas na lagoa de estabilização terciária da estação de tratamento de esgotos de Third Fork em Durham, Carolina do Norte, EUA foram as seguintes: *Scenedesmus* sp, *Chlamydomonas* sp, *Chlorella vulgaris*, *Pyrobotrys* sp, *Pandorina* sp, *Stichococcus* sp, *Micractinium* sp, *Oocystis* sp, *Navicula* sp, *Ankistrodesmus* sp. (HARTLEY & WEISS, 1970).

MARA et alii (1983), citam que as algas flageladas predominam em lagoas facultativas. Os autores estudando lagoas facultativas, recebendo cargas orgânicas superficiais variando entre 162 e 577 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹, verificaram que os gêneros flagelados *Euglena* e *Pyrobotrys* foram os mais abundantes nas lagoas com as mais altas cargas de DBO₅.

KÖNIG (1984), cita que os tipos de algas encontradas em lagoas de estabilização variam consideravelmente, mas de modo geral, pertencem a quatro filos: Cyanobacteria (*Oscillatoria*); Chlorophyta (*Chlamydomonas*, *Chlorogonium*, *Chlorella*); Euglenophyta (*Euglena* e *Phacus*); e Bacillariophyta (*Navicula* e *Nitzschia*). A autora, estudando lagoas facultativas com cargas superficiais variando entre 150 e 300 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹, na EXTRABES, relata que a *Euglena* foi a alga mais frequente em todas as lagoas, durante um período de estudo de um ano. O gênero *Phacus* teve uma alta frequência em to

das as lagoas, exceto na que tinha a maior carga, enquanto que os gêneros *Pyrobotrysa* e *Chlamydomonas* foram também frequentes em todas as lagoas, exceto na lagoa que tinha a carga mais baixa. As algas flageladas *Eudorina* e *Pandorina* foram mais frequentes na lagoa com a carga mais baixa do que nas outras lagoas. As lagoas facultativas primárias tinham uma média de 13 gêneros presentes, exceto a lagoa de mais baixa carga que tinha 17.

2.9 - Distribuição vertical de algas em lagoas de estabilização.

HARTLEY e WEISS (1970), estudando a migração vertical de algas em uma lagoa de estabilização terciária, na estação de tratamento de esgotos de Third Fork Durham, Carolina do Norte, EUA, pesquisaram o comportamento da *Euglena rostrifera*, que foi a alga dominante naquela lagoa. Eles observaram que a *Euglena rostrifera* era capaz de mover-se verticalmente na lagoa e selecionar uma intensidade de luz apropriada durante as horas iluminadas do dia. Entre as 18:00 e 20:00 horas, a *Euglena rostrifera* moveu-se para o lodo e lá permaneceu por toda a noite. Os autores estudaram a *Euglena rostrifera* no laboratório e demonstraram que esta alga pode sobreviver e crescer em completa escuridão por duas semanas. Esta experiência indicou que a *Euglena rostrifera* é capaz de viver quimiotroficamente no lodo da lagoa durante a noite.

MUNAWAR & ZAFAR (1967) estudando a alga *Eudorina elegans*, na Índia em abril de 1963, mostraram o comportamento

da distribuição vertical dessa alga. Eles perceberam que havia uma migração vertical do fundo para as camadas superficiais ao meio dia, quando existia luz solar. Os autores concluíram que a migração da *Eudorina elegans* foi controlada pela temperatura e intensidade de luz em diferentes horas do dia. Eles não puderam explicar porque as algas não estavam presentes, nas camadas observadas, na massa líquida ao anoitecer, e sugeriram que elas poderiam estar presentes no fundo da lagoa.

Observações feitas em lagoas facultativas na EXTRABES, mostraram que durante as horas mais iluminadas do dia, as algas estratificaram em uma camada fina de 10 a 15 cm. Essa camada se moveu para cima e para baixo, através da coluna d'água, em resposta às mudanças de intensidade luminosa (MARRA et alii, 1983). p. 17 Bar.

KÖNIG (1984) fez as seguintes observações sobre a estratificação de algas em lagoas facultativas primárias na EXTRABES:

- As algas mostraram evidência de estratificação durante as horas ensolaradas do dia;
- Ao amanhecer (4:45h) as concentrações de clorofila a eram baixas em toda a coluna de água;
- Às 08:00 horas da manhã, as algas tinham se movido em direção à superfície, e os mais altos valores de concentração de clorofila a foram encontradas a 5 cm abaixo da superfície;
- A estratificação máxima ocorreu entre as 12:00 e 14:00 horas;

- Entre 10:30 e 15:30 horas, a zona de maior abundância de algas, moveu-se para níveis entre 15 e 40 cm abaixo da superfície;

- Durante as horas ensolaradas, as algas não alcançaram uma profundidade maior que 50 cm;

- Ao anoitecer (17:30h), as concentrações de clorofila a, mostraram que a estratificação de algas foi interrompida.

2.10 - Medida de clorofila a para estimativa da biomassa de algas.

O uso da clorofila a como estimativa da biomassa das algas, tem se tornado largamente difundida no estudo do fitoplâncton, por causa da rapidez, da simplicidade e da reprodutibilidade de suas medidas (RAI, 1980).

A pigmentação das algas é útil nas medidas bioquímicas de biomassa total do fitoplâncton, de modo que, quando existem quantidades apreciáveis de organismos do fitoplâncton, as células podem ser filtradas, os pigmentos extraídos e as soluções coloridas, examinadas por espectrofotometria (BONEY, 1976).

A determinação da clorofila a, é um método rápido e simples para verificar as quantidades do material fotossintético no plancton (ROUND, 1981).

A capacidade fotossintética do fitoplâncton pode ser estimada, de forma aproximada, medindo-se a quantidade de clorofila presente na água, já que a produção fotossintéti-

ca do plancton, está intimamente ligada à concentração do pigmento, portanto, sua medida supõe o potencial do ecossistema (ANDRÉS et alii, 1980).

A clorofila a é o principal pigmento fotossintetizante do fitoplancton, as outras clorofilas b, c e d são acessórios. A determinação da clorofila a é suficiente para os monitoramentos de rotina (NUSCH, 1980).

TSCHÖRTNER (1967), citando BOGORED e ALLEN et alii, relata que a clorofila a, é a única forma de pigmento presente em todos os grupos de algas.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Descrição do sistema experimental

Para a realização da pesquisa, foram estudadas, em escala piloto, quatro lagoas facultativas primárias profundas, alimentadas com esgoto bruto de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

As paredes e o fundo das lagoas foram construídos em alvenaria e revestidos com argamassa de cimento e areia para assegurar uma boa vedação.

As características físicas e operacionais dos reatores estão apresentados nos Quadros 3.1 e 3.2.

3.2 - Alimentação das lagoas

Os esgotos sanitários foram captados diretamente do "Interceptor da Depuradora" do Sistema de Esgotos de Campina Grande (Figura 3.1). Este interceptor tem o diâmetro de 900 mm e atravessa o terreno da estação de pesquisa, e dele, através de um poço úmido, construído em anexo a um de seus poços de visita, o esgoto bruto era bombeado por meio de uma bomba centrífuga submersível do tipo FLYGT, de 1,2HP e 3380 rpm da Dynapac Equipamentos Industriais Ltda - São Paulo, para um tanque de nível constante localizado na casa de bom-

bas.

O esgoto bruto era bombeado do tanque de nível constante nas vazões requeridas para as lagoas F10, F11, F12 e F13 por quatro bombas centrífugas de velocidade variável (Netzch do Brasil, Pomerode - Santa Catarina, tipo NE30A). O excesso de esgoto bombeado para o tanque de nível constante, retornava para o interceptor por gravidade.

As vazões bombeadas para as lagoas F10, F11, F12 e F13 eram verificadas quinzenalmente, e se fosse necessário, eram feitas recalibrações para as vazões referentes a cada lagoa.

Nas calibrações verificou-se que a variação das vazões esteve em torno de $\pm 2\%$.

3.3 - Metodologia

3.3.1 - Frequência de amostragem e medidas

Durante o período de 20/11/85 a 25/04/86, foram realizados experimentos de frequência semanal em cada uma das lagoas facultativas primárias.

No decorrer de cada experimento, que tinha a duração de 24 horas, foram realizados perfis da lagoa. Um perfil consiste no levantamento de parâmetros em vários níveis, ao longo da profundidade da lagoa. As amostras foram coletadas e as medidas realizadas a cada duas horas.

3.3.2 - Coleta de amostras e medição de temperatura

Para a coleta de amostras foi utilizada uma bomba pe-

ristáltica (WATSON-MARLOW LIMITED, Falmouth, Inglaterra, modelo MHRE), provida de 10 canais de coleta.

Para a medição de temperatura foi utilizado um teletermômetro YSI, modelo 44 TD, provido de 15 sensores de temperatura.

O teletermômetro e a bomba peristáltica foram instalados em um caixote (Figura 3.2), com divisões internas para os respectivos instrumentos.

O caixote era colocado aproximadamente no centro da lagoa, sobre uma plataforma permanente composta de dois trilhos separados por uma distância de 60 cm, fixados perpendicularmente na parede, e apoiados no fundo da lagoa por duas colunas de concreto armado. Sobre os trilhos eram colocadas tábuas de madeira para compor uma passarela.

Os sensores do teletermômetro foram fixados a uma haste vazada de alumínio com 3 metros de comprimento e seção transversal quadrada de 25 x 25 mm. Os sensores foram posicionados ao longo do comprimento da haste, o primeiro estava localizado a 10 cm acima da superfície da lagoa. Os demais estavam localizados nas seguintes profundidades a partir da superfície: 0, 10, 15, 20, 30, 35, 50, 65, 80, 95, 110, 125, 140 e 170 cm.

Os canais de coleta da bomba peristáltica também foram fixados a uma haste vazada de alumínio com 3 metros de comprimento e seção transversal quadrada de 25 x 25 mm. Ao longo do comprimento da haste foram feitos furos circulares com o diâmetro de 5mm (aproximadamente o mesmo diâmetro de um canal de coleta da bomba peristáltica), espaçados um do

outro de uma distância de 5 cm. Os canais de coleta foram fixados nos furos da haste, nas seguintes profundidades a partir da superfície da lagoa: 5, 15, 20, 25, 30, 40, 70, 100, 150 e 205 cm.

O caixote, a bomba peristáltica, o teletermômetro e as hastes de alumínio eram instalados no dia anterior ao da realização dos experimentos (para não perturbar a estratificação da lagoa no dia do experimento).

Cada haste era apoiada no fundo da lagoa por uma sapata cilíndrica de concreto simples, cimentada ao corpo da haste. A sapata tinha um diâmetro de 15 cm e uma altura de 20 cm.

No dia do experimento, na hora da coleta, eram colocados em um compartimento no interior do caixote, 10 frascos de DBO rotulados com o seu respectivo nível de coleta. Instantes antes da coleta, fazia-se uma descarga do líquido contido nos canais de coleta, com o objetivo de assegurar que o líquido succionado na hora da coleta, fosse totalmente composto por amostra do nível e do horário desejados.

Também na hora da coleta era feito um relatório contendo informações qualitativas referentes à situação da lagoa, condições climáticas e outras informações que se julgasse necessário anotar.

Depois de tomadas as providências descritas acima, acionava-se a bomba peristáltica e simultaneamente os frascos de DBO eram enchidos com amostras da lagoa.

A temperatura era lida para cada nível, diretamente no teletermômetro - essas leituras eram anotadas em um for-

mulário.

As amostras coletadas eram levadas para o laboratório, onde eram feitas as demais análises.

3.3.3 - Clorofila a

Para a medida de clorofila a, eram escolhidas 5 entre as 10 amostras coletadas ao longo da profundidade.

Estes 5 níveis eram escolhidos de acordo com o seguinte critério:

- Perfilavam-se as 10 amostras coletadas.
- Fazia-se a escolha com base no exame visual da concentração de algas, de modo que as 5 amostras escolhidas, representassem os pontos mais característicos da curva de variação da concentração de clorofila ao longo da coluna de água.

3.3.4 - Velocidade do vento

Anotava-se no formulário o valor em km que estava indicado no mostrador do anemômetro.

3.3.5 - Radiação solar

Anotava-se no formulário o valor indicado pelo integrador de radiação (Gunn-Bellani).

3.3.6 - Contagem e identificação de algas

Dos 5 níveis escolhidos (ao longo da profundidade), para medida de clorofila, 5 ml de amostra de cada nível, foram fixados com formaldeído 35% (V/V), visando uma posterior contagem do número e identificação do gênero de algas.

3.3.7 - Horas de insolação

Anotava-se no formulário o valor indicado na fita do heliógrafo.

3.4 - Procedimentos analíticos

3.4.1 - pH

As determinações de pH foram realizadas com o uso de um medidor de pH, marca "Radiometer Copenhagen", modelo pH meter 29.

As leituras foram levadas a efeito por medição direta na amostra coletada.

3.4.2 - Oxigênio dissolvido

As determinações de oxigênio dissolvido foram realizadas com o uso de um medidor de oxigênio marca "Yellow Springs Instruments CO.", USA, modelo 54 ABP, com sensor de membrana "Clarck-Type".

As leituras foram feitas por medição direta na amostra coletada.

3.4.3 - Temperatura

A temperatura foi determinada com o uso de teletermômetro YSI, modelo 44 TD, provido de sensores de temperatura.

3.4.4. - Clorofila a

As análises foram feitas em triplicata, de acordo com a técnica descrita no Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters (1971):

- filtrar num papel marca Ederol (de poro médio para filtração meio rápida), 20 ml de uma solução de $Mg CO_3$ (1000 mg/l), para conferir alcalinidade ao extrator;
- filtrar entre 10 e 50 ml de amostra;
- transferir os papéis de filtro para tubos de centrifuga graduados e adicionar 7 ml de uma solução aquosa de acetona 90% (V/V). Guardar os tubos em refrigerador a 4°C e no escuro por 16 horas;
- Após este período centrifugar os tubos por 2,5 minutos a 2500 rpm;
- transferir o sobrenadante para uma cuveta de 1 cm de espaço interno;
- medir a absorbância à 663 nm (comprimento de onda me

lhor absorvido pela clorofila a) - e a 750 nm - (comprimento de onda melhor absorvido pelo material em suspensão) usando espectrofotômetro Micronal, modelo B382 contra prova em branco de acetona a 90 % (V/V);

- acidificar em seguida a amostra com uma gota de ácido clorídrico 4N, misturar e ler as absorbâncias a 663 nm e 750 nm. Calcular a concentração de clorofila a usando a Equação: (3.1) abaixo.

$$\text{Clorofila } a \text{ } (\mu\text{g}/\ell) = 2,43 (\text{ODO} - \text{ODA}) \times \frac{1000 \times \text{Vol. extrator (ml)}}{K \times \text{Vol. filtrado } (\ell)}$$

Onde:

ODO = absorbância a 663 nm menos a absorbância a 750 nm, antes da acidificação.

ODA = absorbância a 663 nm menos a absorbância a 750 nm, após a acidificação.

K = coeficiente de extinção cujo valor para clorofila é 89.

3.4.5 - Velocidade do vento

As leituras no Anemômetro estavam indicadas em Km. Dessa forma em um intervalo de tempo de 24 horas, tinha-se uma variação em Km, dada pela subtração das duas leituras do intervalo. Dividindo essa variação pelo intervalo de tempo, encontrava-se a velocidade média do vento naquele intervalo.

3.4.6 - Radiação solar

Para medição da Intensidade Luminosa, foi utilizado um Integrador de Radiação (Gunn-Bellani - Baird & Tatlock, Inglaterra). O princípio de funcionamento do aparelho é o seguinte: um corpo negro contendo líquido, absorve radiação solar. O líquido no interior do corpo negro é destilado e passa para uma coluna graduada que permite a leitura. As leituras do líquido realizadas de 24 em 24 horas são transformadas por uma equação em g.cal/cm^2 . As leituras eram feitas as nove horas da manhã.

3.4.7 - Contagem e identificação de algas

A contagem e identificação de algas era realizada, usando-se uma câmara de Neubauer e um microscópio óptico comum, marca Olympus.

O número de algas era expresso em número de células por ml.

3.4.8 - Horas de insolação

Para as medidas das horas de insolação, foi utilizado um heliôgrafo marca Wilh. Lambrecht KG Gottingen, tipo 609. As leituras eram feitas diretamente na fita do heliôgrafo.

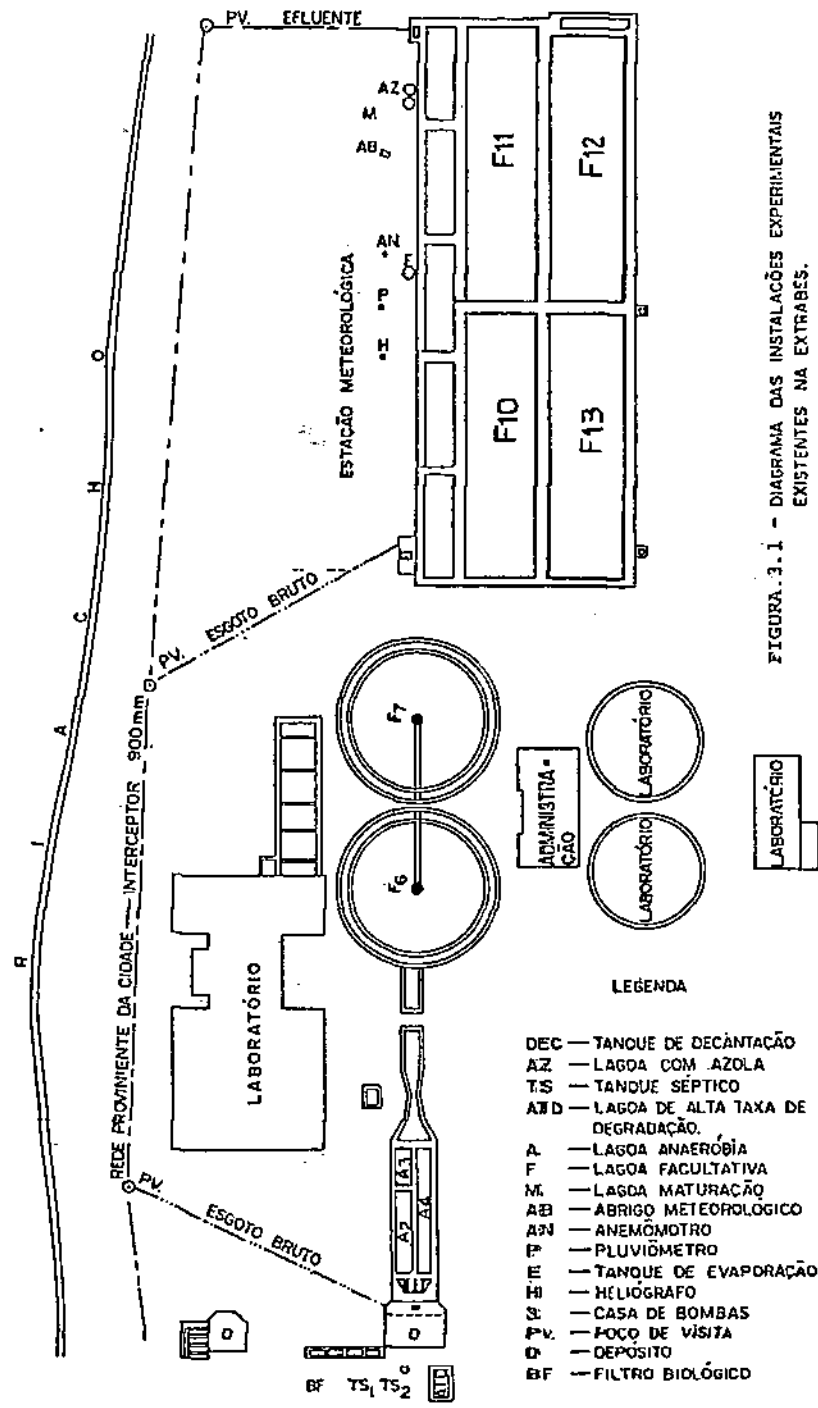


FIGURA.3.1 - DIAGRAMA DAS INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS EXISTENTES NA EXTRABES.

- LEGENDA
- DEC — TANQUE DE DECANTAÇÃO
 - AZ — LAGOA COM AZOLA
 - TS — TANQUE SÉPTICO
 - ATA — LAGOA DE ALTA TAXA DE DEGRADAÇÃO.
 - A — LAGOA ANAERÓBIA
 - F — LAGOA FACULTATIVA
 - M — LAGOA MATURACÃO
 - AB — ABRIGO METEOROLÓGICO
 - AN — ANEMÔMETRO
 - P — PLUVIÔMETRO
 - E — TANQUE DE EVAPORAÇÃO
 - H — HELIOGRAFO
 - S — CASA DE BOMBAS
 - PV — POÇO DE VISITA
 - D — DEPOSITO
 - BF — FILTRO BIOLÓGICO

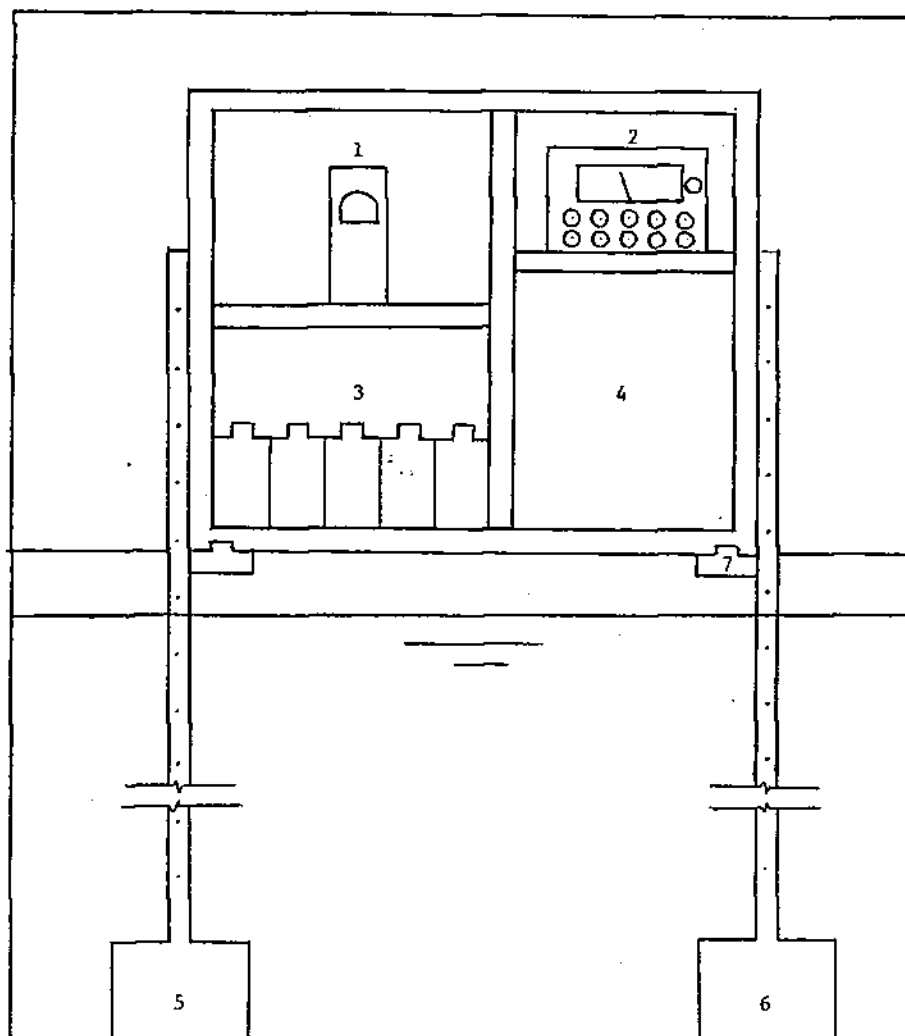


FIGURA 3.2 - Representação Esquemática da Plataforma de Coleta.

1. Bomba peristáltica provida de 10 canais de coleta.
2. Teletermômetro provido de 15 sensores de temperatura.
3. Compartimento para acomodação dos frascos de coleta.
4. Compartimento para tomadas de energia elétrica.
5. Haste para fixação dos canais de coleta em diferentes níveis.
6. Haste para fixação dos sensores do teletermômetro em diferentes níveis.
7. Trilhos.

QUADRO 3.1 - Características Físicas

LAGOA	F10	F11	F12	F13
Largura (m)	7,15	7,15	7,10	7,0
Comprimento (m)	25,40	25,5	25,5	25,4
Profundidade (m)	2,3	2,3	2,3	2,3
Área Superficial (m ²)	181,6	182,30	181,0	177,8
Volume (m ³)	417,70	419,30	416,30	408,9

QUADRO 3.2 - Características Operacionais

LAGOA	F10	F11	F12	F13
Vazão (l/h)	1009	1393	1508	1235
Tempo de detenção (d)	17,3	12,6	11,5	13,8
Carga orgânica superficial (Kg DBO ₅ /ha.d)	193	265	290	242

Observação: Para o cálculo da carga orgânica superficial, a DBO₅ considerada foi de 145 mg/l. Esta DBO foi baseada na média das médias mensais da amostra diária, durante o período de novembro de 1985 a abril de 1986 (período experimental).

4.- APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Dados meteorológicos

Os dados de radiação solar diária, horas diárias de insolação e velocidade média diária do vento, coletados durante o período experimental, estão apresentados no Quadro 4.1.1, no Anexo I.

A radiação solar diária máxima verificada em todo o período experimental, foi de $783,6 \text{ g.cal/cm}^2.\text{d}$, durante o experimento feito na lagoa F10, no dia 17-18/03/86. Enquanto que a radiação solar diária mínima, foi de 330 g.cal/cm^2 , durante o experimento feito na lagoa F12, no dia 12-13/03/86.

Com o auxílio das anotações feitas no relatório diário de coleta, foram verificados que somente um experimento foi feito em um dia típico nublado (12-13/03/86), enquanto que um outro foi feito em um dia parcialmente nublado (24-25/03/86) e o restante foi feito em dias ensolarados.

O maior e o menor número de horas diárias de insolação, verificados em todo o período experimental, foram 12,2h e 1,0 h respectivamente.

A máxima velocidade média diária do vento verificada em todo o período experimental, foi de 11,3 km/h, enquanto que a mínima velocidade média diária do vento, foi de 1,4 km/h. Com o auxílio do relatório de coleta, verificou-se que

as maiores velocidades do vento, ocorreram durante o período da tarde, enquanto que as menores ocorreram de madrugada.

4.2 - Temperatura

As Figuras 4.2.1 a 4.2.16 no Anexo I, apresentam as variações diárias de temperatura, com a profundidade, observadas nas lagoas F10, F13, F11 e F12, durante o período experimental.

Nas lagoas facultativas primárias profundas, nos dias ensolarados, foi observada uma acentuada estratificação térmica nas horas mais iluminadas do dia (entre 10 e 16 h), com gradientes de temperatura, entre a superfície e o fundo da lagoa, de 5,0 a 9,0°C. No entanto, em um dia típico nublado, foi verificado um gradiente de 1,0°C (Figura 4.2.15), enquanto que em um dia parcialmente nublado foi verificado um gradiente de 3,5°C (Figura 4.2.16).

A temperatura máxima verificada em todo o período experimental, foi de 35°C, às 14 h, nos primeiros 10 cm superiores da lagoa F10 (Figura 4.2.5). A temperatura mínima verificada em todo o período experimental, foi de 24°C, às 4 h, na superfície da lagoa F10 (Figura 4.2.3).

Durante as horas mais iluminadas do dia, as maiores variações de temperatura foram observadas nos 35 cm superiores das lagoas. Este comportamento está de acordo com SLESS (1974), que estudando lagoas facultativas primárias em Israel, com profundidades de 0,8 a 1,5 m verificou que as maiores varia

ções de temperatura ocorreram entre a superfície e as profundidades de 30 e 40 cm.

As lagoas facultativas primárias profundas, nos dias ensolarados, apresentaram um comportamento padrão, no que diz respeito ao ciclo diário de estratificação térmica e mistura. Este comportamento pode ser ilustrado pelo experimento feito na lagoa F11 (Figura 4.2.10). Nesta figura, pode ser observado que às 6 h, a lagoa estava completamente misturada e a temperatura da massa líquida era de 26°C . Às 8 h, houve um aquecimento de 1°C nas camadas superficiais da lagoa. Às 10 h, a estratificação térmica já estava bem definida e o gradiente de temperatura entre a superfície e o fundo da lagoa era de 4°C . Esse gradiente elevou-se para $6,0^{\circ}\text{C}$, às 12 h e para $6,5^{\circ}\text{C}$, às 14 h, diminuindo para $5,0^{\circ}\text{C}$ às 16 h e $3,5^{\circ}\text{C}$ às 18 h. A partir das 18 h, foi iniciado o processo de mistura da massa líquida e às 20 h, o gradiente entre o fundo e a superfície da lagoa era de 2°C . Às 22 e 24 h, esse gradiente era de apenas 1°C . Às 2 e 4 h a lagoa estava completamente misturada e a temperatura ao longo da coluna d'água voltou a ser 26°C .

Nos dias ensolarados, a termoclina começou a ser observada em torno das 10 h, desaparecendo por volta das 22 h e, oscilou entre 10 e 50 cm de profundidade.

O vento parece não ter influenciado o rompimento da estratificação térmica. Isto pode ter ocorrido, devido ou às baixas velocidades de vento verificadas no período experimental ou por causa da superfície das lagoas em escala piloto, que é muito pequena e não favorece a mistura. SILVA &

MARA (1979), citam que é necessário um contato sem obstrução, da ordem de 100 m de comprimento, para se conseguir uma mistura máxima pela ação do vento.

No que diz respeito à estratificação térmica, as lagoas facultativas primárias profundas, apresentaram um comportamento semelhante ao observado por SILVA (1982), estudando uma lagoa facultativa primária rasa (F4), com uma profundidade de 1,25 m, na estação de verão. As lagoas facultativas primárias profundas, da mesma forma que a lagoa estudada por SILVA (1982), apresentaram uma acentuada estratificação térmica, nas horas mais iluminadas do dia e sofreram o processo de mistura, nas primeiras horas da noite.

4.3- Clorofila a

As figuras 4.3.1 a 4.3.16 no Anexo III, apresentam as variações da concentração de clorofila a, com a profundidade, observadas nas lagoas F10, F13, F11 e F12, durante o período experimental.

Nos dias ensolarados, a distribuição das concentrações de clorofila a na coluna d'água, apresentou geralmente um comportamento padrão. Este comportamento pode ser ilustrado pelo experimento feito na lagoa F10 e apresentado na Figura 4.3.4. Nesta figura pode ser observado que às 6 h, as concentrações de clorofila a, eram pequenas e uniformes ao longo da profundidade da lagoa. Já as 8 h, as concentrações mais altas, estavam próximas à superfície. O aumento da concentração de clorofila a, nas camadas superiores da lagoa, pode

ser atribuído ao crescimento e/ou a migração de algas para a superfície, em resposta ao aumento da intensidade luminosa. Das 10 às 16 h, a zona mais abundante em algas, estava localizada entre 5 e 30 cm de profundidade. Às 18 h, não havia mais estratificação de algas (medida através de clorofila a) nas camadas superiores e as algas pareceram ter migrado para o fundo da lagoa. A partir das 20 h, as concentrações de clorofila a tornaram-se menores e mais uniformes ao longo da profundidade.

Uma evidência experimental do movimento de algas em direção ao fundo das lagoas, é ilustrado no experimento feito na lagoa F12 (Figura 4.3.14). Nesta figura, pode ser visto que às 16 h, a concentração máxima de clorofila a ($927 \mu\text{g}/\ell$), estava numa profundidade de 25 cm. As 18 horas a concentração máxima de clorofila a ($396 \mu\text{g}/\ell$), foi observada na profundidade de 40 cm, enquanto que às 20 h, a concentração máxima ($285 \mu\text{g}/\ell$), foi verificada na profundidade de 70 cm. No entanto, às 22; 24, 02 e 06 h, as concentrações de clorofila a, foram uniformes ao longo da coluna d'água, enquanto que às 4 h, foi observado um ligeiro aumento na profundidade de 205 cm. Este movimento das algas em direção ao fundo da lagoa, durante a noite, já havia sido observado por MUNAWAR & ZAFAR (1967) e HARTLEY & WEISS (1970).

Nas horas mais iluminadas do dia, (das 10 às 16 h), a zona de concentração máxima de algas, moveu-se para cima e para baixo, em resposta às mudanças de intensidade luminosa (Figura 4.3.11), o que está de acordo com observações feitas por MARA et alii (1983), estudando lagoas facultativas

primárias na EXTRABES, com profundidades de 1,25 m.

Altas concentrações de clorofila a, estavam geralmente associadas a altos valores de pH e altas concentrações de oxigênio dissolvido. Todavia entre as 12 e 16 horas (Figura 4.3.4), quando as algas se afastavam das camadas superficiais, foram observadas, naquelas camadas, baixas concentrações de clorofila a, associadas a altos valores de pH e altas concentrações de oxigênio dissolvido. Por outro lado, nem sempre as maiores concentrações de clorofila a, estavam associadas às maiores concentrações de oxigênio dissolvido, devido ao efeito de auto-sombreamento (Figura 4.3.14).

Comparando-se as concentrações de clorofila a, em dias ensolarados e nublados, verificou-se que nos dias ensolarados, foram observadas altas concentrações de clorofila a e uma marcante estratificação de algas, nas camadas superiores das lagoas (Figura 4.3.5), enquanto que em um dia típico nublado (Figura 4.3.15), foram observadas baixas concentrações de clorofila a e pouca estratificação de algas nas camadas superiores das lagoas.

A concentração máxima de clorofila a, verificada em todo o período experimental, foi de 3470 $\mu\text{g}/\ell$, às 12 h, na profundidade de 15 cm, na lagoa F10, enquanto que a concentração mínima foi de 0 $\mu\text{g}/\ell$, às 22 h, na profundidade de 30 cm, na lagoa F13.

Nos estudos de estratificação de algas, feitos por König (1984) em uma lagoa facultativa primária com a profundidade de 1,25 m e carga orgânica superficial de 162 Kg $\text{DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, foram observadas concentrações de clorofila a, próximas

de 9.000 $\mu\text{g}/\text{l}$. Essa alta concentração foi verificada às 13 h, na profundidade de 25 cm. Valores próximos a esse, não foram observados no presente trabalho, e isto pode ser devido a uma menor disponibilidade de nutrientes, numa lagoa profunda com uma carga orgânica superficial, próxima daquela da lagoa rasa.

Durante todo o período experimental, as concentrações de clorofila a, geralmente diminuíram de lagoa para lagoa, com o aumento da carga orgânica superficial. Este comportamento está de acordo com KÖNIG (1984), que cita que no Nordeste do Brasil, as cargas superficiais de DBO_5 entre 170 e 230 $\text{Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, provavelmente representam a variação, na qual o máximo crescimento de algas pode ocorrer. No entanto, é necessário ressaltar que as conclusões de KÖNIG (1984), basearam-se em medidas de clorofila a, feitas em amostras representativas de toda a coluna d'água.

4.4 - Identificação e contagem de algas

Os quadros 4.4.1 a 4.4.16, no Anexo II, apresentam os resultados da identificação e contagem de algas presentes em amostras coletadas em vários níveis da coluna d'água das lagoas F10, F13, F11 e F12, durante o período experimental.

Os gêneros de algas flageladas *Euglena*, *Pyrobotrys* e *Chlamydomonas*, foram predominantes durante todo o período experimental. O gênero *Euglena*, na maior parte dos experimentos, apareceu em maior número, seguido por *Chlamydomonas* e *Pyrobotrys*. O gênero não flagelado *Chlorella*, apareceu com

bastante frequência, porém foi dominante apenas no experimento realizado no dia 20-21/01/86, na lagoa F10 (Quadro 4.4.3). Os gêneros não flagelados *Scenedesmus*, *Oscillatoria* e *Navícula*, apareceram esporadicamente em alguns horários de alguns experimentos.

A predominância de gêneros flagelados, está de acordo com as observações feitas por KÖNIG (1984), que verificou a presença de grande número de *Euglena*, *Pynobotrys* e *Chlamydomonas*, em lagoas facultativas primárias, com profundidades de 1,25 m e cargas orgânicas superficiais variando entre 162 e 577 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹. A predominância de *Euglena*, também foi observada por SLESS (1974), em estudos feitos durante a estação de verão, em lagoas facultativas primárias em Israel, com profundidades de 0,8 a 1,5 m e cargas orgânicas superficiais entre 150 e 300 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹. A alta frequência de *Chlorella*, em lagoas facultativas primárias, está relacionada com a carga orgânica. BUSH et alii (1961), citam que a *Chlorella* se desenvolve em lagoas com altas cargas orgânicas, enquanto que de NOYELLES Jr. (1967) relaciona a presença de *Chlorella* com cargas orgânicas moderadas a altas. O aparecimento eventual dos gêneros *Oscillatoria* e *Navícula*, pode ser devido ao desprendimento dessas algas de substratos sólidos, como as paredes ou a espuma que se forma na superfície das lagoas e está de acordo com observações anteriores feitas por KÖNIG (1984). Num total de cinco experimentos feitos na lagoa F10 (menor carga orgânica superficial), o gênero *Scenedesmus* foi observado uma única vez, às 12 h, na profundidade de 30 cm. O aparecimento deste gênero de algas,

é típico de lagoas com baixas cargas orgânicas, conforme relatado por deNOYELLES Jr., (1967).

Através da análise de dados de presença e ausência dos diversos gêneros de algas (Quadro 4.4.17, no Anexo II), durante o período experimental, foi verificado um número médio de quatro gêneros de algas por experimento.

Nos diferentes experimentos realizados durante a pesquisa, os gêneros de algas flageladas *Euglena*, *Pyrobotrys* e *Chlamydomonas*, tenderam a se estratificar, durante as horas mais iluminadas (das 10 às 16 h), nos 30 cm superiores da lagoa. Uma análise mais cuidadosa dos dados de contagem, permitiu a observação de que esses gêneros de algas, se estratificaram separadamente ao longo da coluna d'água, ou seja, a *Euglena* geralmente se estratificou nas camadas mais superficiais (em volta dos 20 cm), enquanto que a *Chlamydomonas* geralmente se localizava nas camadas mais profundas (entre 20 e 30 cm). O gênero *Pyrobotrys* se localizava normalmente entre as camadas de *Euglena* e *Chlamydomonas* (entre 15 e 25 cm). Esta estratificação diferencial dos gêneros de algas flageladas, ao longo da profundidade da lagoa, parece ser explicada, segundo BRANCO (1978), na possível predominância de um ou outro pigmento, associado à clorofila. Cada um destes pigmentos favorece o aproveitamento de um determinado comprimento de onda. Como a penetração de luz, varia com a profundidade, as diversas condições de luminosidade existentes nas várias profundidades, devem propiciar o aparecimento de diferentes tipos de algas, capazes de melhor aproveitar as condições reinantes.

A partir das 18 h, a estratificação começa a ser desfeita e os gêneros de algas flageladas parecem migrar em direção ao fundo da lagoa. No decorrer da noite, os gêneros de algas flageladas e não flageladas ficam distribuídos em pequenas quantidades ao longo da coluna d'água, no entanto a maior quantidade de algas parece permanecer junto ao lodo da lagoa, como sugerem HARTLEY e WEISS (1970).

4.5.- pH

As figuras 4.3.1 a 4.3.16 no Anexo III, apresentam as variações de pH, com a profundidade, observadas nas lagoas F10, F13, F11 e F12, durante o período experimental.

As lagoas facultativas primárias profundas, nos dias ensolarados apresentaram um comportamento padrão em relação às variações de pH. Este comportamento pode ser ilustrado no experimento feito na lagoa F13 e apresentado na Figura 4.3.6. Nesta figura pode ser observado que às 6 e 8 h, os valores de pH eram praticamente constantes e próximos de sete, ao longo da coluna d'água. Entre as 10 e 18 h, os maiores valores de pH foram observados nas camadas superiores e os menores nas camadas mais profundas. Nesse intervalo, as maiores variações ocorreram nos 30 cm superiores das lagoas, enquanto que pequenas variações de pH, ocorreram nas camadas mais profundas. Nas primeiras horas da noite, o valor do pH, tendeu a diminuir nas camadas superiores, até tornar-se quase que totalmente uniforme e próximo de sete, ao longo da coluna d'água, por volta das 22 h.

Os maiores valores de pH, foram verificados, nas camadas superiores das lagoas, nas horas mais iluminadas do dia (entre 10 e 16 h). Isto acontece, porque nessas horas a atividade fotossintética das algas, supera a respiração microbiana, fazendo com que os íons bicarbonato presentes, se dissociem para produzir mais CO_2 , havendo a liberação do íon hidroxila, que é alcalino e aumenta o pH do meio. Nas primeiras horas da noite, o pH das camadas superiores das lagoas tendeu a diminuir, devido ao restabelecimento dos níveis de CO_2 , pela respiração microbiana e degradação anaeróbia da matéria orgânica.

Durante todo o período experimental, o valor máximo do pH, foi de 9,0 às 12,14 e 16 h, na profundidade de 15 cm, na lagoa F13 (Figura 4.3.8). Enquanto que o valor mínimo verificado foi de 6,3 às 16 e 24 h na profundidade de 205 cm, na lagoa F12 (Figura 4.3.15). PATIL et alii (1975), estudando uma lagoa facultativa primária em Dharwar, Índia, com profundidade de 1,20 m e carga orgânica superficial de $336,3 \text{ Kg DBO}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, citam que o valor máximo de pH, registrado em todo o período experimental, foi de 9,5, às 12 h.

A maior variação de pH, entre o fundo e a superfície da lagoa, em um mesmo horário foi de 2 unidades (6,6 a 8,6) às 14 e 16 h, na lagoa F10 (Figura 4.3.4). Enquanto que a maior variação diária entre o fundo e a superfície da lagoa foi de 2,25 unidades (6,35 às 4 h e 8,6 às 14 e 16 h), na lagoa F10 (Figura 4.3.4).

Durante todo o período experimental, altos valores de pH, foram sempre acompanhados por altas concentrações de oxi

gênio dissolvido, de acordo com o que foi observado por NEEL et alii (1961).

Altos valores de pH, geralmente estavam associados a altas concentrações de clorofila a. No entanto, entre 12 e 16 h, foram observadas nas camadas superficiais, baixas concentrações de clorofila a, associadas a altos valores de pH e oxigênio dissolvido (Figura 4.3.14). SHILLINGLAW & PIETERSE (1977), estudando um sistema composto por duas lagoas de maturação em serie, com profundidade média de 1,0 m, na África do Sul, sugeriram que nas horas, em que os valores de pH estavam altos e as concentrações de clorofila a estavam baixas, as algas estavam metabolicamente muito ativas ou que outros fatores influenciaram o pH. Todavia, durante a presente pesquisa, foi verificado que entre as 12 e 16 h, quando as algas se afastavam das camadas superficiais, eram deixados vestígios de sua permanência anterior, ou seja, as algas deixavam as camadas superficiais, ricas em íons hidroxila e oxigênio dissolvido.

Em um dia típico nublado, mostrado na Figura 4.3.15, pode-se observar que o valor do pH, na coluna d'água da lagoa F12, permaneceu quase que totalmente uniforme durante o experimento. O maior valor de pH, observado neste dia, foi de 6,7, às 12,14 e 16 h, entre as profundidades de 15 e 30 cm, enquanto que o menor valor de pH, foi de 6,3, às 16 h, na profundidade de 205 cm.

Em um dia parcialmente nublado, mostrado na Figura 4.3.16, pode-se observar, que os maiores valores de pH, foram observados nos 20 cm superiores da lagoa F12. O maior valor

de pH observado neste dia, foi de 8,9 , às 12 h, na profundidade de 5 cm, enquanto que o menor valor foi de 6,9 , às 14, 16 e 22 h, na profundidade de 205 cm.

4.6. - Oxigênio dissolvido

As figuras 4.3.1 a 4.3.16 no Anexo III, apresentam as variações da concentração de oxigênio dissolvido, com a profundidade, observadas nas lagoas F10, F13, F11 e F12, durante o período experimental.

As lagoas facultativas primárias profundas, nos dias ensolarados, apresentaram um comportamento padrão, em relação a distribuição do oxigênio dissolvido. Este comportamento pode ser ilustrado no experimento feito na lagoa F12 e apresentado na figura 4.3.14. Nesta figura pode ser observado que às 6 e 8 h, a lagoa estava completamente anaeróbia. No entanto entre 10 e 18 h existiu uma supersaturação de oxigênio dissolvido nos 20 cm superiores da lagoa, com concentrações de até 15 mg/l, às 16 h, na profundidade de 15 cm. Nas primeiras horas da noite, a concentração de oxigênio dissolvido diminuiu sensivelmente, até tornar-se zero em toda a coluna d'água por volta das 22 h. A oxipausa oscilou ao longo do experimento, atingindo uma profundidade máxima de 40 cm, às 18 h.

A concentração máxima de oxigênio dissolvido, passível de medição, verificada em todo o período experimental, foi de 20 mg/l , às 12, 14, 16 e 18 h, nas profundidades entre 5 e 20 cm, nas lagoas F10, F11 e F13. Enquanto que a au

sência de oxigênio dissolvido, foi verificada em todos os experimentos, em diferentes horários e profundidades.

Na maior parte dos experimentos, as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, foram verificadas nos 25 cm superiores das lagoas, enquanto que a profundidade máxima da oxipausa ficou em torno de 40 cm. Este comportamento está de acordo com SLESS (1974), que estudando lagoas facultativas primárias em Israel, com profundidades de 0,8 a 1,5 m, observou que durante as horas mais iluminadas do dia, o oxigênio dissolvido estava presente apenas nos 40 cm superiores da lagoa. BOKIL & AGRAWAL (1977), estudando lagoas de estabilização, em escala de laboratório, na Índia, com profundidades de 0,355 a 0,53 m e cargas orgânicas superficiais entre 56 e 112 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹, verificaram que os 25 cm superiores da lagoa, foram sempre aeróbios, independentemente da carga e da profundidade das mesmas.

Neste trabalho, as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, foram geralmente verificadas entre as 14 e 16h. Estes resultados estão de acordo com estudos realizados por PATIL et alii (1975), em lagoas facultativas primárias em Dharwar, Índia, que observaram concentrações máximas de oxigênio dissolvido, no período da tarde. Da mesma forma, HARTLEY & WEISS (1970), estudando uma lagoa terciária em Durham, Carolina do Norte, EUA, verificaram que as concentrações máximas de oxigênio dissolvido ocorreram às 16 h e alcançaram valores de até 16 mg/l.

Em um dia típico nublado, mostrado na Figura 4.3.15, pode-se observar que a coluna d'água da lagoa F12, permane-

ceu quase que totalmente anaeróbia durante todo o experimento. A concentração máxima de oxigênio dissolvido nesse dia foi de 0,4 mg/l, às 8 h, na profundidade de 5 cm.

Em um dia parcialmente nublado mostrado na Figura 4.13.16, pode-se observar que as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, foram verificadas nos primeiros 15 cm da lagoa F12. A oxipausa atingiu uma profundidade máxima de 25 cm, às 18 h. A concentração máxima de oxigênio dissolvido verificada neste dia, foi de 18,2 mg/l, na profundidade de 5 cm.

Em relação à distribuição do oxigênio dissolvido, ao longo da profundidade, as lagoas facultativas primárias profundas, apresentaram um comportamento semelhante à lagoa facultativa primária F4, com profundidade de 1,25 m, estudada na estação de verão por SILVA (1982). As lagoas profundas, da mesma forma que aquela lagoa rasa, permaneceram anaeróbias por quase toda a noite e as primeiras horas da manhã. A oxipausa se manteve aproximadamente nos mesmos níveis e as concentrações máximas de oxigênio dissolvido foram próximas em ambos os sistemas.

5 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, podem ser formuladas as seguintes conclusões relativas à caracterização de lagoas facultativas primárias profundas, com cargas orgânicas superficiais médias variando entre 193 e 290 Kg DBO₅.ha⁻¹.d⁻¹.

Nos dias ensolarados, as lagoas facultativas primárias profundas, apresentaram nas horas mais iluminadas do dia, uma acentuada estratificação térmica em suas camadas superiores. A mistura da massa líquida era normalmente iniciada nas primeiras horas da noite, sendo completada por volta das 22 h. Dessa maneira ficou constatado que as lagoas facultativas primárias, nos dias ensolarados, foram submetidas a um ciclo de estratificação térmica e mistura.

Nos diversos experimentos, foi observada uma estratificação de algas (medida como clorofila a) nas camadas superiores das lagoas, durante as horas mais iluminadas do dia. No entanto, durante a noite, as concentrações de clorofila a, foram pequenas e uniformes ao longo da profundidade da lagoa. De um modo geral, foi verificada uma diminuição da biomassa de algas, de lagoa para lagoa, com o aumento da carga orgânica.

Os gêneros de algas flageladas *Euglena*, *Pyrobotrys* e *Chlamydomonas* foram predominantes em todos os experimentos.

Esses gêneros tenderam a se estratificar separadamente ao longo da coluna d'água ou seja, a *Euglena* geralmente se estratificou nas camadas mais superficiais (por volta dos 20 cm), enquanto que a *Chlamydomonas* geralmente se localizava nas camadas mais profundas (entre 20 e 30 cm). O gênero *Pyrobotrys* se localizava normalmente entre as camadas de *Euglena* e *Chlamydomonas* (15 e 25 cm).

O fitoplâncton determinou modificações importantes na qualidade da massa líquida, ou seja, nas horas mais iluminadas do dia, as maiores variações de oxigênio dissolvido e dos valores de pH, foram sempre verificadas nas camadas superiores, onde foram observadas altas concentrações de algas.

Durante o dia, foram verificadas condições aeróbias nas camadas superiores das lagoas, enquanto que nas camadas mais profundas, foram verificadas condições anaeróbias. Durante quase toda a noite e as primeiras horas da manhã, as lagoas permaneceram completamente anaeróbias.

As maiores variações de pH ocorreram nas camadas superiores das lagoas, enquanto que poucas variações ocorreram nas camadas mais profundas. Durante quase toda a noite e as primeiras horas da manhã, o pH sofreu pequenas variações e permaneceu quase que totalmente uniforme ao longo da profundidade.

Altas concentrações de oxigênio dissolvido, foram sempre acompanhadas por altos valores de pH.

No geral foi verificado que as lagoas facultativas primárias profundas, funcionaram como lagoas facultativo-anaeró

bias. Porém, com base nos dados relativos à atividade do fitoplanton e suas consequências, conclui-se pela viabilidade da aplicação dessas lagoas no tratamento de esgotos domésticos, em condições operacionais e climáticas semelhantes as que foram observadas na presente pesquisa.

6 - SUGESTÕES

Levando em conta que os estudos feitos na presente pesquisa, representam apenas uma parte do estudo do comportamento geral das lagoas facultativas primárias profundas, sugere-se a continuidade das investigações de tais lagoas, principalmente no que se refere a:

- Caracterização das lagoas facultativas primárias profundas, na estação chuvosa.

- Avaliação da eficiência das lagoas facultativas primárias profundas, com base num monitoramento prolongado da qualidade do afluente e do efluente de tais lagoas.

- Caracterização de lagoas facultativas primárias profundas, com cargas orgânicas superficiais, superiores às utilizadas na presente pesquisa.

- Investigação dos fatores que influenciam a sobrevivência de Coliformes fecais em lagoas facultativas primárias profundas.

- Investigação detalhada do comportamento noturno do fitoplâncton, com destaque para a sua relação com a camada de lodo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉS, A. S.; MERCADER, J. S.; CLAVEL, J. M.; GRAU, D. M.; MARTINEZ - MENA GARCIA, L. Evolucion de las aguas residuales urbanas almacenadas en lagunas profundas, vol. 3, nºs 1-2. Universidad de Murcia, Cartagena, 1980. 23-39p.
- BOKIL, S. D. & AGRAWAL, G. D. Stratification in laboratory simulations of shallow ponds. Water Research, vol. 11, 1977, 1025-1030p.
- BONEY, A. D. Phytoplankton, Edward Arnold Limited. London, 1976. 116p.
- BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. São Paulo, CETESB, 1978. 620p.
- BUSH, A. F.; ISHERWOOD, J. D.; RODGI, S. Dissolved solids removal from wastewater by algae. Journal of the Sanitary Engineering Division - ASCE, vol. 87 nº SA3, 1961. 39-57p.
- de NOYELLES JR, F. Factors affecting phytoplankton distribution in a double - cell sewage lagoon. Journal of Phycology, 1967. 174-181p.
- DUST, J. V. & SHINDALA, A. Algal count and classification in oxidation ponds. Journal of Water Pollution Control Federation, vol. 42. nº 07, 1970. 1932-1370p.
- GOLDMANN, J. C.; PORCELLA, D. B.; MIDDLEBROOKS, E. J.; TOERIEN, D. F. The effect of carbon on algal growth - its relationship

- to eutrophication. *Water Research*, vol. 6, 1972. 637-679p.
- HARTLEY, W. R. & WEISS, C. M. Light intensity and the vertical distribution of algae in tertiary oxidation ponds. *Water Research*, nº 4, 1970. 751-763p.
- KING, Darrell L. Changes in water chemistry induced by algae. Ponds as a wastewater treatment alternative, vol. IX, Edited by GLOYNA, Earnest F.; MALINA Jr., Joseph F.; DAVIS, Ernest M. Austin, University of Texas, 1976. 73-85p.
- KÖNIG, A. Ecophysiological studies on some algae and bacteria of stabilization ponds. Tese de doutoramento. Universidade de Liverpool. Inglaterra, 1984. 175p.
- MANGELSON, K. A.; WATTERS, G. Z. Treatment efficiency of waste stabilization ponds. *Journal of the sanitary engineering*, vol. 98, nº SA2, 1972. 407-425p.
- MARA, D. D.; PEARSON, H.; SILVA, S. A. Brazilian stabilization pond - research suggests low-cost urban application. *World Water*, nº 6, 1983. 20-24p.
- McKINNEY, Ross E. Functional characteristics unique to ponds. Ponds as a wastewater treatment alternative, vol IX, Edited by GLOYNA, Earnest F.; MALINA Jr., Joseph F.; DAVIS, Ernest M. Austin, University of Texas, 1976. 317-325p.
- METCALF-EDDY. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Editorial Labor. Barcelona, 1977. 837p.
- Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP Handbook, nº 8, edited by Golterman, H. L. & Clymo, R. S. Oxford, Blackweel Scientific Publications, 1971. 166p.

- MILLER, S.; ABELIOVICH, A.; BELFORT, G. Effects of high organic loading on mixed photosynthetic wastewater treatment. Journal of Water Pollution Control Federation, 1977. 437-440p.
- MORENO-GRAU, M. D.; SOLER, A.; SAEZ, J.; MORENO-CLAVEL, J. Thermal simulation of deep stabilization ponds. Trib. Cebedeano, n° 491, Cebedoc, 1984. 403-410p.
- MUNAWAR, M. & ZAFAR, A. R. - A preliminary study of vertical movement of Eudorina elegans and Trinema lineare during a bloom caused by them. Hidrobiologia, vol. 29, 1967. 140-148p.
- NEEL, J. K.; Mc DERMOTT, J. H.; MONDAY Jr, C. A. Experimental lagooning of raw sewage at Fayette Missouri. Journal of Water Pollution Control Federation, vol. 33, 1961. 603-641.
- NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. Archiv. Hidrobiologie beih. Ergebn. Limnol. vol. 14, 1980. 14-36p.
- PALMER, C. M. A composite rating of algae tolerating organic pollution. Journal of Phycology, n° 5, 1969. 78-82p.
- PATIL, H. S.; DODAKUNDI, G. B.; RODGI, S. S. Succession in zoo and phytoplankton in sewage stabilization pond. Hidrobiologia. vol. 47, 1975. 253-264p.
- RAI, H. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods. Archiv. Hidrobiologie Beih. Ergebn. Limnol. vol. 14, 1980. 91-106p.

- ROUND, F. E. The ecology of algae. Cambridge University Press. Cambridge, 1981. 653p.
- SHILLINGLAW, S. N. & PIETERSE, A. J. H. Observation on algae populations in an experimental maturation pond system. Water SA, vol. 3, nº 4. 1977. 183-192p.
- SIDDIQI, R. H.; & HANDA, B. K. Evaluation of some stabilization ponds in India. Journal of the sanitary engineering division, vol. 97, nº SA1, 1971. 91-100p.
- SILVA, S. A. On the treatment of domestic sewage in stabilization ponds in Northeast Brazil. Tese de doutoramento. Universidade de Dundee. Escócia, 1982. 236p.
- SILVA, S. A. & MARA, D. D. Tratamentos biológicos de águas residuárias - Lagoas de estabilização. ABES, Rio de Janeiro, 1979. 140p.
- SLESS, J. B. Biological and chemical aspects of stabilization pond design. Review on Environmental Health, vol. 1, nº 4, 1974. 327-354p.
- SOARES, J. Avaliação do comportamento de um sistema de lagoas de estabilização profundas em série. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1985. 64p.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th edition. Washington, 1980. 1134p.
- TSCHÖRTNER, U. S. The determination of chlorophyll a in algae and its application in South African oxidation ponds. Water Research, vol. 1, 1977. 785-793p.

WARD, C. H. & KING, J. M. Fate of algae in laboratory culture. Ponds as a wastewater treatment alternative, vol. IX, Edited by GLOYNA, Earnest F.; MALINA Jr., Joseph F.; DAVIS, Ernest M. Austin, University of Texas, 1976. 87-103p.

ANEXO I

QUADRO 4.1.1 - Dados meteorológicos

LAGOA	DATA	RADIAÇÃO SOLAR DIÁRIA (g. cal/cm ² . d)	HORAS DE INSOLAÇÃO	VELOCIDADE MÉDIA DIÁRIA DO VENTO (km/h)
F10	20-21/01/85	564,00	5,20	5,00
F10	09-10/12/85	510,00	1,20	7,64
F10	20-21/01/86	762,00	9,25	3,91
F10	24-25/02/86	682,80	7,17	3,70
F10	17-18/03/86	783,60	-	2,40
F13	27-28/01/86	466,80	3,25	11,30
F13	03-04/03/86	646,80	3,58	-
F13	21-22/04/86	762,00	9,20	2,00
F11	03-04/02/86	672,00	6,65	2,80
F11	07-08/03/86	564,00	3,90	2,70
F11	25-26/04/86	686,40	9,17	2,30
F12	27-28/11/85	718,80	10,20	7,84
F12	18-19/12/85	384,00	8,30	5,30
F12	17-18/02/86	740,40	10,15	4,54
F12	12-13/03/86	330,00	4,20	1,45
F12	24-25/03/86	538,80	1,00	2,80

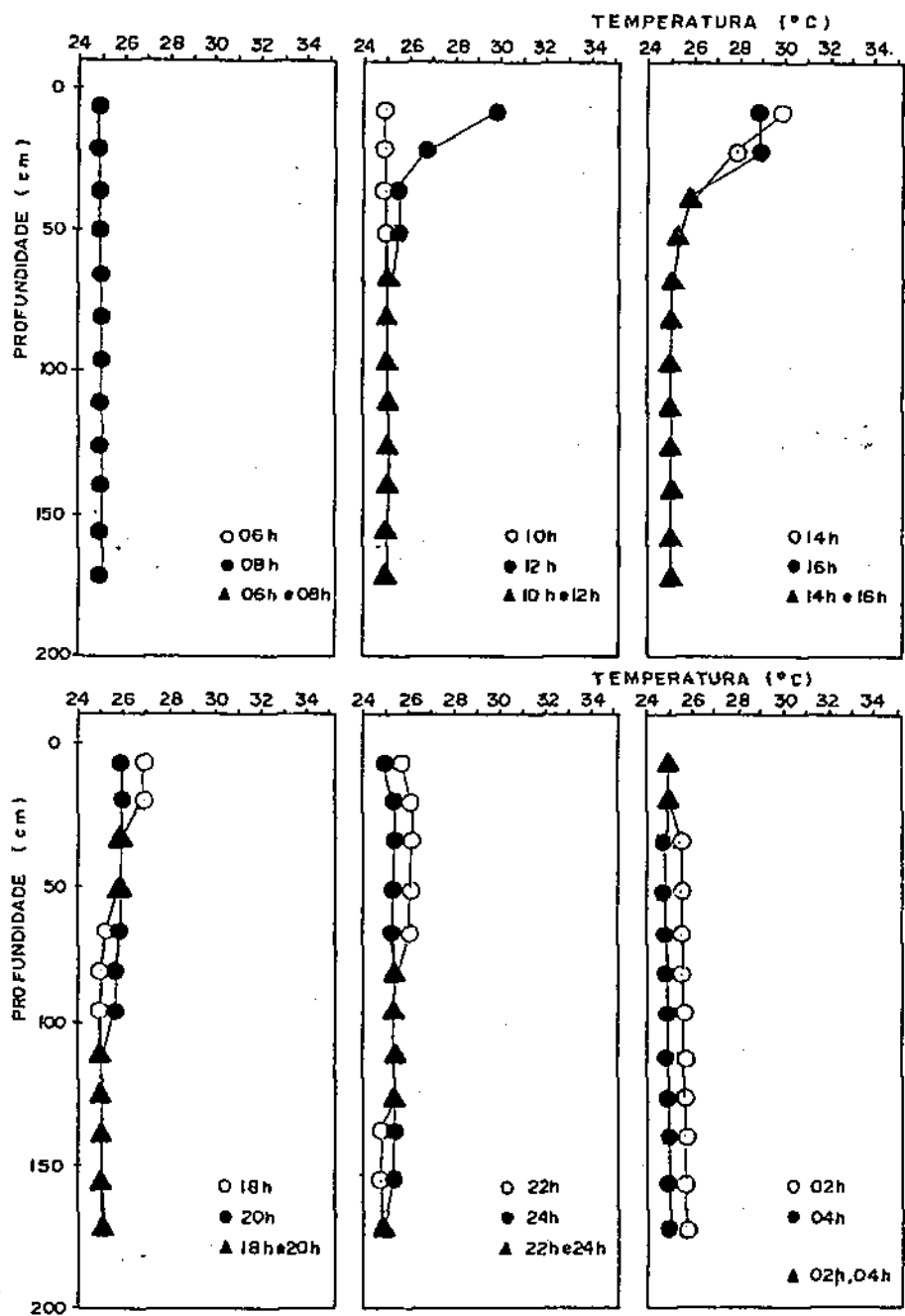


FIGURA 4.2.1 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F10 (20-21/11/85).

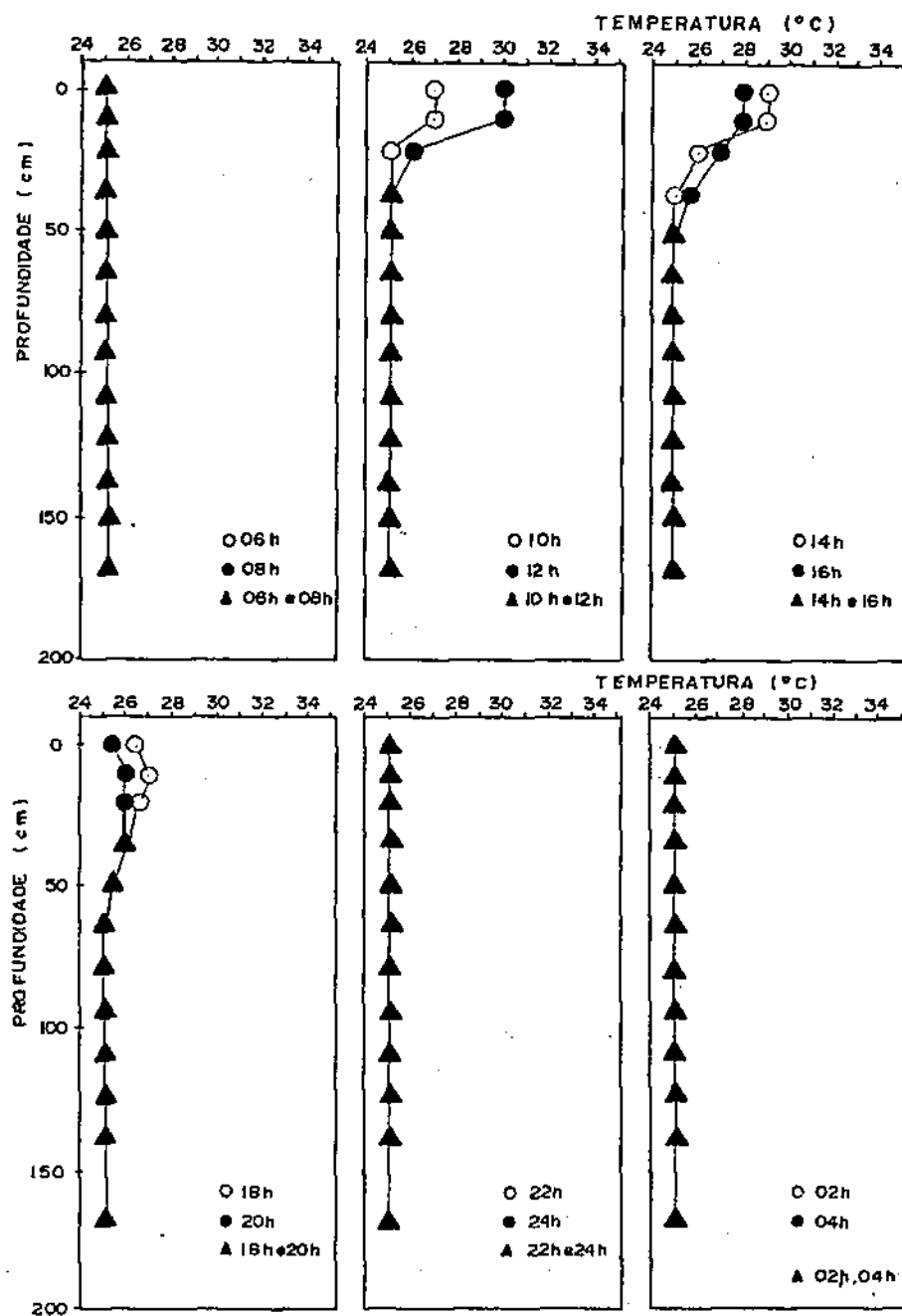


FIGURA 4.2.2 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F10 (09-10/12/85).

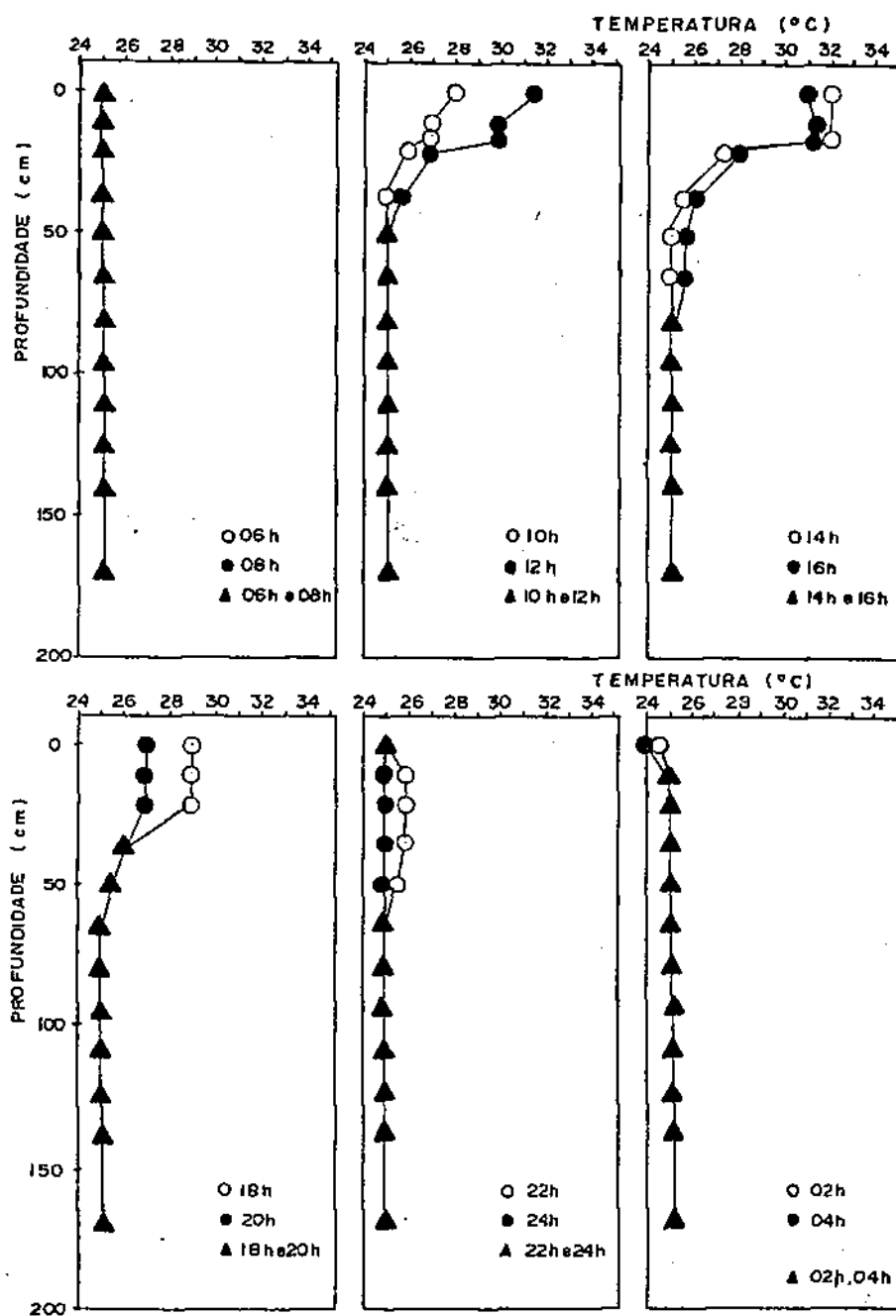


FIGURA 4.2.3 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F10 (20-21/01/86).

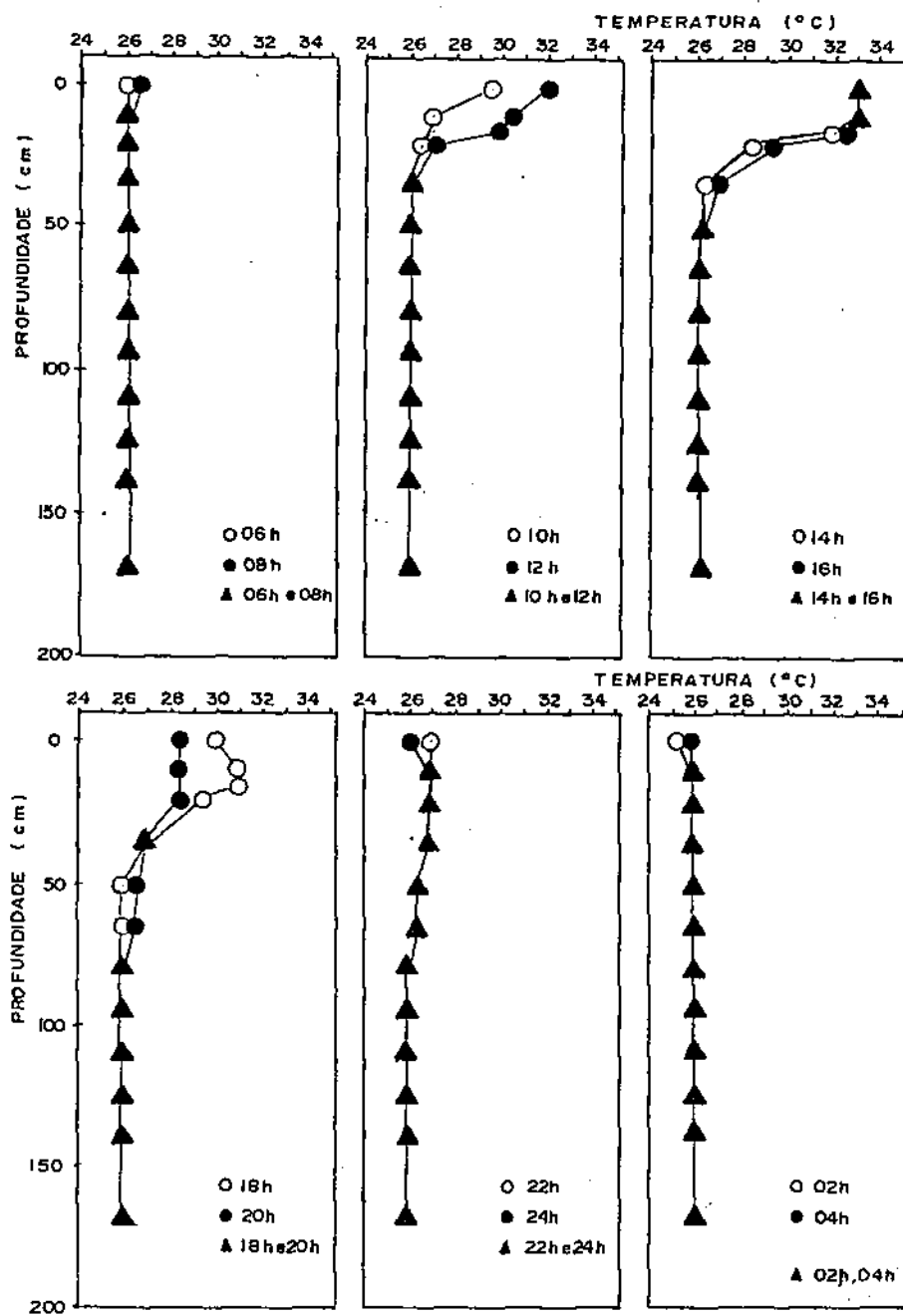


FIGURA 4.2.4 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F10 (24-25/02/86).

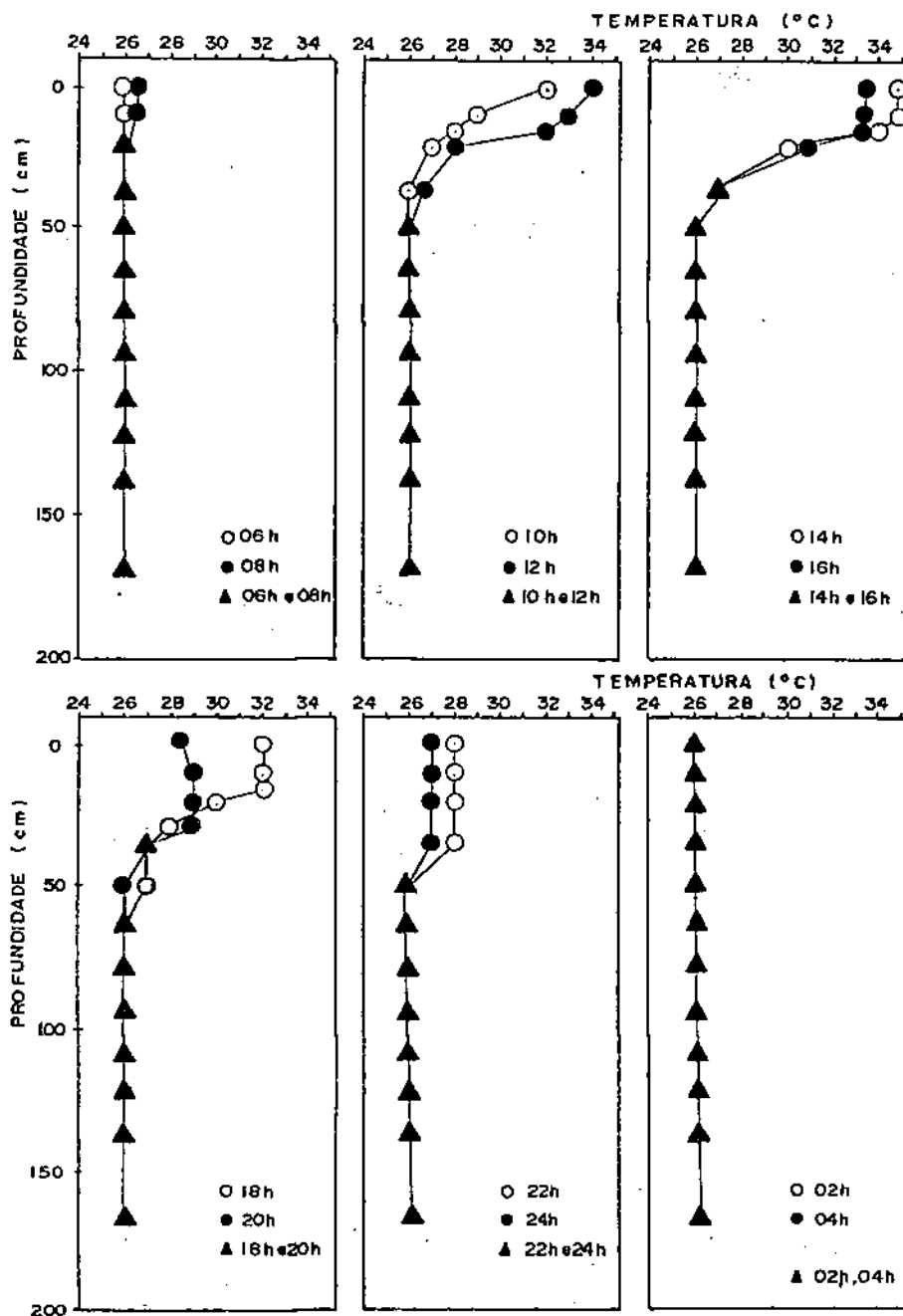


FIGURA 4.2.5 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F10 (17-18/03/86).

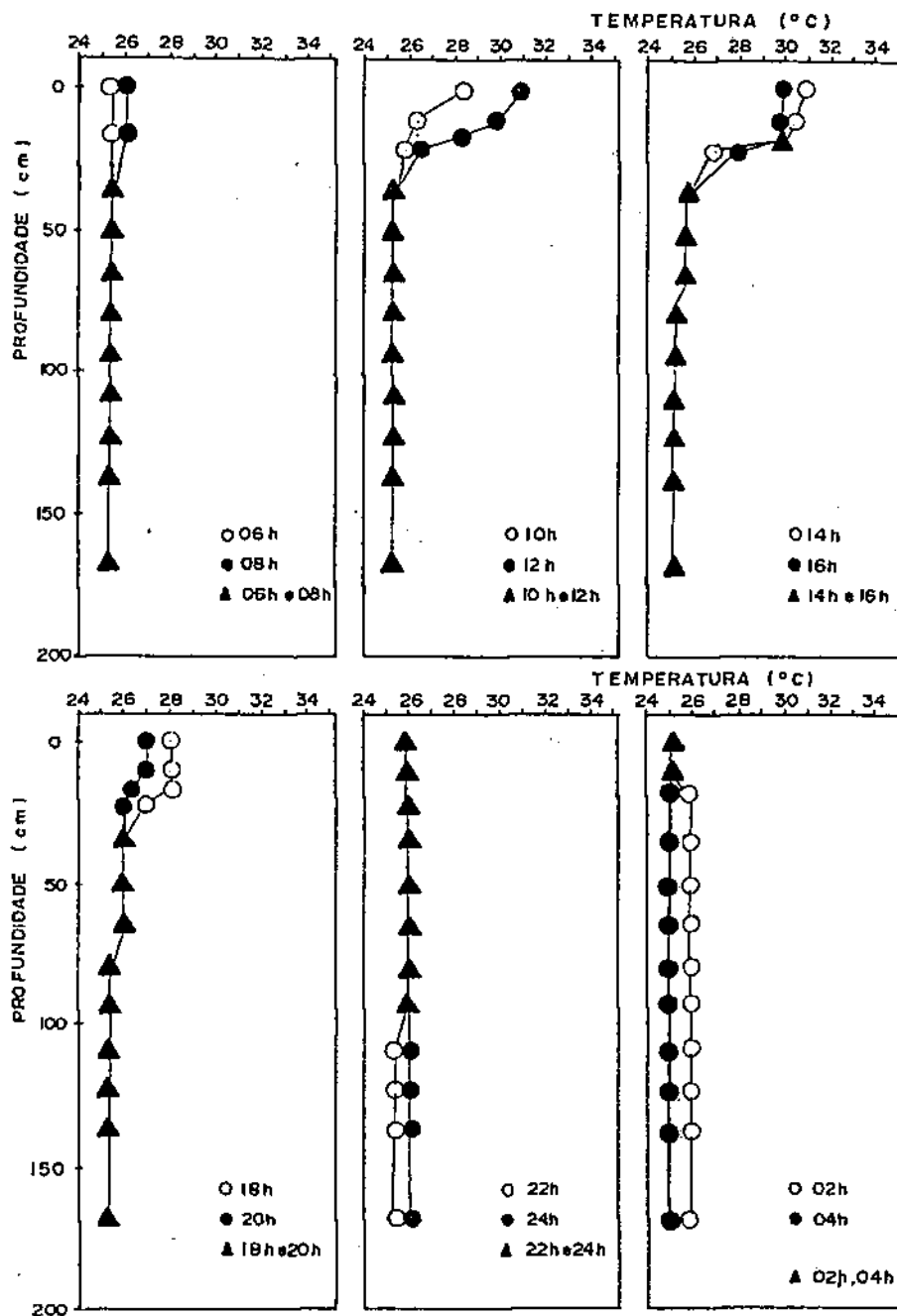


FIGURA 4.2.6 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F13 (27-28/01/86).

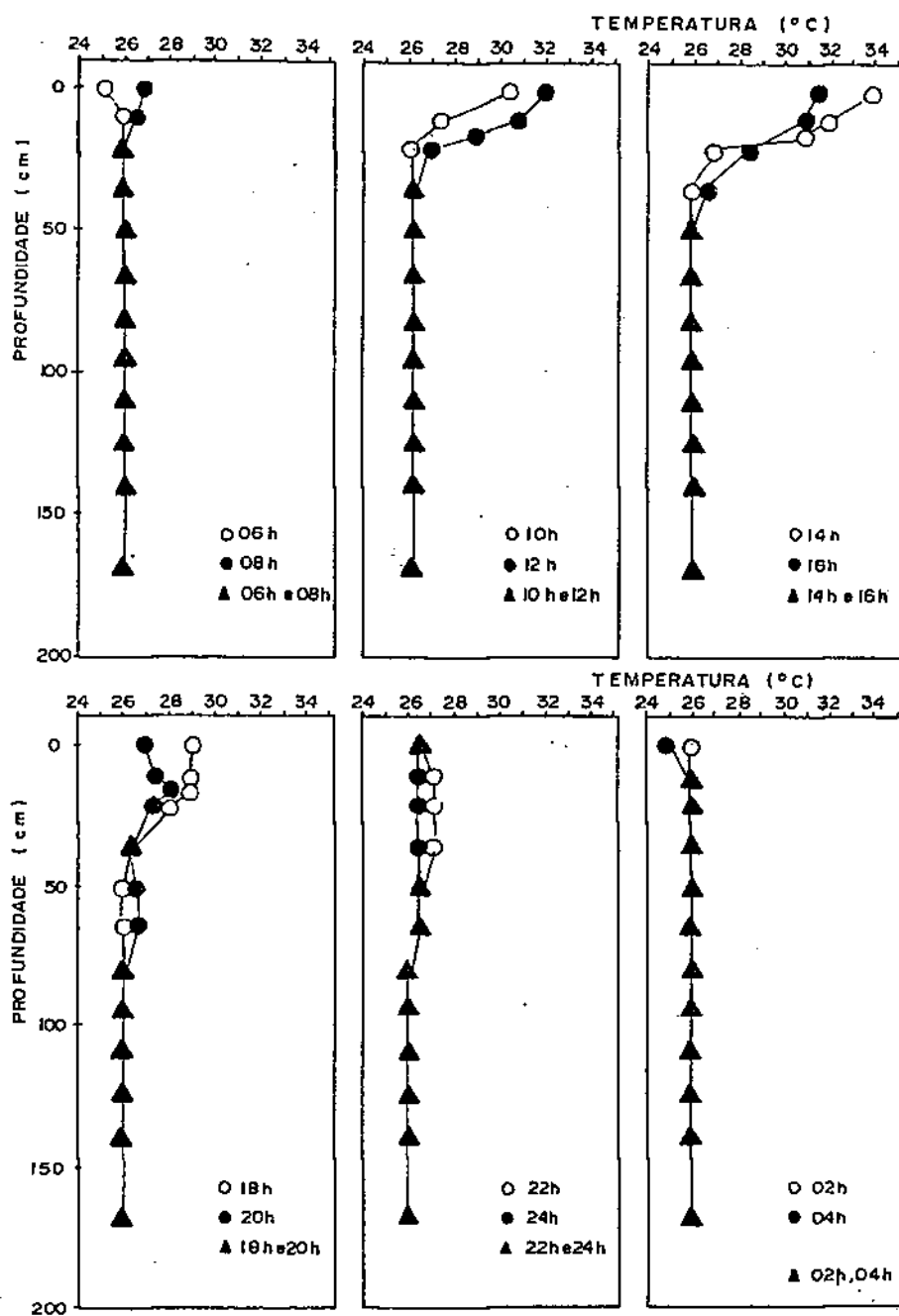


FIGURA 4.2.7 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F13 (03-04/03/86).

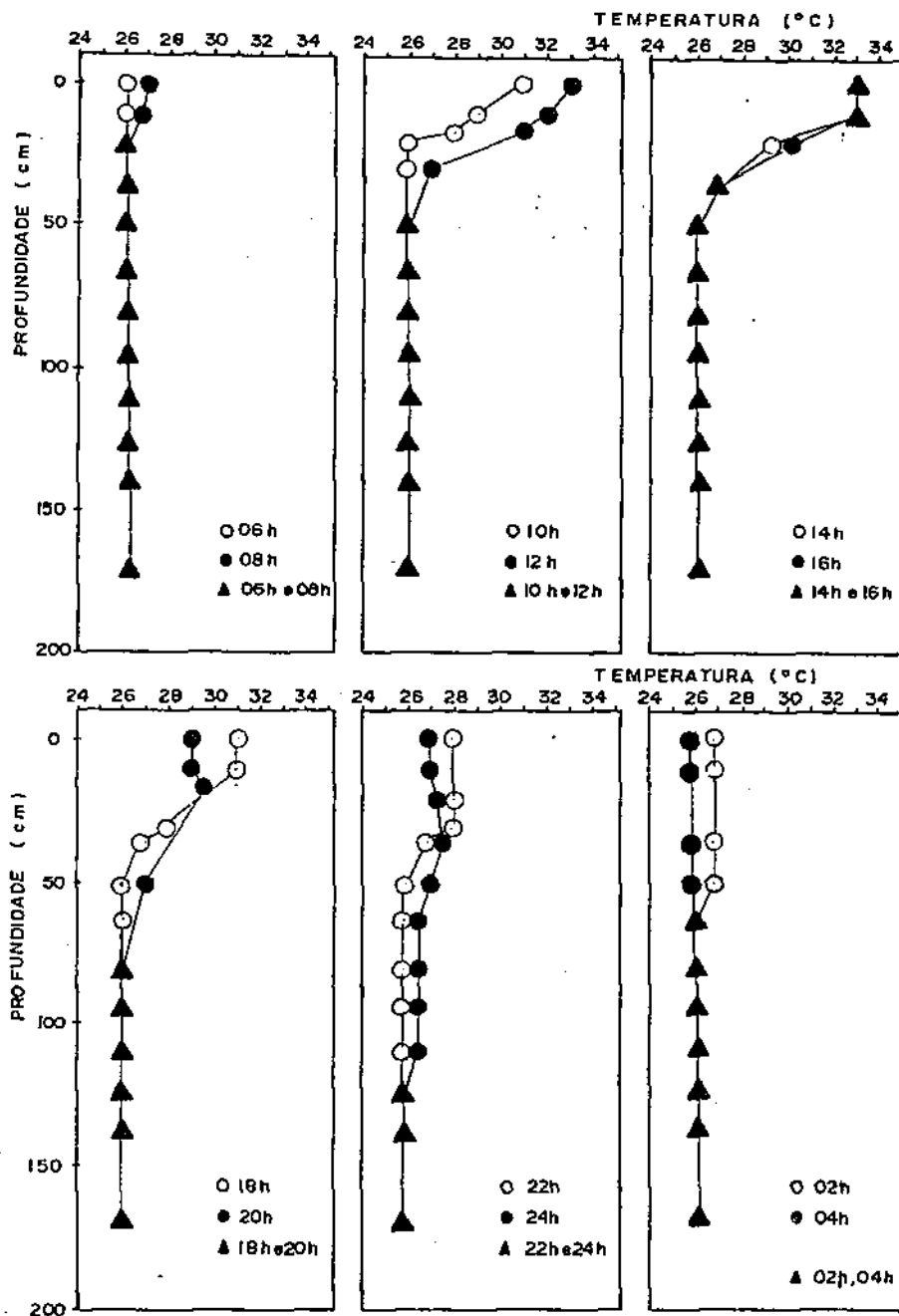


FIGURA 4.2.8 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F13 (21-22/04/86).

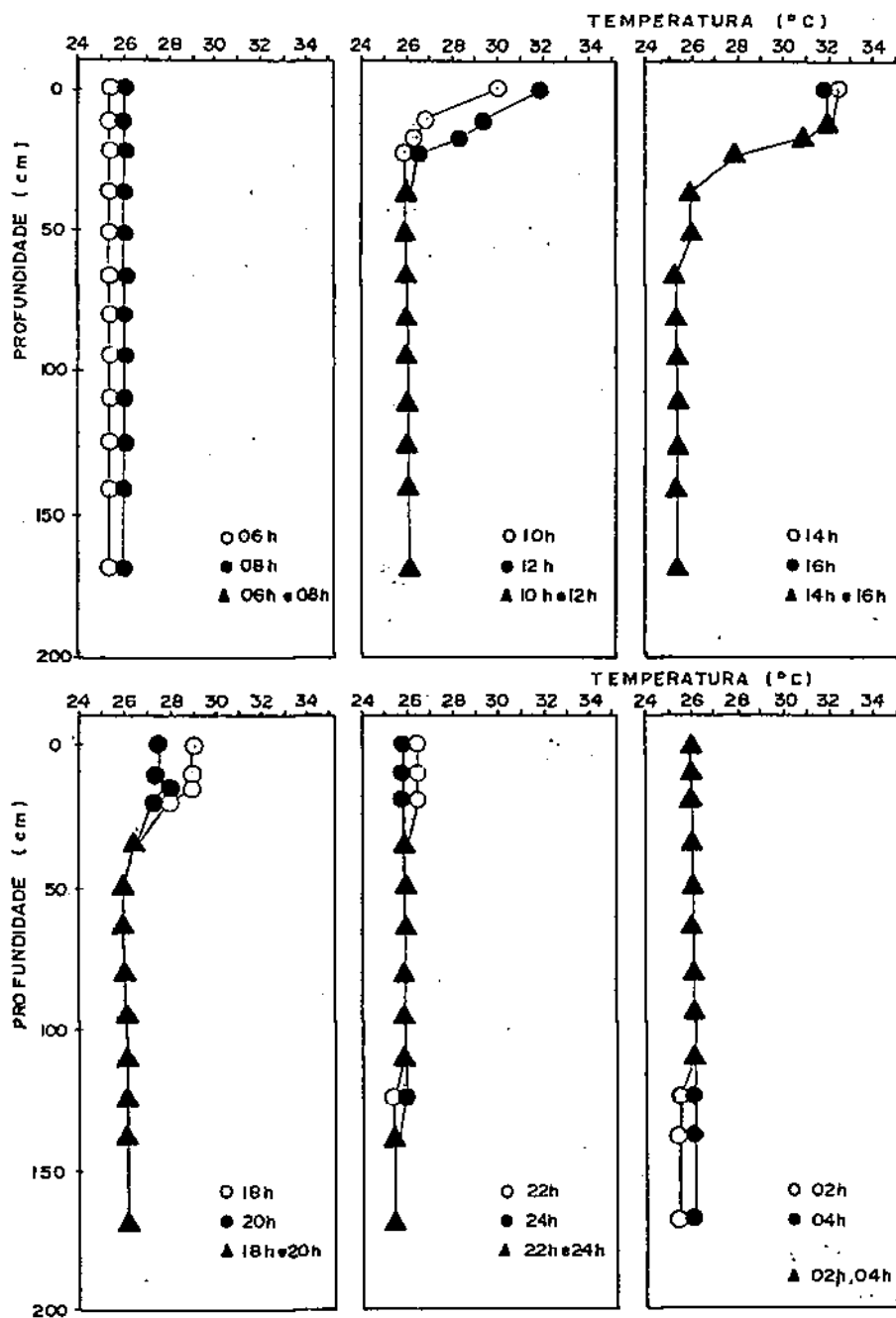


FIGURA 4.2.9 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F11 (03-04/02/86).

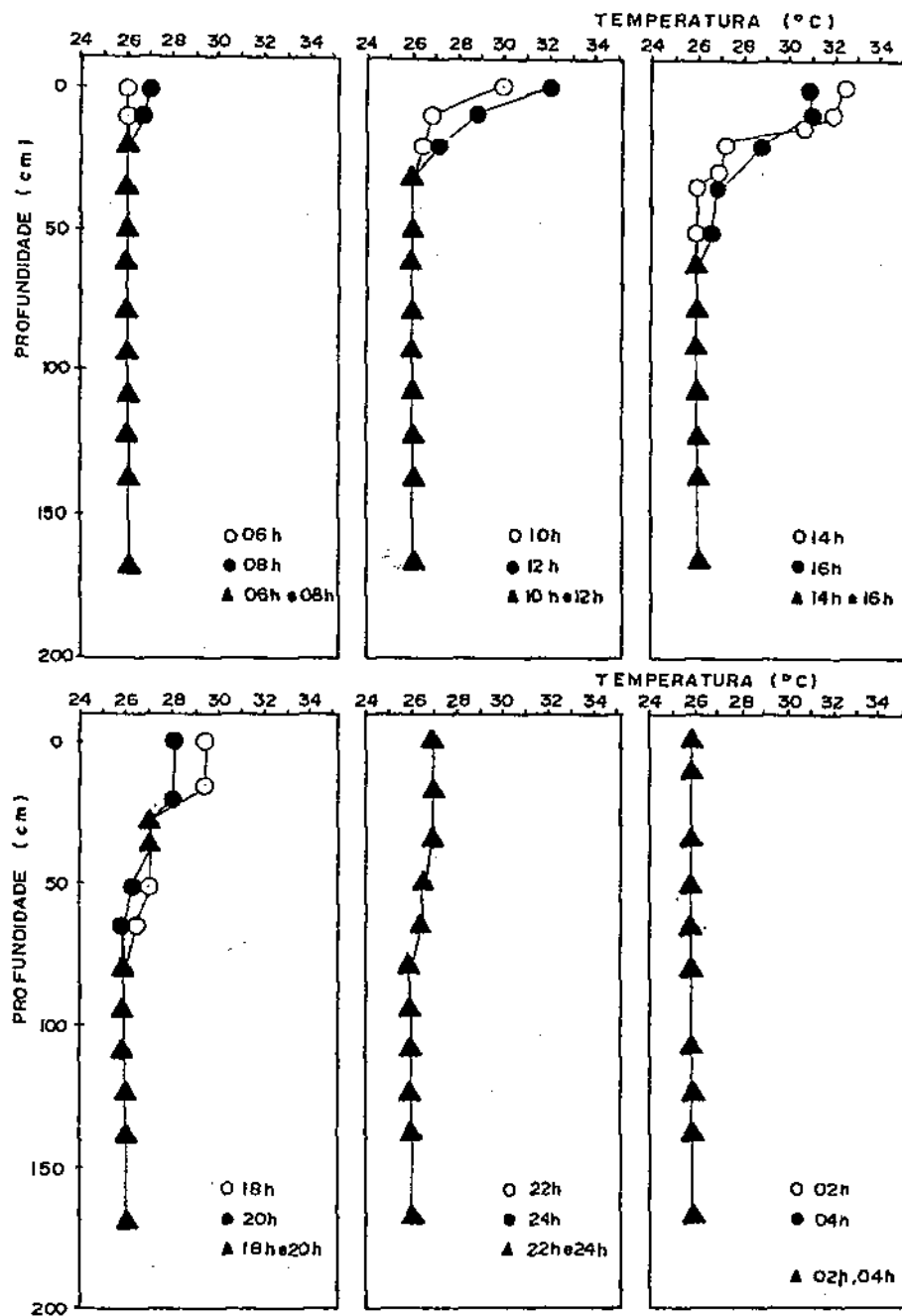


FIGURA 4.2.10 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F11 (07-08/03/86).

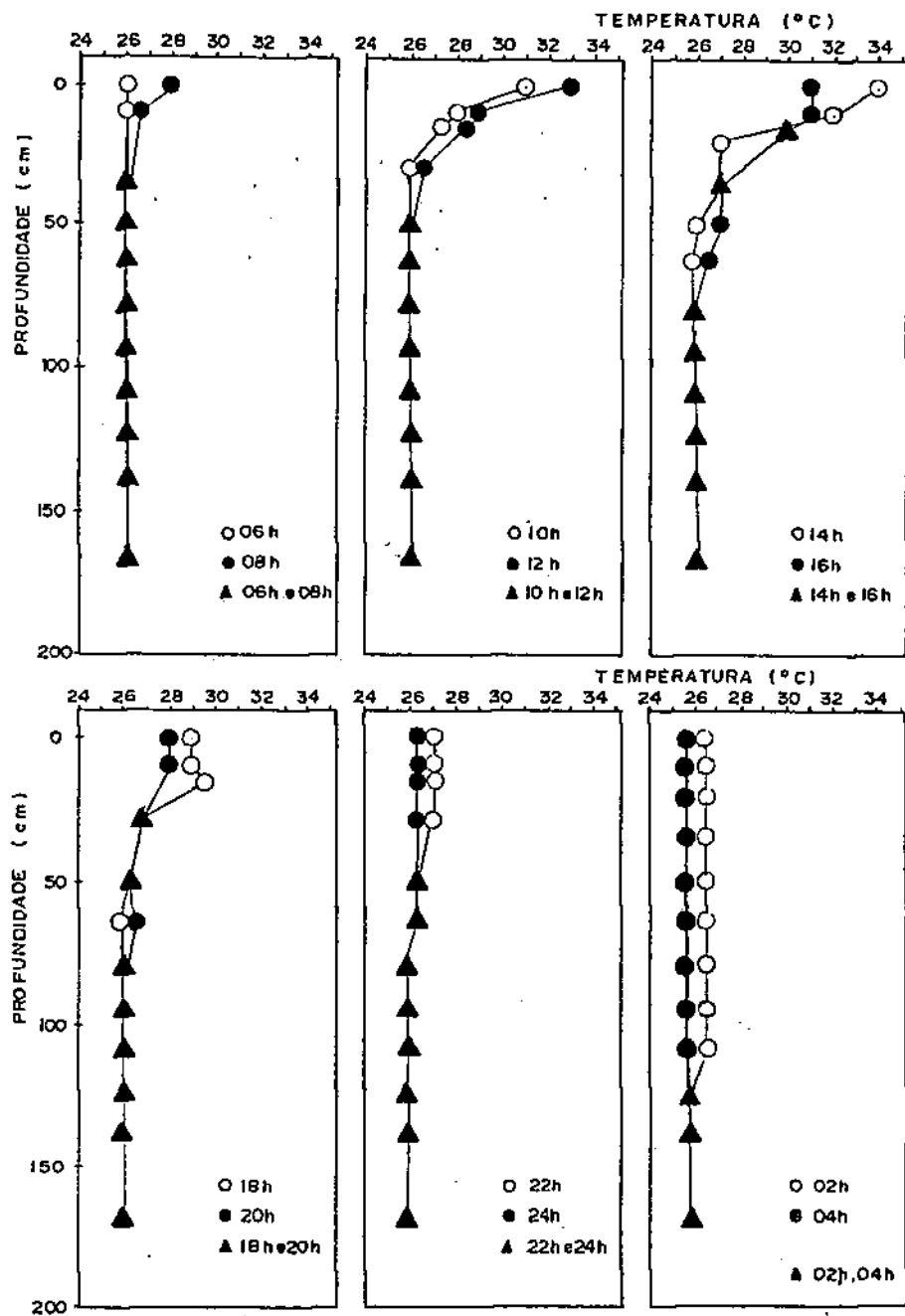


FIGURA 4.2.11 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F11 (25-26/04/86).

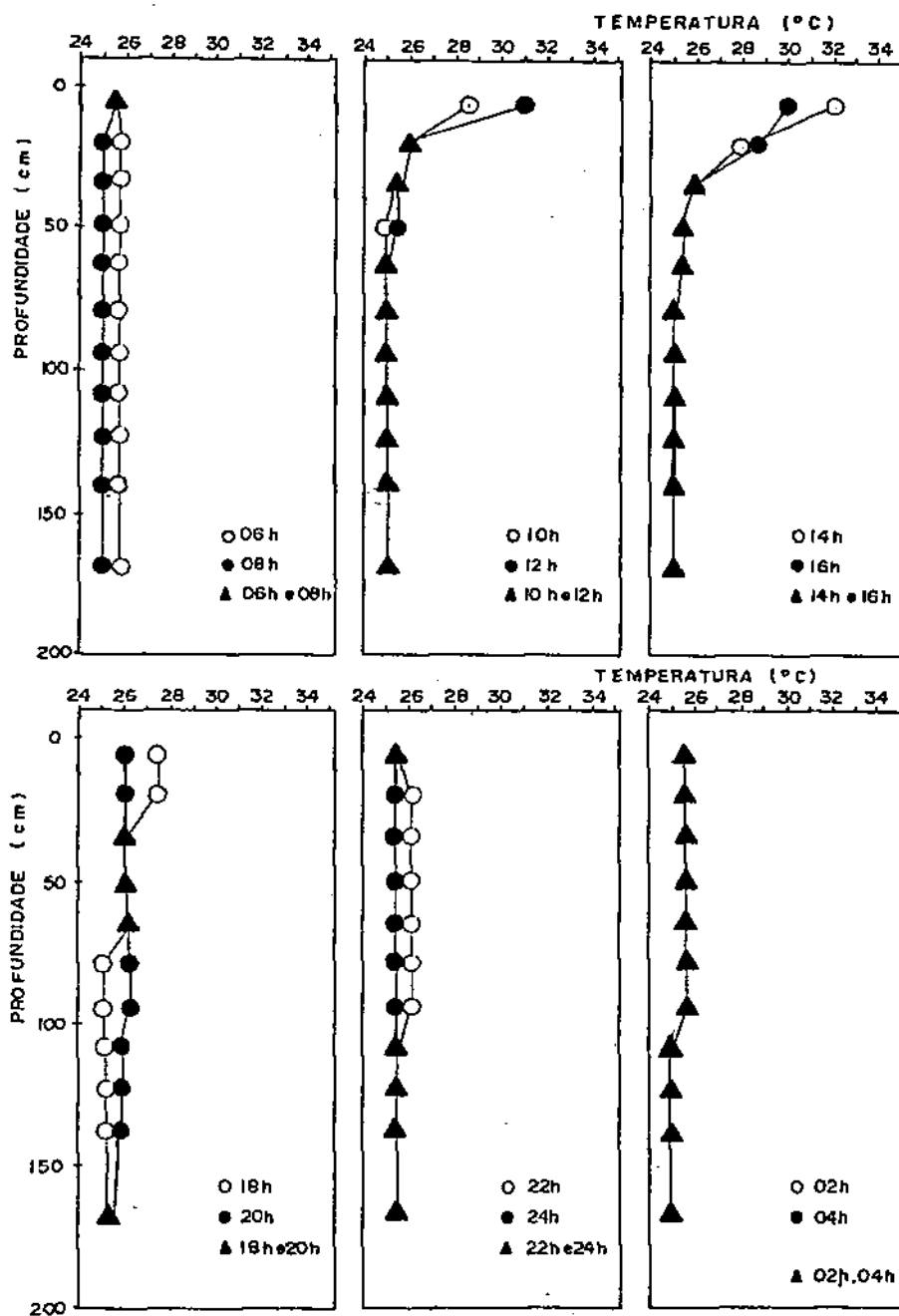


FIGURA 4.2.12 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F12 (27-28/11/85).

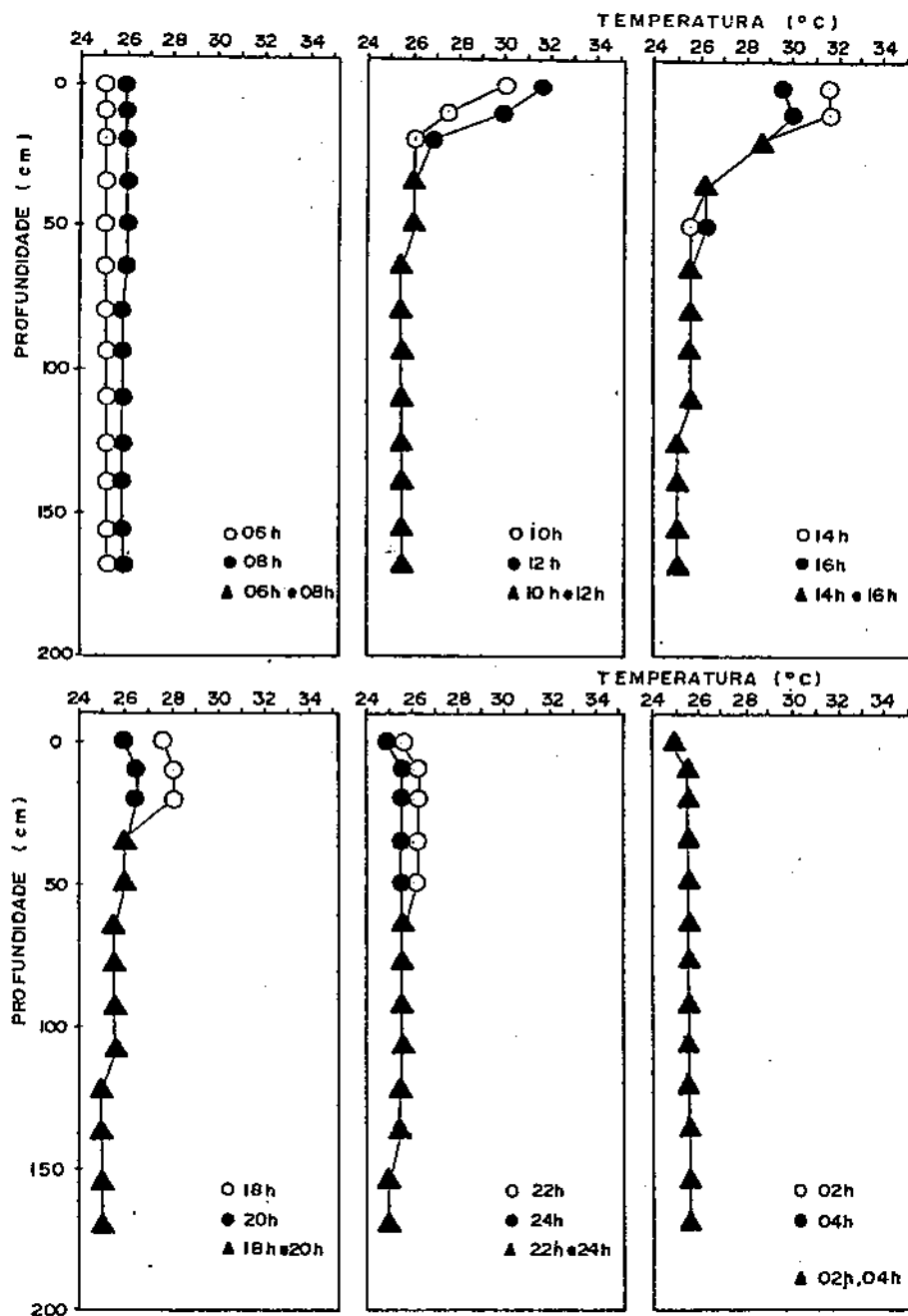


FIGURA 4.2.13 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F12 (18-19/12/85).

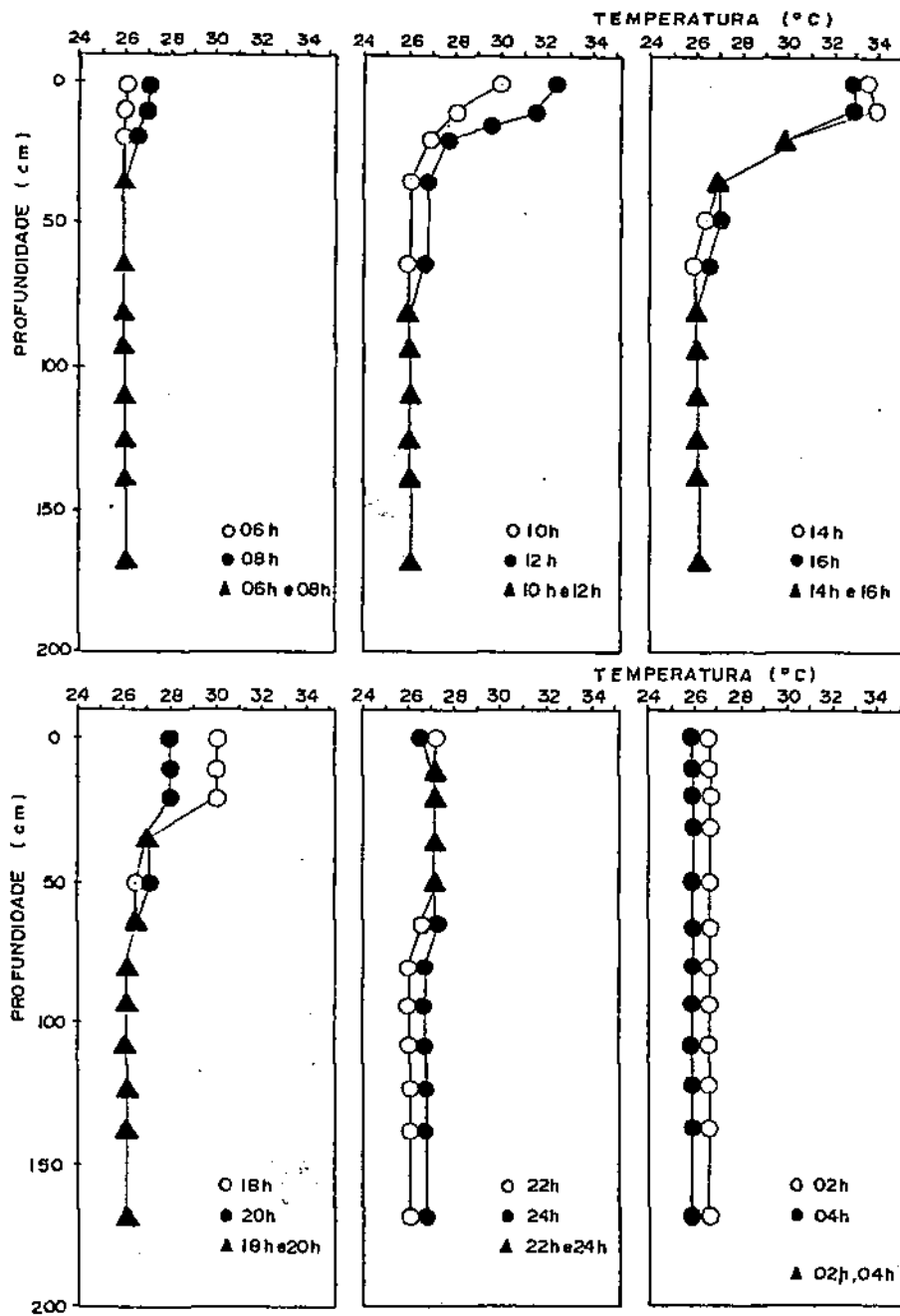


FIGURA 4.2.14 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F12 (17-18/02/86).

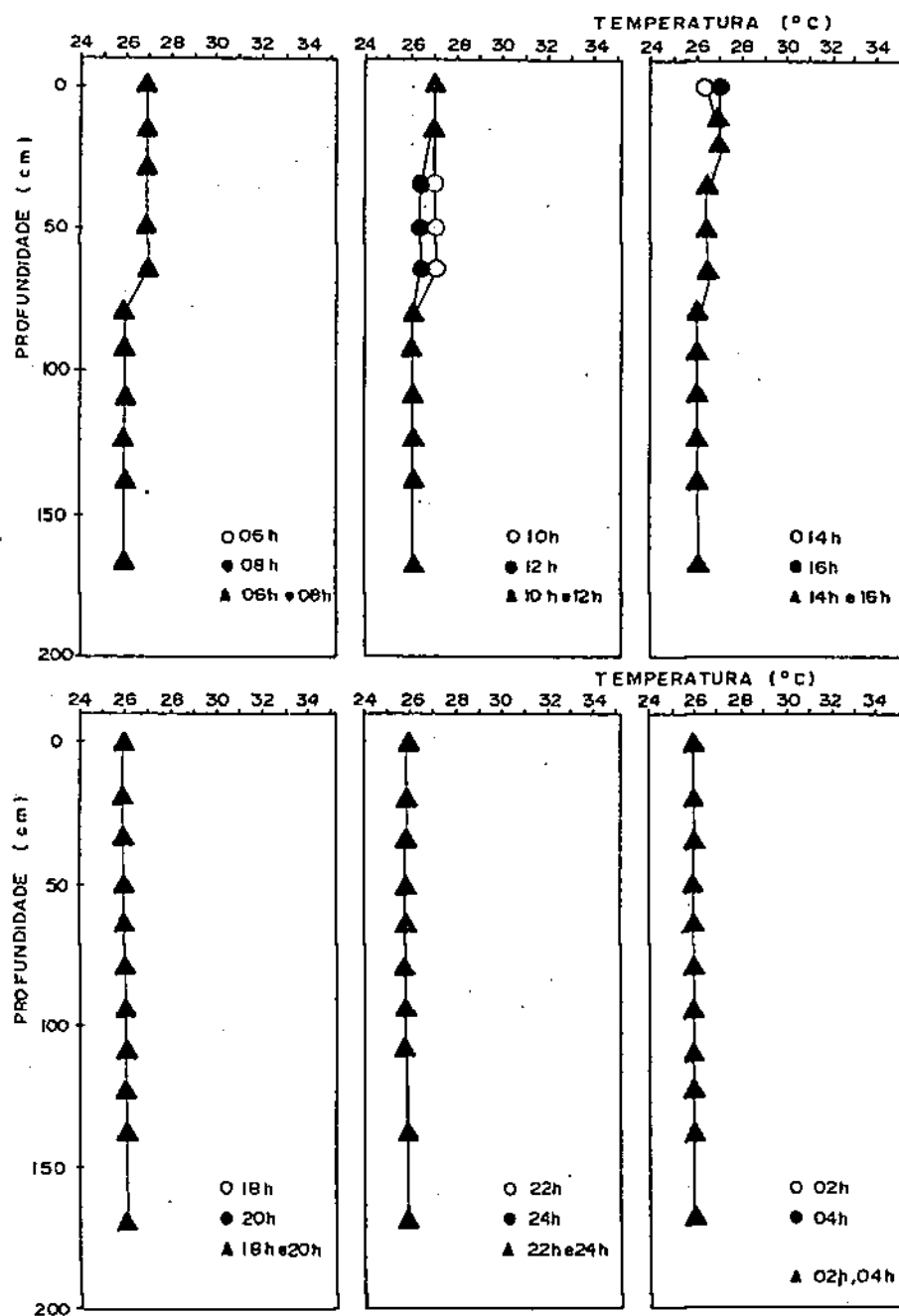


FIGURA 4.2.15 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F12 (12-13/03/86).

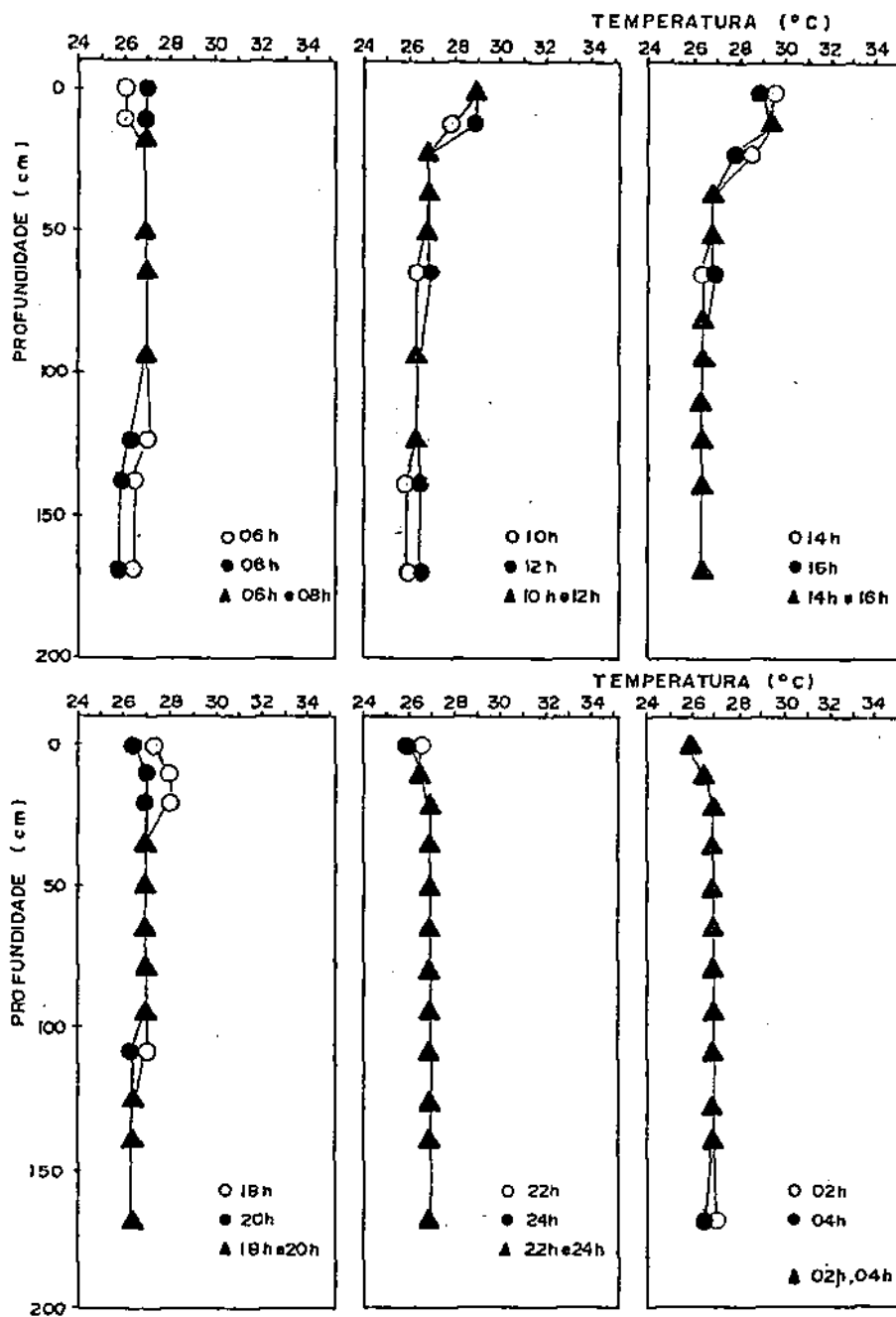


FIGURA 4.2.16 - Variações diárias de temperatura com a profundidade da lagoa facultativa F12 (24-25/03/86).

A N E X O I I

QUADRO 4.4.1- Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 10 (20-21/11/85). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células $\times 10^4$. ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	5	25	40	205
08:00	<i>Euglena</i>	10,00	7,25	1,25	1,75	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	2,00	2,50	0,25	0,75	0,75
10:00	<i>Euglena</i>	24,00	26,75	10,00	2,25	1,00
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	1,00 0,50	1,25 0,25	9,25 3,50	0,25 1,75	0,00 0,25
12:00	<i>Euglena</i>	22,50	63,25	8,25	0,75	1,50
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 1,00	0,00 0,00	15,50 0,00	27,00 0,00	0,50 0,00
14:00	<i>Euglena</i>	4,75	11,00	1,25	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 10,50	0,00 14,25	25,50 12,00	13,50 14,00	1,75 16,50
16:00	<i>Euglena</i>	14,25	5,50	4,25	1,75	1,50
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,25 14,75	0,50 22,00	1,25 21,00	29,25 72,75	1,00 37,25
18:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,25	1,00	0,75	1,00
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 19,00	0,00 18,25	0,00 19,00	0,00 19,75	7,50 6,00
20:00	<i>Euglena</i>	2,25	1,75	1,75	3,75	1,00
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,75 25,00	0,25 18,50	0,25 37,75	2,25 0,00	0,25 25,00
22:00	<i>Euglena</i>	1,50	3,00	3,50	2,75	1,25
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	2,25 23,25	2,00 24,00	1,75 32,25	1,50 24,75	1,00 11,00
24:00	<i>Euglena</i>	3,00	3,75	1,25	0,75	0,50
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,75 14,00	1,75 6,00	1,75 16,00	0,75 8,00	0,25 16,00
02:00	<i>Euglena</i>	1,25	1,25	3,00	2,25	1,00
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 15,00	0,25 5,00	0,75 12,00	0,50 20,00	0,75 60,00
04:00	<i>Euglena</i>	2,75	1,25	0,50	1,25	0,75
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,50 30,00	0,50 18,00	0,25 60,00	0,25 35,00	1,50 23,00
06:00	<i>Euglena</i>	4,50	1,00	1,75	1,25	1,50
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	1,75 25,00	0,25 15,00	1,75 11,00	0,75 7,00	0,00 21,50
08:00	<i>Euglena</i>	13,00	2,25	3,50	4,25	4,00
	<i>Pyrobotrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,75 10,00	2,75 13,00	3,00 13,00	1,00 24,25	0,50 16,00

QUADRO 4.4.2 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 10 (9-10/12/85). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	12	25	65	200
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	1,50	5,00	1,00	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	2,00	0,50	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	20	35	200
08:00	<i>Euglena</i>	2,00	6,50	3,00	7,50	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	7,00	6,50	0,00	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	15	20	35
10:00	<i>Euglena</i>	39,50	4,50	2,50	1,00	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	15	20	65
12:00	<i>Euglena</i>	0,50	8,00	0,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	10,00	4,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	14,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	15	20	35
14:00	<i>Euglena</i>	151,00	32,00	5,00	0,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	23,00	5,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	15	20	25
16:00	<i>Euglena</i>	34,50	37,00	11,50	6,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	16,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	15	35	65
18:00	<i>Euglena</i>	3,50	7,00	12,00	5,50	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,50	2,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	25	65	95	145
20:00	<i>Euglena</i>	2,00	3,50	8,00	3,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	1,00	3,00	1,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,50	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	20	35	95
22:00	<i>Euglena</i>	2,50	3,00	6,50	1,50	3,50
	<i>Pyrobotrys</i>	2,50	3,00	4,50	3,50	4,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	10	25	65	145
24:00	<i>Euglena</i>	1,50	3,50	0,50	4,50	3,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	1,00	0,00	1,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,50	1,50	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	35	145	200
02:00	<i>Euglena</i>	2,50	1,00	0,00	1,00	3,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	3,00	0,50	0,00	2,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	35	65	145
04:00	<i>Euglena</i>	0,00	1,50	1,00	2,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	2,00	0,50	2,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	35	95	200
	<i>Euglena</i>	3,50	1,00	2,50	0,00	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	3,00	0,50	0,50	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00

QUADRO 4.4.3 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 10 (20-21/01/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células $\times 10^4 \cdot \text{mL}^{-1}$.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	100
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,00	1,50	0,50	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	11,00	23,00	10,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	70	205
08:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,50	0,50	1,00	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	1,00	67,50	15,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
10:00	<i>Euglena</i>	12,50	4,00	1,50	2,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,50	5,00	3,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	2,00	16,50	97,50	18,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
12:00	<i>Euglena</i>	10,50	20,00	7,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	4,50	2,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	9,50	17,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	100,00	9,00	10,50	5,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
14:00	<i>Euglena</i>	14,00	12,00	16,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	2,00	2,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	0,00	21,50	11,50
	<i>Chlorella</i>	30,00	0,50	1,00	3,50	9,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
16:00	<i>Euglena</i>	16,50	20,50	23,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	2,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	2,00	66,00	2,00	0,00	29,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
18:00	<i>Euglena</i>	3,50	2,50	3,00	3,00	8,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	14,00	1,50	1,50	7,00	8,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	40	70
20:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,50	1,00	1,00	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	8,50	22,50	70,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	70	150	205
22:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,50	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	2,50	0,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	8,50	22,50	70,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	70	150	205
24:00	<i>Euglena</i>	3,00	0,50	1,50	0,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	1,00	0,50	1,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	17,00	77,50	80,00	2,50	38,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	100	205
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	1,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,00	1,50	0,00	1,00
	<i>Chlorella</i>	1,50	14,00	1,50	1,50	12,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	100	205
04:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	0,00	2,00	0,50	0,00
	<i>Chlorella</i>	4,00	1,50	8,00	7,50	26,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	100
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	1,00	1,00	1,00	2,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	1,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	0,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlorella</i>	2,00	1,00	1,50	21,50	0,00

QUADRO 4.4.4 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 10 (24-25/02/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x $10^4 \cdot \text{m}^{-1}$.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	70	100	205
06:00	Euglena	2,00	0,50	0,50	0,00	3,00
	Chlamydomonas	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50
	Chlorella	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
	Navicula	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	40	70
08:00	Euglena	7,00	5,00	1,50	3,00	2,00
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	Chlamydomonas	0,00	1,50	0,50	1,00	0,50
	Chlorella	0,00	0,50	2,50	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	40
10:00	Euglena	13,00	2,50	1,00	0,50	0,00
	Pyrobotrys	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	Chlamydomonas	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
	Chlorella	0,50	0,00	0,00	1,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	100
12:00	Euglena	1,50	41,50	7,50	3,50	0,00
	Pyrobotrys	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
	Chlamydomonas	0,00	0,00	1,50	1,00	0,00
	Chlorella	1,00	0,50	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
14:00	Euglena	1,00	9,50	36,00	10,50	1,50
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50
	Chlamydomonas	0,50	0,50	1,00	1,00	3,00
	Chlorella	1,00	0,00	1,00	1,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	80
16:00	Euglena	7,00	6,00	11,50	3,50	1,00
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	Chlamydomonas	5,00	0,50	1,50	0,50	2,00
	Chlorella	0,50	0,50	0,50	3,00	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	70
18:00	Euglena	2,50	4,00	4,00	7,50	0,50
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
	Chlamydomonas	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
	Chlorella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	25	40	70	100	150
20:00	Euglena	3,50	3,00	4,50	4,50	0,50
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	Chlamydomonas	0,50	0,00	0,00	1,50	0,50
	Chlorella	0,50	1,50	2,00	3,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	30	40	70	100	205
22:00	Euglena	0,00	2,50	2,00	3,50	0,00
	Pyrobotrys	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	Chlamydomonas	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
	Chlorella	1,00	1,50	0,50	1,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	40	100	150	205
24:00	Euglena	1,50	2,00	3,00	2,00	1,00
	Chlamydomonas	0,00	0,50	0,00	0,00	2,00
	Chlorella	1,50	1,50	0,50	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	100	150	205
02:00	Euglena	2,00	2,50	0,50	2,50	0,50
	Chlamydomonas	2,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	Chlorella	0,00	1,00	1,00	2,00	3,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	70	150	205
04:00	Euglena	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00
	Pyrobotrys	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	Chlamydomonas	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00
	Chlorella	1,00	0,00	2,00	2,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	100	150	205
06:00	Euglena	1,50	0,00	1,00	0,50	5,00
	Chlamydomonas	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	Chlorella	0,00	2,50	2,00	1,00	1,00

QUADRO 4.4.5 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa Facultativa F 10 (17-18/03/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,00	0,50	3,50	10,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,00	1,50	1,50	2,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	30	70
08:00	<i>Euglena</i>	4,50	5,50	2,00	2,00	-
	<i>Pyroboctrys</i>	1,00	1,00	0,50	0,50	-
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	3,00	2,50	2,50	-
	<i>Chlorella</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	-
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
10:00	<i>Euglena</i>	8,00	17,50	6,00	2,00	3,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,50	2,50	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	0,50	5,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
12:00	<i>Euglena</i>	9,00	17,00	13,50	1,00	1,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	2,00
	<i>Scenedesmus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
14:00	<i>Euglena</i>	15,50	40,50	59,00	2,50	1,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	2,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	3,50	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
16:00	<i>Euglena</i>	7,00	9,00	11,00	11,00	5,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	0,00	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	1,00	0,00	4,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	70	205
18:00	<i>Euglena</i>	2,00	1,00	10,50	7,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	70	150
20:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,50	3,00	5,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	100	205
22:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	3,00	1,50	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	1,50	0,50	1,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	15	30	90	150	205
24:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,50	2,50	4,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,50	0,50	3,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	20	30	70	150	205
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	3,00	1,00	2,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	15	20	30	40	70
04:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,50	1,50	4,50	1,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	2,00	3,00	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,50	1,00	3,00	4,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	1,50	2,50	1,00

QUADRO 4.4.6- Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 13 (27-28/01/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,00	0,00	0,50	3,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	1,00	1,50	2,50	5,00
08:00	<i>Euglena</i>	2,00	2,50	2,50	1,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i> <i>Chlorella</i>	5,00 0,00	6,00 0,00	2,00 0,00	2,50 0,00	3,00 10,50
10:00	<i>Euglena</i>	13,00	3,50	1,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,50 0,00	1,00 17,50	0,00 2,00	0,00 0,50	0,00 0,50
12:00	<i>Euglena</i>	25,00	7,00	0,50	1,00	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 0,00	0,50 0,50	0,50 19,50	0,00 6,50	0,00 0,50
14:00	<i>Euglena</i>	6,50	10,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 0,00	0,00 0,00	4,50 0,00	0,00 16,50	0,00 0,00
16:00	<i>Euglena</i>	21,50	20,00	4,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 0,00	0,00 0,00	3,00 0,00	2,50 10,50	0,00 2,50
18:00	<i>Euglena</i>	4,00	4,50	3,00	5,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	3,00	15,00
20:00	<i>Euglena</i>	0,50	2,50	2,00	5,50	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 0,50	0,50 2,50	0,00 5,50	0,00 8,50	0,00 2,00
22:00	<i>Euglena</i>	1,50	1,00	4,00	2,00	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 0,50	0,00 0,00	0,50 4,00	1,00 5,50	0,00 1,50
24:00	<i>Euglena</i>	1,00	2,00	0,50	1,50	2,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 1,00	0,00 2,00	0,00 2,00	0,00 1,50	1,00 3,00
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	1,00	3,00	1,50
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 3,50	0,50 2,00	0,00 4,00	0,50 4,50	0,00 4,50
04:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	1,50	1,50	0,00
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 1,50	0,00 2,50	0,00 3,00	0,50 1,50	0,50 1,00
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	2,00	0,50	2,00	0,50
	<i>Pyrobothrys</i> <i>Chlamydomonas</i>	0,00 2,50	0,00 2,50	0,00 3,00	0,50 2,50	0,00 4,00

QUADRO 4.4.7 - Identificação e contagem de generos de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 13 (3-4/03/86). A profundidade esta expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.mL⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,00	1,50	0,50	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	4,00	6,00	3,50	2,00	2,50
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	2,00
08:00	<i>Euglena</i>	5,50	3,50	2,50	2,00	3,00
	<i>Pyrobotrys</i>	4,50	0,50	1,50	0,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,00	7,00	2,00	2,00	1,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
10:00	<i>Euglena</i>	4,00	2,00	1,00	1,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	0,00	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	84,00	4,50	2,50	7,00
12:00	<i>Euglena</i>	27,00	10,50	1,50	0,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	11,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	12,50	14,00	2,00	0,50
14:00	<i>Euglena</i>	1,00	20,0	12,0	1,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	19,50	0,50	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	0,00	13,00	12,50
16:00	<i>Euglena</i>	11,00	11,00	19,00	2,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	4,00	13,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	0,00	1,50	81,50
18:00	<i>Euglena</i>	1,00	2,50	5,00	2,50	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	1,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	2,50	10,50	33,00	4,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	8,00
20:00	<i>Euglena</i>	0,00	3,00	5,00	2,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	2,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	12,00	10,50	8,00	3,50
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,50	0,50	0,00	0,00
22:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	4,00	3,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	2,50	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	4,50	4,00	7,50	2,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
24:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,50	2,50	4,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	3,00	5,00	6,50	1,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	3,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	4,00	3,00	3,50	1,00
04:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	1,00	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,00	1,00	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	2,50	2,50	4,50	2,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,50	0,50	1,50	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	3,50	3,00	1,50	2,50

QUADRO 4.4.8 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa Facultativa F 13 (21-22/04/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴. ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	150
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,00	2,00	0,50	2,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	70	205
08:00	<i>Euglena</i>	3,00	4,00	1,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	40	205
10:00	<i>Euglena</i>	13,00	7,00	0,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	7	20	25	30	205
12:00	<i>Euglena</i>	6,50	9,50	19,50	1,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	1,50	3,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	30	205
14:00	<i>Euglena</i>	0,50	13,00	33,00	1,50	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	25	40	205
16:00	<i>Euglena</i>	15,50	26,00	21,00	2,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	2,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	40	70	205
18:00	<i>Euglena</i>	1,00	7,00	16,00	2,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	70	205
20:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,00	1,50	15,50	1,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	100	205
22:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,00	0,50	6,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	100	150	205
24:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,50	0,50	4,50	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE					
02:00	*					
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE					
04:00	*					
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE					
06:00	*					

* Amostra extraviada.

QUADRO 4.4.9 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 11 (3-4/02/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x $10^4 \cdot \text{mL}^{-1}$.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Oscillatoria</i> 11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	1,00	0,50	1,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	1,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	2,00	1,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,00	0,00	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	40
08:00	<i>Euglena</i>	7,00	2,00	2,00	2,00	1,00
	<i>Pyrobostrys</i>	5,00	0,00	1,00	1,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	1,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
10:00	<i>Euglena</i>	18,00	0,50	1,50	2,00	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	1,50	1,50	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,50	1,50	1,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
12:00	<i>Euglena</i>	19,00	4,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	16,00	3,00	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,50	1,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	1,00	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
14:00	<i>Euglena</i>	6,00	6,00	17,00	4,50	2,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,00	3,50	13,50	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
16:00	<i>Euglena</i>	11,50	12,00	2,00	0,00	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,50	13,50	10,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	70
18:00	<i>Euglena</i>	1,50	1,50	3,50	2,50	1,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,50	1,00	4,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	40	70	100	205
20:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,50	0,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	2,00	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	100	205
22:00	<i>Euglena</i>	0,00	2,00	1,50	0,00	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,50	0,00	1,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	70	100	205
24:00	<i>Euglena</i>	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	2,00	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	40	100	150	205
02:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	2,00
	<i>Pyrobostrys</i>	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,50	1,50	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	150	205
04:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,00	0,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	150	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	1,00	1,00	0,50	3,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

QUADRO 4.4.10 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 11 (7-8/03/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.mL⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	70	205
06:00	<i>Oscillatoria</i> II *	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	<i>Euglena</i>	0,50	1,50	0,00	0,50	3,00
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,50	6,00	5,50	4,00	2,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00
08:00	<i>Euglena</i>	8,00	1,50	0,50	1,00	2,50
	<i>Pyrobothrys</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	7,50	4,50	3,50	5,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00
10:00	<i>Euglena</i>	37,00	1,50	0,50	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	13,50	3,50	3,00	1,50
12:00	<i>Euglena</i>	25,00	4,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	8,50	8,00	8,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
14:00	<i>Euglena</i>	9,00	3,50	0,50	0,00	1,00
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	7,50	3,50
16:00	<i>Euglena</i>	8,50	12,50	2,00	2,00	-
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,00	2,50	0,00	-
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,00	0,00	4,50	-
18:00	<i>Euglena</i>	2,50	3,00	8,00	6,00	0,50
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	0,00	2,00	6,00
20:00	<i>Euglena</i>	0,00	1,50	1,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	3,00	7,50	2,50
22:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	1,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	0,50	1,50	2,50	5,50
24:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
	<i>Pyrobothrys</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,00	2,50	6,50
02:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,00	0,00	1,50	1,00
	<i>Pyrobothrys</i>	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	2,50	0,50	2,00	2,00
04:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	2,50
	<i>Pyrobothrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	1,50	1,50	0,50	5,00
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	3,50	1,00	0,50	4,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,50	3,50	3,50	3,00	4,00

* *Oscillatoria* II - O diâmetro médio do tricoma (µm) = 1,0

QUADRO 4.4.11-Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa Facultativa F 11 (25-26/04/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,50	0,00	2,00	1,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	9,50	3,00	2,50	1,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,00	0,50	1,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	100	205
10:00	<i>Euglena</i>	27,50	5,50	0,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	70	150
12:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,00	34,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	5,00	0,00	4,00	1,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	70	205
14:00	<i>Euglena</i>	53,00	4,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	70	150
16:00	<i>Euglena</i>	18,50	33,00	5,50	0,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	100	205
18:00	<i>Euglena</i>	2,00	5,00	8,00	0,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	30	70	205
20:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	1,50	5,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	70	100	205
22:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	3,00	3,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	1,50	0,50	0,50	0,00	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	30	70	100	205
24:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	2,00	1,50	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,50	0,00	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
02:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,00	1,00	2,50	1,50
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlorella</i>	1,50	1,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
04:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	1,50	0,50	1,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	1,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,00	0,50	0,50	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlorella</i>	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00

QUADRO 4.4.12 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 12 (27-28/11/85). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	30	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	1,00	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	1,50	1,50	2,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	5,50	11,50	12,50	6,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	25	40	205
08:00	<i>Euglena</i>	3,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	3,00	0,50	2,00	0,50	1,50
	<i>Chlamydomonas</i>	20,50	10,50	4,00	5,50	9,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	5	15	20	40
10:00	<i>Euglena</i>	14,00	5,50	1,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	1,00	1,00	1,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	37,00	12,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	20	25	205
12:00	<i>Euglena</i>	2,00	7,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	20,50	0,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	49,00	34,50	6,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	20	30	205
14:00	<i>Euglena</i>	9,50	9,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	19,00	2,50	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	2,50	49,50	4,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	25	30	40
16:00	<i>Euglena</i>	29,50	4,50	0,00	1,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	2,00	5,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	0,50	12,00	11,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	20	30	40	100
18:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,50	2,00	5,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	3,00	3,50	5,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	18,50	16,00	3,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	20	30	40	100
20:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	3,00	4,50	9,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	2,00	6,00	15,50	11,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	25	40	150
22:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	1,50	1,50	1,50
	<i>Pyrobotrys</i>	3,00	2,50	0,50	2,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	11,50	7,50	11,00	7,50	12,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	25	40	150
24:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,50	0,50	0,00	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	2,00	1,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,50	13,50	6,00	5,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	25	40	100	205
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	1,50	2,00	1,00	2,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	10,00	3,50	8,00	6,50	2,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	25	40	100	205
04:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,50	0,50	0,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	2,00	2,50	2,50	2,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	8,00	9,00	1,50	5,00	3,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	5	25	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	4,00	1,50	1,50	0,50	1,50
	<i>Chlamydomonas</i>	9,50	11,00	9,00	2,00	4,00

QUADRO 4.4.13- Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F12 (18-19/12/85). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Oscillatoria</i> II *	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Euglena</i>	0,00	0,50	0,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	1,50	0,50	2,00	2,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,50	4,50	8,50	6,00	4,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	70
08:00	<i>Euglena</i>	5,50	0,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	8,50	6,50	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,50	4,50	3,50	4,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	70
10:00	<i>Euglena</i>	7,50	6,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	12,00	1,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	2,50	39,50	35,50	1,50	2,00
	<i>Navicula</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	205
12:00	<i>Euglena</i>	1,00	13,00	4,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	8,50	31,00	2,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	1,50	23,50	62,50	3,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	30	205
14:00	<i>Euglena</i>	5,00	10,00	2,00	1,00	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,50	21,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	9,50	85,00	9,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	40
16:00	<i>Euglena</i>	7,00	11,00	1,00	0,00	1,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	2,00	16,00	10,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,00	0,00	21,00	14,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	70
18:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	3,00	2,00	3,00
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,00	8,00	9,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,50	6,50	12,00	13,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	25	30	40	70	100
20:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,50	2,00	2,00	2,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,50	0,50	3,50	1,00	3,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	5,50	6,00	7,00	17,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	30	40	70	100	150
22:00	<i>Euglena</i>	2,00	1,00	1,00	1,50	1,50
	<i>Pyrobostrys</i>	1,00	0,00	1,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	4,50	3,50	6,00	6,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	30	70
24:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,50	1,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,50	0,50	1,00	1,00	2,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,00	4,00	12,00	7,50	4,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
02:00	<i>Oscillatoria</i> II *	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Euglena</i>	1,00	1,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyrobostrys</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,00	1,50	1,50	5,00	2,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	30	70	205
04:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
	<i>Pyrobostrys</i>	0,00	0,00	0,00	1,50	4,00
	<i>Chlamydomonas</i>	5,00	4,00	2,00	7,50	4,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	1,00
	<i>Pyrobostrys</i>	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	3,50	3,50	5,00	6,00	6,50

* *Oscillatoria* II - O diâmetro médio do tricoma (um) = 1,0

QUADRO 4.4.14- Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 12 (17-18/02/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	2,00	0,50	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	0,00	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	150
08:00	<i>Euglena</i>	11,00	0,50	2,50	3,50	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	4,50	0,00	2,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,00	0,00	0,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	100
10:00	<i>Euglena</i>	20,50	3,50	2,00	0,50	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	3,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,50	1,50	2,00	0,00
	<i>Navicula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	0	15	20	25	30
12:00	<i>Euglena</i>	1,00	50,00	3,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	2,50	0,00	3,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	0,50	2,00	1,50	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	15	20	25	30	40
14:00	<i>Euglena</i>	2,50	68,50	4,00	1,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	11,50	3,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	7,00	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	25	30	40
16:00	<i>Euglena</i>	12,00	9,00	2,00	2,50	2,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	5,00	4,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	25	40	70	100	150
18:00	<i>Euglena</i>	0,50	6,50	3,50	3,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	1,50	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	20	40	70	100	150
	<i>Euglena</i>	0,50	2,50	4,00	4,00	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,50	0,50	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	12	70	100	150	205
22:00	<i>Euglena</i>	0,50	1,50	1,50	2,50	0,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	1,00	0,50	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	00	205
24:00	<i>Euglena</i>	0,00	2,50	0,50	1,00	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,50	0,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	0,50	1,00	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
02:00	<i>Euglena</i>	0,50	2,50	0,50	0,50	2,00
	<i>Pyrobotrys</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,50	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
04:00	<i>Euglena</i>	1,00	2,00	1,00	1,50	2,50
	<i>Pyrobotrys</i>	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	1,50	1,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	4,00	1,00	1,00	0,00	0,50
	<i>Pyrobotrys</i>	0,00	0,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00

QUADRO 4.4.15 - Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa Facultativa F 12 (12-13/03/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.ml⁻¹.

HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	40	70	150
06:00	<i>Euglena</i>	1,50	0,50	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	3,00	1,50	3,00	1,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	2,00	1,00	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
08:00	<i>Euglena</i>	7,50	1,50	1,50	1,00	1,50
	<i>Pyroboctrys</i>	5,00	5,00	0,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,50	8,50	3,50	4,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,50	1,50	0,50	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	40
10:00	<i>Euglena</i>	3,50	7,50	3,00	0,00	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	5,50	4,50	1,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	6,00	8,00	3,50	6,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	2,00	1,00	0,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	25	40	205
12:00	<i>Euglena</i>	6,00	2,00	2,50	2,50	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	2,00	1,50	2,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	6,50	8,50	7,00	5,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,00	1,00	2,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
14:00	<i>Euglena</i>	3,50	4,50	2,00	4,00	6,00
	<i>Pyroboctrys</i>	2,50	1,00	2,00	2,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	2,00	3,50	2,50	3,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,50	1,50	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	30
16:00	<i>Euglena</i>	4,50	3,50	3,00	2,00	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	3,50	6,00	2,00	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,50	4,50	3,00	3,50	5,00
	<i>Chlorella</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	70	205
18:00	<i>Euglena</i>	3,00	2,00	2,50	0,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	1,00	0,50	1,00	1,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	2,50	3,50	3,00	3,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	70	205
20:00	<i>Euglena</i>	1,00	1,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00
	<i>Chlorella</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	70	205
22:00	<i>Euglena</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	1,50	2,00	2,00	2,50
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	70	150
24:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	2,50	1,00	3,00	2,00	3,00
	<i>Chlorella</i>	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	20	25	30	100
02:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	0,50	1,50	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,50	0,00	0,00	0,50	1,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,00	3,50	2,00	2,50	1,50
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	40	70
04:00	<i>Euglena</i>	2,00	0,00	0,50	0,00	1,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	2,50	2,00	1,00	4,00
HORA	GÊNEROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	100	205
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	2,50	0,00	0,00	1,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	2,00	1,00	2,50	2,50

QUADRO 4.4.16-Identificação e contagem de gêneros de algas presentes na coluna d'água durante um período de 24 horas na lagoa facultativa F 12 (24-25/03/86). A profundidade está expressa em cm e algas em número de células x 10⁴.mL⁻¹.

HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	70	150
06:00	<i>Euglena</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	1,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	4,50	2,00	2,50	6,00	4,50
	<i>Chlorella</i>	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	40	100
08:00	<i>Euglena</i>	8,50	11,50	7,00	2,00	2,50
	<i>Pyroboctrys</i>	1,50	0,00	0,00	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	10,50	24,00	28,00	2,50	4,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	15	30	70	100
10:00	<i>Euglena</i>	17,50	1,50	0,00	0,50	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	27,50	1,00	1,00	1,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	70
12:00	<i>Euglena</i>	20,50	1,50	1,50	1,00	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,50	9,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	20,00	17,50	0,50	1,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	30	70
14:00	<i>Euglena</i>	20,00	6,50	0,00	0,00	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	10,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	11,00	5,00	0,50
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	15	20	25	70
16:00	<i>Euglena</i>	30,00	30,00	1,50	0,50	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	11,50	26,00	2,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	20	30	40	70
18:00	<i>Euglena</i>	7,00	0,50	2,00	1,00	3,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	2,00	3,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	0,00	0,00	2,50	2,50	6,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	40	70	100	150	205
20:00	<i>Euglena</i>	1,00	4,50	2,00	0,50	0,50
	<i>Pyroboctrys</i>	2,00	1,00	1,00	0,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	2,00	1,00	2,00	1,50	4,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	25	40	100	205
22:00	<i>Euglena</i>	2,50	2,50	1,00	1,00	0,00
	<i>Pyroboctrys</i>	1,50	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	0,50	2,00	1,00	3,50	3,50
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	20	40	100	205
24:00	<i>Euglena</i>	4,00	0,50	1,50	0,50	4,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	3,00	2,00	2,50	5,50	2,50
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	25	70	150	205
02:00	<i>Euglena</i>	1,00	2,00	2,50	0,50	2,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	1,50	3,50	3,00	1,00	3,00
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	30	40	100	205
04:00	<i>Euglena</i>	1,00	0,00	1,50	1,00	2,00
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00
	<i>Chlamydomonas</i>	2,50	2,00	4,50	1,00	1,50
HORA	GENÉROS \ PROFUNDIDADE	5	20	70	150	205
06:00	<i>Euglena</i>	1,00	2,50	2,00	2,50	1,50
	<i>Pyroboctrys</i>	0,00	0,00	0,50	1,00	0,50
	<i>Chlamydomonas</i>	4,50	1,50	2,00	0,50	6,50

QUADRO 4.4.17 - Presença (+) e ausência (-) dos diversos gêneros de algas, nas lagoas facultativas primárias profundas, no período experimental.

DATA	GÊNEROS		<i>Oscillatoria</i>	<i>Euglena</i>	<i>Pyrobotrys</i>	<i>Chlamydomonas</i>	<i>Chlorella</i>	<i>Scenedesmus</i>	<i>Navicula</i>
	LAGOA								
20-21/11/85	F10		-	+	+	+	-	-	-
09-10/12/85	F10		-	+	+	+	-	-	-
20-21/01/86	F10		-	+	+	+	+	-	-
24-25/02/86	F10		-	+	+	+	+	-	+
17-18/03/86	F10		-	+	+	+	+	+	-
27-28/01/86	F13		-	+	+	+	-	-	-
03-04/03/86	F13		-	+	+	+	+	-	-
21-22/04/86	F13		-	+	+	+	-	-	+
03-04/02/86	F11		+	+	+	+	+	-	-
07-08/03/86	F11		+	+	+	+	+	-	-
25-26/04/86	F11		-	+	+	+	+	-	-
27-28/11/85	F12		-	+	+	+	-	-	-
18-19/12/85	F12		+	+	+	+	-	-	+
17-18/02/86	F12		-	+	+	+	-	-	+
12-13/03/86	F12		-	+	+	+	+	-	-
24-25/03/86	F12		-	+	+	+	+	-	-

A N E X O I I I

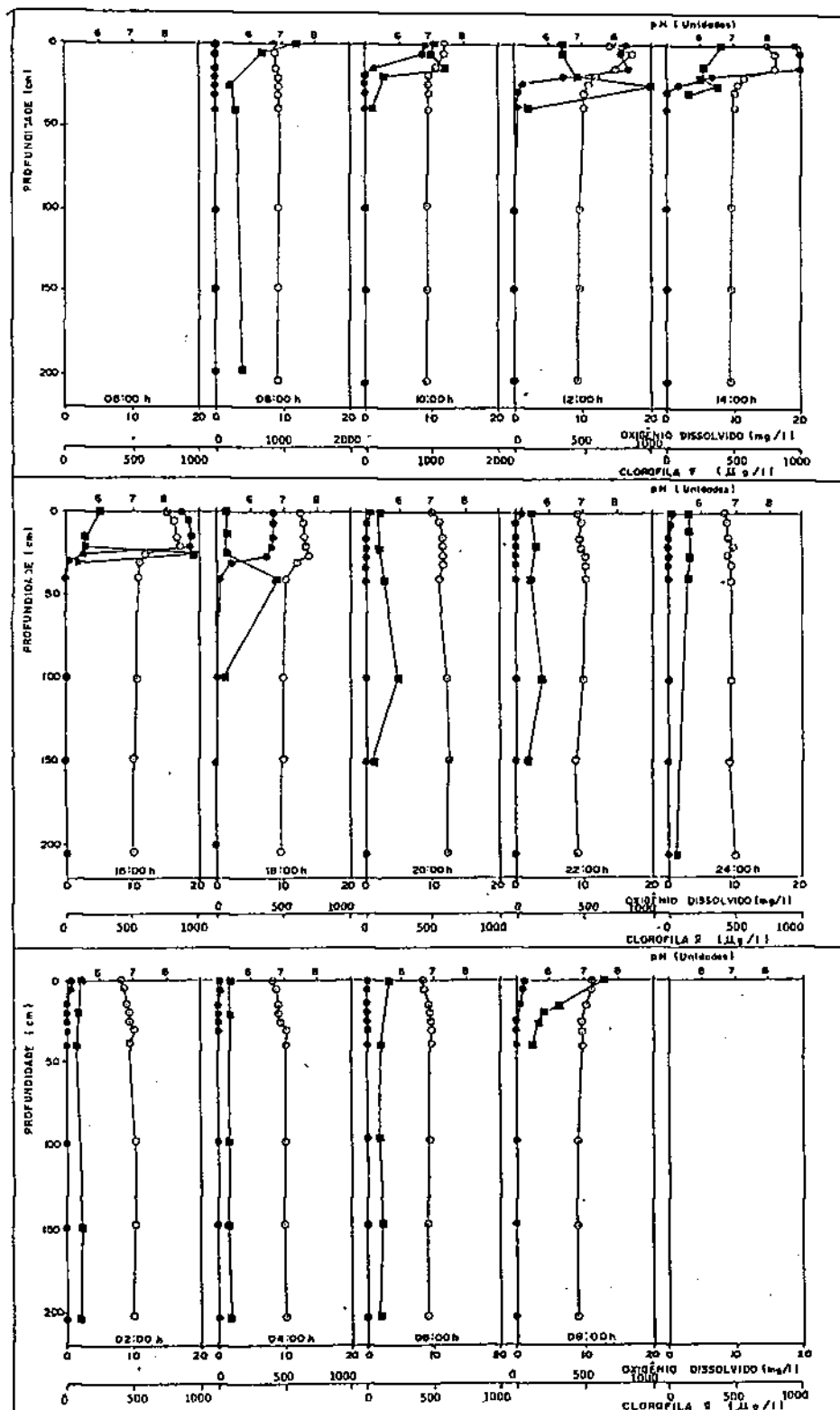


FIGURA 4.3.1 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F10 (20-21/11/85).

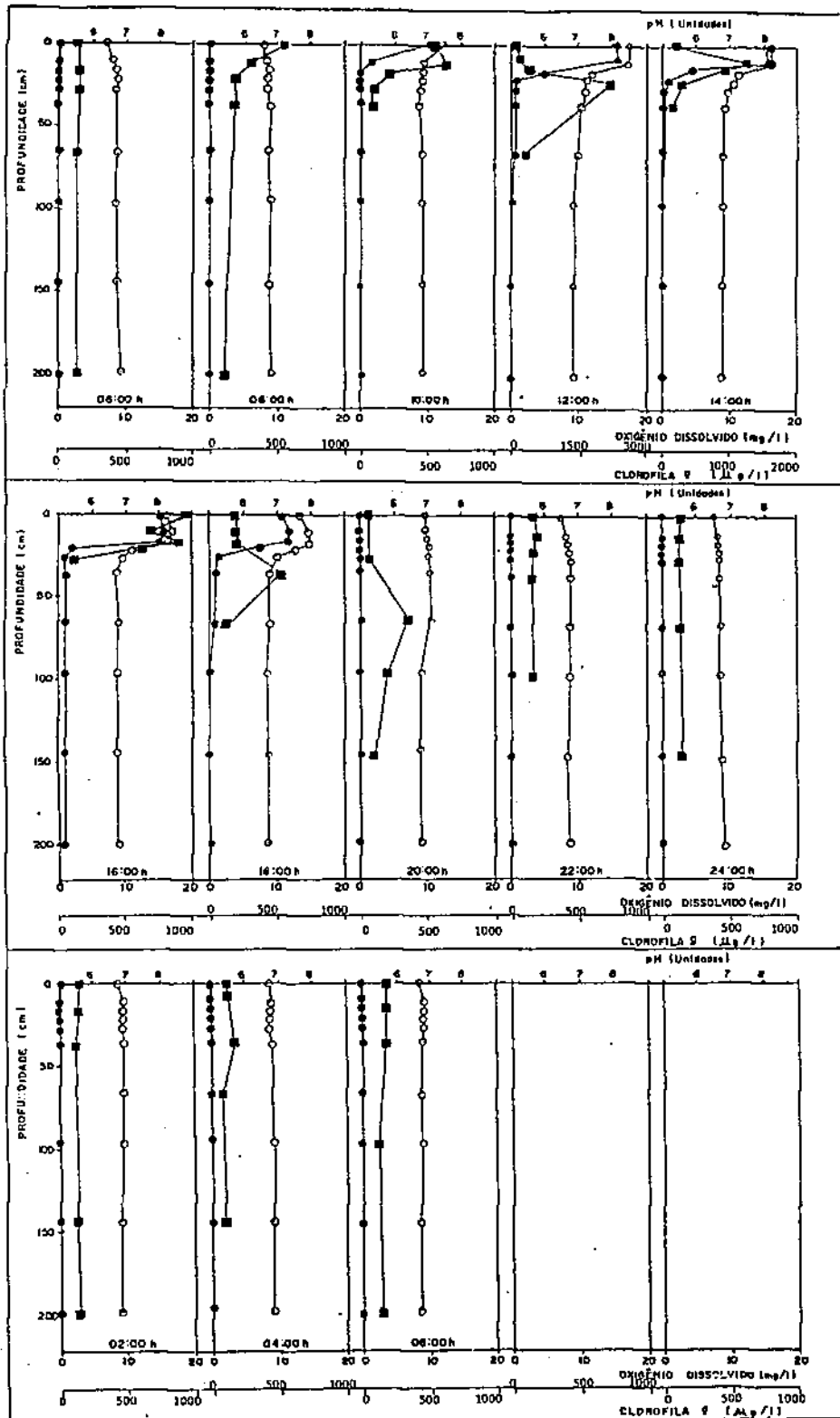


FIGURA 4.3.2 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F10 (09-10/12/85).

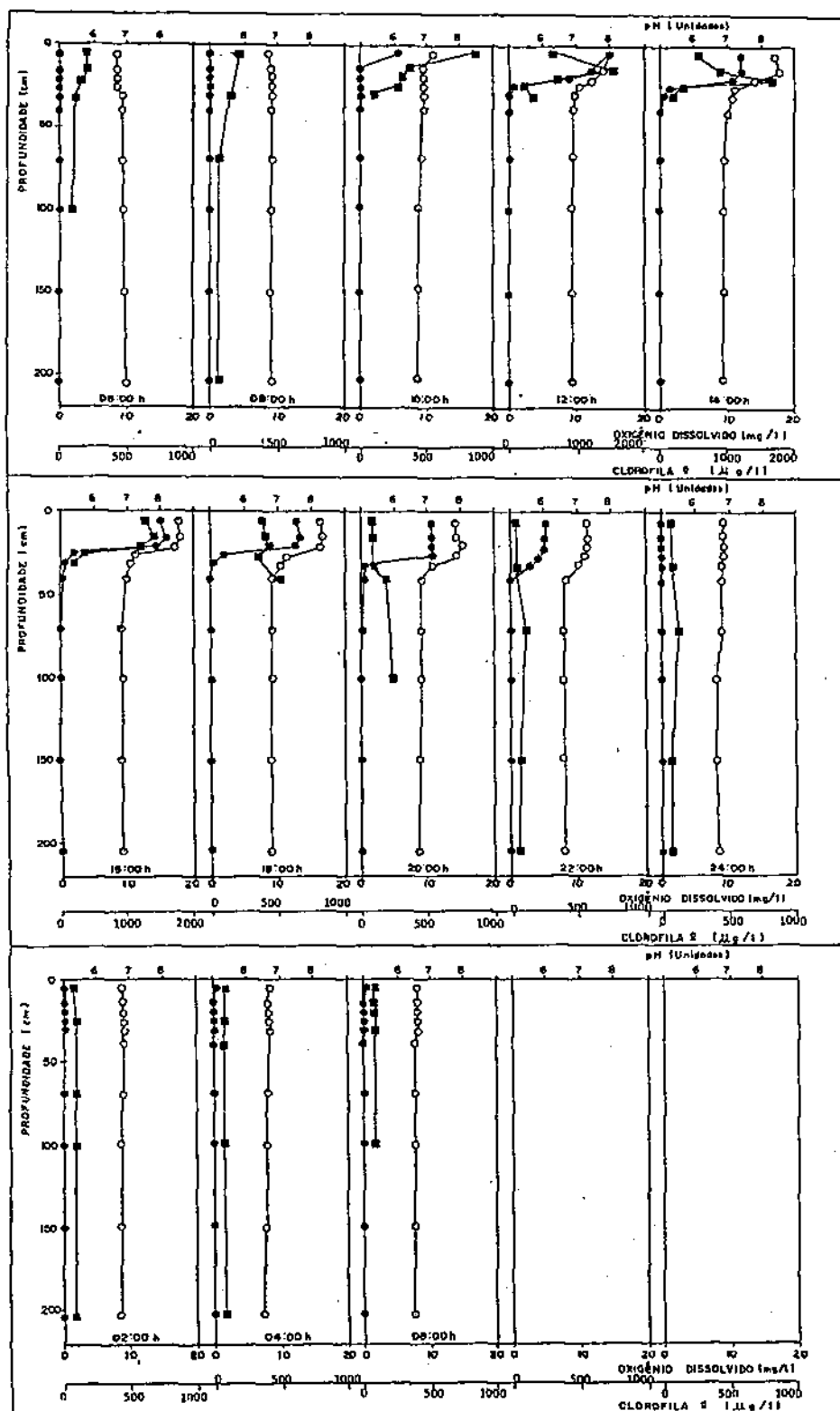


FIGURA 4.3.3 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F10 (20-21/01/86).

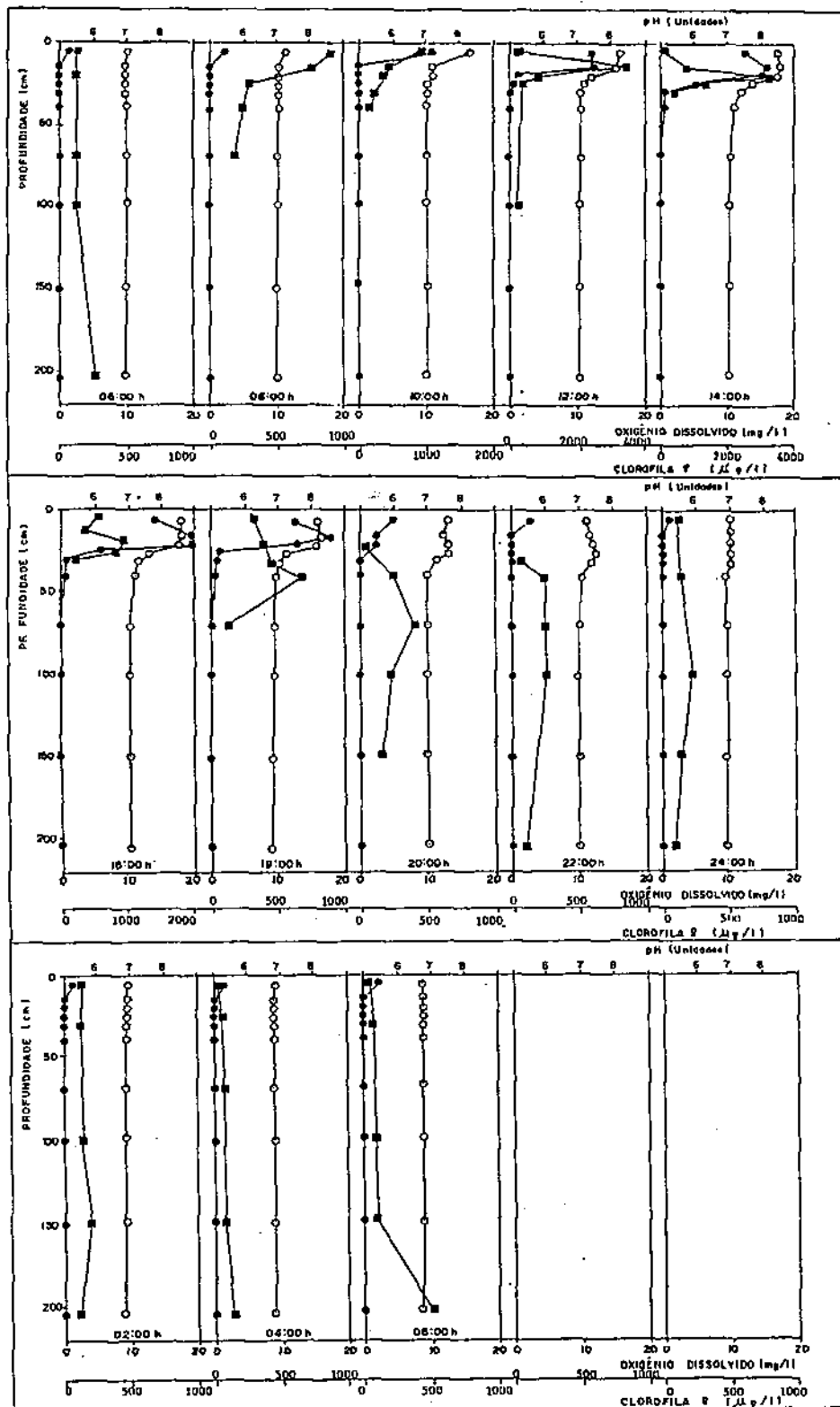


FIGURA 4.3.4 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F10 (24-25/02/86).

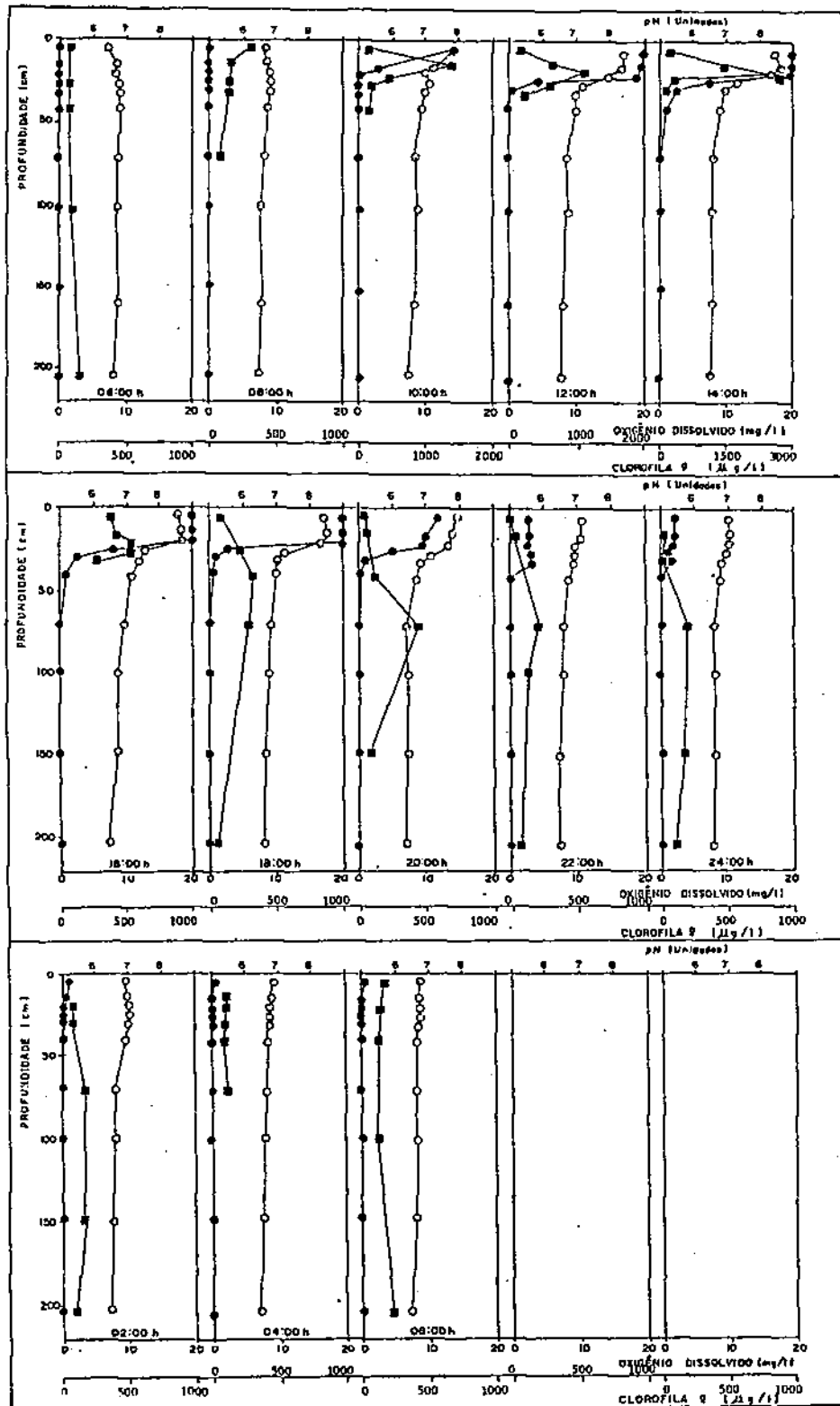


FIGURA 4.3.5 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F10 (17-18/03/86).

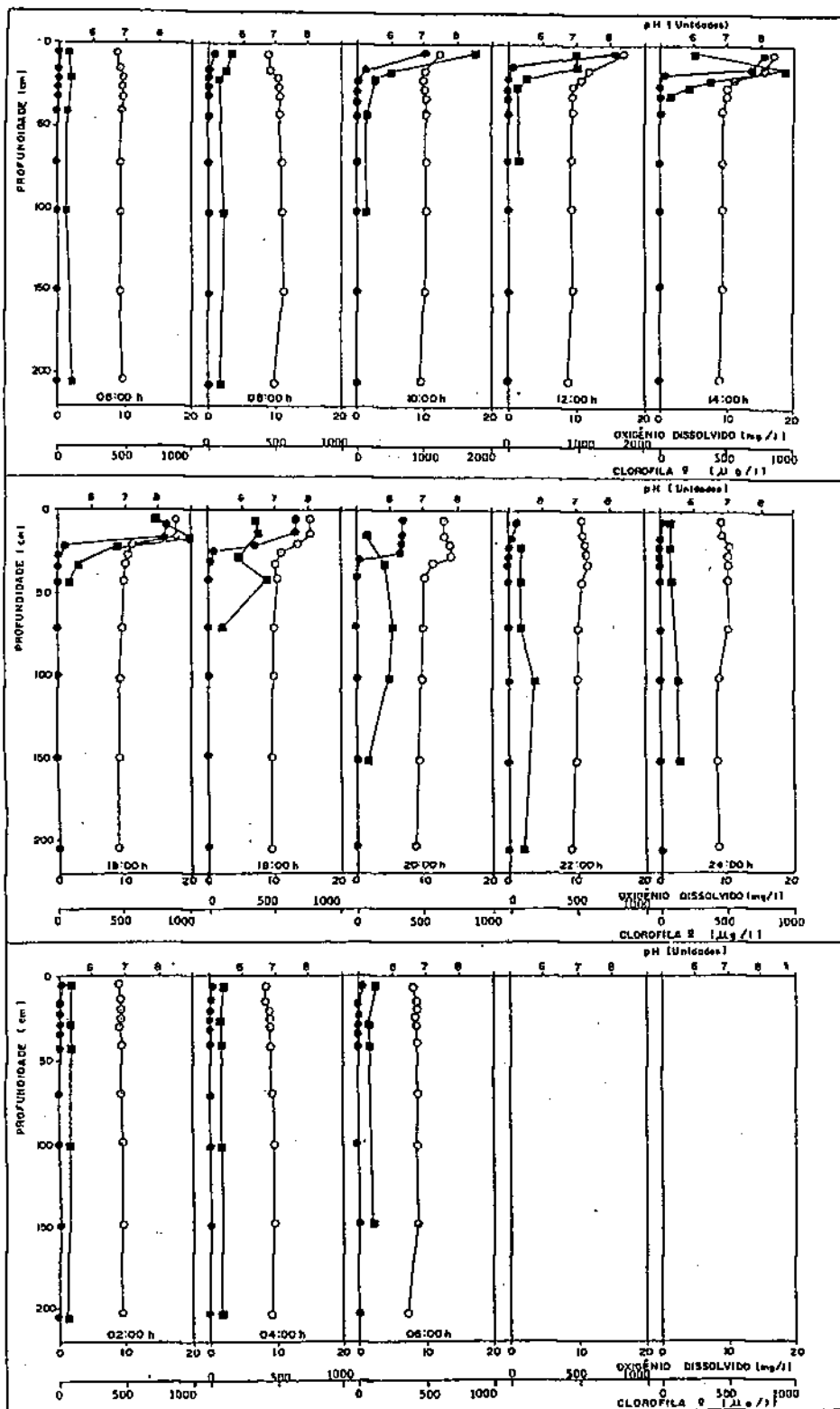


FIGURA 4.3.6 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F13 (27-28/01/86).

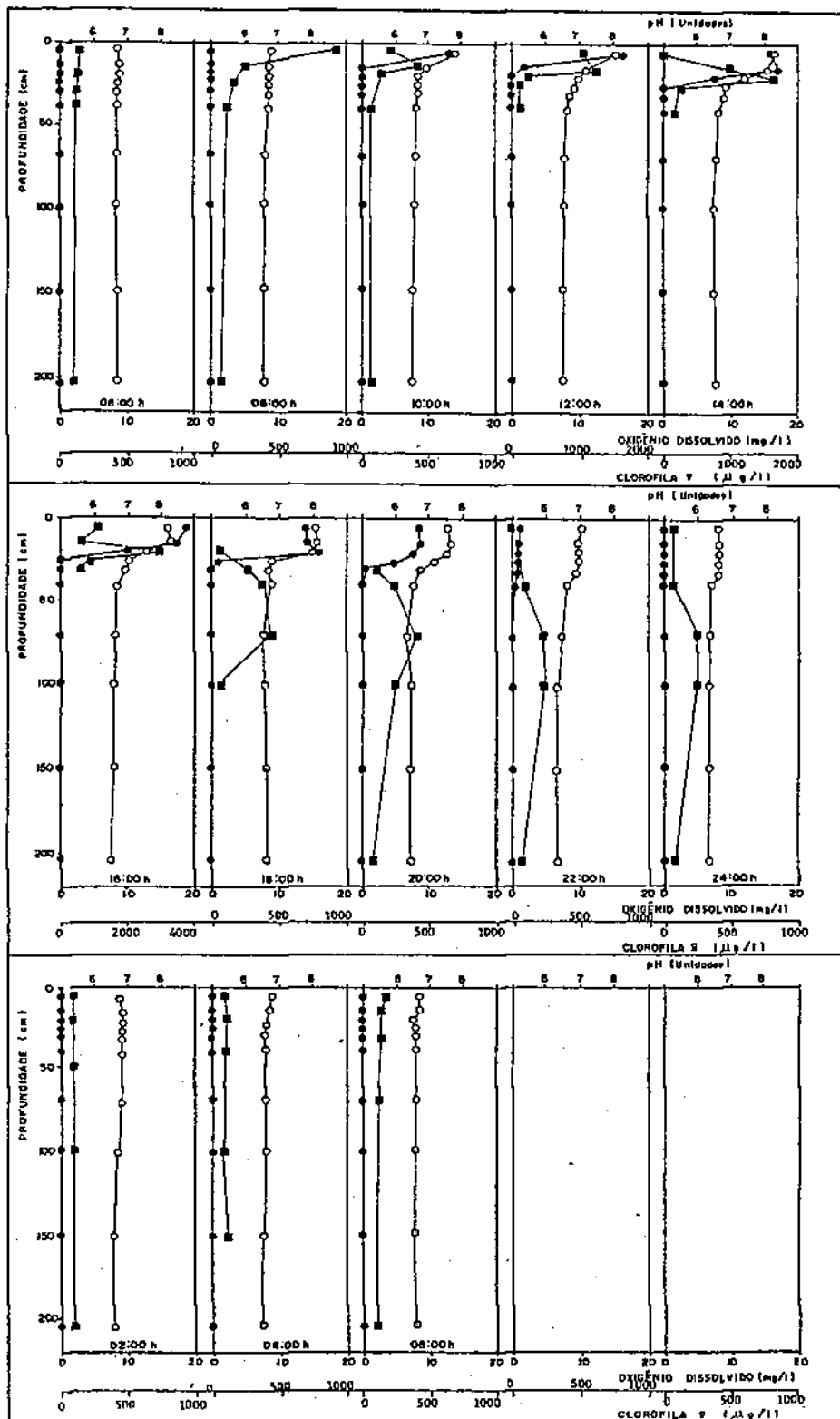


FIGURA 4.3.7 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (O) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F13 (03-04/03/86).

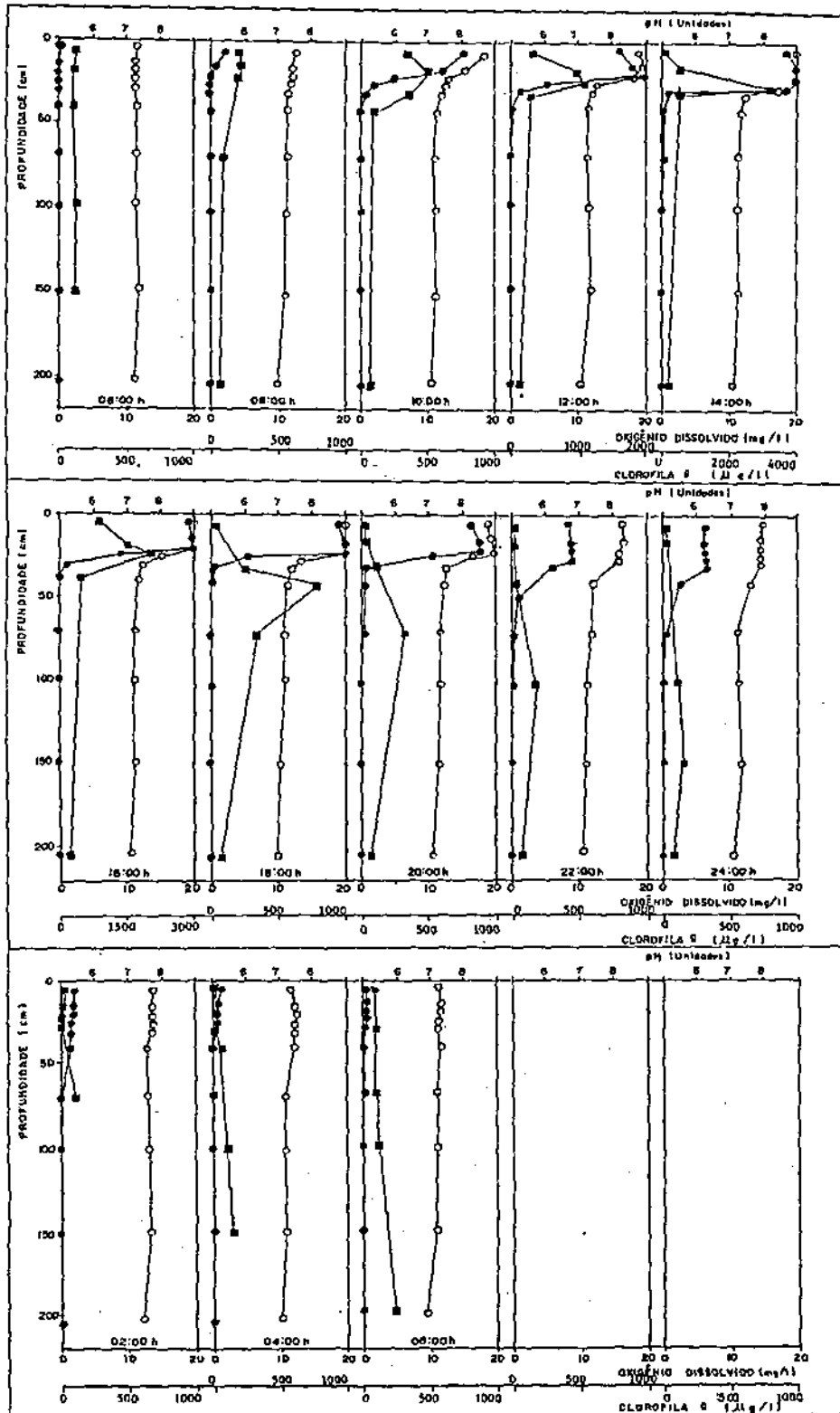


FIGURA 4.3.8 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F13 (21-22/04/86).

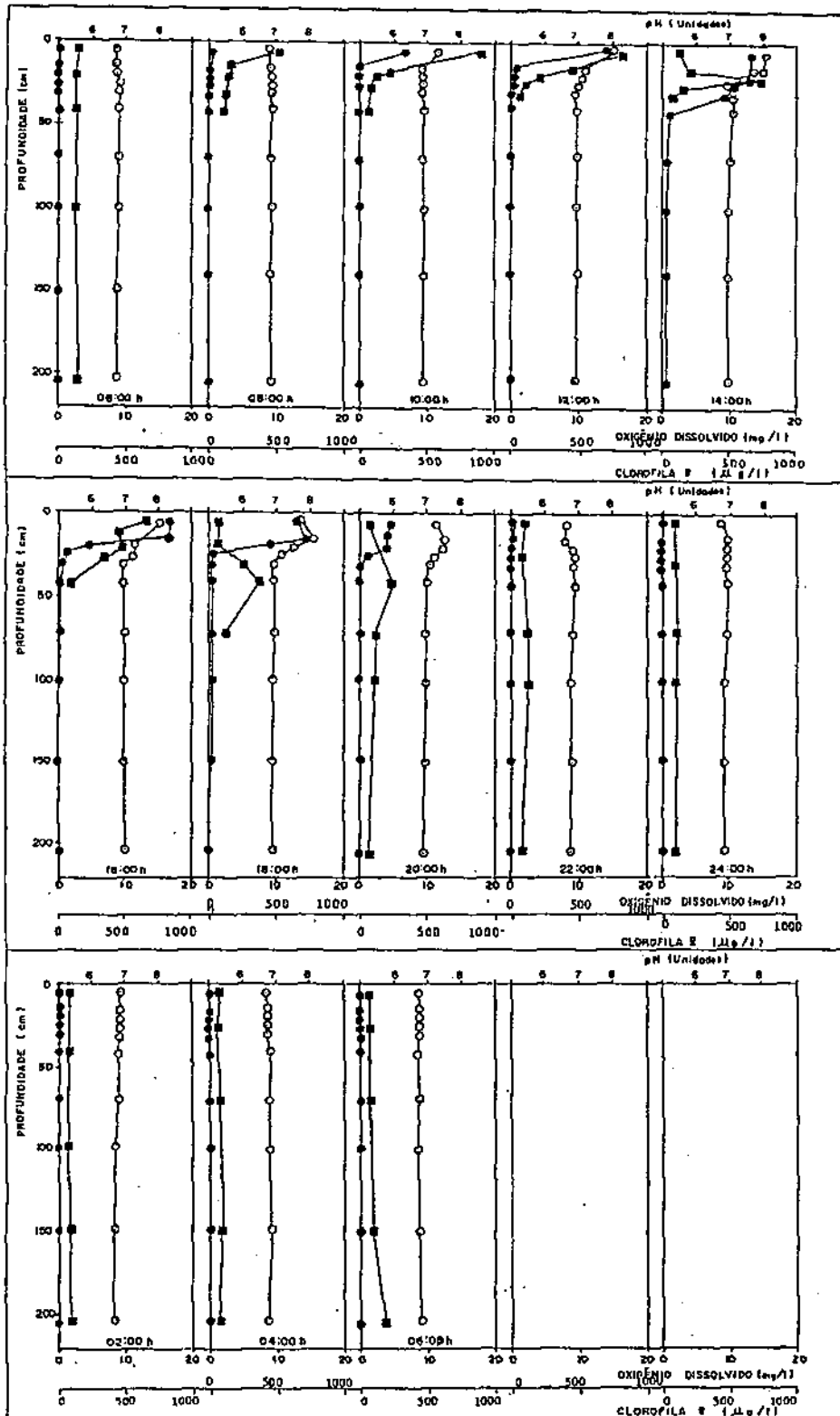


FIGURA 4.3.9 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F11 (03-04/02/86).

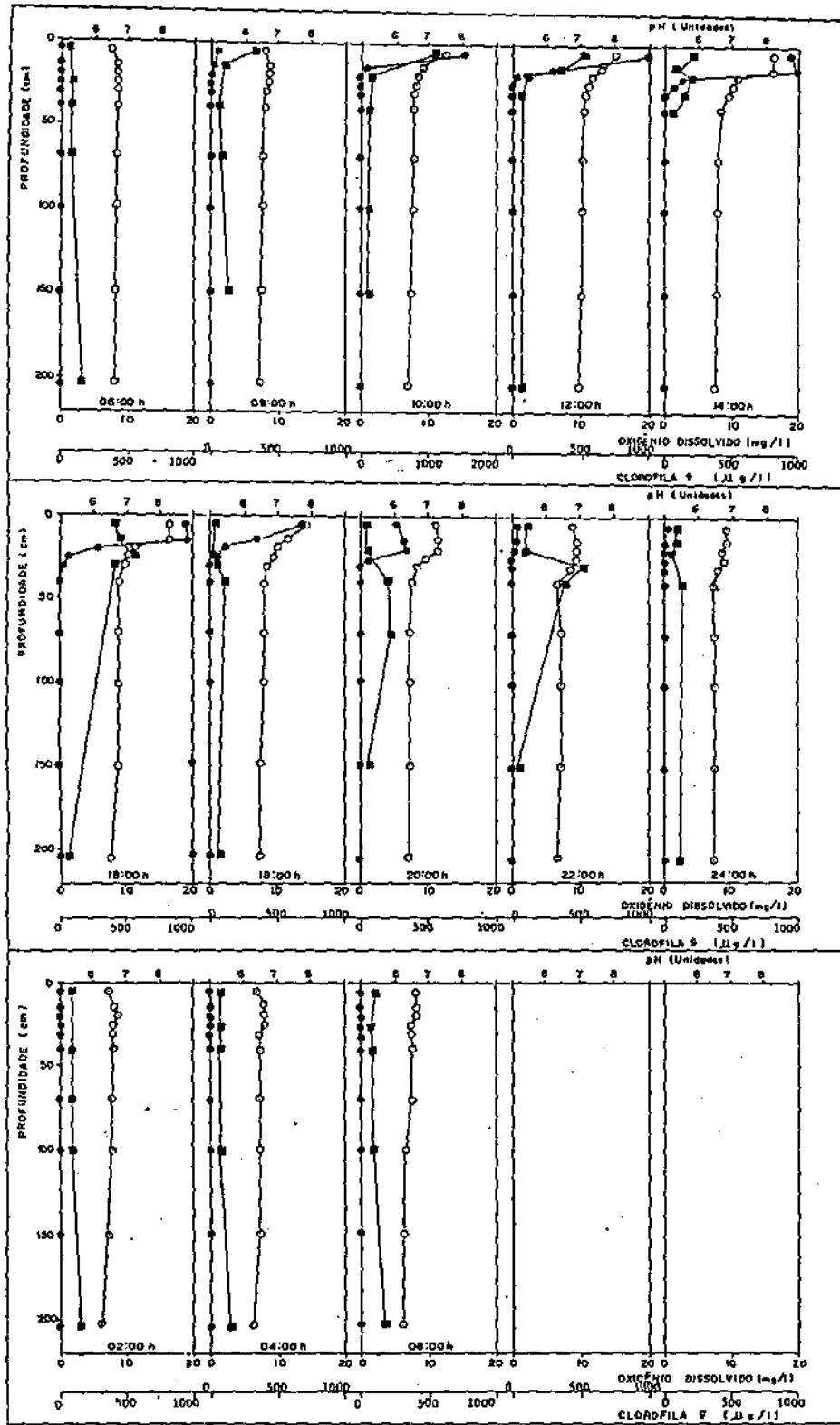


FIGURA 4.3.10 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F11 (07-08/03/86).

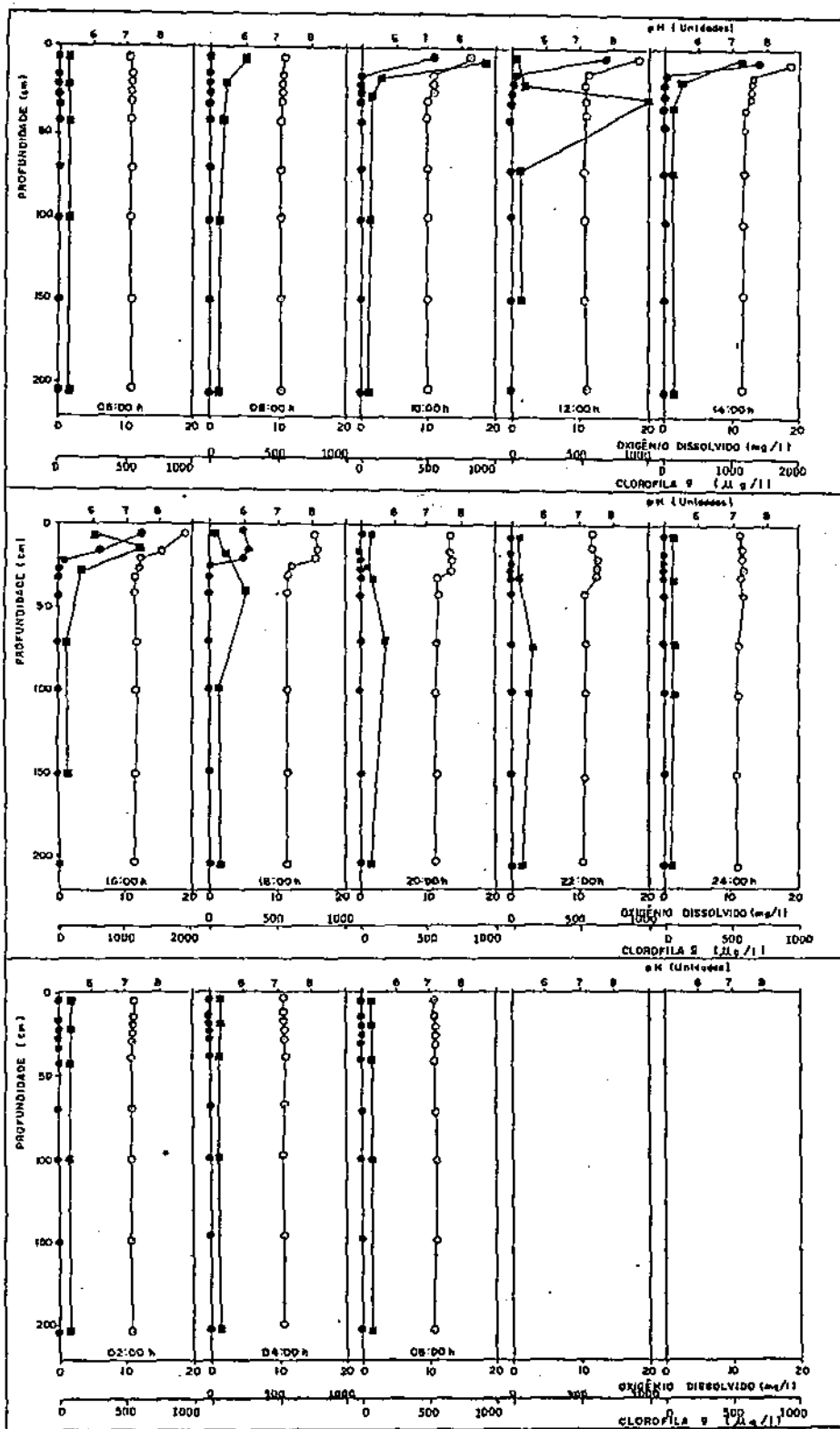


FIGURA 4.3.11 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F11 (25-26/04/86).

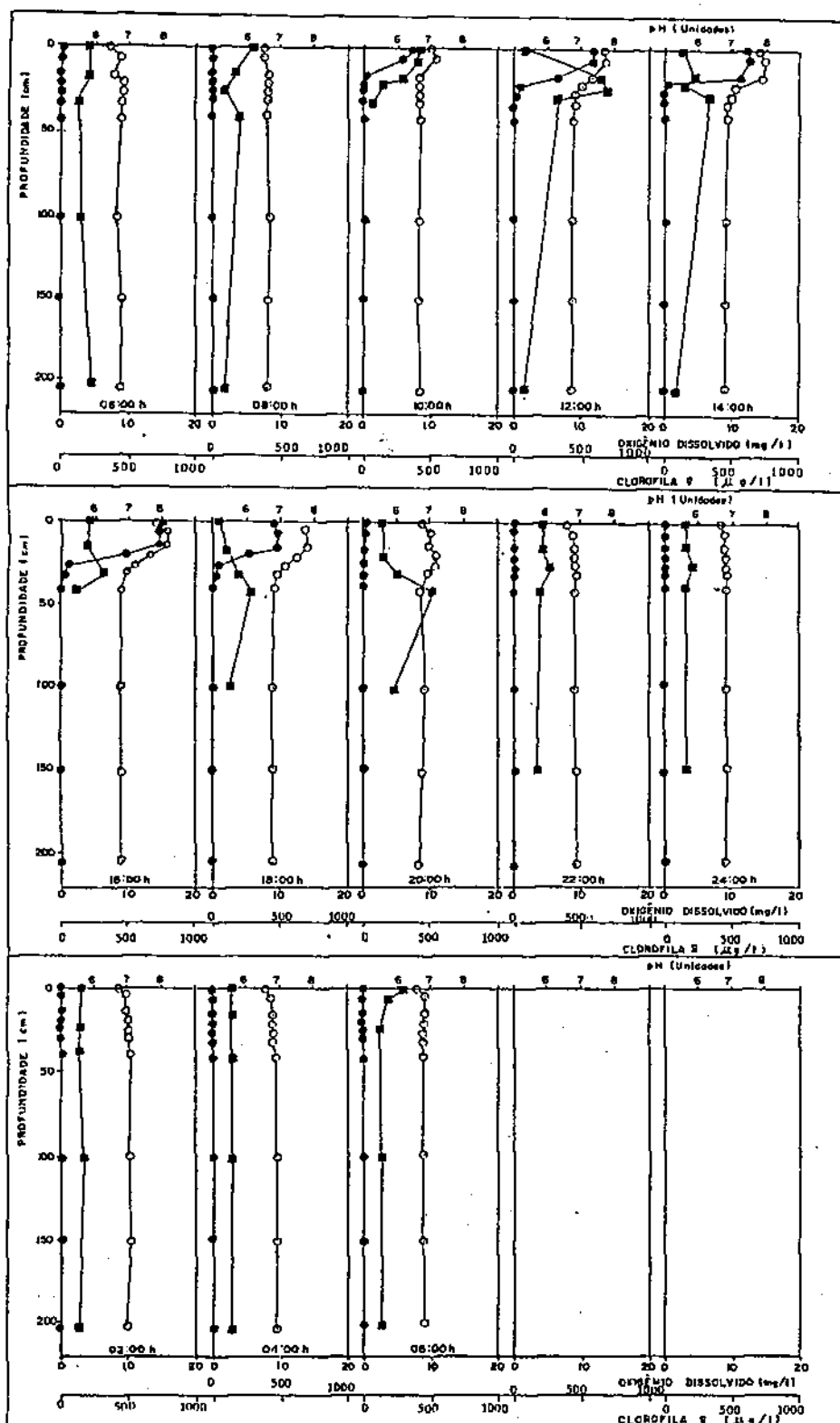


FIGURA 4.3.12 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F12 (27-28/11/85).

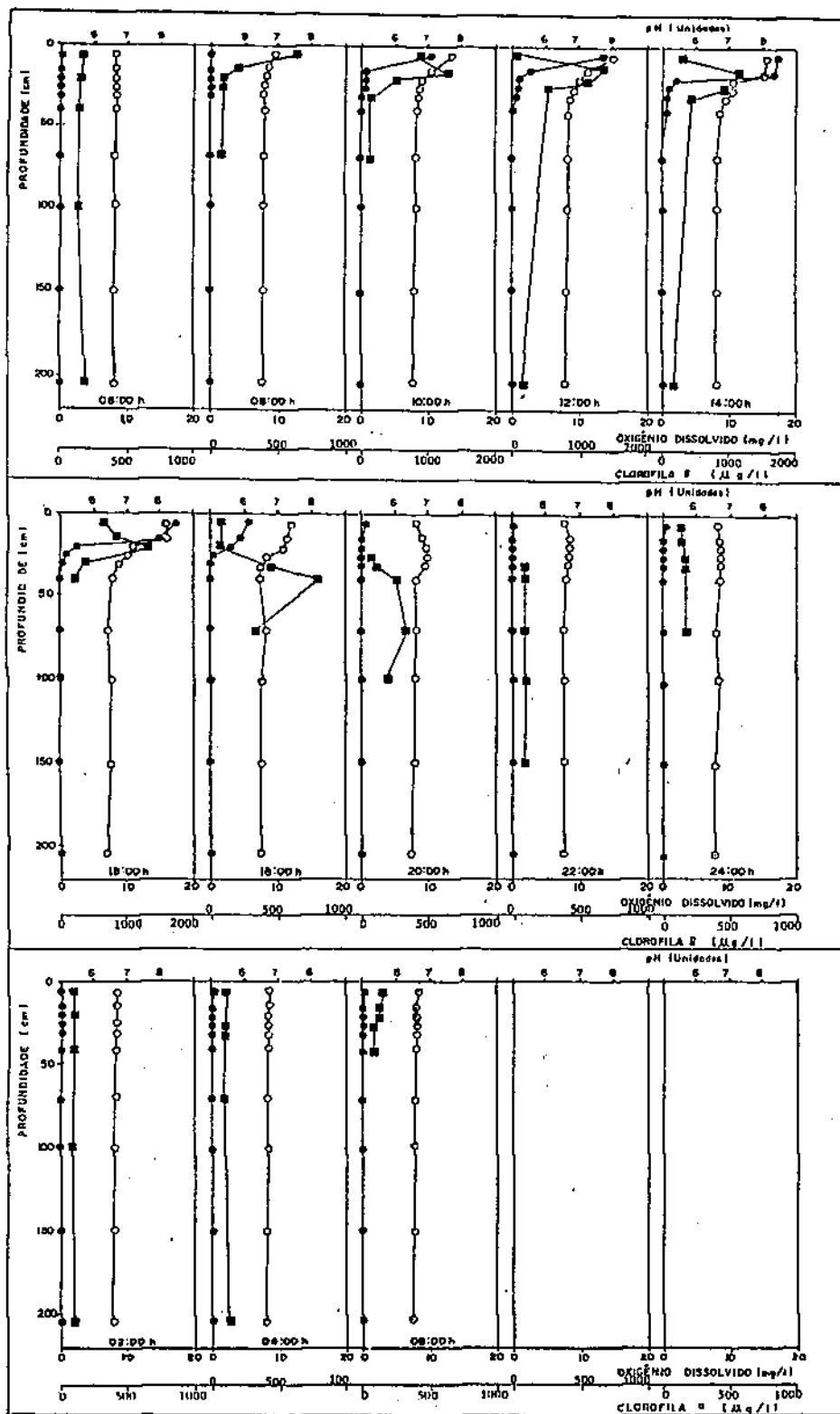


FIGURA 4.3.13 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F12 (18-19/12/85).

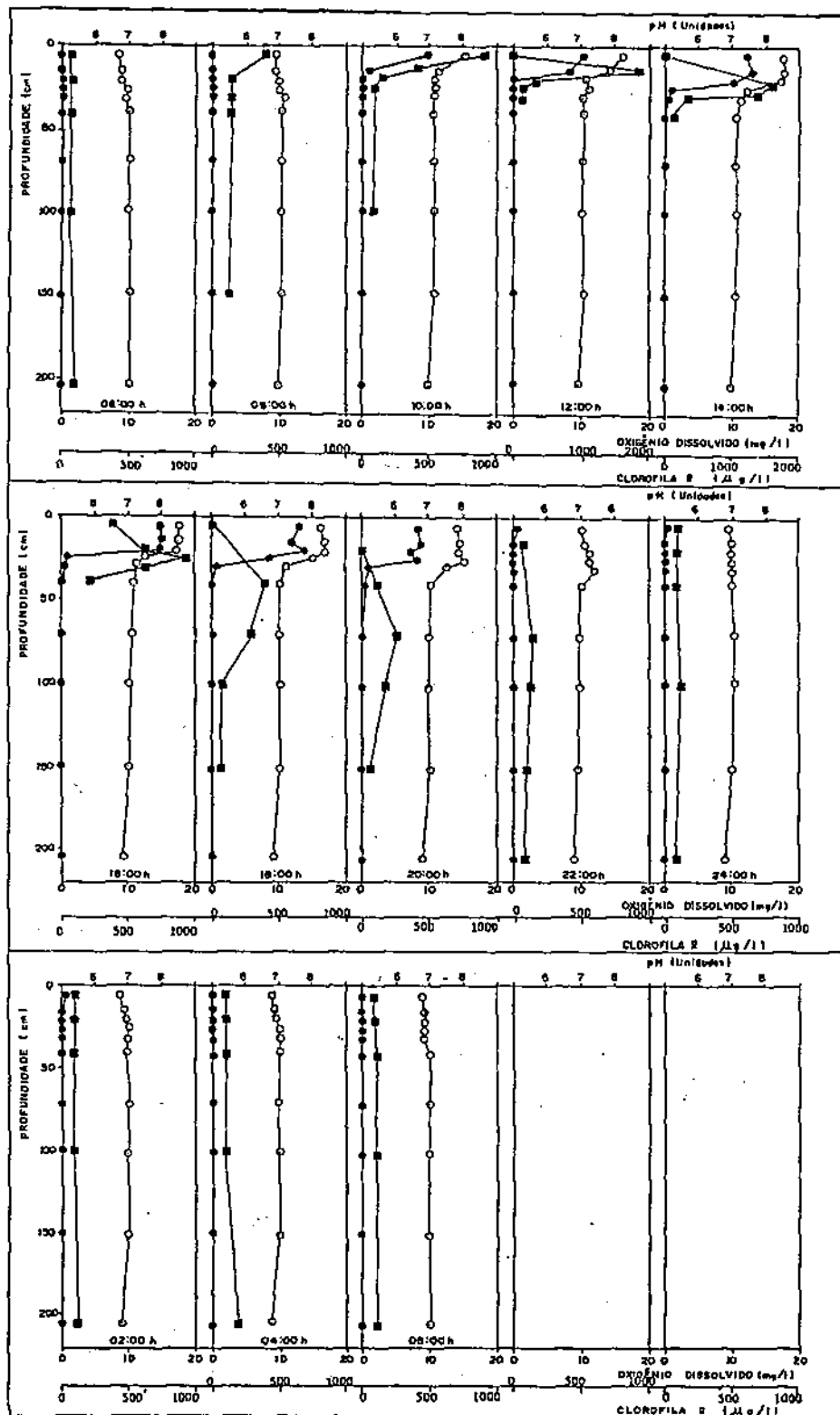


FIGURA 4.3.14 - Variações diárias de clorofila a (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F12 (17-18/02/86).

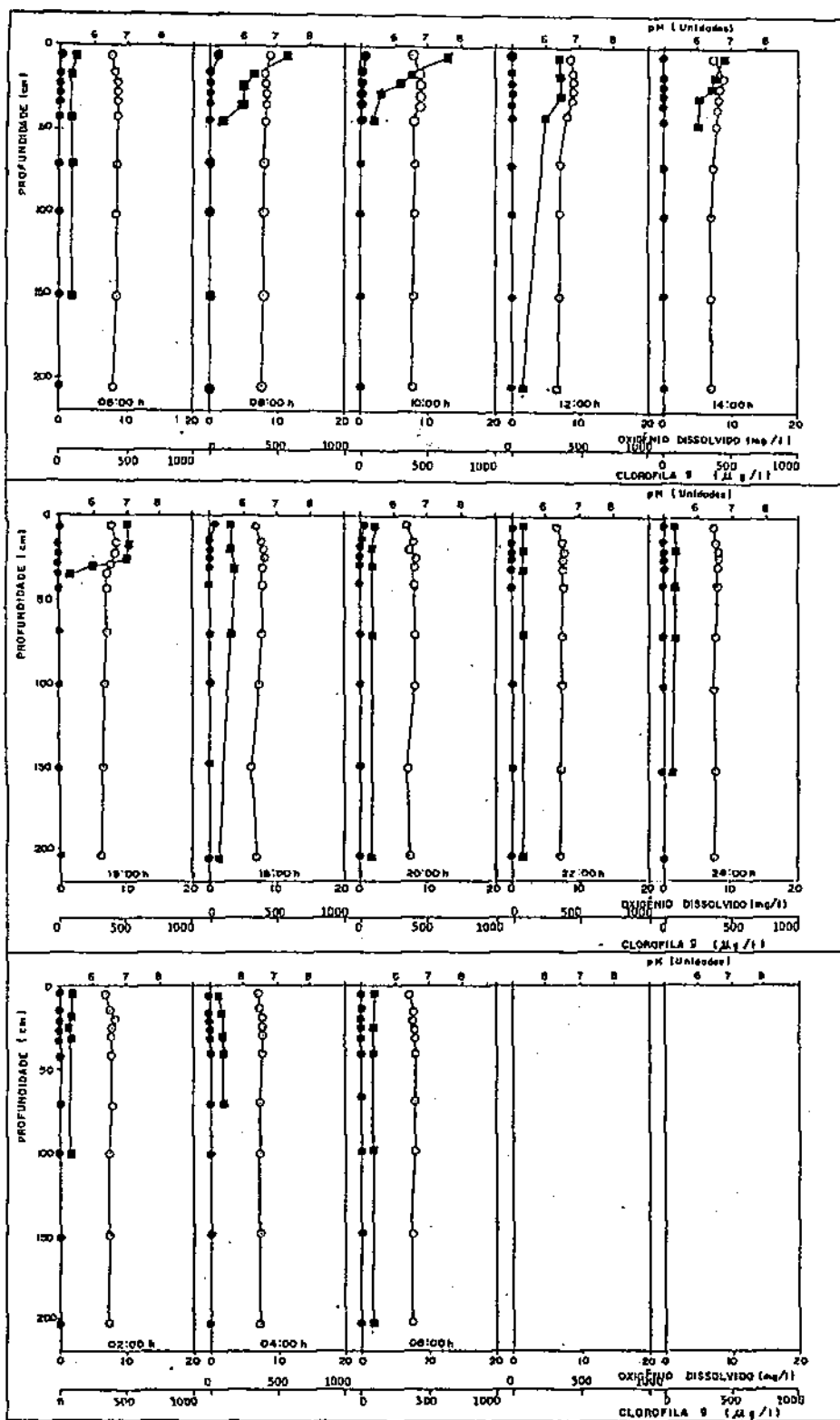


FIGURA 4.3.15 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F12 (12-13/03/85).

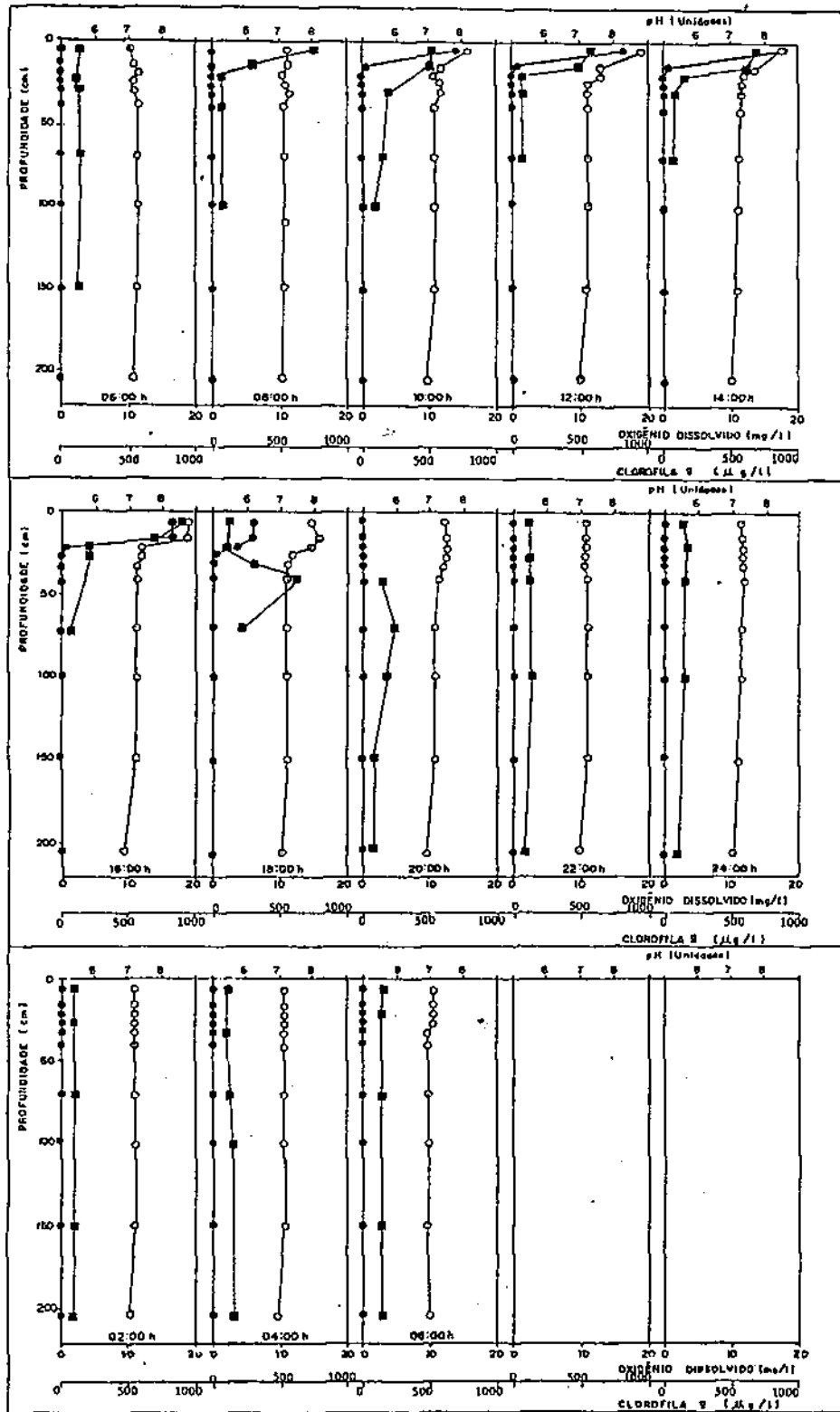


FIGURA 4.3.16 - Variações diárias de clorofila *a* (■), pH (○) e oxigênio dissolvido (●), observadas em diferentes profundidades da lagoa facultativa F12 (24-25/03/86).