

Ecologia Energética

Produção Secundária (2)

Prof. Dr. Ricardo Motta Pinto Coelho

RMPC – Consultores em Recursos Hídricos

Rua das Hortênsias, 800

34.000-000 NOVA LIMA (MG)

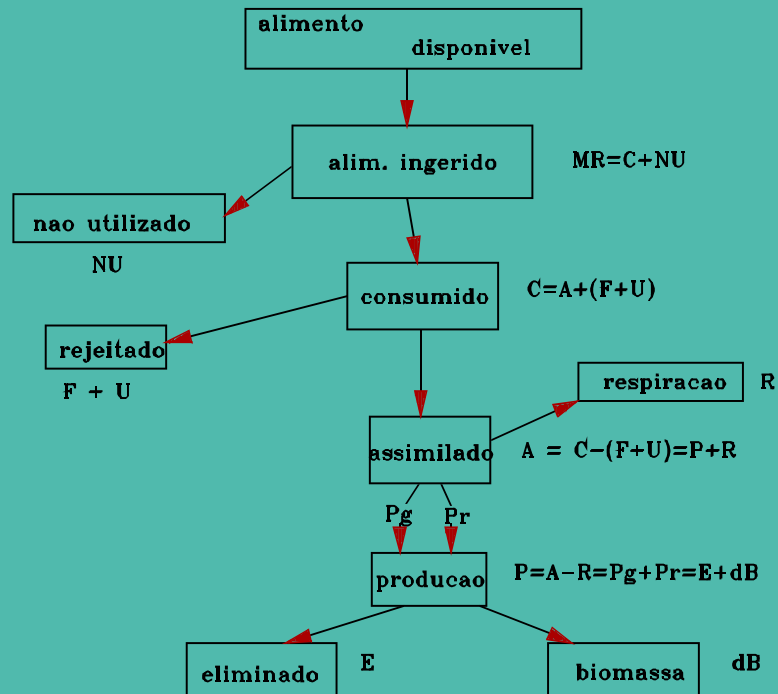


RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

Produção secundária não é assunto para ecólogos iniciantes...

A estimativa da produção secundária pressupõe um amplo conhecimento da biologia, fisiologia, ecologia e comportamento das populações dos organismos estudados. Dessa forma, a estimativa da produção secundária requer um longo processo de medidas demográficas e ecofisiológicas.



MR: alimento ingerido
NU: alimento não utilizado
C: alimento consumido
F: fezes **U:** excretas
A: alimento assimilado

P: producao
R: respiracao
E: alimento eliminado (i.e. mudas)
P_g: producao (crescimento)
P_r: Producao (reproducao)
dB: aumento de biomassa



De toda energia (alimento) consumida pelos animais, apenas uma fração geralmente muito pequena é usada para o crescimento somático e para a reprodução. Grande parte da energia obtida por um dado organismo é usada em diferentes fases do seu metabolismo.

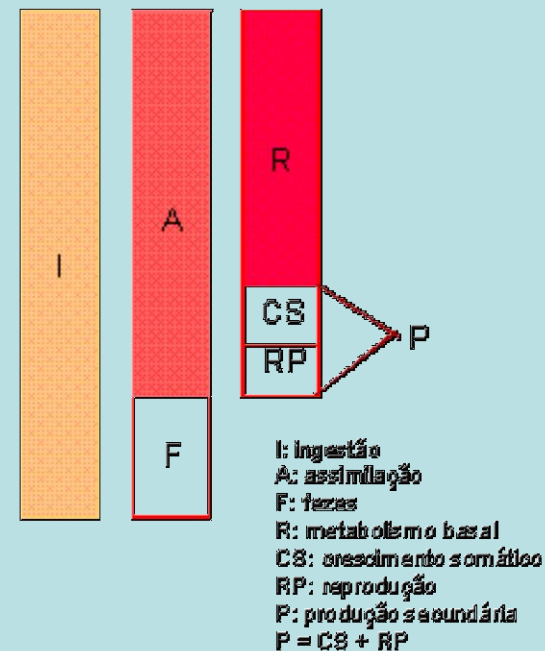


Figure 1 Relações entre ingestão, assimilação, produção de excretas, respiração e produção secundária.

Tipos de eficiências de produção

Tipo de eficiência	Explicação
A. Entre níveis tróficos	
E_t / E_{t-1}	eficiência de entrada de energia ou eficiência de Lindemann
E_t/P_{t-1} ou E_t/ A_{t-1}	eficiência de utilização do nível trófico "t"
A_t/A_{t-1}	eficiência de assimilação do nível trófico "t"
P_t/P_{t-1}	eficiência de produção do nível trófico "t"
B. Dentro do nível trófico	
P_t/A_t	eficiência de produção
P_t/I_t	eficiência de crescimento
A_t/I_t	eficiência de assimilação



Produção

Existem vários métodos para se estimar a produção secundária do zooplâncton. A maioria deles usa dois tipos de enfoques: o enfoque demográfico e o enfoque fisiológico.

Métodos demográficos

A estimativa da produção secundária do zooplâncton é de difícil obtenção, uma vez que as perdas (sobretudo predação) são muito grandes em relação ao total produzido por unidade de tempo. A produção pode ser estimada através de estudos de laboratório onde a assimilação, respiração e excreção são obtidos para os elementos mais representativos do zooplâncton. Se as estimativas são feitas em termos de carbono ou qualquer unidade de energia (J, cal) a excreção pode ser ignorada. As taxas de predação podem ser obtidas através da diferença entre a produção calculada e as mudanças reais observadas na biomassa do zooplâncton.

A produção do zooplâncton pode também ser calculada através de parâmetros populacionais. Neste caso, evita-se as incertezas da extrapolação de dados de laboratório à realidade do campo. Um exemplo clássico deste enfoque pode ser visto no Base Line Lake (Michigan, USA), onde a população de *Daphnia mendotae* foi cuidadosamente estudada por Hall (1964). O método, entretanto, é aplicável a qualquer organismo zooplanctônico e consiste basicamente em estimar a taxa de nascimentos ao longo do ano ao lado do censo rotineiro onde o número dos indivíduos adultos, de indivíduos jovens e de ovos e contado rotineiramente.



D. mendotae se reproduz por partenogênese em um ritmo que depende da temperatura da água, concentração de partículas nutritivas, e muitos outros fatores. O número de indivíduos em qualquer instante pode ser dado pela fórmula:

$$N_t = N_o \cdot e^{rt}$$

onde N_t e N_o são os números de indivíduos ao início e final do período amostrado e r é a taxa intrínseca de crescimento natural (potencial biótico) da espécie. A taxa r , por sua vez, relaciona-se com duas outras taxas:

$$r = b - d$$

onde b e d são as taxas instantâneas de nascimentos e de mortes (parasitismo, predação, sedimentação, diluição, etc), respectivamente.



Há evidências de que a predação é o principal fator delimitante da ordem de grandeza da taxa de mortalidade em organismos zooplanctônicos. Se um monitoramento regular e constante (onde os intervalos de tempo não podem ser superiores ao *turn over* rate da biomassa desta espécie) for realizado, o valor de r poderá ser calculado a partir de dois censos consecutivos da seguinte maneira:

$$r = \frac{1}{t} \cdot (\log_e N_{t+1} - \log_e N_t)$$

r é, portanto, uma taxa composta e para entender a dinâmica da população e calcular a produção total, b e r devem ser estimados. A taxa instantânea de natalidade pode ser definida da seguinte maneira

$$N'_{t+1} = N'_t \cdot e^{bt}$$



N' representa o tamanho potencial da população na ausência de predação. Conseqüentemente b não pode ser medida em condições naturais. Entretanto uma aproximação finita de b pode ser obtida através de B :

$$B = \frac{\text{Número de neonatos no intervalo } t_0 \text{ a } t_1}{\text{tamanho da população no tempo } t}$$

Pode ser demonstrado que b e B se relacionam da seguinte maneira

$$b = \log_e(1+B)$$



B pode ser estimado de modo independente já que leva em consideração a produção de neonatos por dia. Este número neonatos pode ser obtido a partir das seguintes variáveis:

$$B = \frac{Na}{Nt} \cdot \frac{\overline{E}}{D}$$

onde:

Na: número de adultos (fêmeas) em idade reprodutiva;

N: tamanho da população;

E*: Número de ovos ou embriões carregados por cada adulto;

D*: Número de dias para um ovo/embrião se desenvolver da produção à sua liberação no meio

(*) estimativas médias.



Na, E e Nt são estimados diretamente no campo através da contagem apropriada de indivíduos. D depende basicamente da temperatura e é obtido através do cultivo em laboratório de culturas numa larga faixa de temperaturas. *Daphnia galeata mendotae*, por exemplo, tem um D que varia de 2 (25°C) a 20.2 (4 °C) dias. Deste modo um valor apropriado de D pode ser selecionado ao se medir a temperatura da água concomitantemente aos sensos populacionais. Este cálculo de b a partir de B tem sido objeto de algumas críticas, mas os erros são em geral negligenciáveis. Uma vez obtidos b e r, pode-se estimar a taxa de mortalidade (predação ?) pela diferença entre estas duas variáveis.



Método das coortes:

Este método se aplica às populações que exibem um ciclo de geração por ano que seja claramente identificável. A produção pode ser então calculada pela seguinte relação (fórmula de Boysen-Jensen):

$$P = \left(\frac{N_o + N_t}{2} \right) \cdot \delta W_t$$

onde:

delta W: crescimento médio individual por unidade de tempo;

N_o , N_t : efetivos da coorte estudada antes e depois do intervalo de tempo t.



Método das taxas de crescimento acumuladas (gerações superpostas)

Parte-se do princípio de que o peso de um indivíduo é ligado à sua idade ou ecofase. Seja N_1, N_2, \dots, N_n o número de indivíduos de cada ecofase e D_1, D_2, \dots, D_n a duração de cada ecofase e $\delta W_1, \delta W_2, \dots, \delta W_n$ o ganho em peso diário de cada ecofase. Então a produção pode ser dada pela seguinte relação:

$$P = \frac{N_1 \cdot \delta W_1}{D_1} + \frac{N_2 \cdot \delta W_2}{D_2} + \frac{N_n \cdot \delta W_n}{D_n}$$

Este método se aplica às populações que tenham crescimento relativamente lento e fases muito distintas de crescimento (i.e: copépodes) ou que possuam populações bem estruturadas em termos de classes de tamanho (i.e: cladóceros).



Métodos Fisiológicos

Método da respiração

O método descrito a seguir baseia-se na extrapolação de dados metabólicos que servem de base para a estimativa da produção secundária. O método de Winberg é um bom exemplo deste enfoque e pode ser descrito pela fórmula a seguir:

$$P_b = \text{Coef.} \cdot R \cdot \frac{E_p}{1 - E_p}$$

onde:

P_b : produção secundária (por unidade de biomassa);

R: taxa de respiração;

E_p : eficiência de produção ($K_p = P/A$);

$E_p = 0,25$ (cyclopoida), $E_p = 0,20$ calanoida, $E_p = 0,35$ cladocera;

Coef: coeficiente oxicalórico ou oxicarbônico ($1 \text{ mgO}_2 = 0,375 \text{ mg C}$).



A extrapolação para uma população no campo pressupõe conhecimento da densidade e biomassa de organismos envolvidos e pode ser feita da seguinte forma:

$$P = \sum P_b \cdot N_i \cdot W_i$$

onde:

- P: produção secundária de uma dada população (i);
- P_b: produção específica por unidade de biomassa;
- N_i: abundância (no. ind/l) da população (i);
- W_i: peso médio de indivíduos da população (i).



VARIAÇÃO TEMPORAL DE CARBONO PIGMENTADO, CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO E PARTICULADO NA REPRESA DA PAMPULHA, BELO HORIZONTE/MG

ISABELA C. TÔRRES, MARCOS A. R. ARAÚJO e RICARDO M. PINTO-COELHO

Laboratório de Ecofisiologia de Organismos Plancônicos, Departamento de Biologia Geral/ICB,
Universidade Federal de Minas Gerais, Cx. Postal 486 – 30161-970 Belo Horizonte, MG

(Com 4 figuras)

Recebido em 3 de fevereiro de 1997

Aceito em 7 de outubro de 1997

Distribuído em 15 de janeiro de 1998

Correspondência para: Ricardo Motta Pinto-Coelho

E-mail: rmpc@icb.ufmg.br

Rev. Brasil. Biol., 58 (1): 131–141



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

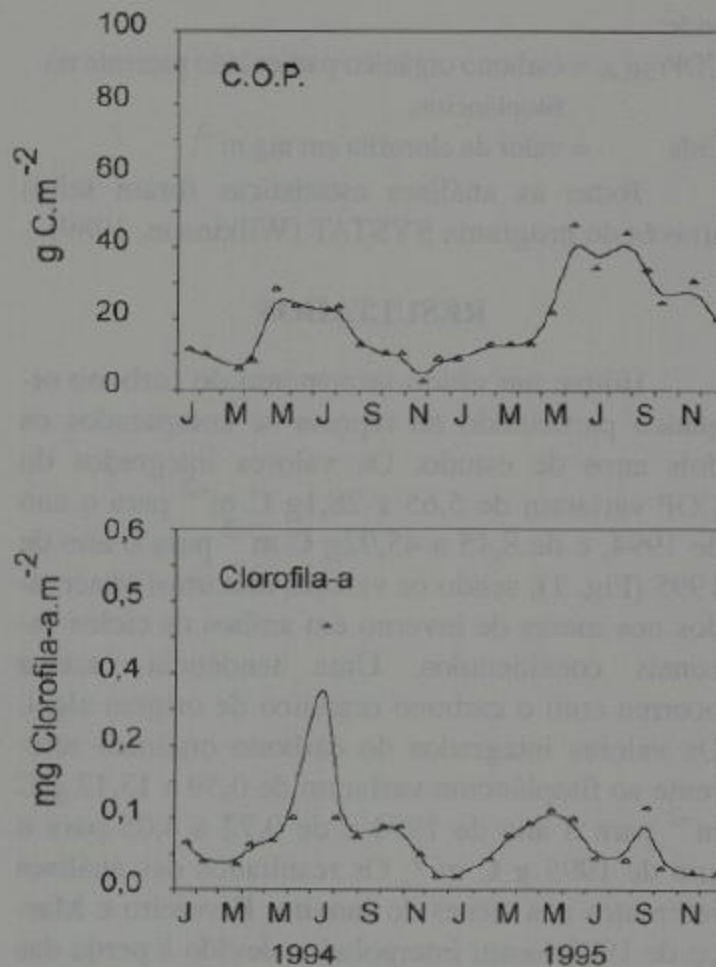


Fig. 1 — Valores integrados das concentrações do COP_{total} ($g\ C.m^{-2}$) e de Clorofila-a ($mg\ Clorofila-a.m^{-2}$) de janeiro de 1994 a dezembro de 1995 na Represa da Pampulha, Belo Horizonte/MG. Valores efetivamente medidos correspondem a triângulos. Linha aproximativa corresponde à uma interpolação polinomial utilizando o algoritmo de Bezier (procedure: smooth) entre os pontos de coletas, obtida com um programa escrito em linguagem PASCAL 5.1 pelos próprios autores.



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

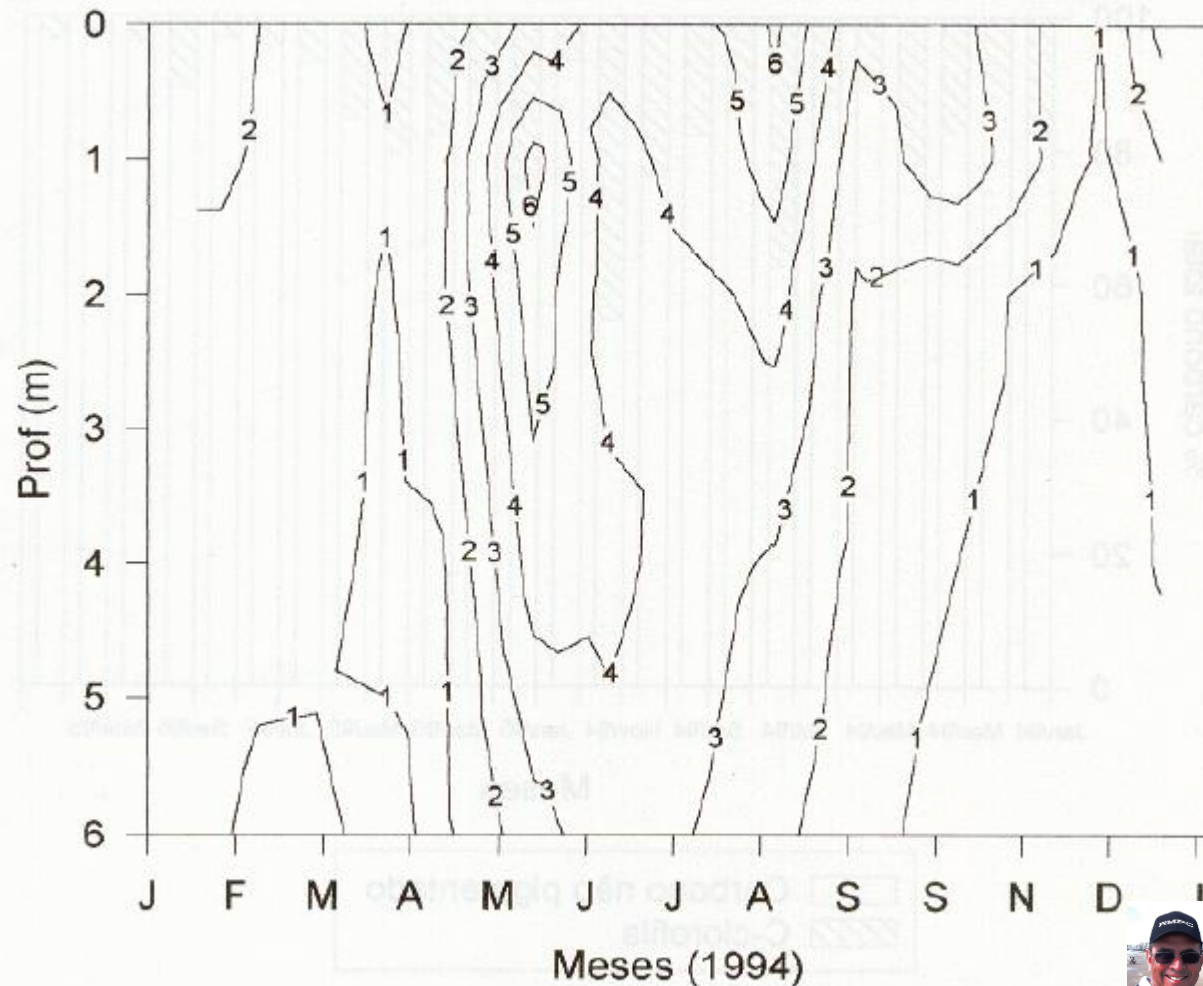


Fig. 2 — Isolinas de concentrações do carbono orgânico particulado (mg C.I^{-1}) na coluna d'água entre janeiro e dezembro de 1994 na Represa da Pampulha, Belo Horizonte/MG. Os números presentes nas isolinas representam as concentrações do carbono orgânico particulado em cada profundidade (eixo y) e ao longo dos meses de 1994 (eixo das abcissas). Isolinas obtidas através do programa gráfico SIGMAPLOT para windows utilizando interpolação quadrática.



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

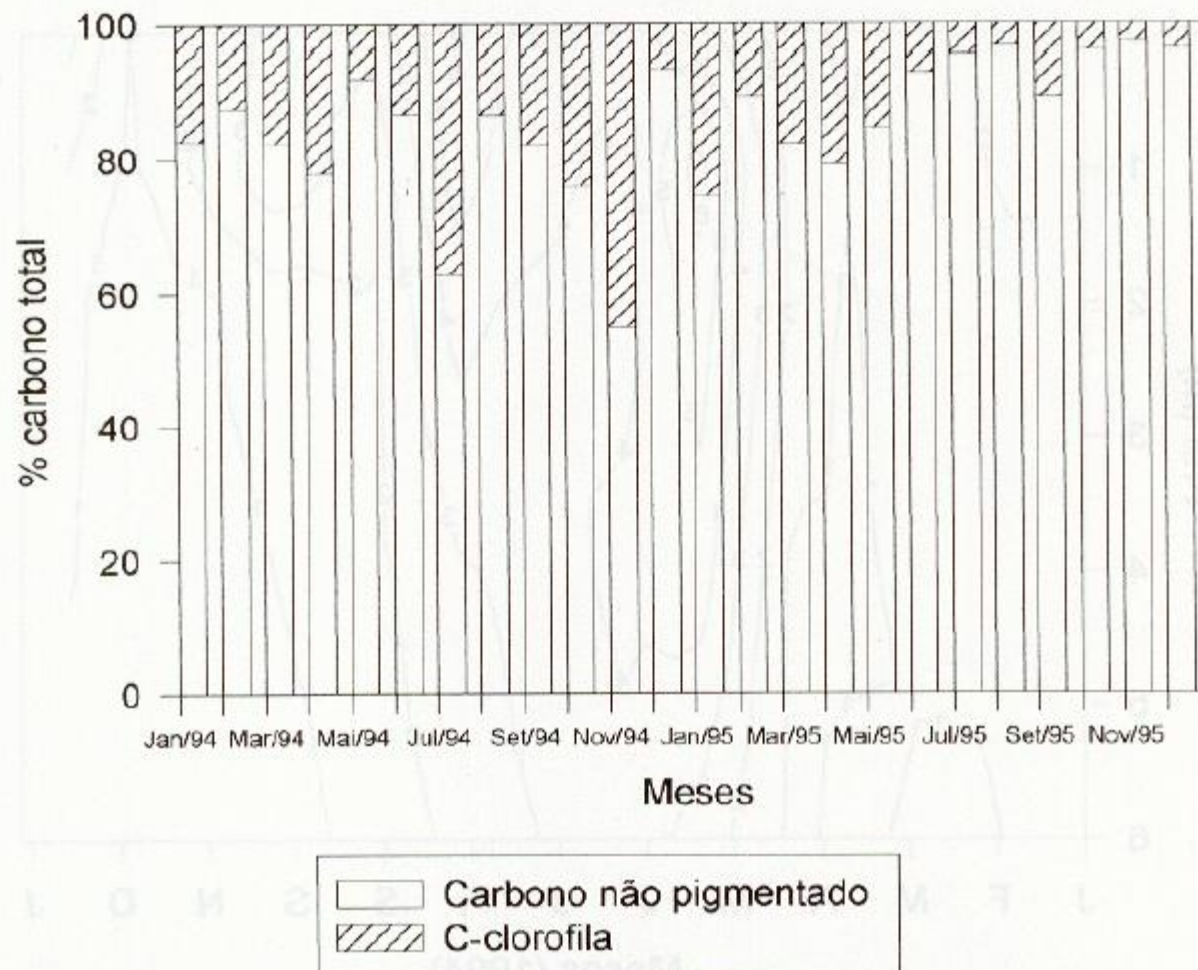


Fig. 3 — Contribuição relativa (%) do carbono não-pigmentado (barras brancas) e o carbono pigmentado (barras achuradas) obtido a partir da conversão em carbono dos valores de clorofila-a entre janeiro de 1994 a dezembro de 1995 na Represa de Pampulha, Belo Horizonte/MG. Os dados referentes aos meses de janeiro e maio foram estimados a partir de interpolação linear.



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

PRODUÇÃO E CONSUMO DE CARBONO ORGÂNICO NA
COMUNIDADE PLANCTÔNICA DA REPRESA DA
PAMPULHA, MINAS GERAIS, BRASIL

MARCOS A. R. ARAÚJO e RICARDO M. PINTO-COELHO

Departamento de Biologia Geral, ICB, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, C.P. 486,
CEP 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil

Rev. Brasil. Biol., 58(3): 405-416



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

$$\text{Resp. (mgC.m}^{-2}\text{.dia}^{-1}) = \frac{\left(\text{TR (mgC.h}^{-1}) \times \text{Biomassa (mgPS.m}^{-2}) \right)}{\text{mgPS}} \times 24 \quad (5)$$

$$\text{Prod. sec. (mgC.m}^{-2}\text{.dia}^{-1}) = \frac{\left(\text{TR (mgC.h}^{-1}) \times \text{Biomassa (mgPS.m}^{-2}) \right)}{\text{mgPS}} \times 24 \quad (6)$$

$$\text{Ass. (mgC.m}^{-2}\text{.dia}^{-1}) = \quad (7)$$

$$\text{Resp. (mgC.m}^{-2}\text{.dia}^{-1}) + \text{Prod. sec. (mgC.m}^{-2}\text{.dia}^{-1})$$

$$P(\text{mgC.mgPS.h}^{-1}) = \text{TR} \times \frac{K_2}{1 - K_2} \quad (4)$$

em que:

TR = taxa de respiração da comunidade mesozooplancônica;

K_2 = constante que varia de acordo com o grupo de organismo considerado.

Os valores de K_2 fornecidos por Pourriot & Champ (1982) são de 0,35 para cladóceros e 0,20 para copépodos. Os valores de K_2 , utilizados nos cálculos da produção secundária do zooplâncton,



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

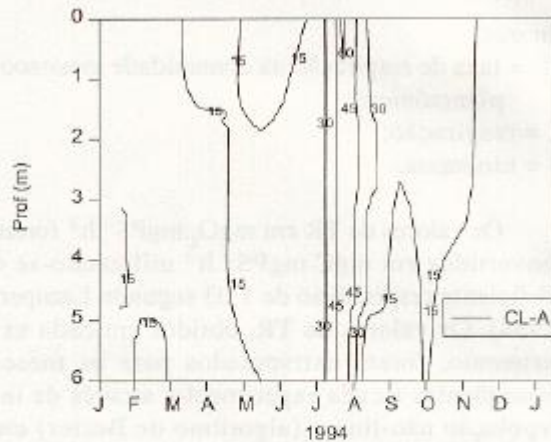


Fig. 2 — Isolinhas de clorofila-a ($\mu\text{g. L}^{-1}$) na coluna d'água em um ponto central da Represa da Pampulha no ano de 1994. Isolinhas obtidas com o programa SIGMAPLOT para Windows, utilizando interpolação quadrática com aderência máxima (nível 10) aos valores obtidos.

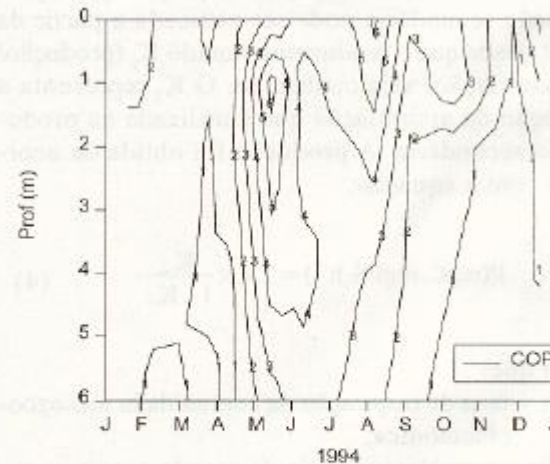


Fig. 3 — Isolinhas de carbono orgânico particulado - COP (mgC.L^{-1}) na coluna d'água em um ponto central da Represa da Pampulha durante o ano de 1994. Isolinhas obtidas com o programa SIGMAPLOT para Windows, utilizando interpolação quadrática com aderência máxima (nível 10) aos valores obtidos (modificado de Torres *et al.* 1998).



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

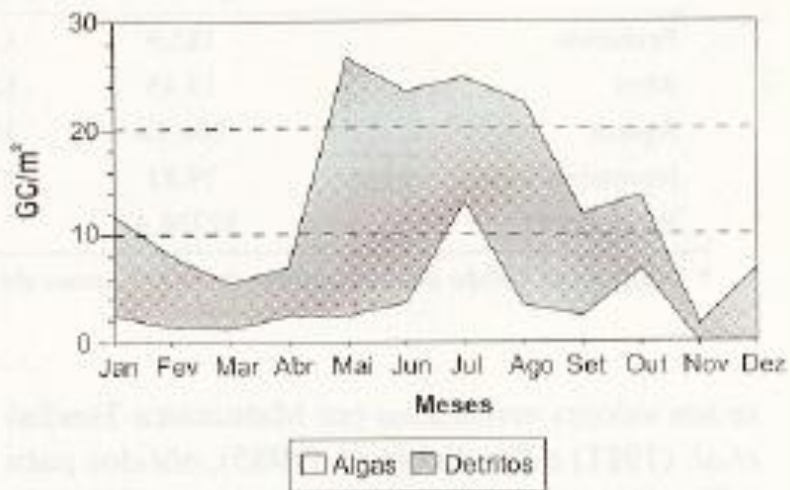


Fig. 4 — Contribuição de diferentes formas de carbono orgânico particulado na Represa da Pampulha durante 1994.



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

TABELA 1

Produções primárias bruta, líquida e respiração, medidas em laboratório, para a fração do fitoplâncton < 50 µm.

Data	PPB mgC.m ⁻² .h ⁻¹	PPL mgC.m ⁻² .h ⁻¹	Respiração mgC.m ⁻² .h ⁻¹
Fevereiro	27,5	16,2	11,3
Abril	21,4	2,0	19,4
Agosto	95,4	37,3	58,1
Setembro	21,9	12,5	9,4
Novembro	17,7	8,8	8,9

TABELA 2

Taxa de respiração, medida em laboratório, para o mesozooplâncton da Represa da Pampulha: valores médios obtidos a partir de três unidades experimentais.

Meses	TR (µlO ₂ .mgPS ⁻¹ .h ⁻¹)	TR (mgO ₂ .mgPS ⁻¹ .h ⁻¹)	TR (mgC.mgPS ⁻¹ .h ⁻¹)
Janeiro	14,1 ± 0,68	0,020 ± 0,001	0,0074 ± 0,0004
Abril	9,3 ± 0,48	0,013 ± 0,001	0,0049 ± 0,0003
Agosto	8,5 ± 0,62	0,012 ± 0,001	0,0044 ± 0,00030
Novembro	13,2 ± 2,29	0,019 ± 0,004	0,0069 ± 0,001

TABELA 3

Valores da produção primária líquida do fitoplâncton < 50 µ, produção secundária e da assimilação do mesozooplâncton da represa da Pampulha.

Data	Produção prim. líquida mgC.m ⁻² .d ⁻¹	Biomassa zooplâncton mgPS.m ⁻²	Respiração zooplâncton mgC.m ⁻² .d ⁻¹	Produção secundária mgC.m ⁻² .d ⁻¹	Assimilação zooplâncton mgC.m ⁻² .d ⁻¹
Fevereiro	185,9	1154,00	180,00	80,88	260,88
Abril	13,45	1214,00	141,84	66,75	208,59
Agosto	206,24	3082,00	325,44	160,29	485,73
Novembro	79,82	1773,00	293,60	55,31	348,91
Valor anual*	37736,4*	-	-	34598,4*	119539,7*

* Valor anual obtido pelo somatório dos doze meses do ano.



RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos

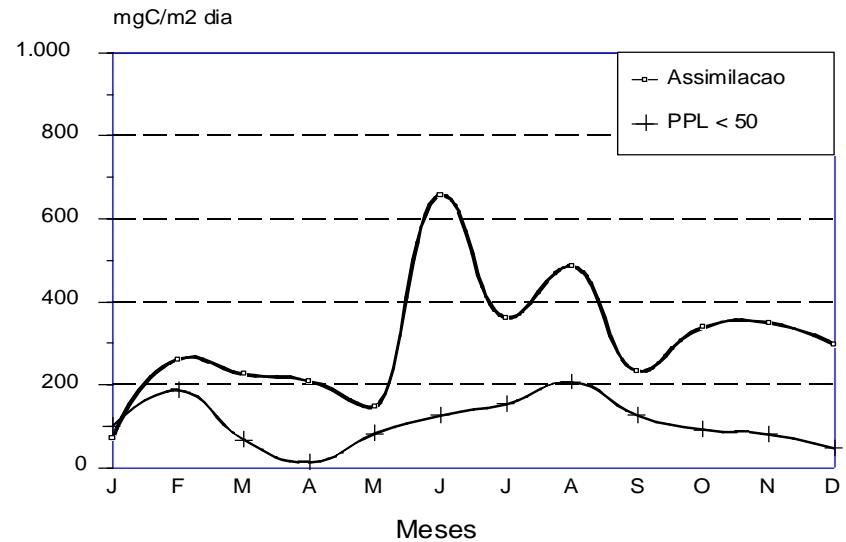


Fig. 5 — Comparação entre a taxa de produção primária líquida do fitoplâncton < 50 µm e a taxa de assimilação do mesozoplâncton da Represa da Pampulha durante 1994. Valores obtidos a partir de interpolação não-linear (algoritmo de Bezier) das estimativas de produção primária e assimilação do zooplâncton. Data das coletas previamente convertidas em escala juliana.



Ricardo Motta Pinto Coelho, MSc, Dr. Rer. Nat
RMPC Consultores em Recursos Hídricos
Rua das Hortênsias, 800
Morro do Chapéu
34.000-000 NOVA LIMA (MG)
Tel; 031 3517 9793
E-mail: rpcoelho@globo.com
URL: <http://www.rmpcecologia.com>

RMPC

& Consultores em Recursos Hídricos