

PROJETO RECRUTAMENTO*. VARIACÃO ESPACIAL DAS CURVAS DE FOTOSÍNTESE VS. LUZ NAS ALGAS BENTONICAS DA REGIÃO DE ARRAIAL DO CABO E ADJACÊNCIAS, RJ.

RECRUTMENT PROJECT*. SPATIAL VARIATION IN THE PHOTOSYNTHESIS VS. LIGHT (P-I) CURVES OF BENTHIC ALGAE IN THE ARRAIAL DO CABO REGION, RJ.

RICARDO COUTINHO**

V.F.G.V. DA CUNHA

D.P. SANTOS

RICARDO CRESPO PEREIRA

MARIA CRISTINA S. MAURAT

H.P. LAVRADO

RESUMO

Como parte de um programa de estudos sobre "Consequências biológicas dos processos oceanográficos nas comunidades bentônicas costeiras" (Projeto Recrutamento), foram desenvolvidas no mês de Julho/88, várias medições das curvas de Fotossíntese vs. Luz nas espécies dominantes de algas bentônicas da região de Arraial do Cabo, RJ. A fotossíntese foi medida por troca de oxigênio em condições simuladas "in situ" num gradiente de luz e com temperatura controlada. O modelo da tangente hiperbólica de Jassby & Platt (1976) foi usado para simular os dados observados. Os maiores valores de Pmax (máxima fotossíntese em condições saturantes de luz) foram observados na estação de Jacone com *Ulva fasciata* (36 mgC/gps/h). Em Búzios, houve uma diminuição no ponto de saturação (Ik) para as espécies do infra-litoral. Nossos resultados mostraram uma variação horizontal (entre estações) e vertical (entre profundidades) nos parâmetros das curvas de Fotossíntese vs. Luz na região de Arraial do Cabo.

Produção primária das algas bentônicas da região de Arraial do Cabo, RJ.

* Financiado pela SeCIRM, CNPq e FAPERJ.

** Pesquisador científico do CNPq e do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Arraial do Cabo, 2891, RJ.

PALAVRAS CHAVE: produção primária, algas bentônicas, Arraial do Cabo.

ABSTRACT

As part of a research program about the "Biological consequences of oceanographic process affecting the coastal benthic community" (Recruitment Project) several photosynthesis vs. irradiance (P-I) curves were measured during July/88, in the dominant species of benthic algae in the Arraial do Cabo region, RJ. Photosynthesis was measured by oxygen exchange in simulated "in situ" conditions using a gradient of light with temperature controlled. The hyperbolic tangent model of Jassby & Platt (1976) was used to simulated the data. Maximum values of Pmax (the specific photosynthetic rate at saturating light) were observed in the Jacoñe station on *Ulva fasciata* (36 mgC/gdw/h). At Búzios station, there was a decrease in the saturation point (Ik) for the species living in the sublittoral. Our results showed a horizontal (among stations) and vertical (among depths) variation in the parameters of P-I curves in the Arraial do Cabo region.

Primary Production of benthic algae in the Arraial do Cabo (RJ) region.

KEY WORDS: primary production, benthic algae, Arraial do Cabo.

INTRODUÇÃO

Medidas de fotossíntese são comumente usadas para estimar a produção primária das algas bentônicas. Estas medições quando feitas usando um gradiente de luz, fornecem informações que podem ser usadas para integrar a produção diurna, tendo como base a relação entre a fotossíntese vs. Luz (curvas de F-L) e a irradiância diária (COUTINHO & ZINGMARK, 1987), além do teste de hipóteses relativas à aclimação fisiológica das algas bentônicas a diferentes condições de luz (COUTINHO & YONESHIGUE, 1988).

No Brasil apenas um estudo preliminar sobre a utilização da dose química de oxigênio dissolvido (método de Winkler) para medir a produção primária de *Pterocladia capillacea* (KINOSHITA & TEIXEIRA, 1979) e outro sobre a aclimação à luz na mesma espécie foram realizados (COUTINHO & YONESHIGUE, 1988).

Como parte do programa de estudos do projeto integrado "Consequências biológicas dos processos oceanográficos nas comunidades

bentônicas costeiras" (Projeto Recrutamento), foram realizadas em julho/88 várias medições das curvas de fotossíntese vs. Luz nas espécies dominantes de algas bentônicas da região de Arraial do Cabo, RJ, com objetivo de estimar a produção primária desses vegetais e de testar a hipótese de que essas plantas aclimatam-se para a luz ambiente, reduzindo o ponto de saturação com o aumento da profundidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Duas espécies de Chlorophyta (*Ulva fasciata* Delile e *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützinger), três Phaeophyta (*Chnoospora minima* (Hering) Papenfuss, *Padina vickersiae* Hoyt et Howe e *Sargassum furcatum* Kützinger) e seis Rhodophyta (*Porphyra acanthophora* Oliveira Filho et Coll var. *acanthophora* Oliveira Filho et Coll, *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret, *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux, *Corallina officinalis* Linnaeus, *Cheilosporum sagittatum* (Lamouroux) Areshoug, *Vidalia obtusiloba* (Martens) J. Agardh, foram coletadas nos costões rochosos de Búzios (*U. fasciata*, *P. vickersiae*, *S. furcatum*, *P. capillacea*, *L. obtusa*, *V. obtusiloba*), Sonar (*C. sagittatum*) e Jaconé (*U. fasciata*, *C. antennina*, *C. minima*, *P. acanthophora* e *C. officinalis*). Estas estações representam locais de não-ressurgência (Búzios), ressurgência (Sonar) e pós-ressurgência (Jaconé) (Figura 1).

As plantas foram coletadas no dia anterior ao experimento, deixadas durante a noite num aquário com água do mar corrente. Na manhã seguinte as espécies foram separadas, limpas das epífitas e vários indivíduos da mesma espécie foram separados transferidos para um frasco claro de 250ml. Aproximadamente 0.1-0.6 grama por peso seco de alga por litro foram adicionadas em cada frasco por um período variando de 1 a 2 horas. Experimentos preliminares não mostraram redução da fotossíntese usando esta quantidade de algas num período de até 4 horas.

Os frascos foram deixados dentro de tubos de plexiglass com água corrente termostaticamente controlada a $21 \pm 2^\circ\text{C}$ / a mesma temperatura encontrada no campo.

A fotossíntese líquida e respiração foram determinadas por trocas de oxigênio usando o método de Winkler. Os resultados foram convertidos para miligrama de Carbono por grama de peso seco por hora (mC/ gps/h) assumindo um PQ (coeficiente fotossintético de 1.2 (STRICKLAND & PARSONS, 1972). Dois controles (sem algas) foram usados para o ajuste ao metabolismo do fitoplâncton, que estão presen-

tes na água do mar. As amostras foram incubadas no lado de fora do laboratório sob luz natural em condições simuladas "in situ". Para cada experimento 6 diferentes níveis de luz (100, 80, 37, 14, 6, 1 e 0% = respiração) foram obtidos usando camadas apropriadas de telas utilizadas como filtros neutros de densidades.

A luz incidente foi medida continuamente durante o experimento através de um LI-1000 Data Logger conectado com um LI-1935A spherical quantum sensor. Correções foram feitas para a atenuação da luz causada pelo plexiglass e pelos frascos.

Os resultados foram analisados estatisticamente pelo método de regressão não-linear usando um Micro Macintosh Plus. Os parâmetros das curvas de fotossíntese versus luz (curvas F-L) foram estimados simultaneamente para cada amostra usando o algoritmo Quasi-Newton. O modelo da tangente hiperbólica de Jassby & Platt (1976) foi usado para simular os dados obtidos:

$$P = P_{\max} \cdot \tanh(\alpha \cdot I / P_{\max}) + R$$

onde P_{\max} é a máxima produtividade nas condições de luz saturante, α é a inclinação inicial da curva, I é a irradiância e R a respiração.

Para cada curva de F-L, 14 pontos experimentais foram usados para o ajuste estatístico. Um teste Chi-quadrado ($P > 0.05$) foi feito em cada curva usando a equação acima.

O parâmetro da luz saturante I_k foi calculado por P_{\max}/α .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de algas bentônicas estudadas não mostraram uma significativa redução da fotossíntese com o aumento da irradiância (Fig. 2 e 3). A exceção foi *V. obtusiloba* que apresentou uma pequena diminuição no P_{\max} quando a irradiância foi superior a $500 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$.

O modelo da tangente hiperbólica de Jassby & Platt (1976) simulou adequadamente os dados experimentais ($p > 0.05$).

A taxa máxima de fotossíntese das algas em condições saturantes de Luz (P_{\max}) variou de um mínimo de 2.2 mgC/gps/h em *L. obtusa* a 35.7 mgC/gps/h em *U. fasciata* (Tab. 1). Os valores médios obtidos considerando todas as espécies foi de 13.67 mgC/gps/h. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por outros autores (BRINKHUIS, 1977, BUESA, 1977 e PREGNALL and RUDY, 1985) em diferentes latitudes e demonstram a importância da produção primária das algas bentônicas para a região de Arraial do Cabo.

Alguns pesquisadores têm relacionado a morfologia das algas bentônicas com suas características produtivas (Forma e Função)

(Littler, 1980; Littler & Arnold, 1982). Os resultados obtidos por nós na região de Arraial do Cabo suportam em parte a hipótese relacionando as formas morfológicas com o desempenho fotossintético. As formas foliáceas ou com ramificação delicada ("sensu" Littler, 1980), tiveram as mais altas taxas de fotossíntese (p. ex. *U. fasciata*, *P. acanthophora* e *C. mínima*) enquanto que as espécies calcáreas articuladas (p. ex. *C. sagittatum*, *C. officinalis*) apresentaram as menores taxas (Tab. I). Algumas exceções contudo foram observadas. *P. vickersiae* (talo expesso) teve uma alta taxa fotossintética (14.7 mgC/gps/h) enquanto que *L. obtusa* (textura rígida) uma baixa taxa 2.23 mgC/gps/h) contrariamente ao previsto no modelo de forma e função (LITTLER, 1980; LITTLER e ARNOLD, 1982).

Em geral, a produção primária das algas estudadas foi maior em Jacone do que em Búzios. *U. fasciata*, p. ex., teve o dobro de produção em Jacone do que a medida em Búzios. Este fato pode estar relacionado aos diferentes níveis de nutrientes encontrados nestes locais (Jacone > Búzios).

A comparação entre as espécies habitando as diferentes zonas da região intermareal suporta a hipótese de que as algas estudadas aclimatam-se para a luz ambiente aumentando sua eficiência na utilização da luz (α) e reduzindo o ponto de saturação (I_k) com o aumento da profundidade (Tab. I). Em Búzios, as algas do meso-litoral (*P. vickersiae*, *L. obtusa* e *U. fasciata*) possuem o ponto de saturação I_k significativamente maior do que o das espécies que habitam o infra-litoral (*P. capillacea*, *V. obtusiloba* e *S. furcatum*).

A aclimação de espécies a diferentes regimes de luz ambiental pode em alguns casos fazer com que certas plantas possuam características de plantas de sombra ou sol em relação à máxima taxa de fotossíntese (P_{max}). Por exemplo, as populações do infra-litoral (ou sob algas de maior porte) se tornam saturadas de luz a irradiancias menores do que as do meso-litoral (COUTINHO & YONESHIGUE, 1988).

Em conclusão, o presente trabalho mostrou que as algas bentônicas da região de Arraial do Cabo são importantes produtores primários. Foi observado uma variação horizontal (entre estações) e vertical (a diferentes níveis do costão) de α e I_k , como resposta desses vegetais a concentrações de nutrientes e luz respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- BRINKHUIS, B.H. 1977. Comparison of salt-marsh furoid production estimated from three different indices. *J. Phycol.* 13: 328-325.

- BUESA, R.R. 1977. Photosynthesis and respiration of some tropical marine plants. *Aquatic Botany*, 3: 203-216.
- COUTINHO, R. & ZINGMARK, R. 1987. Diurnal photosynthetic responses to light by macroalgae. *J. Phycol.*, 23: 336-343.
- COUTINHO, R. & YONESHIGUE, Y. 1988. Diurnal variation in photosynthesis vs. irradiance curves from "sun" and "shade" plants of *Pterocladia capillacea* (Gremelin) Bernet et Thuret (Gelidiaceae: Rhodophyta) from Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 118: 217-228.
- JASSBY, A.D. & PLATT, T. 1976. Mathematical formulation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 21: 540-547.
- KINOSHITA, L.S. & TEIXEIRA, C. 1979. Produção primária de *Pterocladia capillacea* (Gelidiaceae - Rhodophyta). *Bolm. Inst. Oceanogr.* São Paulo, 28:(2) 29-36.
- LITTLER, M.M. 1980. Sampling and interpretive considerations in the measurement of macrophytic primary productivity: an overview with recommendations. In Abbott, A.; Foster, M.S. & Eklund, L. F. (eds), *Pacific Seaweed Aquaculture*, California Sea Grant College Program Institute of marine Resources, University of California, La Jolla, California, p.62-71.
- LITTLER, M.M. & ARNOLD, K.E. 1982. Primary Productivity of marine macroalgae Functional-Form groups from Southwestern North America. *J. Phycol.* 18: 307-311.
- PREGNALL, A.M. & RUDY, P.P. 1985. Contribution of green macroalgal mats (*Enteromorpha* sp.) to seasonal production in an estuary. *Mar. Biol.* 73: 37-42.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167: 1-130.

TABELA I - Parâmetros estimados (média e erro padrão) para várias espécies de algas da região de Arraial do Cabo, RJ.
 Unidade: mgC/gps/h para pmax; mg/gps/h $(\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})^{-1}$ para alpha e $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para Ik.

Estação/espécie	Pmax	alpha	Ik
BUZÍOS			
<i>Padina vickersiae</i>	14.7 [±] 6.5	0.056 [±] 0.01	256
<i>Laurencia obtusa</i>	2.23 [±] 0.8	0.012 [±] 0.00	186
<i>Ulva fasciata</i>	13.1 [±] 4.5	0.088 [±] 0.07	149
<i>Pterocladia capillacea</i>	6.07 [±] 1.0	0.182 [±] 0.14	33
<i>Vidalia obtusiloba</i>	11.9 [±] 0.4	0.430 [±] 0.08	28
<i>Sargassum furcatum</i>	7.50 [±] 5.8	0.570 [±] 0.23	14
SONAR			
<i>Cheilosporum sagittatum</i>	2.30 [±] 1.8	0.013 [±] 0.007	180
JACONE			
<i>Chnoospora mínima</i>	28.1 [±] 2.3	0.11 [±] 0.006	255
<i>Porphyra acanthophora</i>	29.0 [±] 3.0	0.20 [±] 0.064	141
<i>Ulva fasciata</i>	35.7 [±] 3.4	0.34 [±] 0.105	105
<i>Corallina officinalis</i>	2.44 [±] 0.5	0.02 [±] 0.010	98
<i>Chaetomorpha antennina</i>	11.0 [±] 1.0	0.13 [±] 0.042	6.1

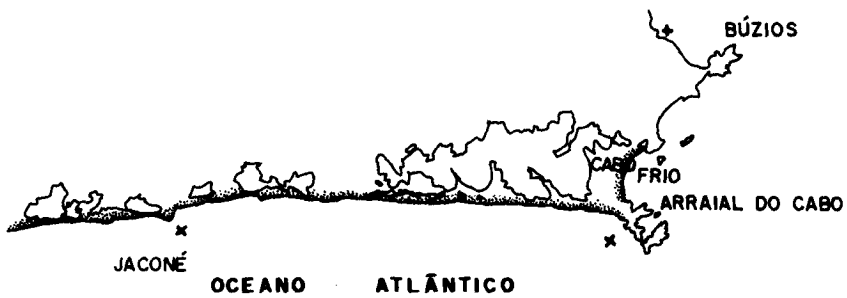


Figura 1 - Posição das estações de estudo (X)

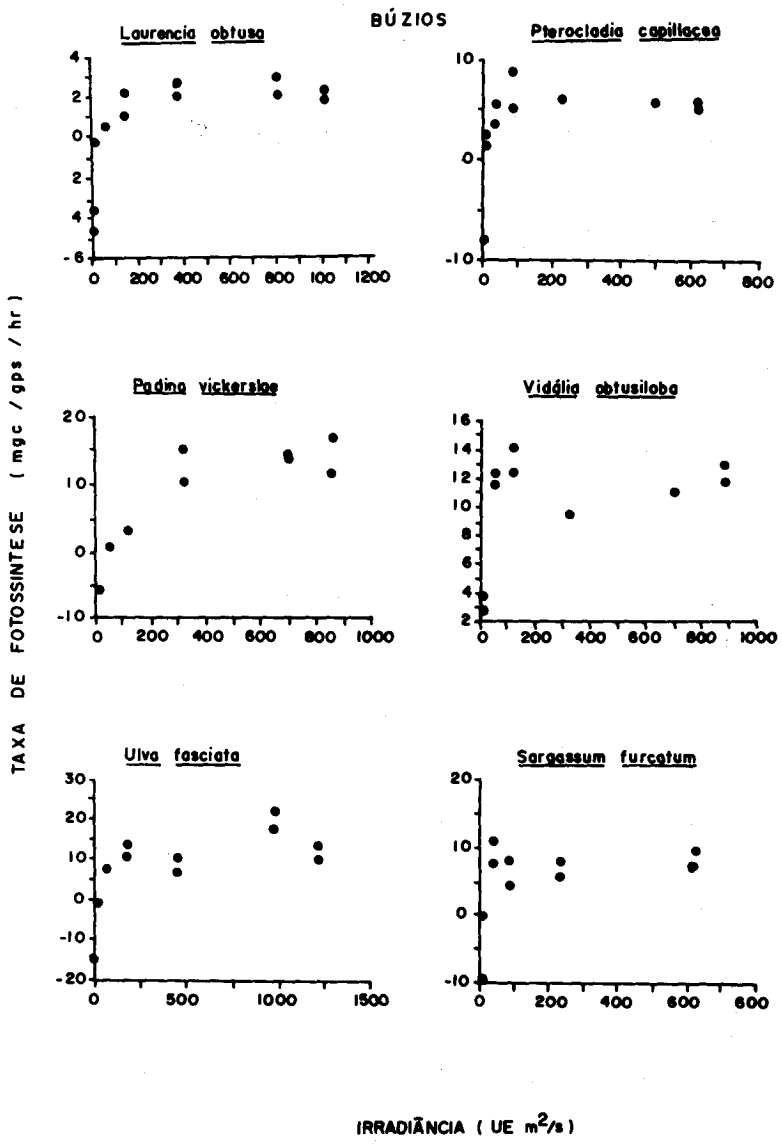


Figura 2 - Curvas de fotossíntese vs. luz, das algas bentônicas de Búzios.

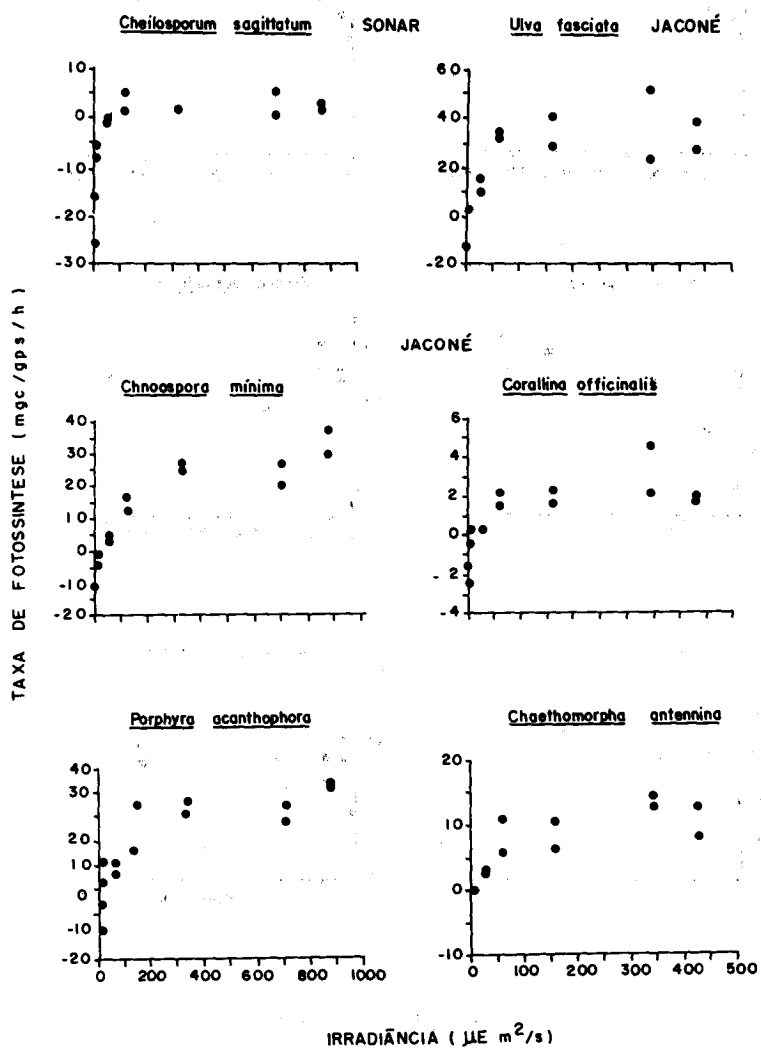


Figura 3 - Curvas de fotossíntese vs. luz, das algas bentônicas do Sonar e Jaconé.