

# **PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA**

## **em meio terrestre e aquático**

Inês Henriques

Sandra Mendes

**Resumo:** o presente estudo foi realizado com o objectivo de determinar a PPL de um ecossistema terrestre simples, dominado por uma vegetação herbácea e a influência da radiação solar na PPL. No ecossistema aquático determinou-se a PPL a diferentes níveis de profundidade e variáveis físico-química (oxigénio dissolvido e temperatura). Os métodos utilizados foram respectivamente para o meio terrestre e aquático, método de colheita e medição de oxigénio. Com a comparação do meio terrestre e aquático, através dos resultados obtidos concluiu-se que a fonte solar é um dos factores limitantes para a PPL, dado que as plantas são os principais produtores primários.

**Palavras-Chave:** Biomassa, Matéria Morta, Oxigénio Dissolvido, Produtividade Primária Bruta, Produtividade Primária Líquida, Produtores, Profundidade, Radiação Solar.

### **INTRODUÇÃO**

O estudo da produção primária é fundamental para o conhecimento da estrutura trófica de uma comunidade esta pode ser definida em ecologia como o rendimento da conversão da energia radiante em substâncias orgânicas.

A produção primária designa a quantidade de matéria orgânica que é produzida pelos organismos autotróficos a partir da energia solar (organismos fotossintéticos) ou da energia química (quimiossintéticos).

Regra geral, nos ecossistemas, a maioria da produtividade primária é realizada por seres produtores, tendo neste aspecto, os animais consumidores, pouca relevância, sendo que a maioria desta actividade é efectivamente, da responsabilidade de plantas, mais concretamente, das suas capacidades fotossintéticas.

A radiação solar é assim, um dos factores ecológicos indispensáveis para a produção primária de origem fotossintética.

Produção primária bruta (PPB) designa a razão a que a energia solar é convertida em energia potencial de biomassa

Produção primária líquida (PPL) designa a taxa de armazenamento da matéria orgânica nos tecidos, PPL é toda a energia que os produtores armazenam a partir da fotossíntese (PPB) menos o que eles gastam na respiração (R), assim a PPL é o que o consumidor primário vai ter disponível do produtor.

$$\text{PPL} = \text{PPB} - \text{R} \text{ -----} \rightarrow \text{produtividade primária líquida}$$

Produtividade secundária líquida (PSL) é a energia que o consumidor primário conseguiu retirar dos produtores (PPL) menos o que ele gastou no metabolismo (M) sendo assim o que estará disponível para os consumidores secundários.

$$\text{PSL} = \text{PPL} - \text{M} \text{ -----} \rightarrow \text{produtividade secundária líquida}$$

Na realização do trabalho tivemos em conta o estudo da produtividade primária líquida em meio terrestre e em meio aquático.

A maior parte da produtividade primária no meio aquático é devido à acção do fitoplâncton, sob condições favoráveis o crescimento é rápido, algumas vezes produzindo o seu peso em nova matéria orgânica dentro de 24 horas, uma taxa mais elevada do que as atingidas pelas plantas terrestres. Isto porque os produtores do fitoplâncton têm crescimento rápido e acumulam pouca matéria orgânica em seus corpos. O inverso ocorre numa floresta em que as árvores crescem lentamente e acumulam muita matéria nos troncos

A eficiência fotossintética no Oceano é em média os 0.1-0.5%, eficiência ligeiramente inferior à registada na superfície terrestre.

A fotossíntese encontra-se confinada à zona iluminada do oceano. Uma medida útil de avaliar a extensão da camada produtiva é a Profundidade de Compensação, ou seja, profundidade na qual a taxa de produção da matéria orgânica pela fotossíntese iguala a taxa de perda da matéria orgânica pela respiração vegetal. (Odum, 1988)

São vários os métodos, que nós pudemos utilizar, para medir a biomassa produzida, no nosso estudo, utilizamos o método de colheita directa (quantidade de matéria orgânica produzida por unidade de tempo, que pode ser determinada pela diferença entre as quantidades presentes em dois momentos (t1 e t2), das plantas). Para a determinação da PPL em meio aquático o método utilizado foi a medição de oxigénio, mais conhecido pelo método dos frascos escuros e claros.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento do trabalho consistiu em duas partes: Parte 1 – determinação da produtividade primária líquida (em meio terrestre), de um ecossistema simples dominado por uma vegetação herbácea, seguindo a metodologia de Wiegert & Evans (1964); Parte 2 – determinação da produtividade primária líquida (em meio aquático), recolha de amostras de água de tanques para simulação de diferentes profundidades.

## PARTE 1 – PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA EM MEIO TERRESTRE

Selecionou-se duas áreas distintas, uma a sombra e outra exposta ao sol com vegetação predominantemente herbácea e contínua, após a seleção das áreas foram escolhidas três parcelas próximas umas das outras com as dimensões 35x35 cm tendo em atenção a homogeneidade (densidade e composição específica). Marcou-se cada uma das parcelas nos seus vértices com estacas de forma a formar um quadrado com as dimensões referidas.

De seguida, na **parcela 1** procedeu-se ao corte rés terra toda a porção aérea que foi colocada no saco 1, recolheu-se o material morto da superfície do solo para o saco 2; na **parcela 2** cortamou-se rés terra toda a porção aérea colocando-se no saco 3.

O material recolhido foi de seguida transportado para laboratório onde se procedeu à numeração e transferência de todo o material para sacos tarados, colocou-se o material na estufa a 100°C durante 48 horas, após este período na estufa colocou-se no exsiccador até ao arrefecimento procedendo-se depois a pesagem separadamente do material recolhido numa balança de precisão.

Decorridas 4 semanas (29 dia) procedeu-se à recolha na **parcela 2** de todo o material morto à superfície do solo para o saco 4; na **parcela 3** retirou-se toda a parte aérea para o saco 5 e recolheu-se todo o material morto à superfície do solo para o saco 6.

No laboratório procedeu-se como anteriormente, secando e pesando todo o material recolhido.

Posteriormente construiu-se uma tabela com os dados para a estimação dos seguintes parâmetros:

**Taxa de decomposição do material morto (g/dia)**

$$r = \frac{\ln \frac{W_0}{W_1}}{t}$$

**Material que desapareceu por decomposição da parcela 3 (g/parcela)**

$$x = \frac{(a_0 + a_1)}{2} rt$$

**Varição total da biomassa morta durante o período da experiência (g/parcela)**

$$m = (a_1 - a_0) + x$$

**PPL da parte aérea (g/parcela)**

$$y = (b_1 - b_0) + m$$

## PARTE 2 – PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA EM MEIO AQUÁTICO

Recolheu-se uma amostra de água com um recipiente de 5 litros de uma lagoa artificial.

Repartiu-se a amostra por 14 frascos de Winkler (4 escuros e 10 transparentes) que foram colocados a diversas intensidades luminosas de forma a imularem diferentes níveis de profundidade.

Sendo que os Frascos 1 e 2 são sub-amostras destinadas ao doseamento de oxigénio no tempo zero (t0); os Frascos 3, 4 (transparentes) e 5 (escuro) são sub-amostras para incubação à exposição solar (representativo do nível 0); os Frascos 6, 7 (transparentes) e 8 (escuro) são sub-amostras para incubação à exposição solar (estes frascos ficaram cobertos por uma caixa de plástico branco translúcido para serem representativos do nível 1 equivalente a 5 metros de profundidade); os Frascos 9, 10 (transparentes) e 11 (escuro) são sub-amostras para incubação à exposição solar (estes frascos ficaram cobertos por uma caixa de plástico branco opaco para serem representativos do nível 2 equivalente a 10 metros de profundidade); os Frascos 12, 13 (transparentes) e 14 (escuro) são sub-amostras para incubação à exposição solar (estes frascos foram colocados dentro de um armário para serem representativos do nível 3 equivalente a 15 metros de profundidade).

As sub-amostras correspondentes ao t0 foram fixadas de imediato, tendo-se procedido em seguida à determinação do oxigénio dissolvido através de uma titulação com tiosulfato.

As restantes amostras correspondentes aos níveis de exposição solar ficaram em incubação durante um período de cerca de 24 horas tendo-se procedido de seguida à fixação e determinação do oxigénio dissolvido destas amostras.

Após o trabalho laboratorial procedeu-se ao calculo do oxigénio dissolvido, tendo em conta que 1 ml de tiosulfato de sódio 0.025 N corresponde a 0.20 mg de oxigénio dissolvido por litro, tem-se a seguinte expressão:

$$O_2 \text{ dissolvido} (mg / l) = \frac{0.2 \times V_1 \times 1000}{v - 4}$$

em que V1 é o volume de tiosulfato 0.025N gasto na titulação da amostra (ml); v é o volume inicial da amostra, ou seja, o volume do frasco (ml); e 4 é o volume da rolha (ml).

## RESULTADOS

### PARTE 1 – PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA EM MEIO TERRESTRE

**Tabela 1 – Peso seco do material recolhido para a determinação da PPL**

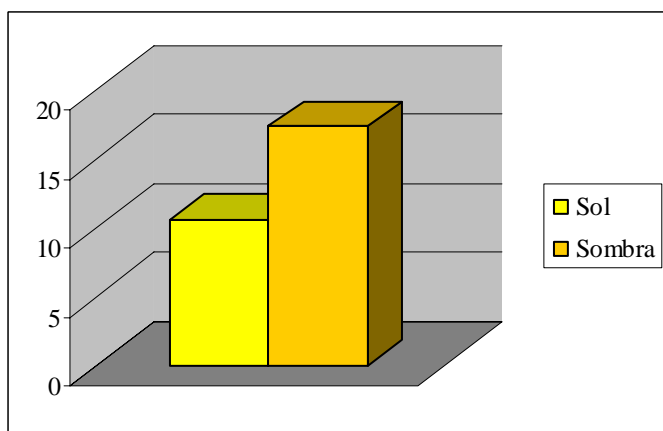
Local	Parcelas	Material	Sacos	Tara (g)	Peso seco total (g)	Pst – Tara (g)
Sol	P1	Parte aérea	1	22.66	73.5	50.84
		M. morta	2	23.62	64.55	40.93
	P2	M. morta	4	22.31	57.54	35.23
	P3	Parte aérea	5	22.07	155.8	133.73
		M. morta	6	21.71	66.8	45.09
	Sombra	P1	Parte aérea	1	23.07	48.53
M. morta			2	20.88	44.09	23.21
P2		M. morta	4	22.07	35.25	13.18
P3		Parte aérea	5	17.94	47.67	29.73
		M. morta	6	23.03	49.57	26.54

**Tabela 2 – Calculos efectuados para a determinação dos parâmetros da tabela 3**

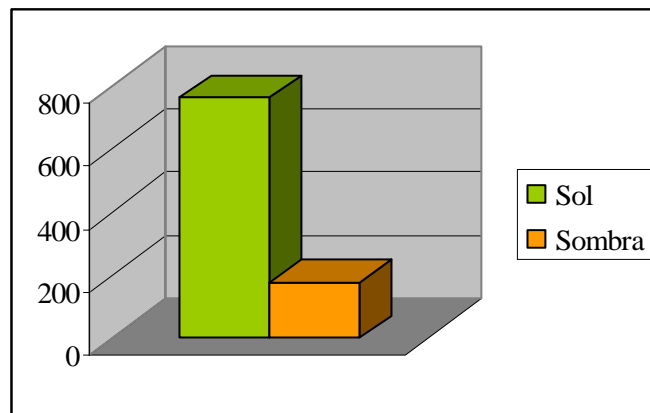
Sol	Sombra
$r = \frac{\ln \frac{40.93}{35.23}}{29} = 5.17 \times 10^{-3}$	$r = \frac{\ln \frac{23.21}{13.18}}{29} = 0.0195$
$x = \frac{(40.93 + 45.09)}{2} \times 5.17 \times 10^{-3} \times 29 = 6.448$	$x = \frac{(23.21 + 26.54)}{2} \times 0.0195 \times 29 = 14.0668$
$m = (45.09 - 40.93) + 6.448 = 10.608$	$m = (26.54 - 23.21) + 14.0668 = 17.3968$
$y = (133.73 - 50.84) + 10.608 = 93.498$	$y = (29.73 - 25.46) + 17.3968 = 21.6668$
$35\text{cm} \times 35\text{cm} = 1225\text{cm}^2 = 0.1225\text{m}^2$	$35\text{cm} \times 35\text{cm} = 1225\text{cm}^2 = 0.1225\text{m}^2$
$0.1225\text{ m}^2 \text{ -----} 93.498$ $1\text{ m}^2 \text{ -----} x = 763.25$	$0.1225\text{ m}^2 \text{ -----} 21.6668$ $1\text{ m}^2 \text{ -----} x = 176.87$

**Tabela 3 – Resumo dos resultados calculados**

	Sol	Sombra
Taxa de decomposição do material morto – r (g/dia)	$5.17 \times 10^{-3}$	0.0195
Material que desapareceu por decomposição da parcela 3 – x (g/parcela)	6.45	14.07
Varição total da biomassa morta durante o período da experiência – m (g/parcela)	10.61	17.40
PPL da parte aérea – y (g/parcela)	93.50	21.67
PPL total para o período considerado por unidade de área (1m <sup>2</sup> )	763.25	176.87



**Gráfico 1 – Variação total da Biomassa Morta durante o período que durou o ensaio**

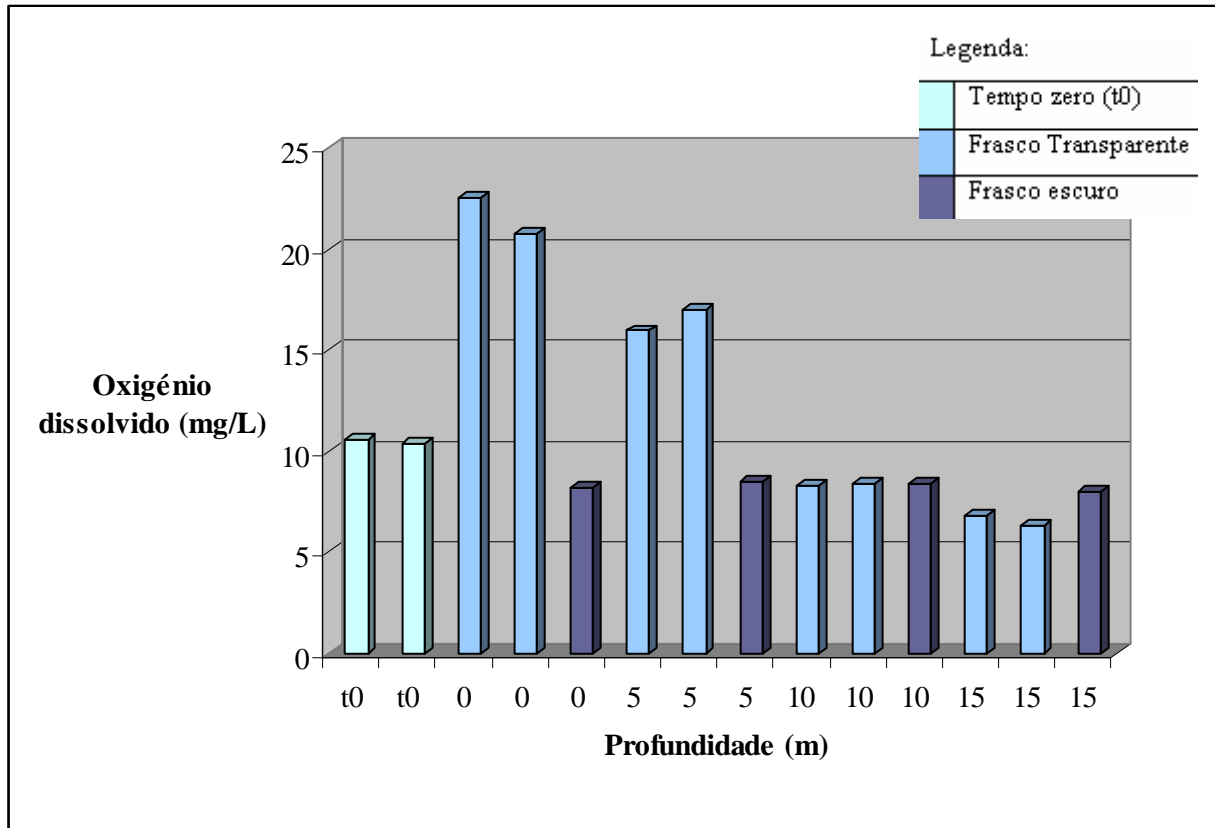


**Gráfico 2 - PPL**

## PARTE 2 – PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA EM MEIO AQUÁTICO

**Tabela 4 - Valores médios de oxigénio dissolvido nos frascos correspondentes ao início do ensaio, e aos frascos escuros, e transparentes para cada profundidade.**

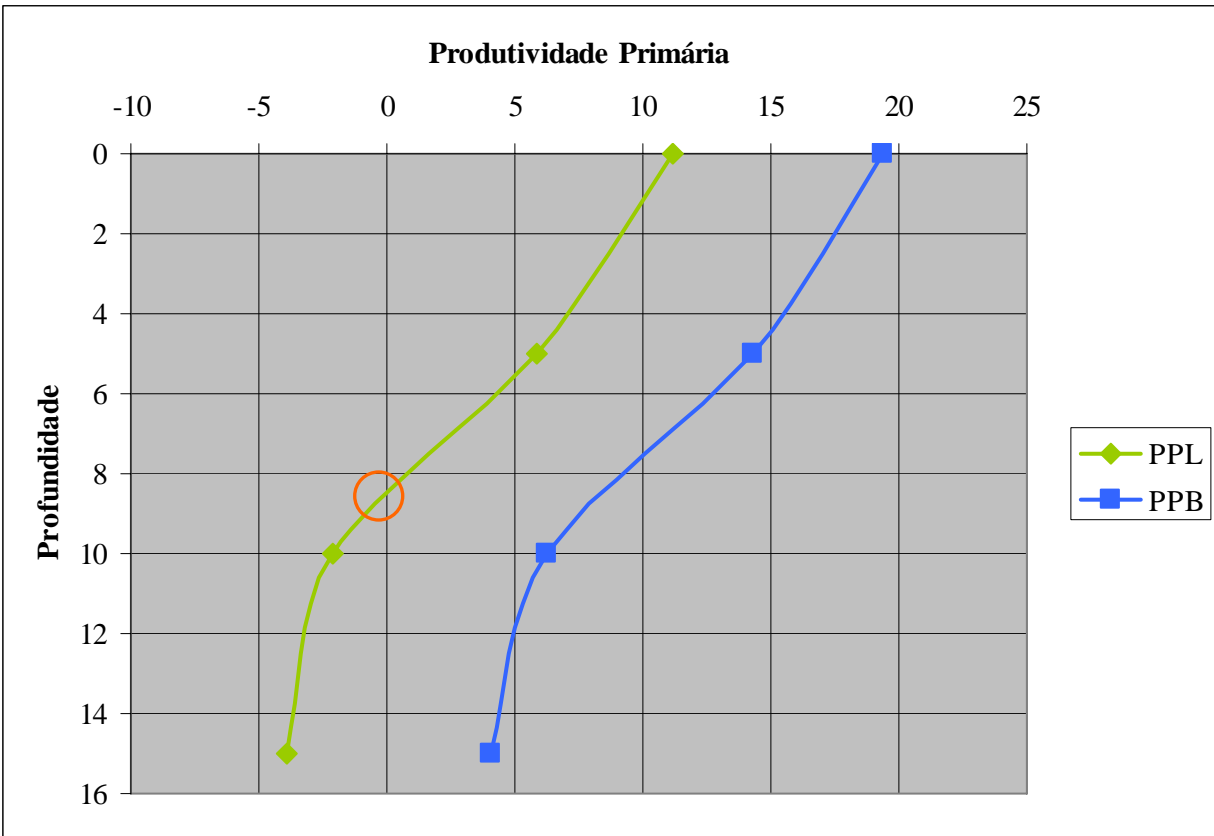
Nível Profundidade	Nº do Frasco	Volume do Frasco (ml)	Volume de Tiossulfato (ml)	Oxigénio dissolvido
t0	41	264.80	13.80	10.58
t0	96	269.30	13.80	10.40
0	149	298.59	33.20	22.54
0	152	298.02	30.60	20.81
0	47	271.50	11.00	8.22
5	156	294.54	23.20	15.97
5	153	296.75	24.50	16.74
5	71	266.60	11.10	8.45
10	159	297.21	12.20	8.32
10	155	297.05	12.30	8.39
10	65	272.30	11.20	8.35
15	160	296.04	9.90	6.78
15	154	294.73	9.20	6.33
15	49	268.30	10.60	8.02



**Gráfico 3 – Oxi nio dissolvido em fun o da profundidade**

**Tabela 5 - Valores de PPL e PPB para cada profundidade.**

Profundidade (m)	Média dos frascos transparentes	PPL	PPB
t0	10.49	-	-
0	21.675	$21.675 - 10.49 = 11.185$	$11.185 + 8.22 = 19.405$
5	16.355	$16.355 - 10.49 = 5.865$	$5.865 + 8.45 = 14.315$
10	8.355	$8.355 - 10.49 = -2.135$	$-2.135 + 8.35 = 6.215$
15	6.555	$6.555 - 10.49 = -3.935$	$-3.935 + 8.02 = 4.805$



**Gráfico 4 – PPL e PPB em função da profundidade (m)**

## DISCUSSÃO

Ao comparar os resultados obtidos ao sol e à sombra (gráfico 1) observa-se que há uma variação total de biomassa morta menor ao sol do que à sombra possivelmente devido ao facto de as plantas expostas à radiação solar terem uma elevada actividade metabólica, produzindo elas próprias pouca matéria morta. No gráfico 2 a PPL atinge valores superiores à exposição solar, o que nos permite concluir que estes dados estão correctos, o que era de prever, uma vez que a luminosidade é fundamental as plantas para a realização da fotossíntese e como tal para o aumento da produtividade primária líquida.

O decréscimo de oxigénio (tabela 4 e gráfico 3) no frasco escuro indica o montante da respiração dos produtores e dos consumidores (isto é de toda a comunidade) contidos na água ao passo que a alteração no oxigénio ocorrida nos frascos transparentes traduz o resultado líquido do consumo de oxigénio na respiração e da produção de oxigénio na fotossíntese, se houver alguma.

De um modo geral pode-se dizer que o oxigénio dissolvido diminui com a profundidade atingindo um decréscimo acentuado dos 5 para os 10 metros, mais pormenorizadamente os frascos transparentes colocado em exposição solar possuem uma taxa de fotossíntese mais elevada comparando com os restantes.



Os dados obtidos hipoteticamente em laboratório ilustram o tipo de resultados esperados com uma experiência de frascos translúcidos e escuros num meio pouco profundo (até 15 m).

Analisando os resultados obtidos (tabela 4) verificamos nesta simulação que a fotossíntese excede aproximadamente a respiração nos três primeiros metros a contar da superfície, abaixo dos três metros nota-se um decréscimo acentuado da fotossíntese devido à diminuição da intensidade da luz.

As perdas de energia observadas na respiração nos primeiros metros de profundidade demonstram a existência de uma produtividade primária líquida intensa, a qual pode-se atribuir a uma considerável disponibilidade de nutrientes e radiação solar que leva a um aumento da biodiversidade neste ecossistema e consequentemente um aumento dos produtores primários e da fotossíntese.

Com o aumento da profundidade há um decréscimo da PPL relacionado com a diminuição da incidência da radiação solar e com a disponibilidade de nutrientes resultado do aumento de consumidores em relação aos produtores primários.

A Produtividade Primária Bruta diminui também com a profundidade apresentando sempre valores superiores à PPL, isto porque, equivale à energia produzida pela fotossíntese incluindo a matéria orgânica utilizada na respiração.

Num gradiente de luz, o ponto em que as plantas são capazes de equilibrar exactamente a produção e a utilização de alimento chama-se nível de compensação e marca uma fronteira útil entre o estrato autotrófico (zona eufótica) e estrato heterotrófico (Odum, 1988). Na nossa simulação o ponto de compensação é aproximadamente atingido aos 8.3 m de profundidade (assinalado a no gráfico 4 a laranja), ou seja, a produtividade primária bruta é igual à respiração sendo a produtividade primária líquida nula.

Pode-se concluir que o contraste entre os ecossistemas terrestre e aquático está ligado à dimensão das plantas, que na terra tendem ser em menor número mas muito maiores tanto em termos individuais como em termos de biomassa por unidade de área. Os autotróficos terrestres convertem grande parte da sua energia produtiva nos tecidos de suporte necessários dada a densidade mais baixa do ar em comparação com a da água.

## **CONCLUSÃO**

- A maioria da produtividade primária é realizada por seres produtores, sendo que a maioria desta actividade é efectivamente, da responsabilidade de plantas, mais concretamente, das suas capacidades fotossintéticas, constituindo a radiação solar um factor de grande importância.
- A PPL está dependente da radiação solar e consequentemente a PPB.
- Uma medida útil de avaliar a extensão da camada produtiva é o Ponto de Compensação.
- Acima da profundidade de compensação a taxa de fotossíntese excede a taxa de respiração, havendo um ganho líquido de biomassa vegetal, abaixo deste nível, há uma perda líquida.

## **REFERÊNCIAS**

BEGON, M., HARPER, J.M., & TOWNSEND C.R., 1996. *Ecology* . 3rd ed. Blackwell sci. UK.

ODUM E.P., 1988. *Fundamentos de Ecologia*. 4ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.