

Produtividade

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho
(UESPI)

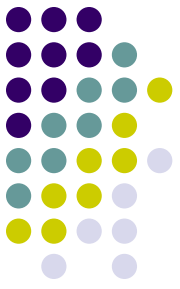


Estudo de energia do ecossistema



- Foram iniciados em 1942 por R. L. Lindeman
- *The trophic dynamic aspect of ecology*
- A idéia geral foi converter biomassa em seu equivalente energético
- Este trabalho expõe as primeiras noções sobre:
 - Produtividade primária
 - Produtividade secundária
 - Transferência de energia
 - Rendimento
 - Reciclagem de nutrientes

Conversão de biomassa em energia



- É medida a partir da quantidade de calor emitida pela combustão;
- Os valores médios são:
 - Glicídios – 17,2 kJ/g
 - Proteínas – 23,6 kJ/g
 - Lipídios – 39,5 kJ/g
- Nas plantas: 17,8 a 21,7 kJ/g (Média: 19,75)
- Nos animais: 21,4 a 26,2 kJ/g (Média: 23,77)

Necessidade energética



- Os seres vivos necessitam de energia para:
 - Assegurar os gastos de sustento (metabolismo básico);
 - Permitir deslocamentos no caso dos organismos móveis (gastos de atividade);
 - Assegurar a formação de tecidos novos;
 - Assegurar a produção de elementos necessários à reprodução e à constituição de reservas.

Produtividade



- Produtividade bruta (PB) é a quantidade de matéria viva produzida durante a unidade de tempo por um nível trófico ou para um de seus constituintes;
- Produtividade líquida (PN) é a diferença da produtividade bruta (PB) pela quantidade de matéria viva degradada pela respiração (R).
- Produção secundária corresponde a taxa de produção de biomassa dos heterótrofos.

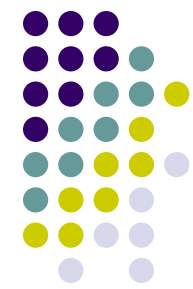
Fluxo de energia na Cadeia Alimentar



Luz não-absorvida	$NU_1 \leftarrow LT \rightarrow$ Luz Total	
Calor	$CH \leftarrow LA \rightarrow$ Luz absorvida	<p style="text-align: center;"> \uparrow Produtor \downarrow </p>
Respiração	$R_1 \leftarrow PB \rightarrow$ Fotossíntese bruta	
Não utilizado	$NU_2 \leftarrow PN \rightarrow$ Fotossíntese líquida	
Não assimilado	$NA_1 \leftarrow I_1 \rightarrow$ Entrada de energia (alimentos)	<p style="text-align: center;"> \uparrow Herbívoro \downarrow </p>
Respiração	$R_2 \leftarrow A_1 \rightarrow$ Energia assimilada	
Não utilizado	$NU_3 \leftarrow PS_1 \rightarrow$ Produtividade secundária	
Não assimilado	$NA_2 \leftarrow I_2 \rightarrow$ Entrada de energia (alimentos)	<p style="text-align: center;"> \uparrow Carnívoro </p>

Tipos de Rendimento

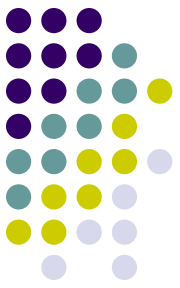
- Ecológico (R_{EC}) – relação entre a produtividade no nível $n+1$ e a produtividade no nível n .
- Exploração (R_{EX}) – relação entre a entrada de energia e a energia disponível (produtividade líquida da presa).
- Assimilação (R_a) – relação entre a energia assimilada e entrada de energia.


$$\frac{PS1}{PN} \cdot 100$$

$$\frac{I1}{PN} \cdot 100$$

$$\frac{A1}{I1} \cdot 100$$

Tipos de Rendimento



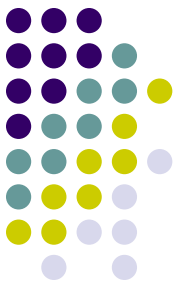
- Produção Líquida (R_p) – relação entre a produção e a assimilação.

$$\frac{PS}{A1} \cdot 100$$

- Crescimento (R_{Cresc}) – relação entre a produtividade e entrada de energia.

$$\frac{PS}{I} \cdot 100$$

$$R_{Ec} = R_{Ex} \cdot R_a \cdot R_p$$



Cadeia Alimentar

- Ao longo da cadeia alimentar a quantidade de energia vai se reduzindo;
- Assim:
 - Nos ecossistemas, as cadeias alimentares são percorridas por um fluxo de energia que vai decrescendo;
 - A energia degrada-se pouco a pouco sob a forma de calor (obedecendo às leis da Termodinâmica).

Medida da Produtividade Primária



- Exemplo para um campo de herbáceas:
 - Retirar a parte aérea e subterrânea das plantas herbáceas de uma área conhecida;
 - Calcular o peso úmido e o peso seco;
 - Depois de algum tempo repetir a operação e comparar dados.

Medida da Produtividade Primária

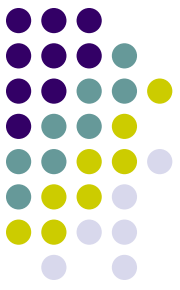


- Exemplo para uma floresta:
 - Encerra-se parte da árvore em um recipiente fechado;
 - Mede-se o CO_2 perdido na parte encerrada.

Medida da Produtividade Primária

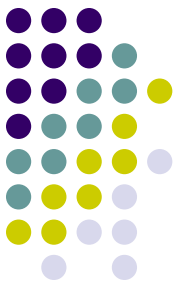


- Exemplo para um ambiente aquático:
 - Utiliza-se duas garrafas com plâncton;
 - Uma das garrafas é guardada no escuro e a outra é iluminada;
 - A dosagem de oxigênio permite conhecer a produtividade primária líquida.



Produtividade Primária

- O rendimento da produtividade líquida ($P_n/P_b \cdot 100$) varia;
- A PPL global é de:
 - Terrestre – 115×10^9 ton. ano⁻¹
 - Mar – 55×10^9 ton. ano⁻¹
- As zonas de menor produtividade da Terra são os Oceanos (2 – 400 por unidade de área) – corresponde além de 90% dos oceanos, cerca de 30% do ambiente terrestre);

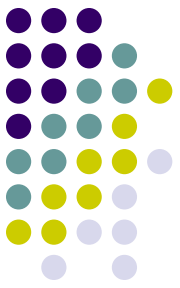


Produtividade Primária

- As zonas de maior produtividade da Terra são banhados, pântanos, estuários, bancos de algas, recifes de corais, florestas tropicais e áreas cultivadas;
- A produtividade segue um padrão latitudinal:
 - A radiação é um recurso
 - A temperatura é uma condição
- Nos mares o que determina a produtividade é o acúmulo de nutrientes.



Tipo de ecossistema	Área (10 ⁶ km ²)	PPL, por unidade de área (g m ⁻² ou t km ⁻²)	PPL do mundo (10 ⁹ t)	Biomassa por unidade de área (kg m ⁻²)	Biomassa do mundo (10 ⁹ t)
Floresta tropical	24,5	1.000-3.500	49,4	6-80	1,025
Floresta temperada	12,0	600-2.500	14,9	6-200	385
Floresta setentrional de coníferas	12,0	400-2.000	9,6	6-40	240
Floresta e vegetação ar- bustiva	8,5	250-1.200	6,0	2-20	50
Savana	15,0	200-2.000	13,5	0,2-15	60
Campo temperado	9,0	200-1.500	5,4	0,2-5	14
Tundra e ambiente alpino	8,0	10-400	1,1	0,1-3	5
Deserto e semideserto arbustivo	18,0	10-250	1,6	0,1-4	13
Deserto extremo, rocha, areia e gelo	24,0	0-10	0,7	0-0,2	0,5
Terra cultivada	14,0	100-3.500	9,1	0,4-12	14
Pântano e banhado	2,0	800-3.500	4,0	3-50	30
Lago e riacho	2,0	100-1.500	0,5	0-0,1	0,05
Total em ambientes con- tinentais	149		115		1,837
Oceano aberto	332,0	2-400	41,5	0-0,005	1,0
Zonas de ressurgência	0,4	400-1.000	0,2	0,005-0,1	0,008
Plataforma continental	26,6	200-600	9,6	0,001-0,04	0,27
Bancos de algas e recifes	0,6	500-4.000	1,6	0,04-4	1,2
Estuários	1,4	200-3.500	2,1	0,01-6	1,4
Total em ambientes ma- rinhos	361		55,0		3,9
Total geral	510		170		1,841



Produtividade Primária

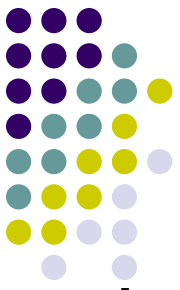
- O rendimento da produtividade líquida ($P_n/P_b \cdot 100$) varia;
- A produtividade primária depende do tipo de fotossíntese ($C_4 > C_3 > CAM$)
- Rendimento da fotossíntese:
 - Escala global – 0,12%
 - Continentes – 0,25%
 - Oceanos – 0,06%

Fatores limitantes da produtividade



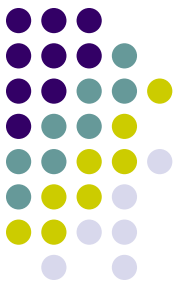
- Constituem fatores limitantes no ambiente terrestre:
 - Radiação solar
 - Dióxido de carbono (embora a % seja a mesma para toda atmosfera)
 - Água
 - Nutrientes do solo
 - Temperatura (exerce forte influência sobre a taxa de fotossíntese).

Eficiência



- A distribuição da radiação solar varia de 0 a 5 J por m^2 ;
- Se a eficiência fotossintética fosse 100% a matéria vegetal seria de 10 a 100 vezes maior do que a atual;
- Somente 44% da radiação de ondas curtas tem comprimento de onda apropriado para fotossíntese;
- A indisponibilidade de outros fatores compromete a eficiência.

Produtividade Secundária



- Existe uma relação em geral positiva entre a PP e a Produtividade Secundária;
- A principal evidência desta relação está expressa nas pirâmides ecológicas de energia;
- A maior parte da produtividade primária se perde no meio na forma de calor.



fsoaresfilho@gmail.com



Oficina de Educação

Científica