



Revista de Biologia e Ciências da Terra  
ISSN: 1519-5228  
[revbiocieter@yahoo.com.br](mailto:revbiocieter@yahoo.com.br)  
Universidade Estadual da Paraíba  
Brasil

Fernandes Martins, Nícolas  
Uma síntese sobre aspectos da fotossíntese  
Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 11, núm. 2, 2011, pp. 10-14  
Universidade Estadual da Paraíba  
Paraíba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50021611002>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

## Uma síntese sobre aspectos da fotossíntese

*Nícolas Fernandes Martins<sup>1</sup>*

### RESUMO

Para o equilíbrio da vida uma constante energia é requerida sendo uma diferença fundamental entre plantas e animais é a forma como é obtido a energia para a manutenção da vida. Os animais adquirem seus alimentos em compostos orgânicos e a energia química através da respiração, ao contrário plantas absorvem energia em forma de luz a partir do sol. Dessa forma a fotossíntese fora uma curiosidade para a humanidade, em conjunto com outros processos fisiológicos, cumprindo um importante papel na cadeia alimentar requerendo diferentes áreas do conhecimento científico.

**Palavras-chave:** fotossíntese, histórico da fotossíntese, fase clara e escuro.

A synthesis about photosynthesis aspect

### ABSTRACT

For a constant balance of life energy is required to be a fundamental difference between plants and animals is the way it's got the energy to sustain life. The animals get their food in organic compounds and chemical energy through breathing, unlike plants absorb energy in the form of light from the sun. Thus photosynthesis was a curiosity to humanity, along with other physiological processes, fulfilling an important role in the food chain requires different areas of scientific knowledge.

**Keywords:** photosynthesis, history of photosynthesis, light phase and dark.

## 1 INTRODUÇÃO

### A fotossíntese um breve histórico.

A fotossíntese é um importante processo para manutenção da vida, o que seríamos sem o complexo de reações da fotossíntese.

A fotossíntese inicia como entendimento da humanidade com os naturalistas que acreditavam que as plantas extraiam seu alimento do ambiente externo, assim os animais obtêm alimento de matéria orgânica e realizam respiração, uma apreciação grosseira da época se dava a fotossíntese, o precursor do estudo da

nutrição vegetal (Almeida, 2005) se dá com o filósofo grego Aristóteles (384 a 322 a.C.) que acreditava que o alimento que era consumido pelas plantas era obtido diretamente do solo.

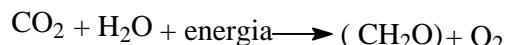
O Filósofo Aristóteles acreditava que a vida dos animais era dependente dos alimentos que eram consumidos, acreditavam que as plantas obtinham seu alimento diretamente do solo. O primeiro a relatar de nutrientes no solo para o crescimento da planta.

Devido aos processos históricos (Raven, 2002) a nutrição vegetal passara um bom tempo obscuro, temos poucos dados a respeito da época da idade média, mas renasce a discussão

com Jan Baptista Van Helmont (1577-1644) que cultivara uma pequena árvore em um vaso, onde adicionava apenas água. Sua conclusão era de que toda a substância da planta era da água e não do solo. Suas conclusões foram precipitadas, mas para a época fora de grande aceitação.

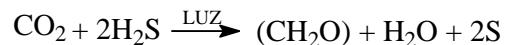
Foi o médico holandês Jan Ingenhousz (1730-1799) quem evidenciou, ainda numa base empirista, que o processo de purificação do ar só ocorre à luz solar. Concluiu que as plantas, à noite ou à sombra, “contaminam o ambiente que as envolve, exalando ar prejudicial aos animais”. Constatou que somente as partes verdes das plantas “restauram” o ar e que “o Sol, por si só, não tem o poder de fazê-lo sem a cooperação das plantas”. Essa idéia de que a fotossíntese tem o papel de purificar o ar corresponde a um obstáculo representado pelo conhecimento pragmático, que explica os fenômenos em termos utilitários, como uma função designada.

Outros cientistas posteriores a discussão da nutrição vegetal fora Joseph Priestley (1733-1804), sendo um dos temas que revolucionou a química contribuindo com a fisiologia natural, expôs um ramo de hortelã ao ar que queimara uma vela de cera, decorridos alguns tempos podia ser queimado outra vela. Na época Priestley acreditara ter descoberto um método de restaurar o ar viciado pela queima das velas. Concluirá na época que a natureza seria um meio de restaurar o ar sujo provocado pela queima das velas. O médico holandês Jan Ingenhousz (1730-1799) quem propôs a primeira fórmula empírica da fotossíntese,

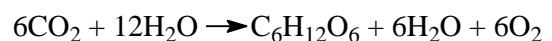


Embora a sua grande contribuição, errou em afirmar que a produção de oxigênio vinha da molécula de dióxido de carbono e não da água.

Início do século passado Van Niel (1930-?) é o primeiro pesquisador a suspeitar da origem do oxigênio. Nas bactérias sulfurosas o dióxido de carbono não produzia oxigênio. Presenciara que as bactérias sulfurosas produzem carboidratos a partir do dióxido de carbono, mas não produzem oxigênio e sim glóbulos de enxofre.



Niel extrapolou estes resultados, de forma ousada e especulativa, propondo que, nas algas fotossintetizantes e plantas verdes superiores, era a água a molécula partida e não a de dióxido de carbono, ou seja, o oxigênio liberado seria proveniente da água. Em 1937 Robin Hill obtém oxigênio utilizando cloroplasto na ausência de gás carbônico. Anos posteriores pesquisadores comprovaram o proposto por Niel. O ano de 1941 é considerado uma revolução para o estudo de fotossíntese, pois é nesse ano que temos a marcação com elementos radioativos é proposta uma equação genérica correta a respeito do tema.

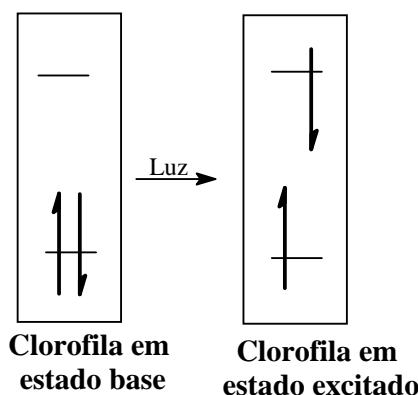


### A luz na fotossíntese

De acordo com (Taiz & Zeiger, 2004) a energia total do sol que representa os 100% é perdida de várias maneiras, chegando somente 5% para a produção de carboidrato. Dos 100% da energia solar total, 60% são ondas não absorvíveis, sendo que 8% perda por reflexão e transmissão, sendo mais 8% perda de dissipação de calor, no metabolismo da planta é gasto 19%, restando somente 5% é convertido para o carboidrato.

A luz tem como principal cientista o Isaac Newton (1642-1727) e James Clerk Maxwell (1831-1879) ambos trabalharam com as propriedades da luz, suas idéias para o estudo da fotossíntese é que “Quanto menor o comprimento da onda, maior a sua energia, reciprocamente, quanto maior o comprimento da onda menor é sua energia” e “Demonstrou que a luz é uma pequena parte de um vasto espectro contínuo de radiação. O espectro eletromagnético” e assim para a fotossíntese o comprimento de ondas de 680 a 700 nm é feixe excelente para a realização da fotossíntese o espectro eletromagnético.

A luz na clorofila excita a molécula acceptora de elétrons tendo propriedades redox dos estados bases e excitados da clorofila do centro de reação (Taiz & Zeiger, 2004), ver figura 1.



**Figura 1** - Representação da clorofila em estado base, onde temos mau agente redutor e oxidante, após a luz temos bom agente redutor e oxidante.

### Os proplastídeos e a formação do cloroplasto

O proplastídeos são células indiferenciadas que de acordo com os estímulos ambientais e com a natureza da planta diferencia para determinado plastídeo. Os plastídeos temos de várias denominações já diferenciados, são chamamos: etioplasto, cloroplasto, leucoplasto. Os nomes advém das estruturas dos compostos de armazenamento.

Os cromoplastos armazem estruturas pigmentares, já os cloroplastos armazem clorofilas e leucoplasto armazem vários compostos orgânicos, tais como: amido (amiloplasto), proteína (proteinoplasto), lípidos (eleoplasto) e outros.

O cromoplasto contém pigmentos, não possuem clorofila e sintetizam e retém pigmento do grupo dos carotenóides. Exemplo é a cenoura. Os carotenóides e as ficolbilinas tem a função antioxidante, dessa forma previne danos fotooxidativos as moléculas de clorofila, ou seja, sem os carotenóides não haveria fotossíntese.

Os cloroplasto é uma organela presente nas células das plantas e de outros organismos fotossintetizadores, tais como nas algas e alguns protistas. Possui clorofila como seu pigmento. Temos três tipos de clorofila, sendo a clorofila a ocorre em todos os eucariontes fotossintetizantes e cianobactérias, tendo como função transformar a energia luminosa em energia química. A clorofila b tem um espectro de absorção ligeiramente diferente da clorofila a, possui pigmento acessório que serve para

ampliar o feixe de luz. A clorofila c substitui a clorofila b em algumas situações em diatomáceas.

O leucoplasto são plastídeos maduros, menos diferenciados que perdem seus pigmentos e não apresentam um sistema de membranas internas elaborada, formando-se assim os óleos e proteínas. Exemplo é a batata.

### Fase Clara e Fase Escura da fotossíntese

Nos escritos de Raven (2002) o mais ativo tecido fotossintético em plantas superiores é o mesófilo das folhas. Células mesofílicas possuem pigmentos especializados para a captação da luz, as clorofilas. Na fotossíntese, a planta usa a energia do sol para oxidar a água e, assim, produzir oxigênio, e para reduzir o CO<sub>2</sub>, produzindo compostos orgânicos, principalmente açúcares. A série completa de reações que culmina na redução do CO<sub>2</sub> inclui as reações nas tilacóides e as reações de fixação de carbonos. As reações nas tilacóides produzem compostos ricos em energia (ATP e NADPH), os quais são usados para a síntese de açúcares nas reações de fixação de carbono. Esses processos de síntese ocorrem no estroma do cloroplasto, a região aquosa que circunda as tilacóides. No cloroplasto, a energia da luz é captada por duas diferentes unidades funcionais chamadas fotossistemas. A energia luminosa absorvida é usada para fornecer força à transferência de elétrons ao longo de uma série de compostos que atuam como doadores e aceitores de elétrons. A maioria dos elétrons reduz NADP<sup>+</sup> em NADPH. A energia da luz também é usada para gerar uma força motriz de prótons ao longo da membrana tilacóides, força essa usada para a síntese de ATP.

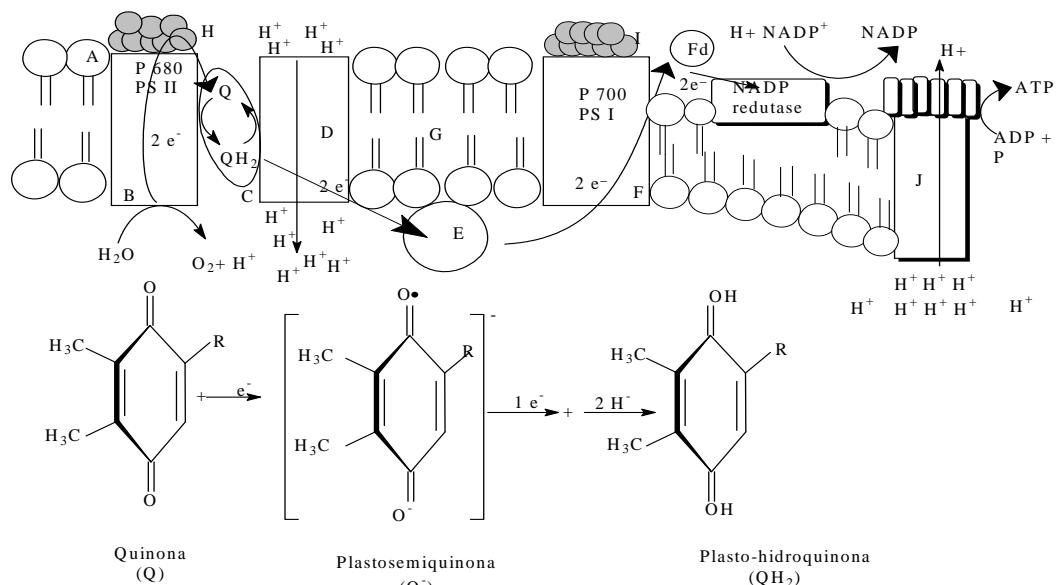
### O Complexo da Antena

O complexo da antena é um centro de reação que consiste em moléculas de pigmentos que agregam a energia luminosa para o centro de reação. O centro de reação é constituído de um complexo de proteínas e moléculas de clorofila que possibilitam a conversão de energia luminosa em energia química. Nesses fotossistemas é capaz de absorver fôtons, o importante do complexo é que somente

molécula de clorofila a está localizada na parte central do centro de reação do fotossistema. Além da clorofila a, outros pigmentos fazem parte da rede, tais como clorofila b e c e os carotenóides.

Embora a fotossíntese (Delizoicov et. al, 1990) envolva uma série complexa de reações químicas, é possível entendê-la de forma bem clara com dois desenhos que foram usadas num curso de formação continuada de formação de professores que foram muito bem sucedidos e utilizados posteriormente nas aulas de fisiologia

vegetal. A figura 2 representa as reações que ocorre na membrana do tilacóide, os dois fotossistemas trabalham juntos, o fluxo de elétrons da fosforilação chamado de esquema “zigue-zague” mostra a via de transferencia do elétron da  $H_2O$  para o nível de energia necessária para reduzir  $NADP^+$  que ocorre durante fluxo de elétrons acíclico, assim como as relações energéticas. Para elevar a energia do elétron da  $H_2O$  para o nível de energia para reduzir  $NADP^+$  a  $NADPH$ , cada elétron precisa ser energizado duas vezes.



**Figura 2 - Representação esquemática da Fase Clara,** onde temos em A representação do fosfolipídio, temos uma camada dupla de glicolipídios, sendo B as estruturas de membranas chamados de fotossistema II onde ocorre a fotólise da água. O complexo C é o pastoquinona onde ocorre o transporte de elétrons representado(quinona- plastosemiquinona e plasto-hidroquinona). O D é a cadeia intermediária de transportadores de elétrons, E é a plastocianina, F é o fotossistema I, G é a membrana do tilacóide, H e I é o complexo da antena e o J ATP- sintetase.

### A produção de ATP

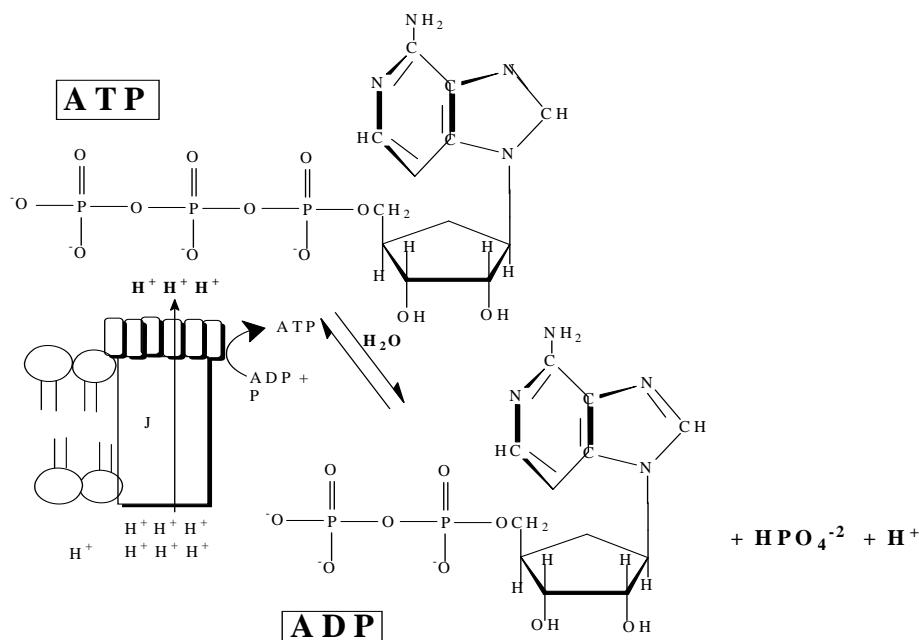
A fase fotoquímica, fase luminosa ou fase clara (Raven, 2002) é a primeira fase do processo fotossintético. A energia luminosa é captada por meio de pigmentos fotossintetizantes, capazes de conduzi-la até o centro de reação. Tal centro é composto por um complexo de clorofila também denominado P700 porque absorve a onda luminosa com 700 nanometros de comprimento. Os elétrons excitados da P700 saem da molécula e são transferidos para uma primeira substância

aceptora de elétrons, a ferredoxina. Esta logo os transfere para outra substância, e assim por diante, formando uma cadeia de transporte de elétrons. Tais substâncias aceitoras estão presente na membrana do tilacóide. Nessa transferência entre os aceitores, os elétrons vão liberando energia gradativamente e esta é aproveitada para transportar hidrogênio iônico de fora para dentro do tilacóide, reduzindo o pH do interior deste. A redução do pH ativa o complexo protéico ATP sintetase (representado na figura 2 e 3). O fluxo de hidrogênios iônicos através do complexo gira, em seu interior,

promovendo a fosforilação de moléculas de adenosina difosfato dando origem à adenosina trifosfato (representado na figura 3). Existe uma outra forma de fosforilação, a fotofosforilação acíclica onde os elétrons das moléculas de clorofila (P700), excitados pela luz, são captados pela ferredoxina, mas ao em vez de passarem pela cadeia transportadora são captados pelo NADP (nicotinamida adenina dinucleotídeo Fosfato) e não retornam para o P700. Este fica temporariamente deficiente de elétrons. Esses elétrons são repostos por outros provenientes de outro fotossistema onde o par de clorofilas 'a', dessa vez P680, excitado pela energia luminosa, libera elétrons que são

captados por uma primeira substância acceptora: a plastoquinona. Em seguida passa aos citocromos e plastocianina até serem captados pelo P700, que se recompõe. Este processo de transporte também promove a síntese do ATP. Já o P680 fica deficiente de elétrons. Esses elétrons serão repostos pela fotólise da água. A quebra da molécula da água por radiação (fotólise da água) produz íons de hidrogênios.

A figura 3 mostra a estrutura molecular ATP( Adenosina trifosfato) e a ADP( adenosina difosfato), como é a formação de ADP em ATP pela enzima ATP-sintetase, e com a água que temos a formação de ADP tendo a formação de ácido fosfórico e íons de hidrogênio.



**Figura 3** - Representação das moléculas adenosina trifosfato reagindo com a água formando a adenosina difosfato e o J representação da proteína de membrana a ATP-sintetase.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: 3<sup>a</sup> edição, Artmed, 2004.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S. *Biologia vegetal*. Tradução de Jane Elizabeth Kraus. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ALMEIDA, R. O., Noção De Fotossíntese: Obstáculos Epistemológicos Na Construção Do

Conceito Científico Atual E Implicações Para A Educação Em Ciência. *Revista Candomba*. 2005.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., *Metodologia de Ensino de Ciências*. São Paulo. 2000.