

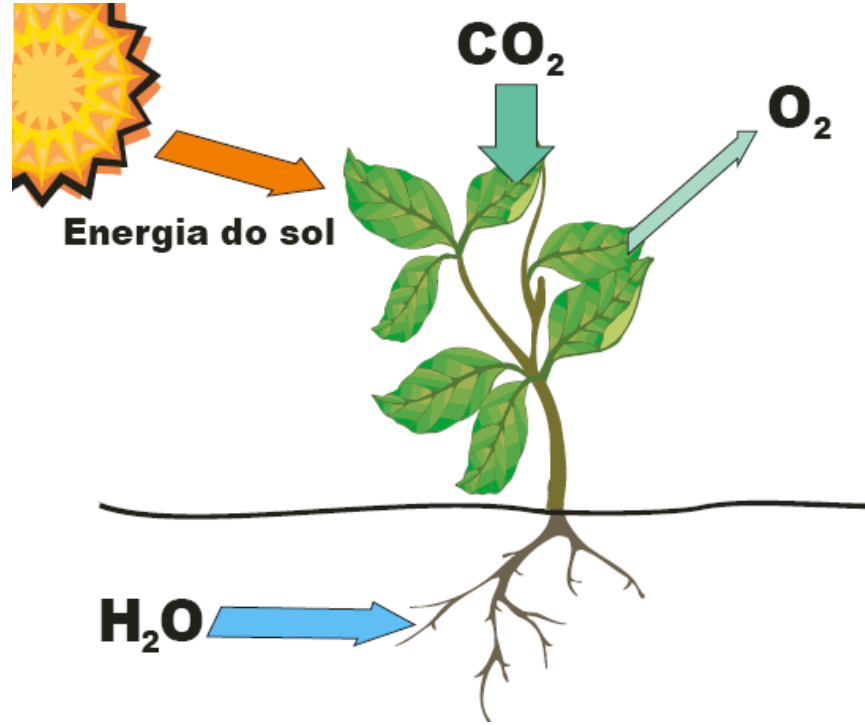
FOTOSSÍNTESE ***E*** ***MEIO AMBIENTE***

Cleberson H. Moura

Física do Meio Ambiente - Prof. Dr. Henrique Barbosa

**O que é
fotossíntese?**

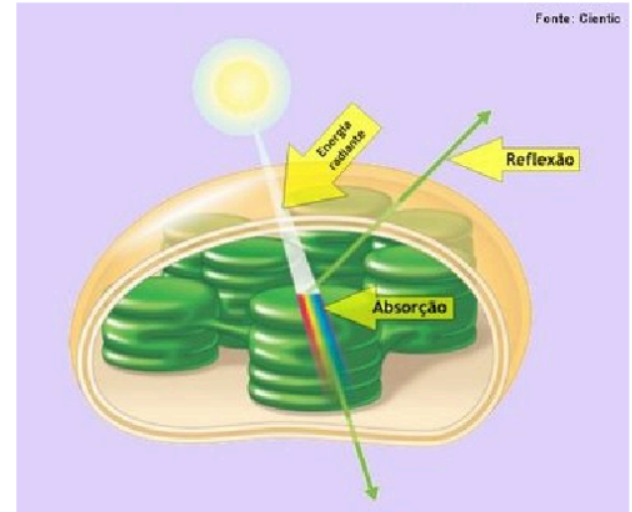
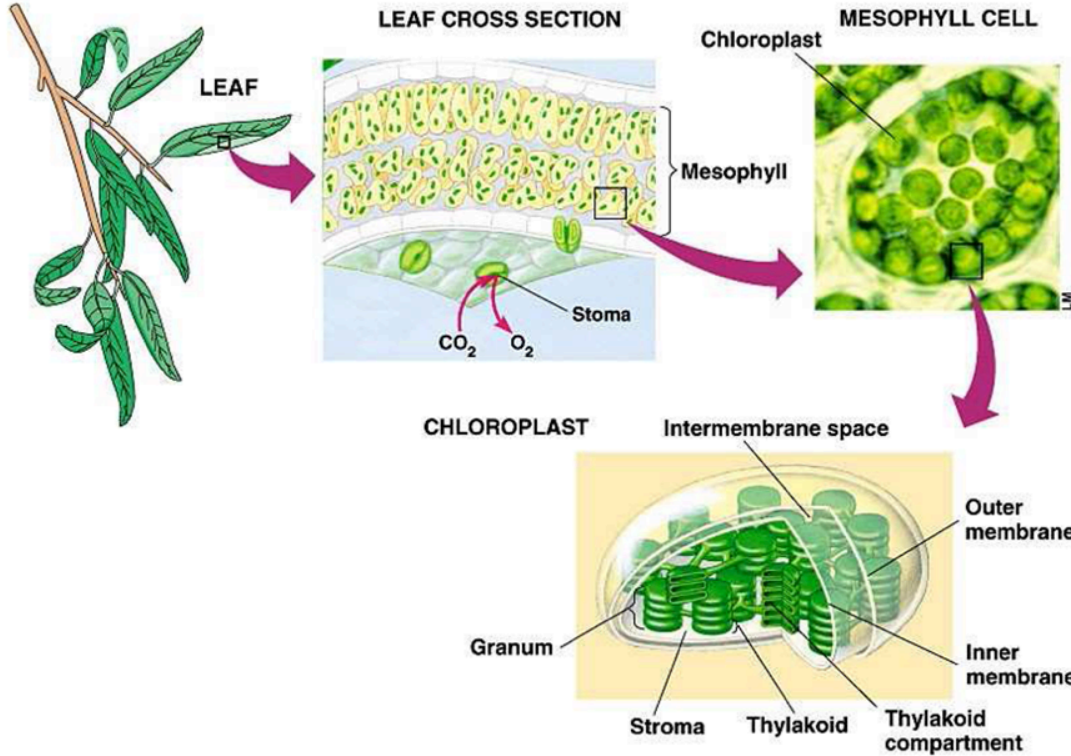
Simplistamente,
fotossíntese é:



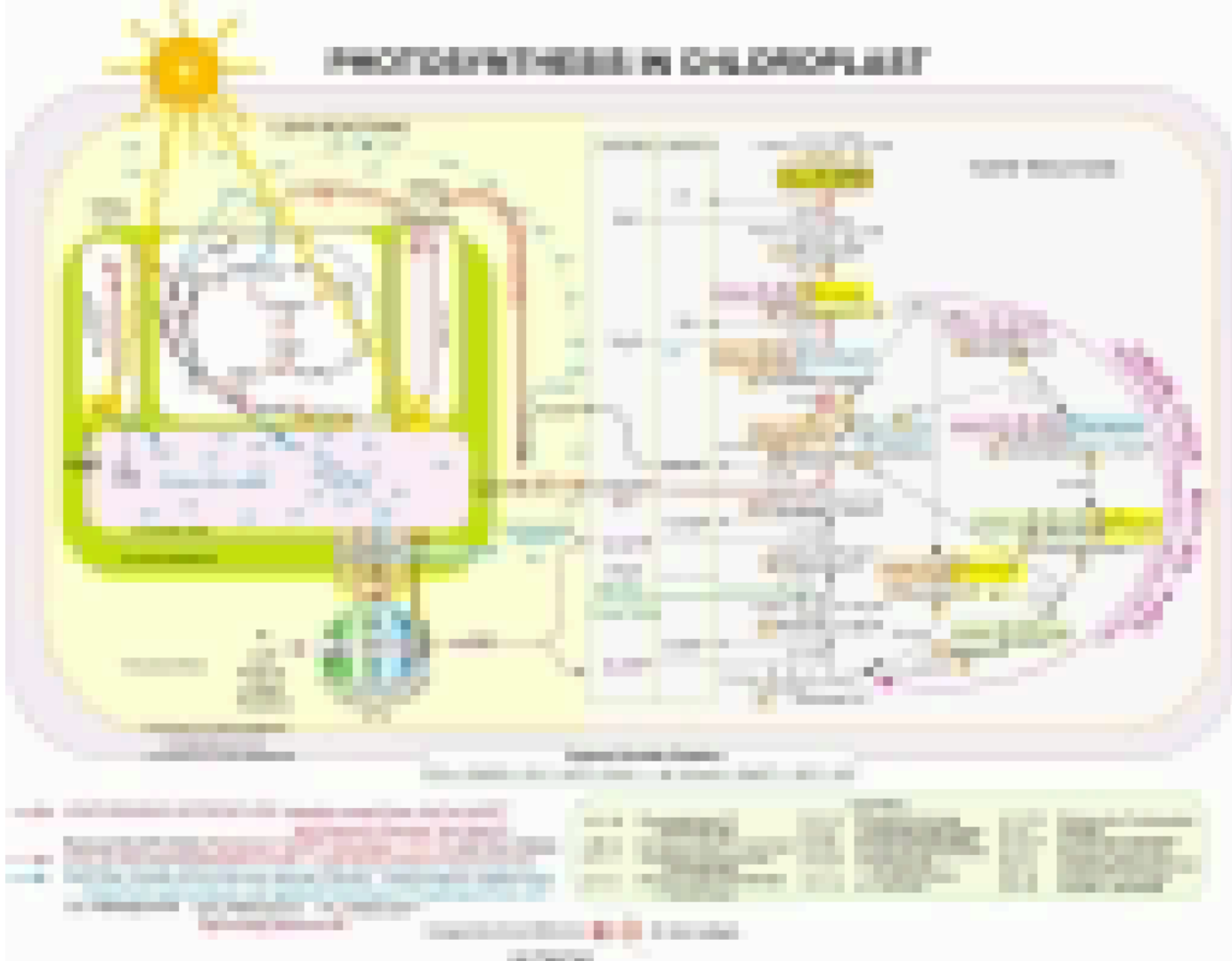
É a **síntese de compostos orgânicos** (para uso metabólico do organismo) e **O₂** (liberado para o meio) a partir de **CO₂, H₂O** e **energia luminosa** absorvida por pigmentos (clorofila).¹

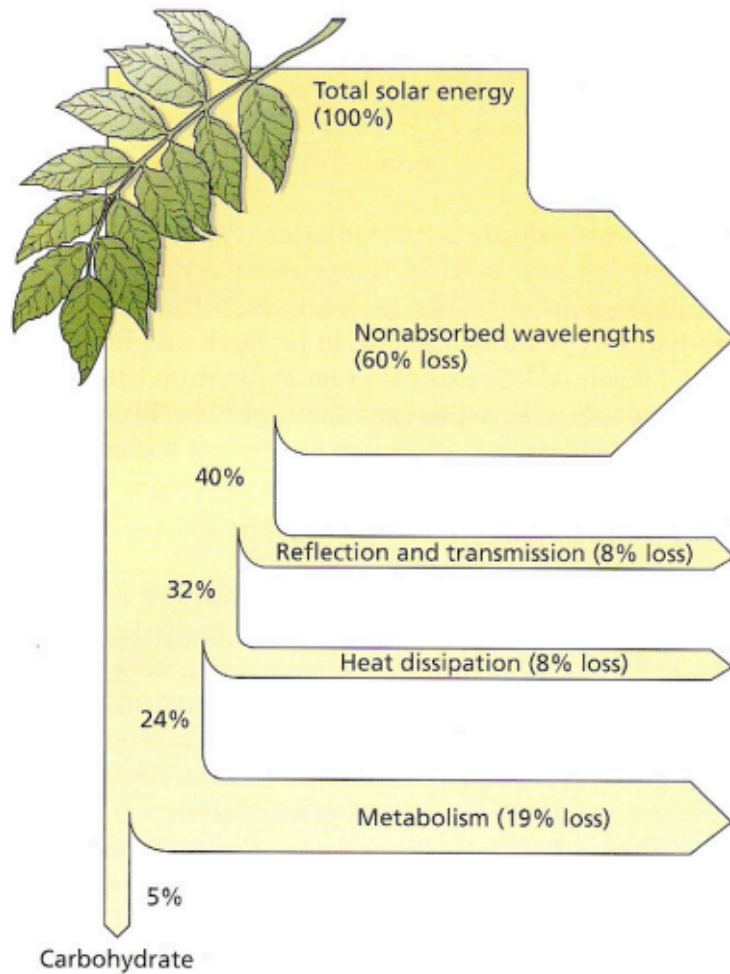
A **energia do sol** incide na clorofila das plantas ajudando na combinação do **CO₂ + H₂O**, ambos de **baixo conteúdo energético** para formar **carboidratos de alto conteúdo energético**. A **energia absorvida** é repassada às **ligações químicas**.²

Noção espacial:



Rigosamente,
fotossíntese é:

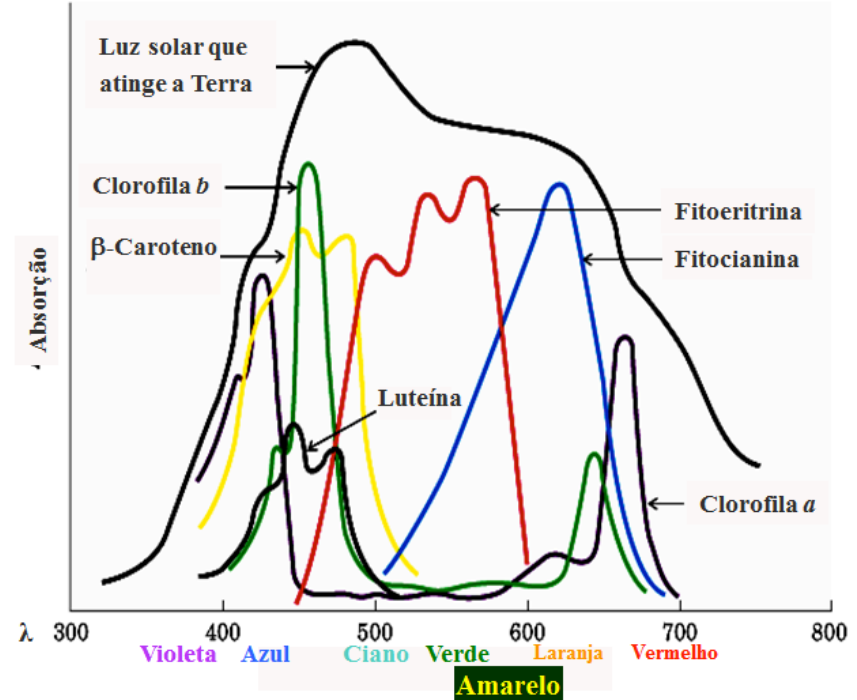
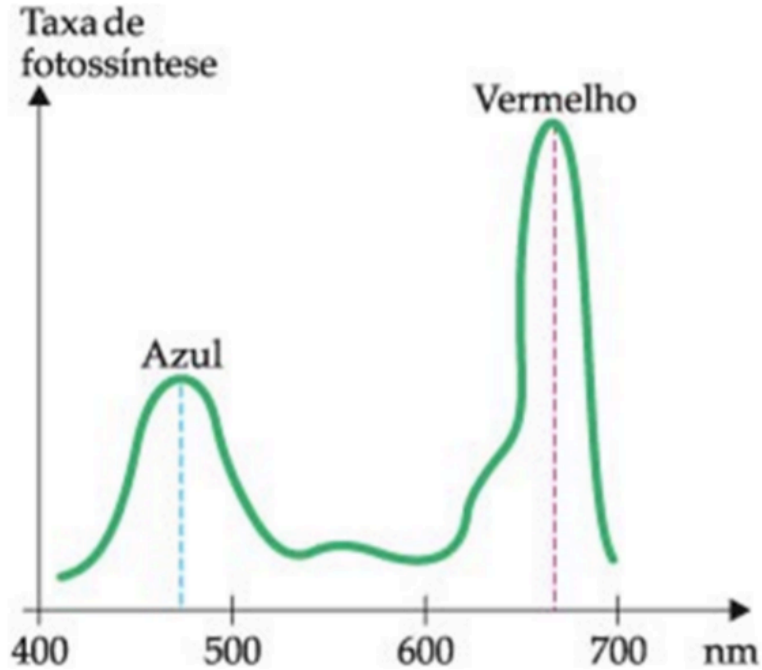




(Taiz & Zeiger, 1998)

Conversão de energia solar em energia química (carboidratos) pelas folhas

absorção da luz



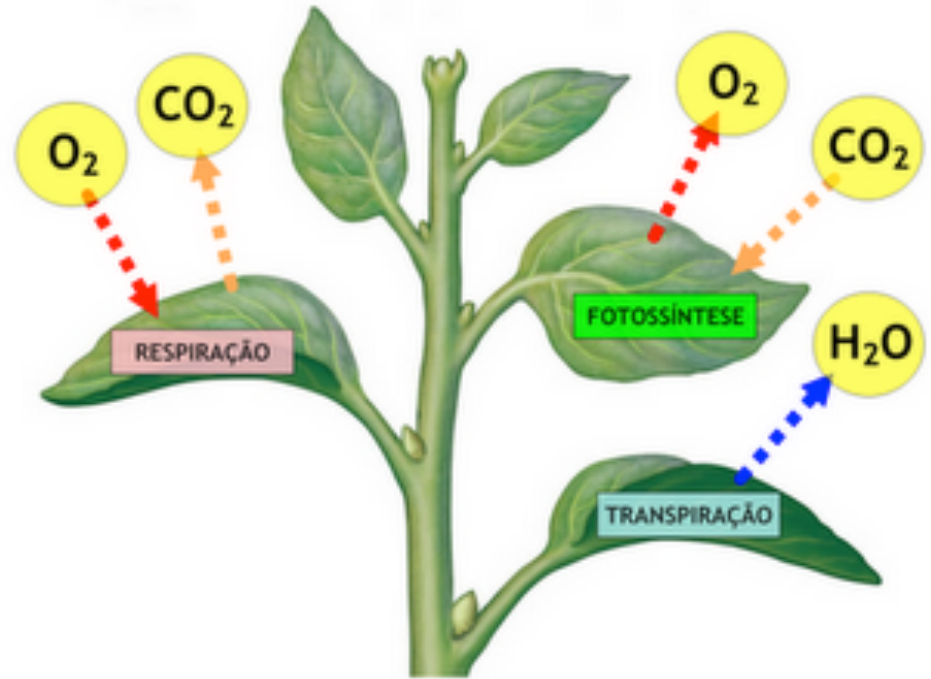
A priori, uma das principais funções da fotossíntese é **sequestrar carbono** e manter a **atmosfera oxigenada**.

**Mas há desdobramentos mais importantes ao
meio ambiente^{1,3,4}:**

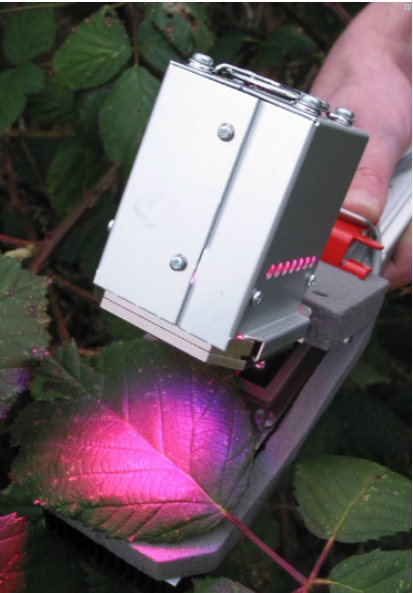
fotossíntese - Balanço de carⁿ

As plantas **retiram** CO_2 da atmosfera (por fotossíntese), mas também **liberam** (ao respirar).

- Qual é o **saldo**?
- **Como medir**?

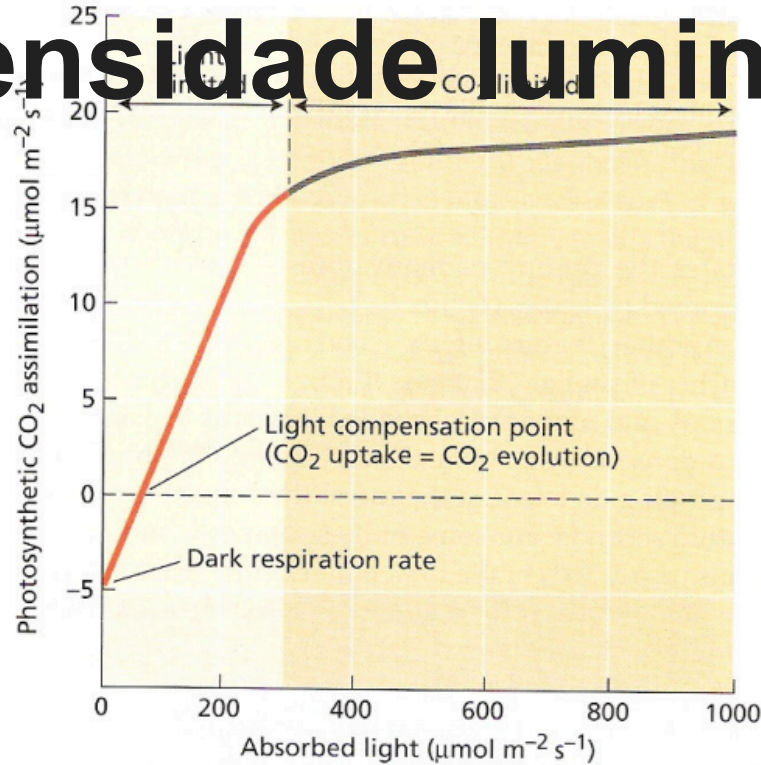


IRGA - Infrared Gas Analyser



Fonte: www.licor.com
<http://www.marconi.com.br>

Fotossíntese x intensidade luminosa

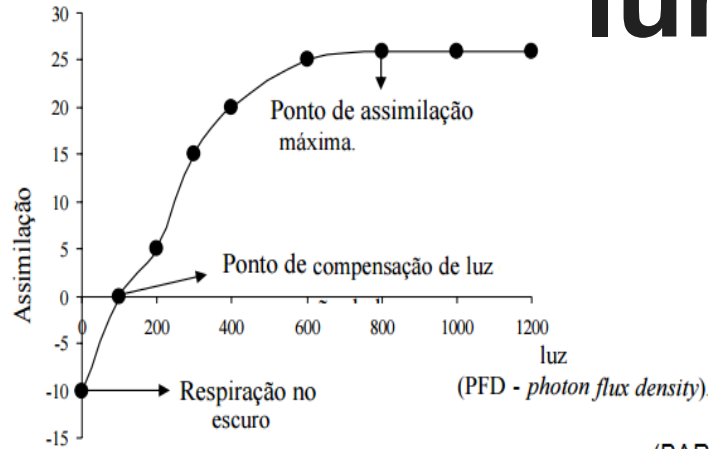


– Respostas fotossintéticas a intensidade luminosa de folhas de uma planta C₃
(Taiz & Zeiger, 1998)

Fotossíntese x intensidade luminosa

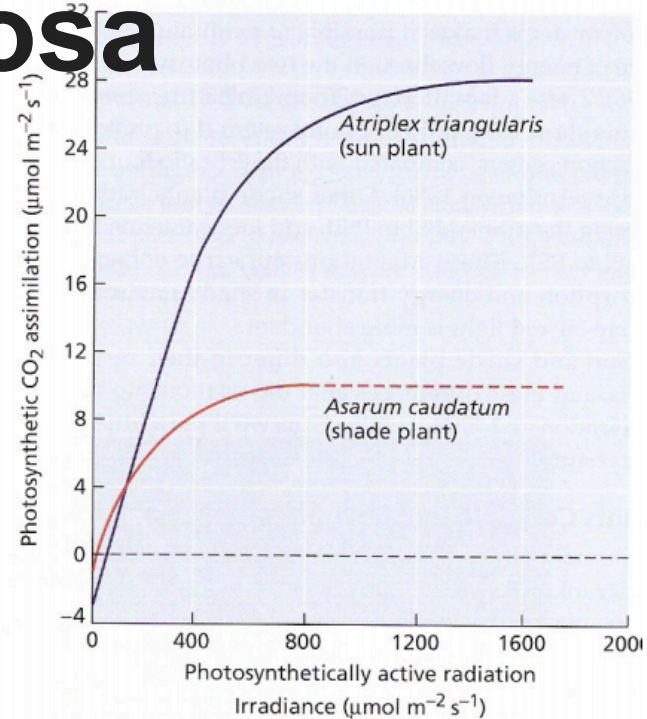
luminosa

Pau-Brasil



(BARONI, 2005)

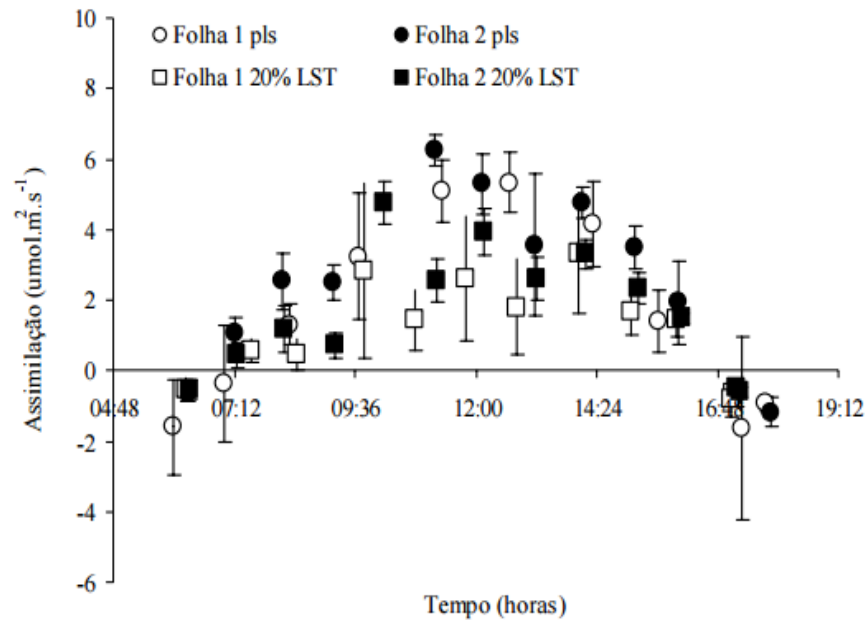
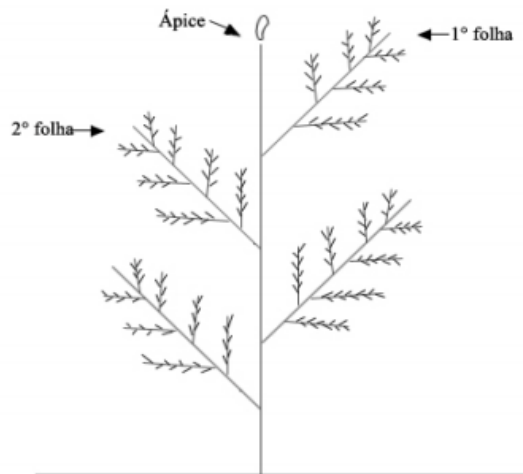
Esquema gráfico de uma curva de assimilação de CO₂ em função da luz (PFD - *photon flux density*).



Curva de resposta à luz para assimilação de CO₂ de uma planta de sol e outra de sombra (Taiz & Zeiger, 1998)

Sensibilidade da **assimilação de CO₂** à intensidade de **luz** varia de acordo com o **tipo de planta**.

Pau-Brasil



(BARONI, 2005)

Ciclo diário de assimilação de CO₂ de plantas de *Caesalpinia echinata* em 2001. Foram analisadas as primeiras e segundas folhas em pleno sol (pls) e em 20% de luz solar total (LST).

balanço de carbono nas florestas

“Dando apenas parâmetros gerais,

- Em termos líquidos, **as plantas consomem mais CO₂** do que produzem **enquanto estão crescendo** (ex: culturas agrícolas e florestas em amadurecimento).
- Por outro lado, **florestas maduras**, embora continuem a fazer fotossíntese, **não consomem CO₂ em termos líquidos**.
- A ideia de que as **florestas tropicais estão em equilíbrio em relação à absorção e produção de CO₂** é um conceito '**canônico**' em Ecologia proposto por Howard Odum (Odum's framework), um dos mais importantes ecologistas modernos.”

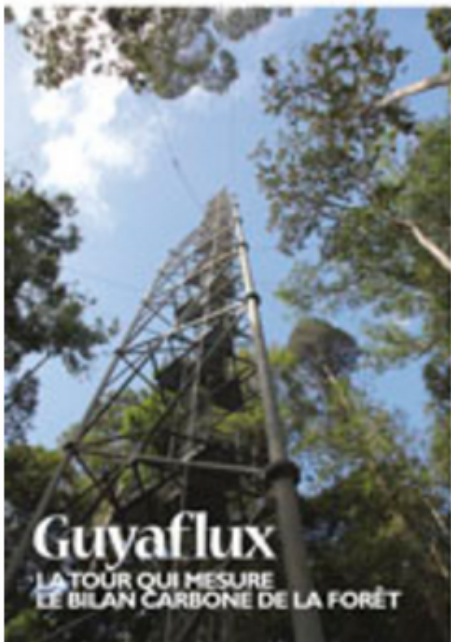
Managing forests in uncertain times

Increasing both forest stocks and timber harvest will buy time about how trees absorb carbon, say **Valentin Bellassen** and **Sebastian Oudiz**

The best way to manage forests to store carbon and to mitigate climate change is hotly debated. Trees absorb carbon dioxide from the atmosphere, and wood can be used for energy.

— about the same amount as the oceans. Two-thirds of forests are managed. Much has been learned about

as Oudiz natural forest



QUE SAIT-ON AUJOURD'HUI DE LA FORÊT GUYANAISE DANS LE

Le 15 février 2004, le projet Guyaflux a été inauguré à la tour de mesure de la forêt guyanaise. Ce projet vise à mesurer le bilan carbone de la forêt guyanaise. Les données obtenues seront utilisées pour évaluer l'impact du changement climatique sur la forêt guyanaise. Le projet est financé par le gouvernement guyanais et le gouvernement français.



PORÉM, novos dados questionam se as florestas realmente estão em equilíbrio

THE ROYAL SOCIETY

Published online 11 February 2004

Sources or sinks? The responses of tropical forests to current and future climate and atmospheric composition

Deborah A. Clark*

Department of Biology, University of Missouri—St Louis, St Louis, MO 63121, USA

How tropical rainforests are responding to the ongoing global changes in atmospheric composition and climate is little studied and poorly understood. Although rising atmospheric carbon dioxide (CO₂) could enhance forest productivity, increased temperatures and drought are likely to diminish it. The limited field data have produced conflicting views of the net impacts of these changes so far. One set of studies has seemed to point to enhanced carbon uptake; however, questions have arisen about these findings, and recent experiments with tropical forest trees indicate carbon saturation of canopy leaves and no biomass increase under enhanced CO₂. Other field observations indicate decreased forest productivity and increased tree mortality in recent years of peak temperatures and drought (strong El Niño episodes). To determine current climatic responses of forests around the world tropics will require careful annual monitoring of ecosystem performance in representative forests. To develop the necessary process-level understanding of these responses will require intensified experimentation at the whole-tree and stand levels. Finally, a more complete understanding of tropical rainforest carbon cycling is needed for determining whether these ecosystems are carbon sinks or sources now, and how this status might change during the next century.

projeto *guyaflex* - balanço de

plano nas florestas

- Guiana Francesa
- Amazônia



projeto *guyaflex* - balanço de carbono nas florestas

Considerando apenas a *Floresta Amazônica (tropical úmida)* não perturbada pelo homem:

- A floresta emite CO_2 24 horas por dia (Respiração).
- De dia: a floresta absorve grandes quantidades de CO_2 muito mais do que elas liberam pela respiração.
- **Balanço Anual:** a fotossíntese é mais forte que a respiração.

Portanto, a floresta desempenha o papel de **poço** (e não de fonte) de CO_2 para a atmosfera.

(BONAL, BLANC, DEMENOIS)

projeto *guyaflex* - balanço de

Porém,

carbono nas florestas

“Quando incluímos as florestas perturbadas e as florestas destruídas e queimadas, a floresta amazônica é uma importante fonte de CO₂ para a atmosfera.”

“A constatação é diferente para as florestas temperadas europeias, onde as superfícies florestais aumentam regularmente desde há muitas décadas”

O QUE NOS REVELAM AS FLORESTAS GUIANESAS?

(BONAL, BLANC, DEMENOIS)

projeto *guyaflex* - balanço de carbono nas florestas

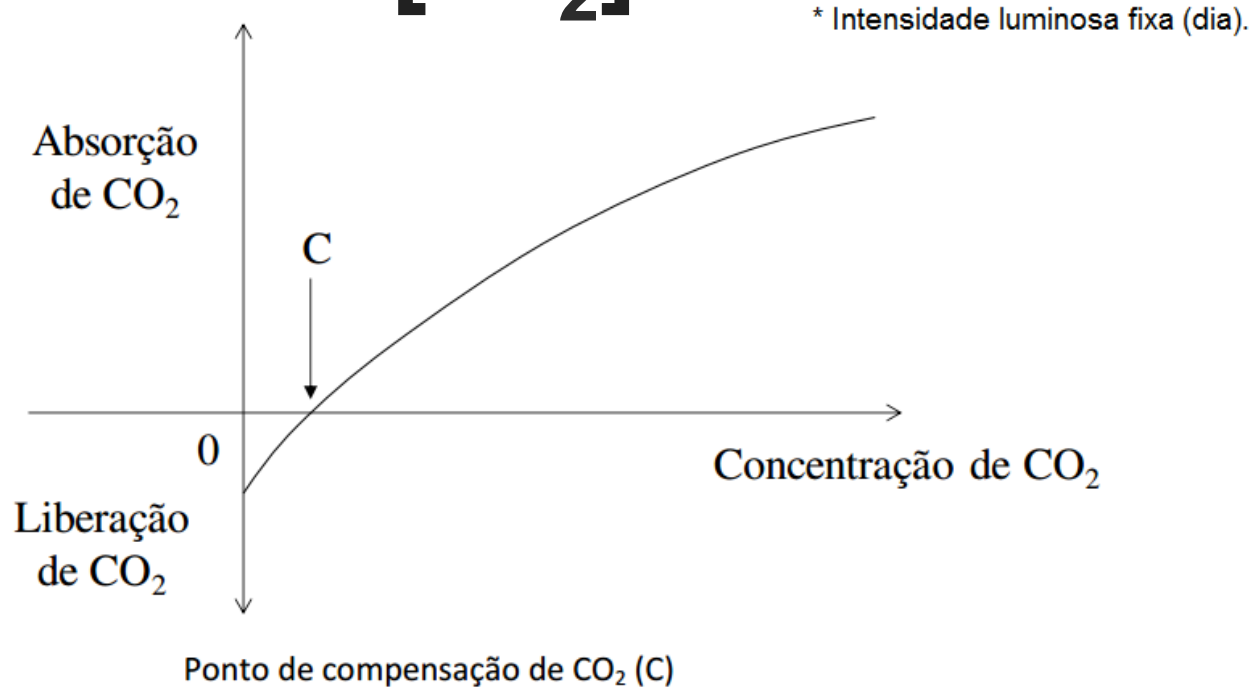
Considerando a *Floresta Guianesa*

- Balanço Anual: a Floresta de Paracou **absorve** mais **CO₂** do que ela libera.

Portanto, a floresta desempenha o papel de **poço** (e não de fonte) de **CO₂** para a atmosfera.

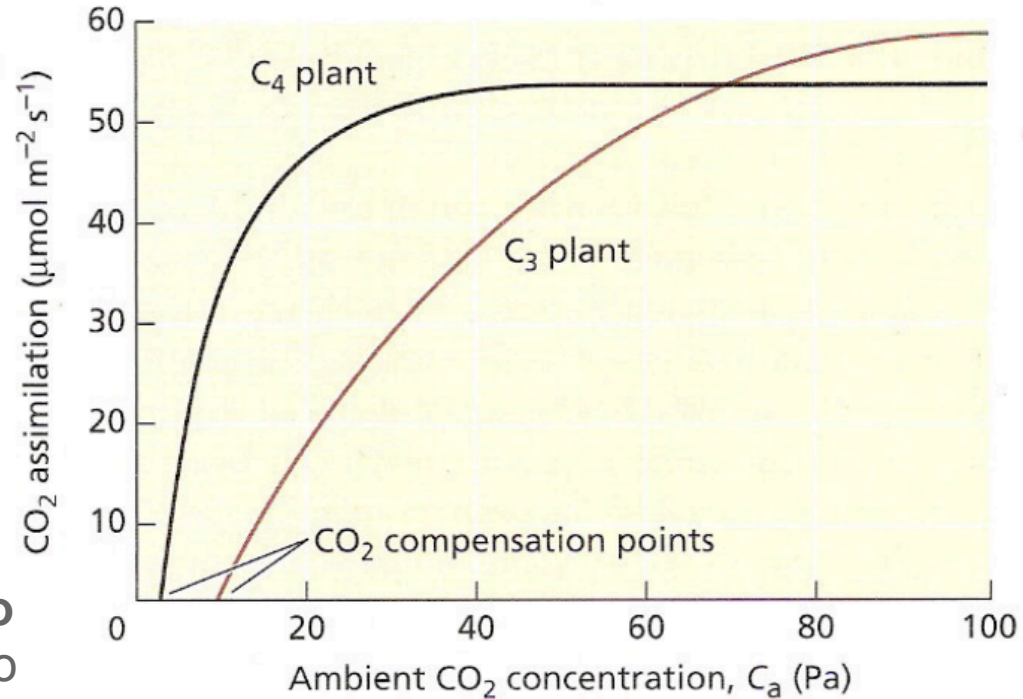
Entretanto, esse **balanço anual**, esconde grandes **variações** de fluxo e balanços **diários** entre as **estações**.

Fotossíntese x [CO₂]



(KLUGE, 2014)

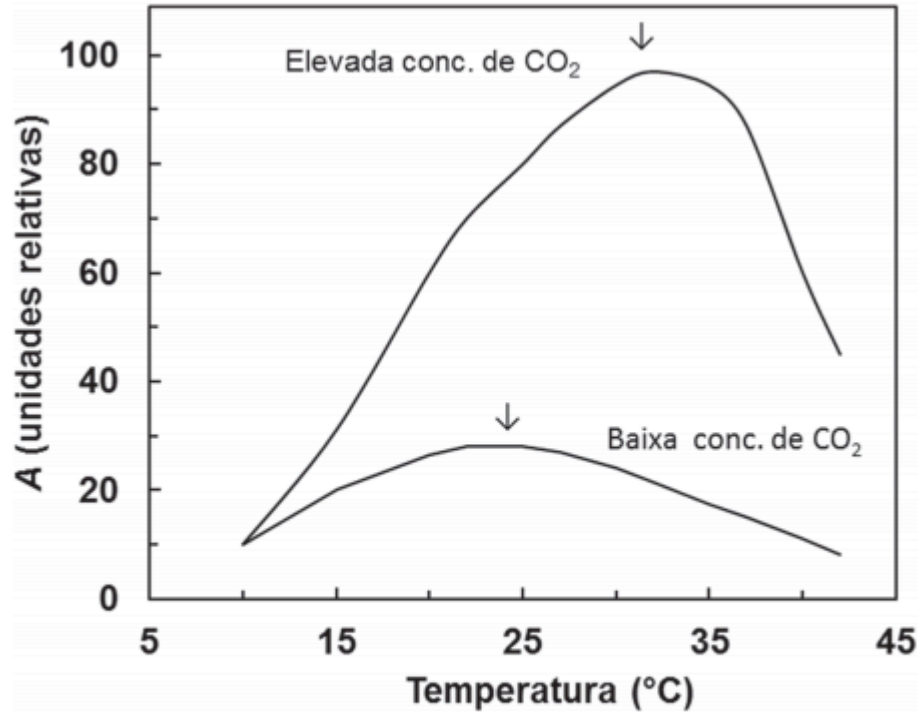
Fotossíntese x [CO₂]



sensibilidade à **concentração de CO₂** varia de acordo com o **tipo de planta**.

Mudanças na fotossíntese em função da concentração de CO₂ no ambiente (Taiz & Zeiger, 1998)

Fotossíntese x temperatura e



CO₂]

“a temperatura ótima da fotossíntese ocorre em geral entre **20 e 30°C**”

(MARENCO, 2014)

Ilustração esquematizada da fotossíntese em função da temperatura em baixa e elevada concentração de CO₂. A seta vertical indica o ponto de temperatura ótima da fotossíntese.

balanço de carbono - floresta

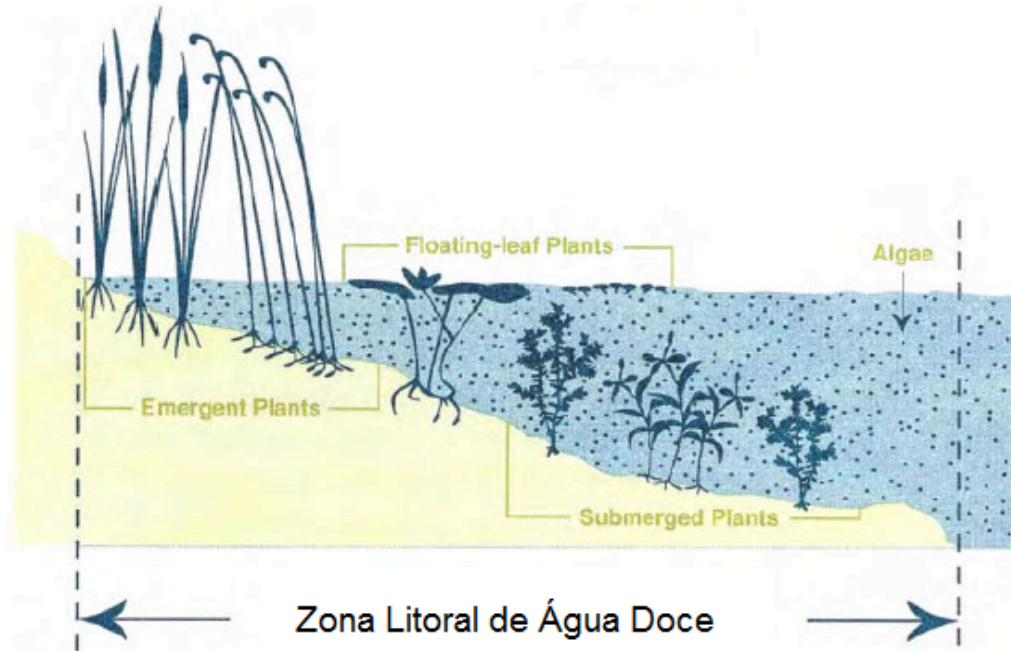
“Managing forests in uncertain times”

“To make good decisions about how to cultivate forests for climate-change mitigation, such as whether it is better to harvest or conserve trees, **we must better understand the cause and future behaviour of this *in situ* carbon sink.**”

“Today’s **forest management** is more of a **gamble** than a **scientific debate.**”

(BELLASSEN & LUYSSAERT, 2014)

As **plantas** não são os únicos organismos que realizam a **fotossíntese**, as **cianobactérias** e **algas/fitoplâncton** são outros exemplos.¹



A l g a s /

Fitoplâncton

- Dado que **70%** da superfície da Terra é coberta por **oceanos**, estes possuem papel importante no **equilíbrio do clima**.
- As **algas/fitoplâncton** formam a base das **cadeias alimentares aquáticas**. Assim, é um dos principais responsáveis pelo **equilíbrio dos oceanos**.
 - As **algas/fitoplâncton** são responsáveis pela produção de mais de **70%** do **oxigênio** do mundo. (WERSAL & MADSEN, 2012*)
 - São responsáveis por cerca de **40-50 %** da **fixação de carbono e produção de oxigênio** do planeta. (OLIVEIRA, 2003)
 - São capazes de absorver **1,8 Gt/ano** de carbono, por fotossíntese. (VIANNA & SANQUETTA, 2012)

*Relatório IPPC - International Plant Protection Convention

Algas/Fitoplâncton - mudança climática

- As **mudanças climáticas** impactam o fitoplâncton individualmente ou populações inteiras através das alterações físicas e químicas nos oceanos:
 - Aumento da **Temperatura da Superfície do Mar**
 - Aumento da **Temperatura Atmosférica**
 - Aumento na **Concentração de CO₂** na água do mar (acidificação)
 - Redução da **Concentração de O₂** na água do mar (desoxigenação)
 - Efeitos “cascata” dos demais efeitos
- Apesar de crescente o número de **publicações** sobre mudanças climáticas nos últimos anos, muitas são as **incertezas** sobre a **real extensão desses impactos e ameaças** decorrentes das **mudanças climáticas** sobre o **fitoplâncton marinho**.

enfim,

- A *fotossíntese* criou uma **atmosfera rica em oxigênio**.

Portanto:

- Permitiu a **evolução** de **organismos** com **alta demanda metabólica**.
- Impulsiona o **ciclo** de elementos químicos essenciais aos organismos vivos, como o **carbono** e o **oxigênio**.

- A fotossíntese garante a existência de uma **biomassa** sobre o planeta Terra.

Portanto:

- Garante a **manutenção** da maioria dos **organismos** autotróficos e consumidores heterotróficos.
- Indiretamente, garante o importante fenômeno de **evapotranspiração** que resulta nos **rios voadores**.

conclusivamente

- A fotossíntese é **fonte de alimento** (direta ou indiretamente) para a maioria dos animais e fonte de **oxigênio** para **respiração**.
- Com o surgimento da fotossíntese, a **atmosfera** e os **oceanos** tornaram-se uma **construção biológica** com papel fundamental no **clima planetário**.³
- A fotossíntese presta **Serviço Ambiental** ou **Ecossistêmico** (conceito que exprime o papel exercido por um determinado **bioma** para o funcionamento equilibrado do **meio ambiente**, o que beneficia a vida de todos os seres)⁵.
- Ainda é preciso **mais estudos** para entender melhor a **fotossíntese em grande escala** (*florestas* e do fitoplâncton).

referências bibliográficas

BELLASSEN, V.; LUYSSAERT, S. Managing forests in uncertain times. Nature 506, 155.2014.

³BENDALL D. S.; HOWE C. J.; NISBET E. G.; NISBET R. E. Photosynthetic and atmospheric evolution. Introduction. Phil. Trans. R. Soc. 2008. Disponível em <http://goo.gl/A05o7j> (acesso em 25/05/2016).

BARONI, A. M. 2005. Caracterização do sistema fotossintético em folhas de plantas jovens de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil). Dissertação de Mestrado. Disponível em <http://goo.gl/X78dWZ> (acesso em 01/06/2016).

BONAL, D.; BLANC, L. DEMENOIS; J. A torre de medição do balanço de carbono nas florestas. Disponível em <http://goo.gl/Qu7DTi> (acesso em 01/06/2016).

²GOMES, M. Princípios de Ecologia. Slide. Disponível em <http://goo.gl/DAJ4KI> (acesso em 24/05/2016).

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline V.; SILVA, Paula P. M. da. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. Rev. Virtual Quim, Piracicaba, v. 7, n. 1, p.56-73, 30 nov. 14.

¹LIMA, C. M. R. Processos Biológicos na Captação e Transformação de Matéria e Energia – Metabolismo energético I: Fotossíntese e Quimiossíntese. Disponível em <http://goo.gl/luDUlf> (acesso em 24/05/2016).

MARENCO, Ricardo Antonio et al . Physiology of Amazon tree species: photosynthesis, respiration and water relations. Rev. Ceres, Viçosa , v. 61, supl. p. 786-799, dez. 2014 . Disponível em <<http://goo.gl/tsKxaK> (acesso em 06/06/2016).

OLIVEIRA, E.C. Introdução à Biologia Vegetal. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo,p.131. 2003.

⁵Os rios voadores, a Amazônia e o clima brasileiro. Caderno do professor. Disponível em <https://goo.gl/lSyAGl> (acesso em 25/05/2016).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ª edição. Editora Artmed, 2004, 719p.

VIANNA, S. C. & SANQUETTA, C. R. Mudanças climáticas e o fitoplâncton marinho: uma revisão. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1883-1901. 2012. Disponível em <http://goo.gl/luOoMe> (Acesso em 05/06/2016)

⁴WERSAL, R. M.; MADSEN, J. D. Aquatic plants their uses and risks: a review of the global status of aquatic plants. IPPC. 2012. p.17. Disponível em <https://goo.gl/8yihG3> (acesso em 25/05/2016).