



Universidade de São Paulo - USP
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA
Análise de Solo e Planta – CEN 0409



ANÁLISE DE PLANTA

USO DE IRGAS

Professores: **Cassio Hamilton Abreu Junior** – cahabreu@cena.usp.br
Takashi Muraoka – muraoka@cena.usp.br

Supervisor: Juan Ricardo Rocha – jr.rocha@usp.br

Supervisor: Timóteo Herculino da Silva Barros – timoteo@alumni.usp.br

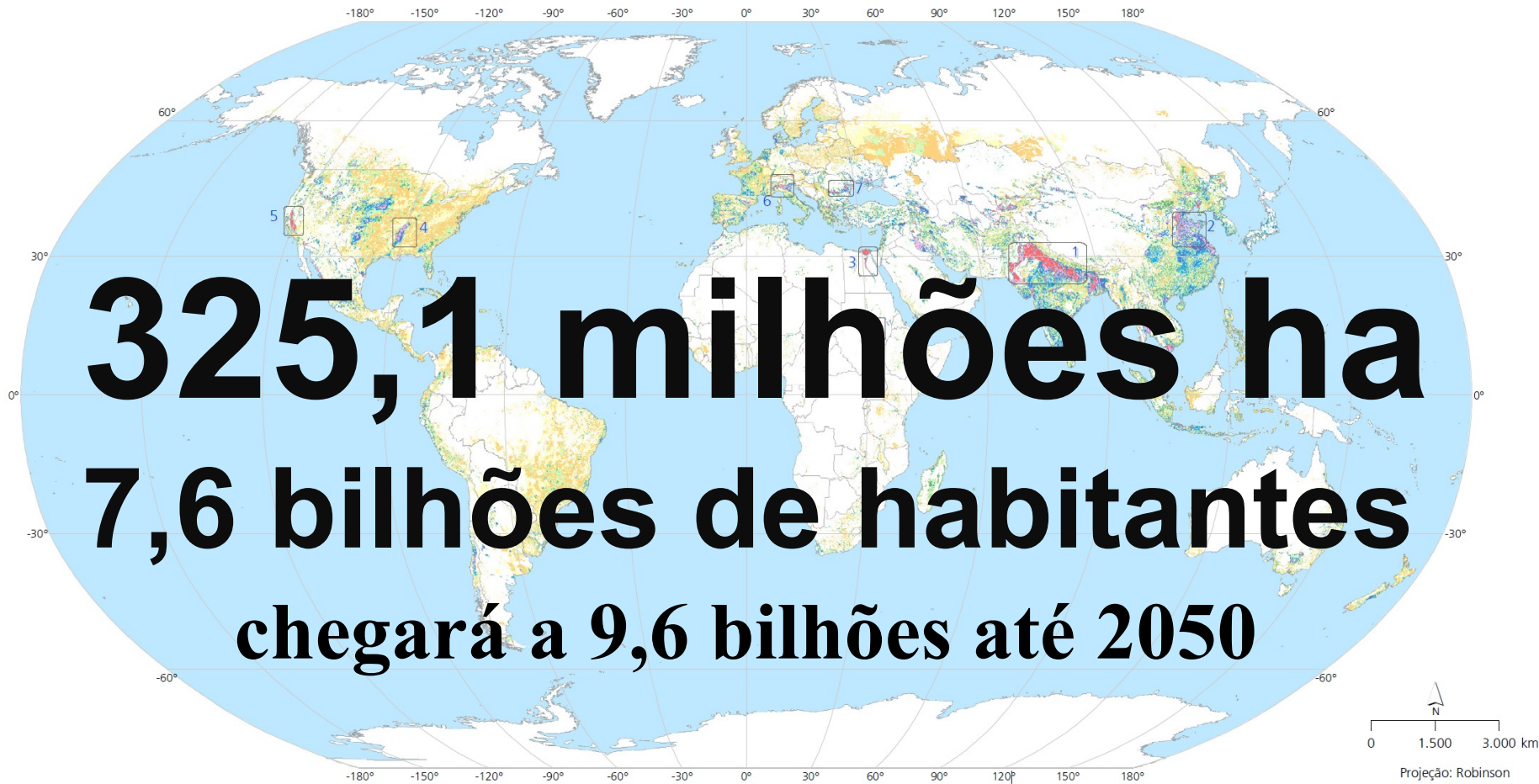
Estagiário PAE: Dalila Lopes da Silva – dalila.ls@usp.br

Piracicaba – SP 13/04/2023

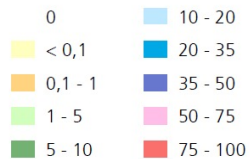
➤ Bibliografias recomendadas



MAPA GLOBAL DE ÁREAS IRRIGADAS

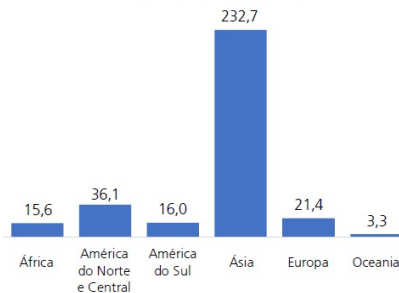


Área equipada para irrigação (%)



Nota: Para a maioria dos países foram utilizadas bases estatísticas de 2000 a 2008.

Distribuição da área equipada para irrigação por continente (Milhões ha)



Maiores áreas de irrigação contíguas

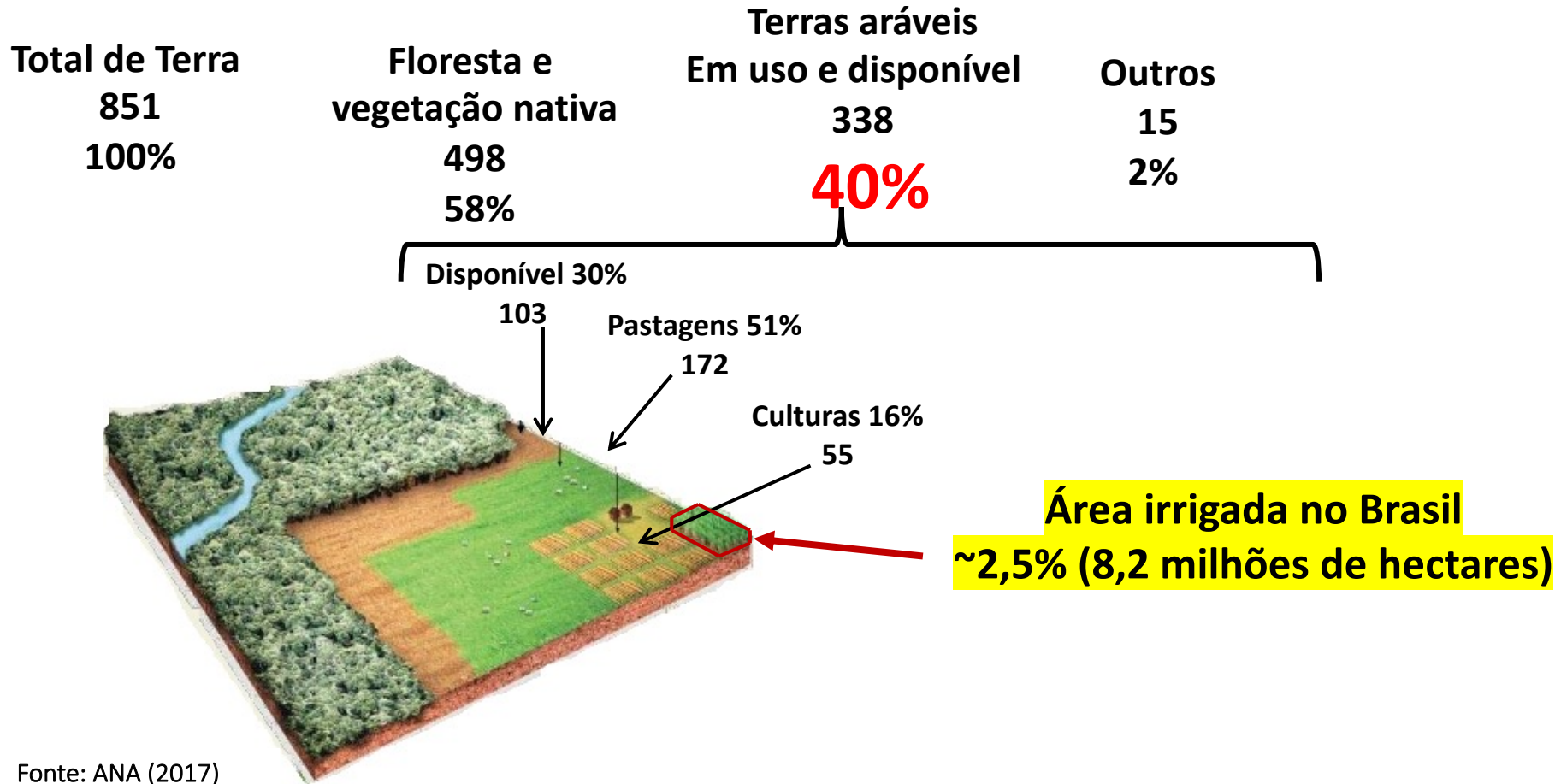
1. Norte da Índia e Paquistão ao longo do rio Ganges e Indo
2. Na China, nas bacias dos rios Hal He, Huang e Yangtze
3. No Egito e no Sudão ao longo da bacia do rio Nilo
4. Na bacia do rio Mississipi-Missouri
5. Em partes do estado da Califórnia (EUA)
6. No norte da Itália, na planície do rio Po
7. Ao longo do baixo curso do rio Danúbio

Fonte: FAO (2013)

Figura 2. Mapa global de áreas irrigadas

Fonte: FAO (2013).

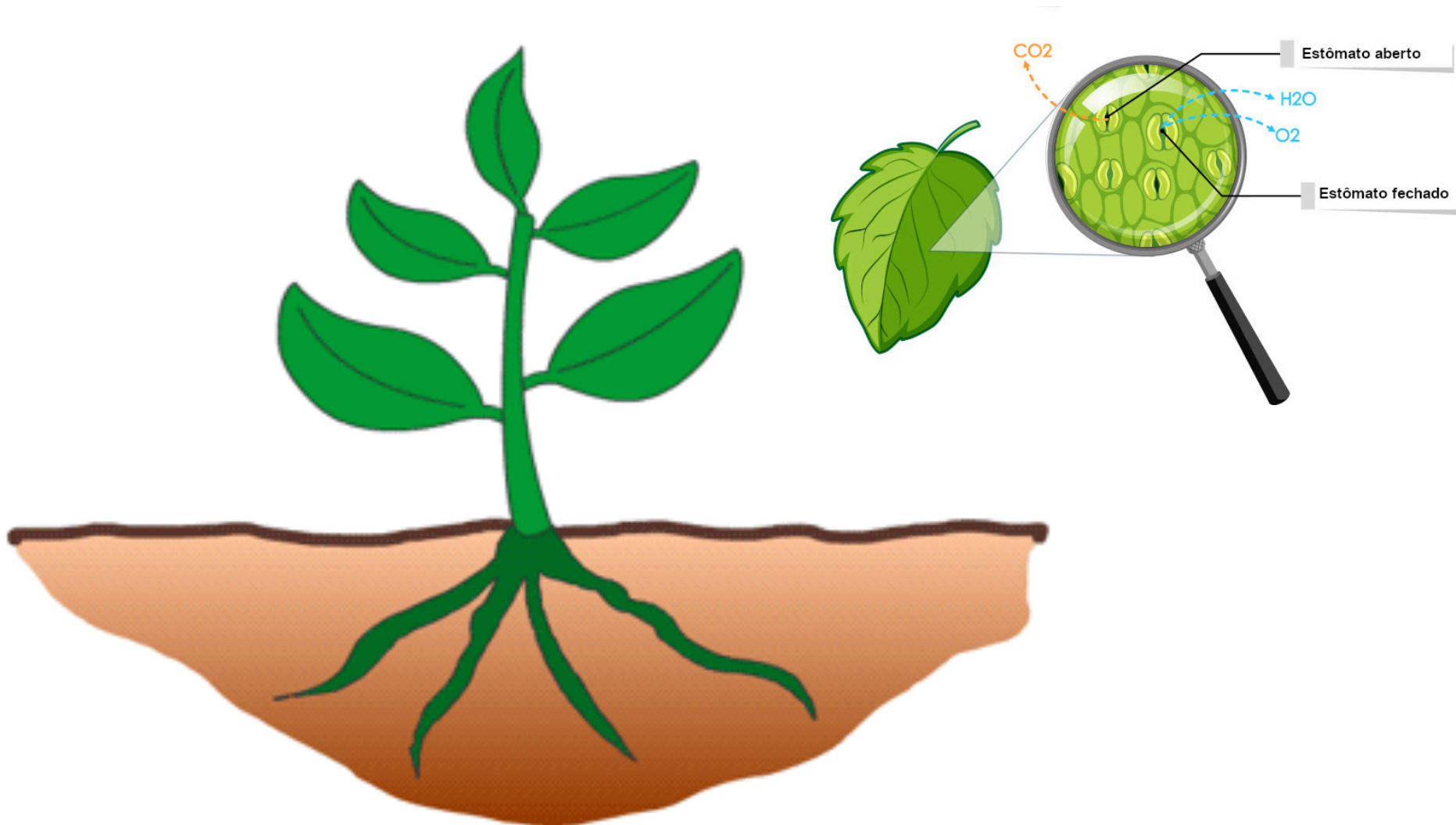
Uso da terra no Brasil (milhões de ha⁻¹)



A **agricultura** tem **influência na vida da população mundial**, seja como meio de vida, seja no fornecimento de alimentos, roupas, tecidos e outros produtos (CLARK, 2019).

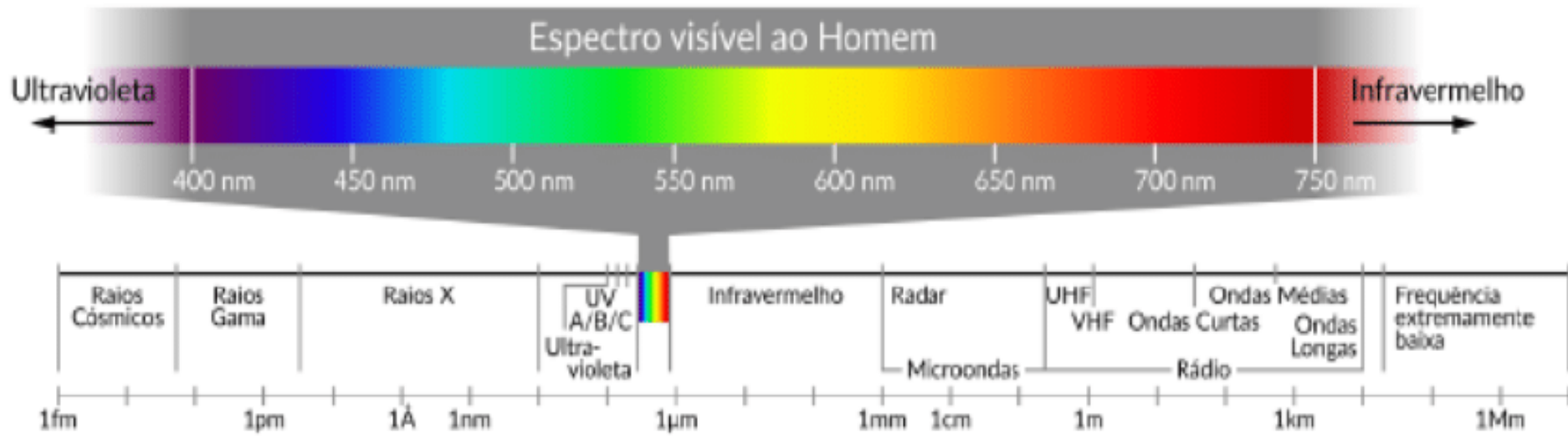
Requerimento de água pela Planta

Fatores que afetam a ET, trocas gasosas, nutricional ...



Requerimento de água pela Planta

Fatores que afetam a ET, trocas gasosas, nutricional ...



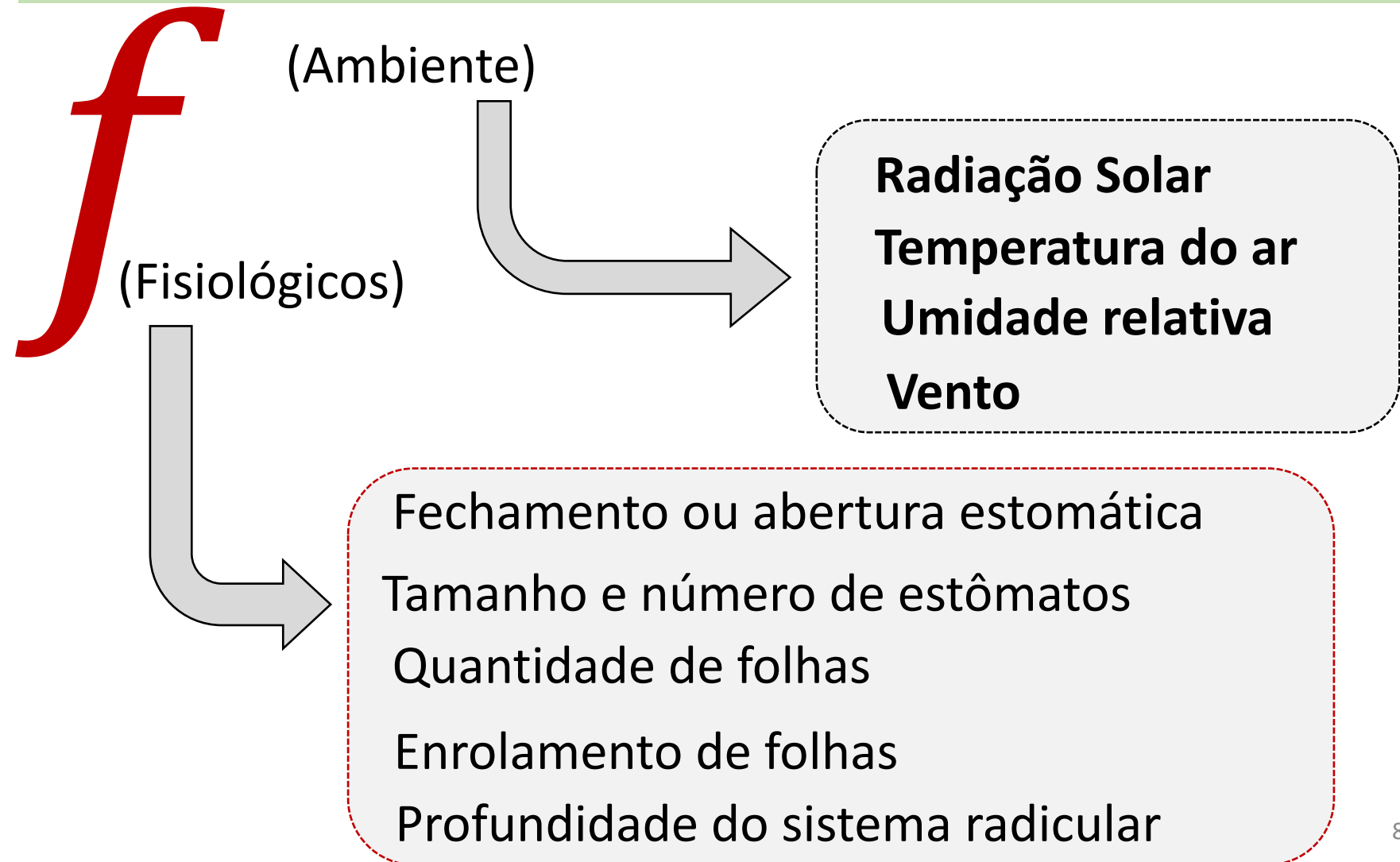
Requerimento de água pela Planta

Fatores que afetam a ET, trocas gasosas, nutricional ...

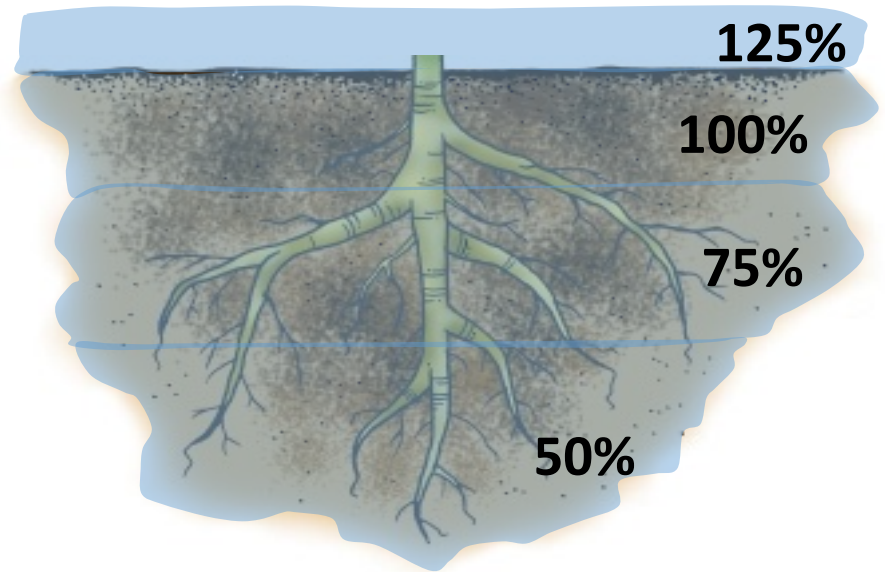
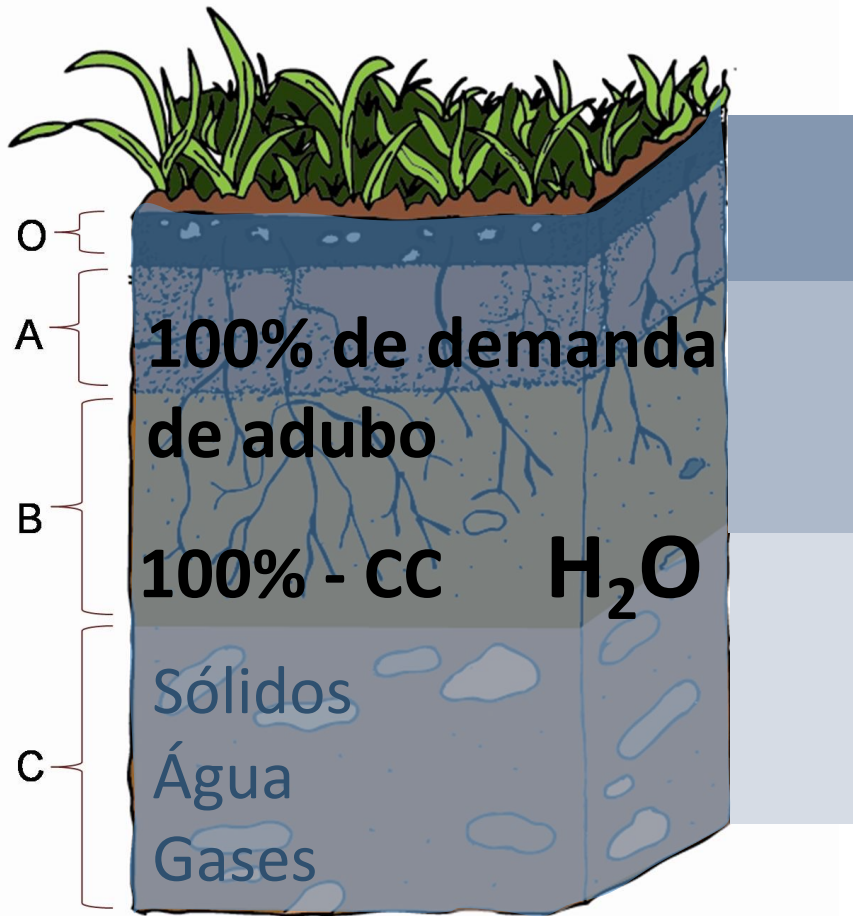


Requerimento de água pela Planta

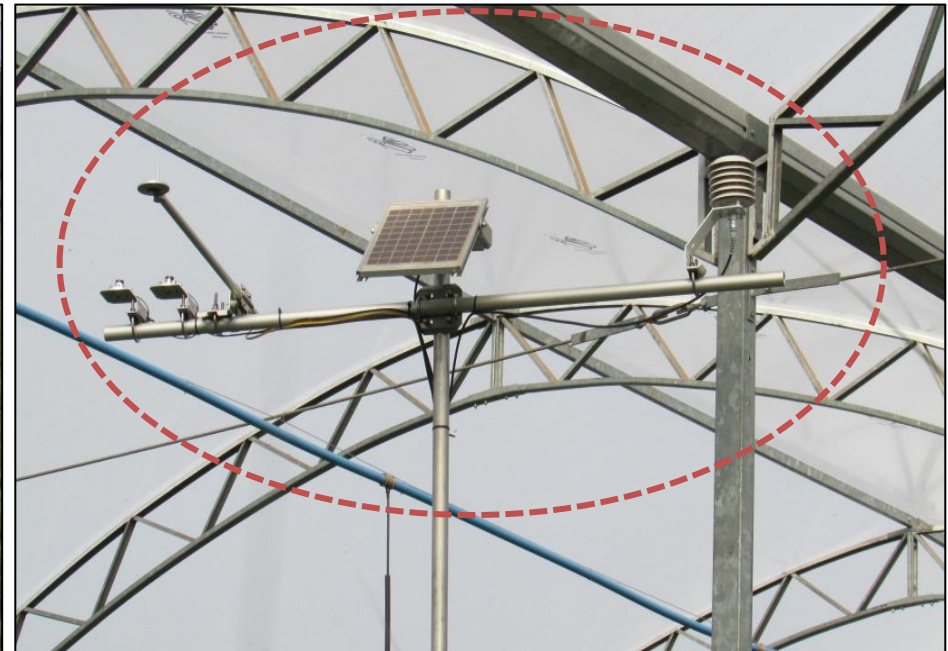
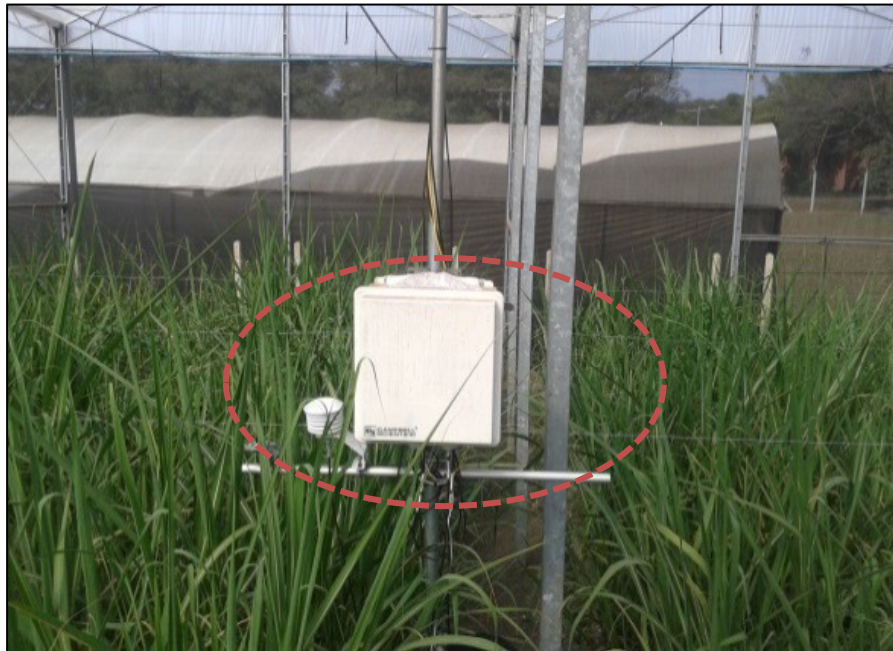
Fatores que afetam a ET, trocas gasosas, nutricional ...



Manejo da irrigação/adubação



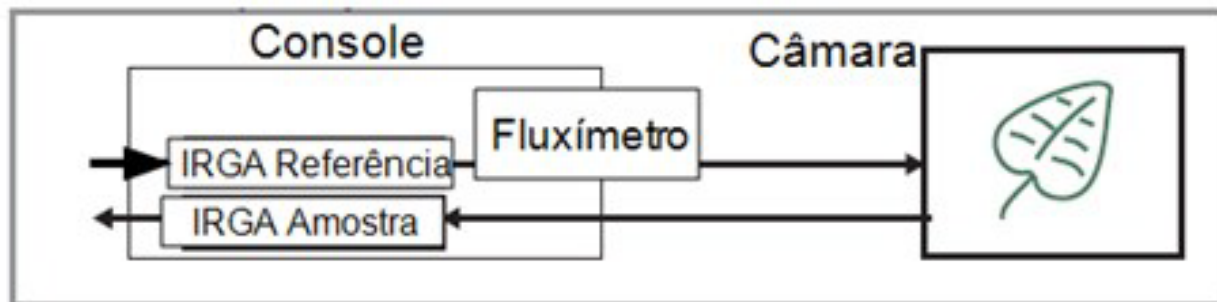
Monitoramento das variáveis atmosféricas



Estação climatológica composta por sistema de aquisição de dados, sensores de captação de informações climatológicas

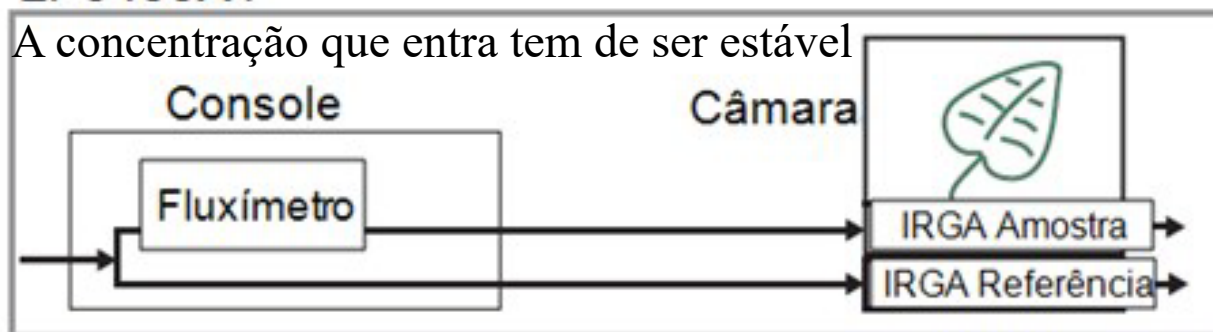
O LI-6400 é um sistema aberto, o que significa que as medições de fotossíntese e transpiração baseiam-se nas diferenças de CO_2 e H_2O numa corrente de ar que está fluindo através da câmara de medição.

Sistema aberto tradicional



LI-6400XT

A concentração que entra tem de ser estável



$$\text{Foto} = \frac{\text{Fluxo} \times \Delta\text{CO}_2}{\text{Área}}$$

$$\text{Trans} = \frac{\text{Fluxo} \times \Delta\text{H}_2\text{O}}{\text{Área}}$$



Um dos pontos fortes de um sistema aberto é que a corrente de ar que entra pode ser condicionada. Isto é, sua umidade, concentração de CO_2 , temperatura, etc. pode ser estabelecida de alguma forma antes de entrar no sistema.

Num sistema aberto, a fotossíntese e a transpiração são computados a partir das diferenças no CO_2 e H_2O entre as condições dentro da câmara e as condições pré-câmara

Um pouco de história

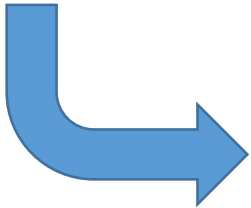
- LI-6000; ele utilizava um analisador de CO₂ de terceiros tendo como novidade (para 1983)
- A fotossíntese era calculada através da medição da taxa de variação do CO₂ com o tempo, com uma folha fechada em uma câmara relativamente grande - um sistema fechado;
- Em 1986 no LI-6200;
- As respostas mais profundas poderiam ser encontradas em curvas de resposta, o que significava usar um sistema que pudesse controlar as quantidades ambientais importantes para a fotossíntese: CO₂ , luz, umidade e temperatura;
- Vários inovadores tentaram fazer várias curvas de resposta com o LI-6200, com diferentes graus de sucesso.

Um pouco de história

- LI-6000; ele utilizava um analisador de CO₂ de terceiros tendo como novidade (para 1983)
- A fotossíntese era calculada através da medição da taxa de variação do CO₂ com o tempo, com uma folha fechada em uma câmara relativamente grande - um sistema fechado;
- Em 1986 no LI-6200;
- As respostas mais profundas poderiam ser encontradas em curvas de resposta, o que significava usar um sistema que pudesse controlar as quantidades ambientais importantes para a fotossíntese: CO₂ , luz, umidade e temperatura;
- Vários inovadores tentaram fazer várias curvas de resposta com o LI-6200, com diferentes graus de sucesso.

Um pouco de história

- Em 1990, depois de ter abandonado a idéia de melhorar o LI-6200, nós reiniciamos com a pergunta: "**Como seria o sistema ideal de trocas gasosas?**"



Faria curvas de resposta, é claro, por isso seria necessário a capacidade de controlar as condições da câmara.

- Para nós, as curvas de resposta ideais significavam curvas de resposta livres de mão-de-obra, então controles manuais foram eliminados, controles por computador foram incluídos.
- As curvas de resposta devem ser vistas, não imaginadas, assim precisávamos de capacidade gráfica embutida.
- Cinco anos e uma mudança de nome depois, nós lançamos o primeiro LI-6400.

Um pouco de história

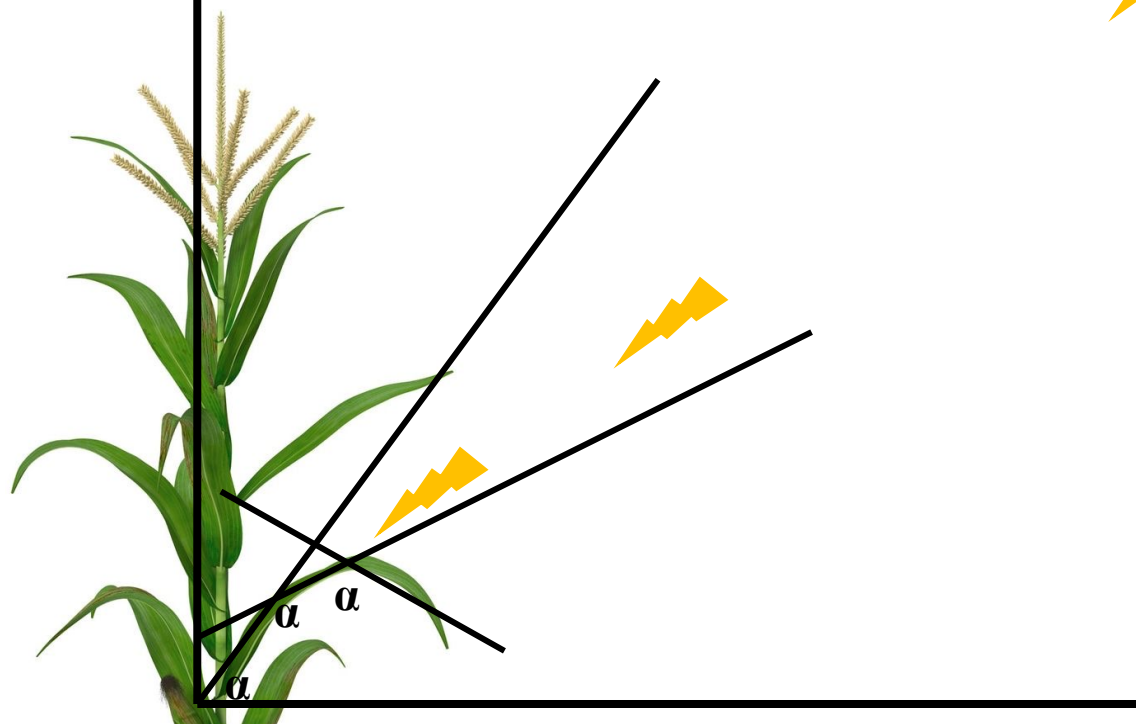
- Em 2002, mudamos o digital board (processador de 200 MHz, sistema operacional LINUX, 128 MBytes de memória, sistema de arquivos de 64 MBytes);
- 2007 trouxe o LI-6400XT, que era outra mudança de digital board, com a versão 6 do software, um processador de 400 MHz;
- O recálculo de arquivos de dados ficou mais simples: a versão 6 adicionou a capacidade de gerar arquivos de dados como arquivos binários do Excel, com as equações já inclusas.

Li - 6200



Cultura	CO ₂ ppm	Luz $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura °C	Horários
Amendoim	400± 5	1200	Ambiente	09:00 às 12:30
Café	400± 5	500	Ambiente	09:00 às 12:30
Carqueja	400± 5	1500	Ambiente	09:00 às 12:30
Milheto	400± 5	1500	Ambiente	09:00 às 12:30

Câmera infravermelha T640



Li – 6400XT



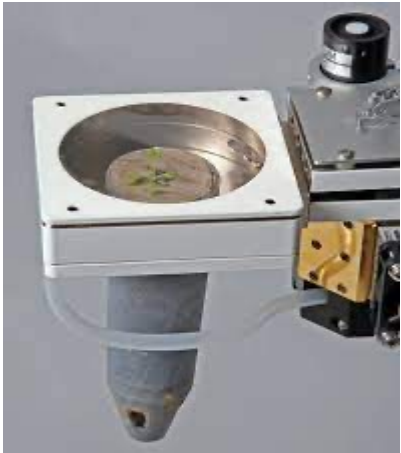
Li - 6800



Li - 6800



Li - 6400XT



Li – 6400XT



Li – 6400XT

CO₂ Suporte do cartucho e Regulador (Opcional)

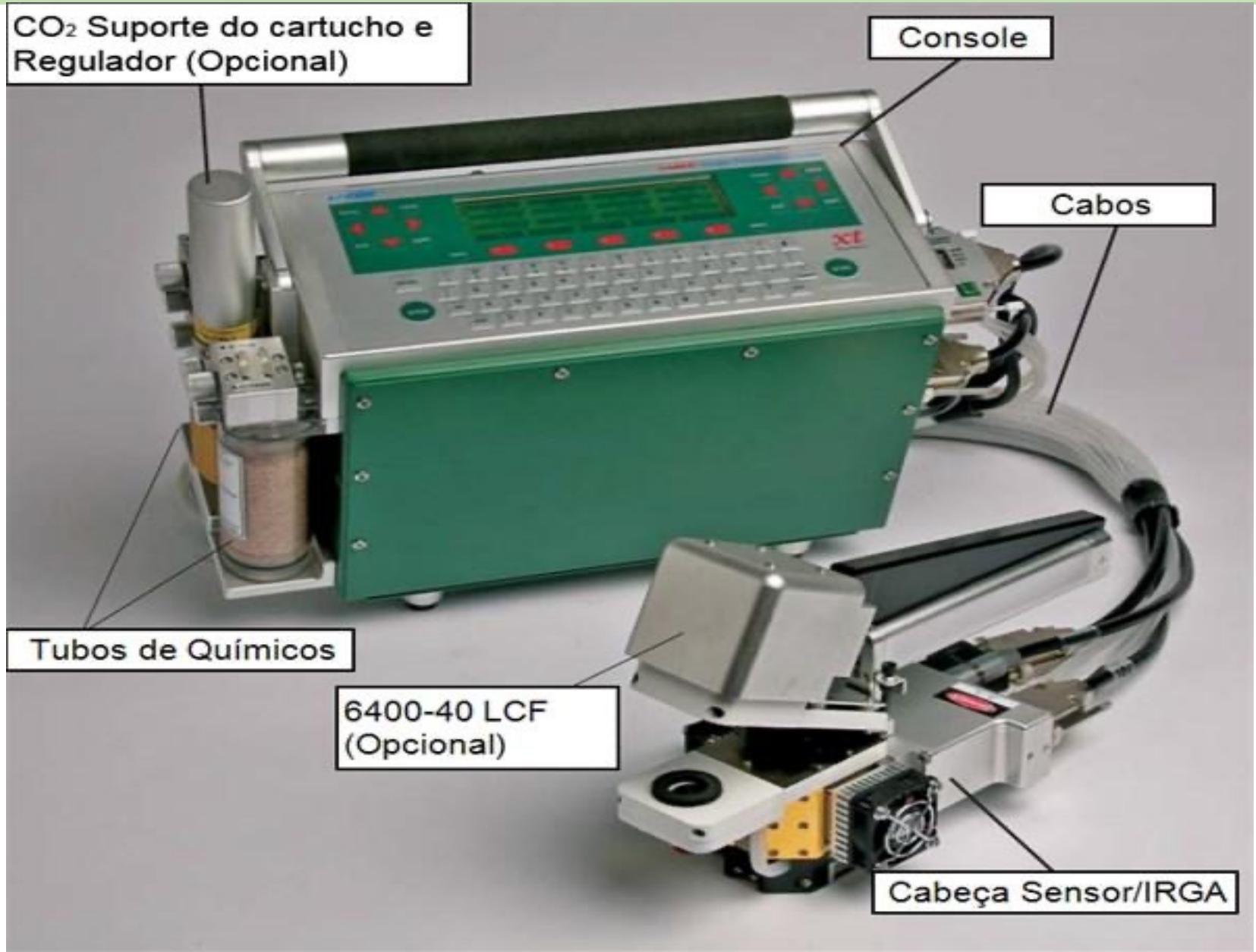
Console

Cabos

Tubos de Químicos

6400-40 LCF
(Opcional)

Cabeça Sensor/IRGA



Li - 6400XT



Botão Liga/Desliga



RS-232

Referência

Amostra

Entrada de ar

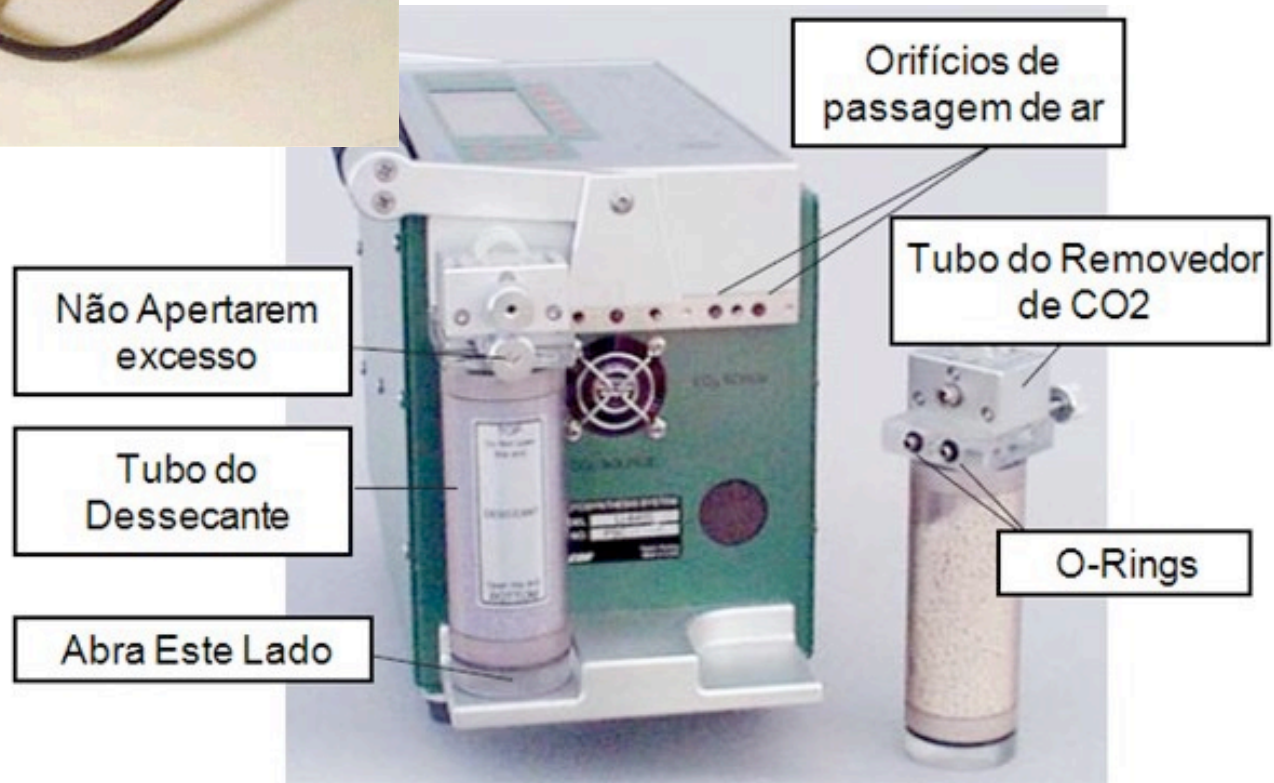
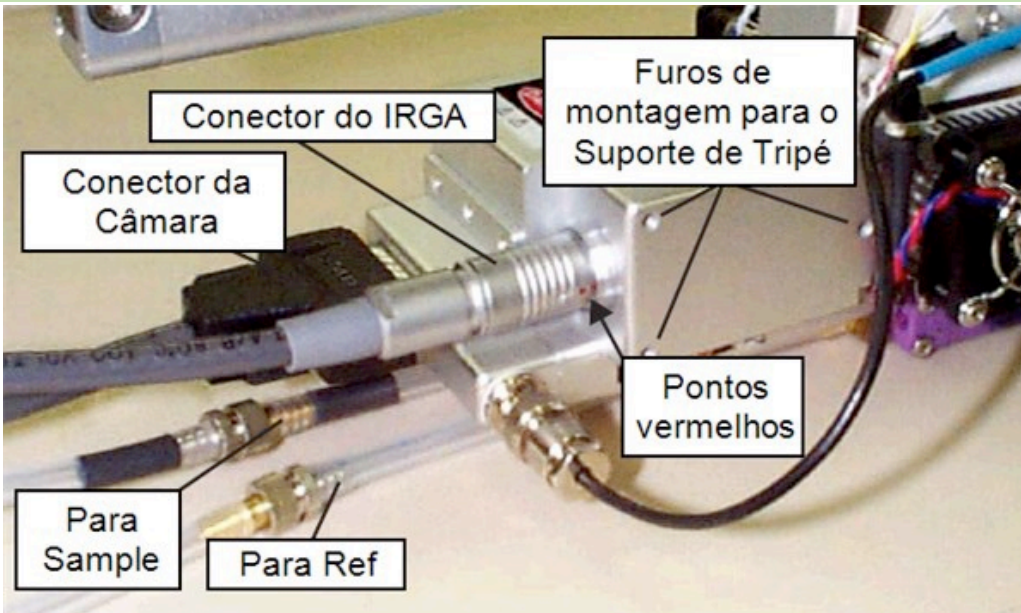


10.5-15VDC
3AMPS

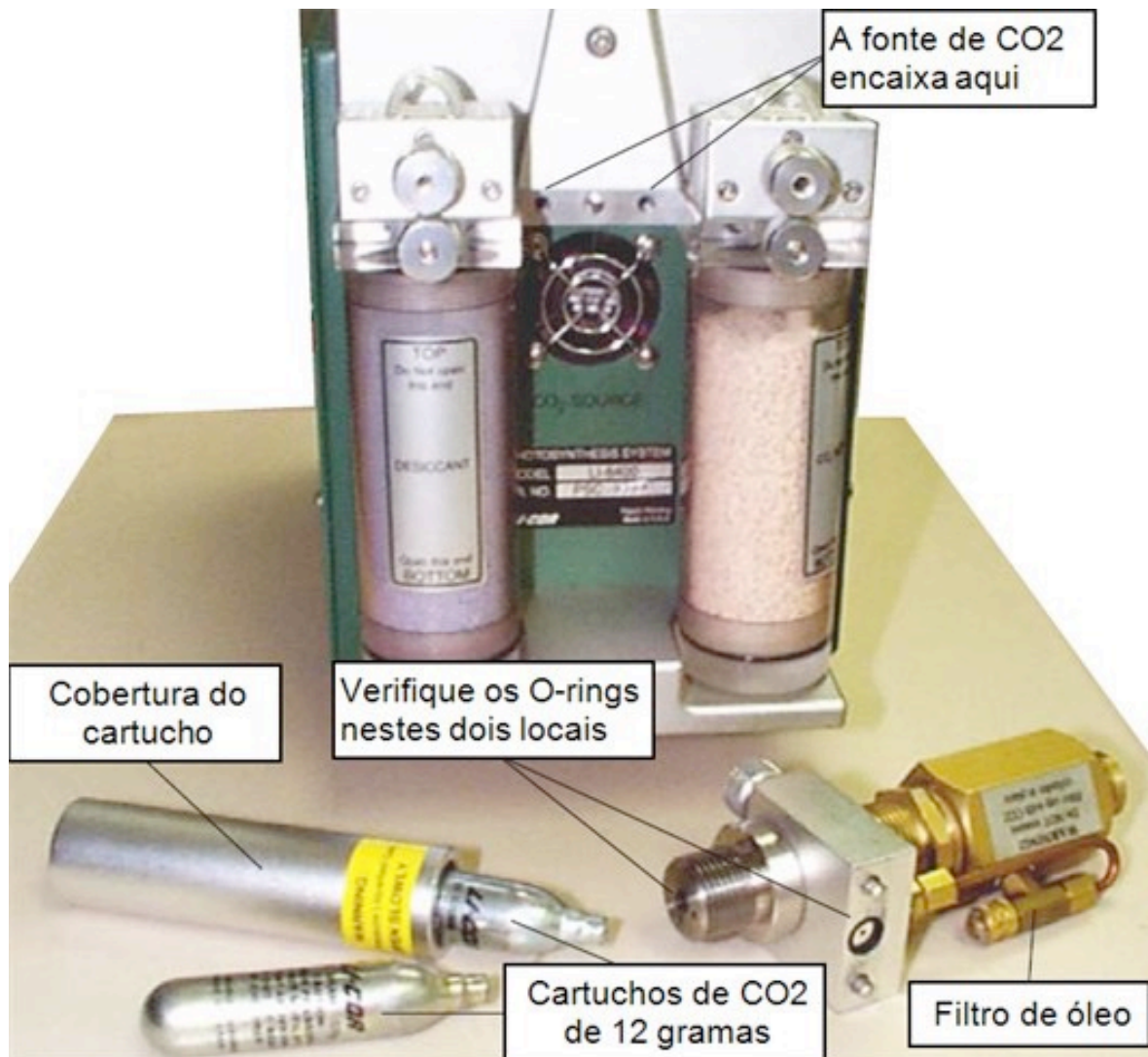
INLET

INPUT 17.2VDC 17W
OUTPUT 14.8VDC 4.5A MAX
BATTERY INPUT 12VDC CHARGE 14.8VDC 0.85A MAX
LI-COR MODEL 6400-70
CE

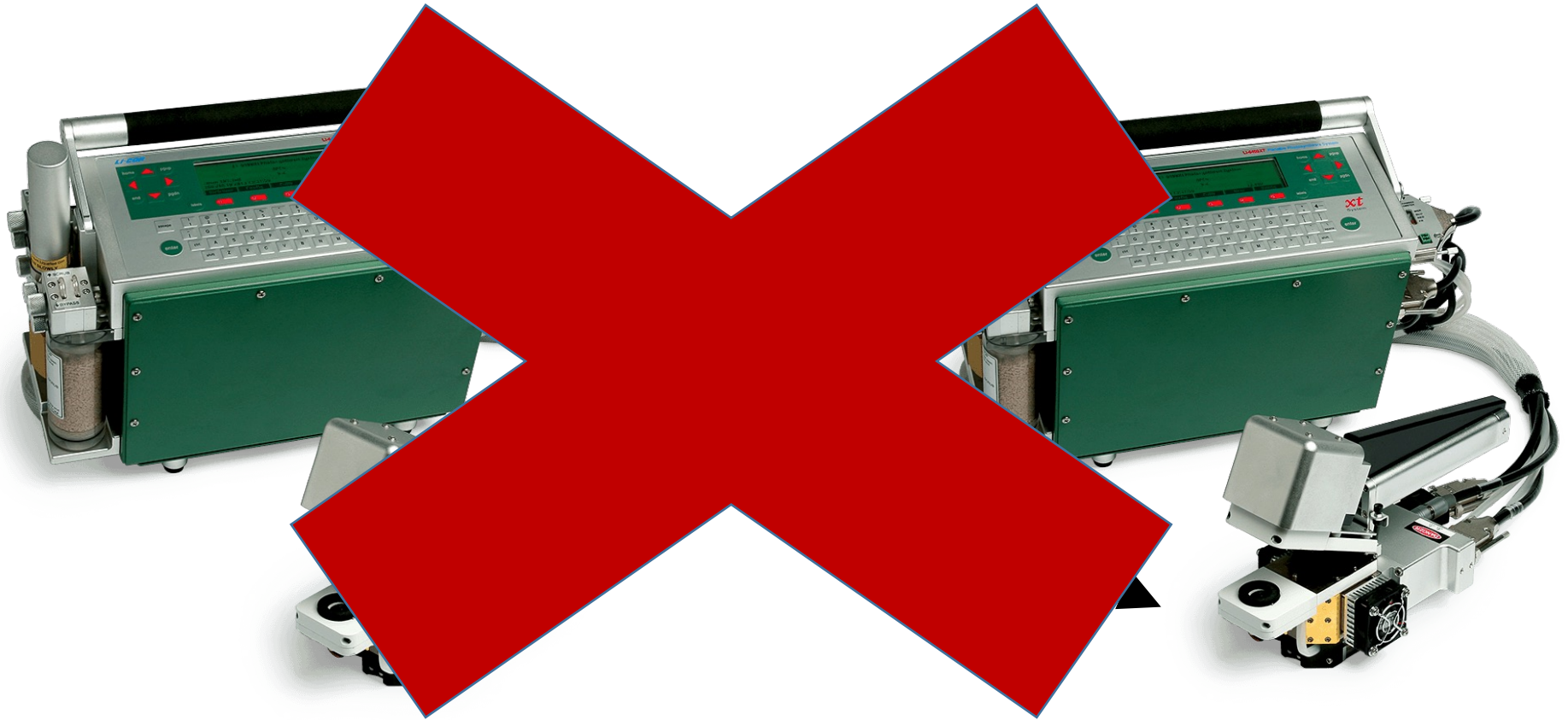
Li – 6400XT



Li – 6400XT



Li – 6400XT

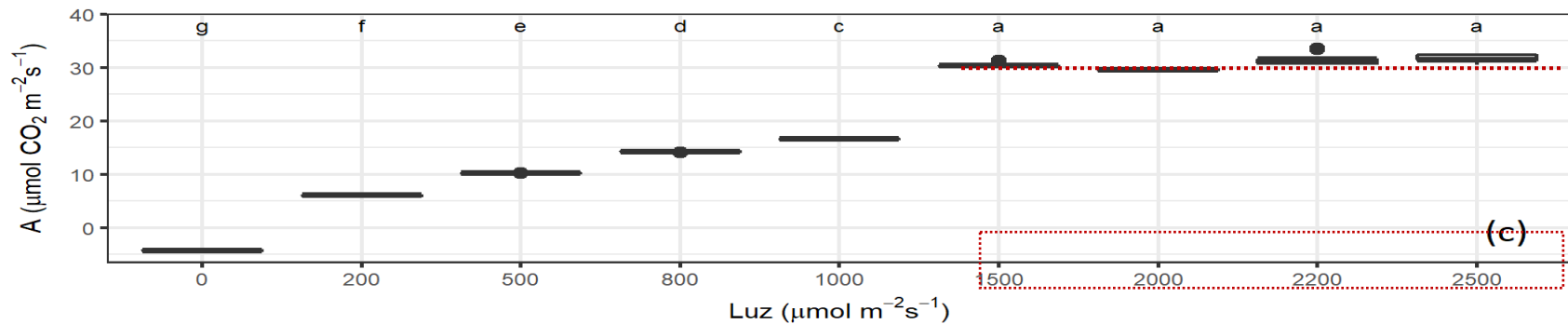
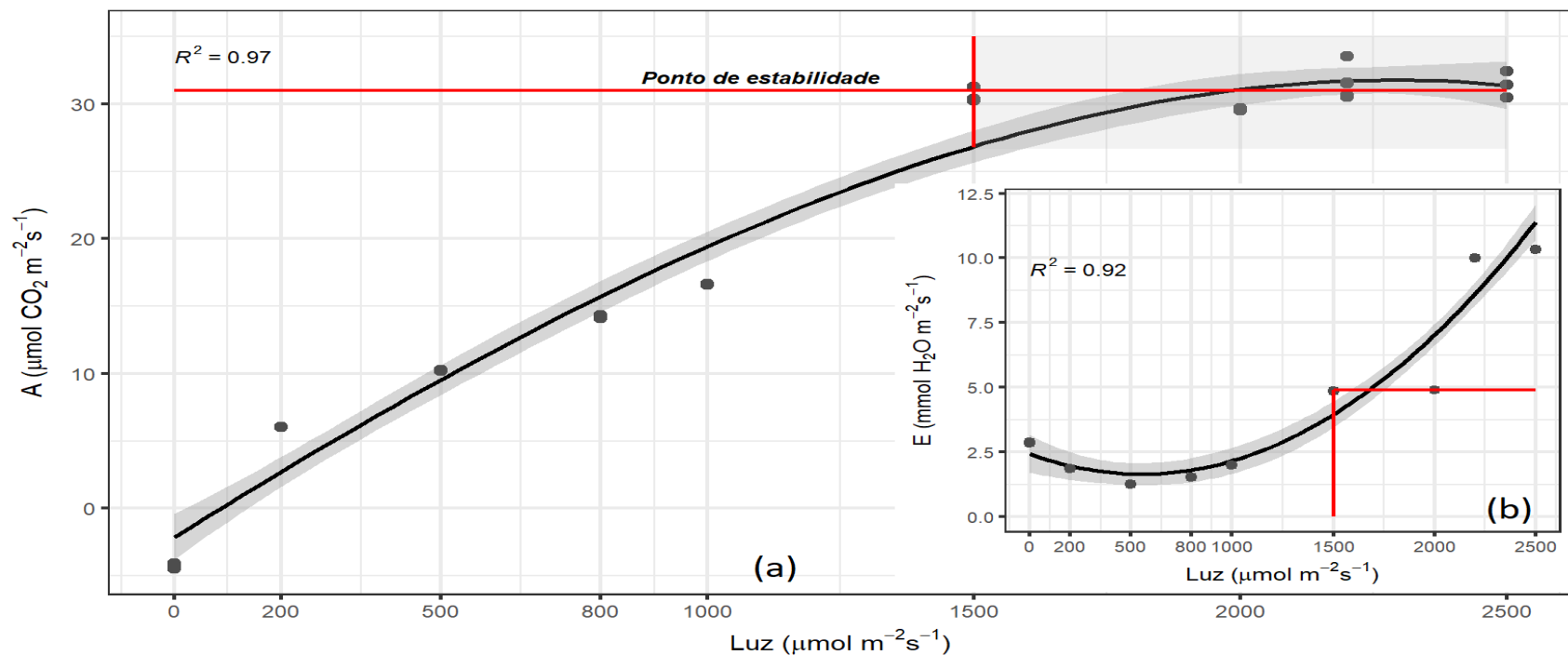


Vamos usar o IRGA ?



Simulador

CURVA DE LUZ NOA CULTURA DO MILHETO IRRIGADO

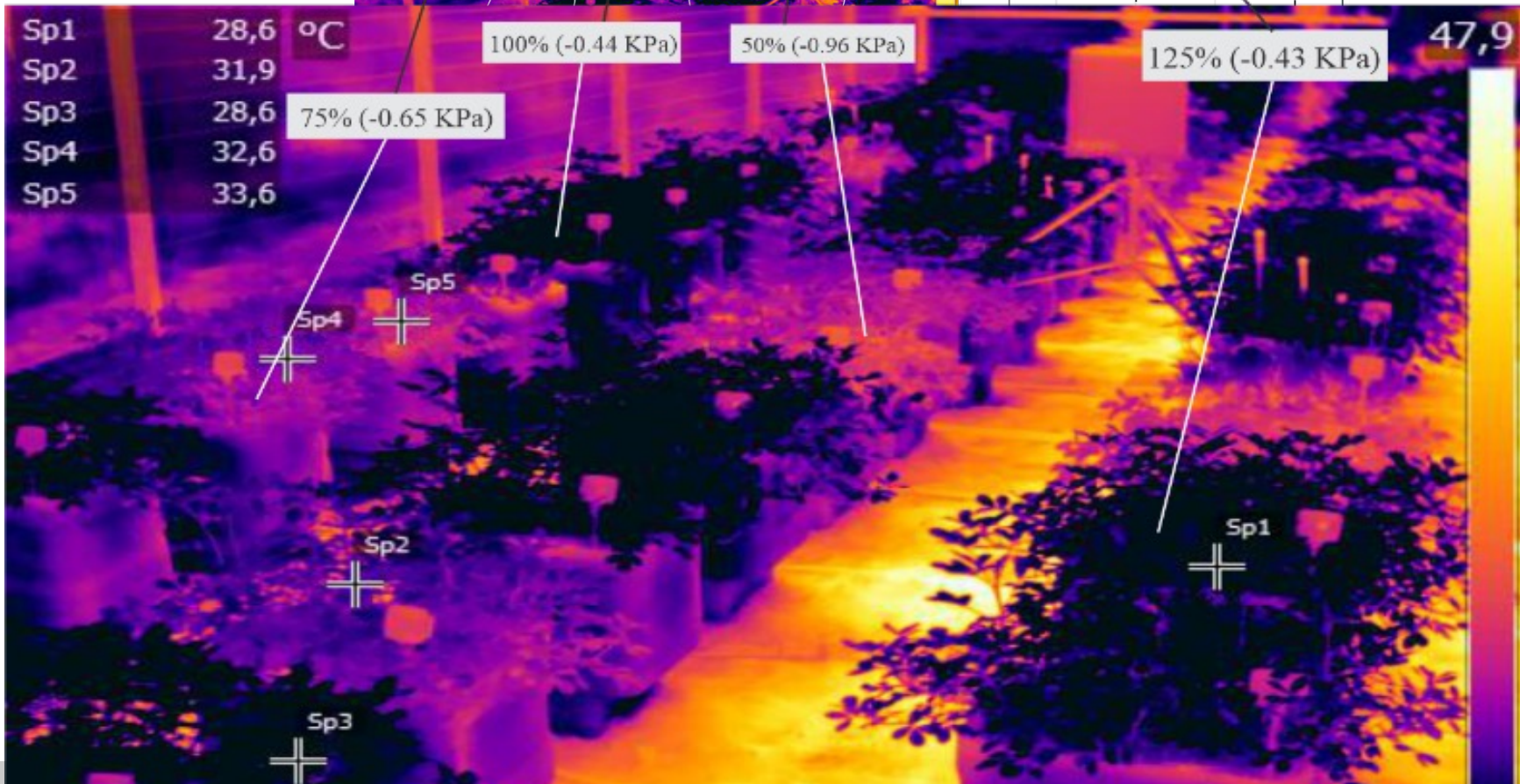


Curva de resposta - A (a), transpiração - E. Teste de médias para condição de manejo de irrigação de 100% θ_{cc} (b).

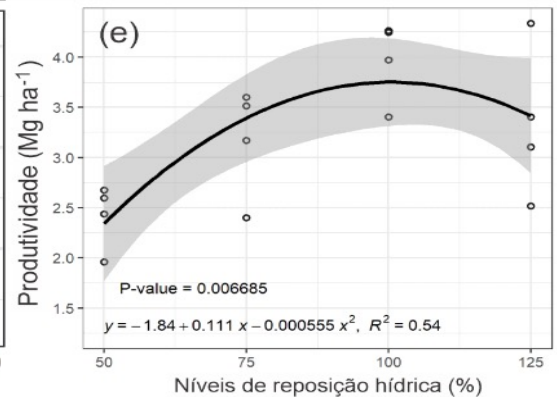
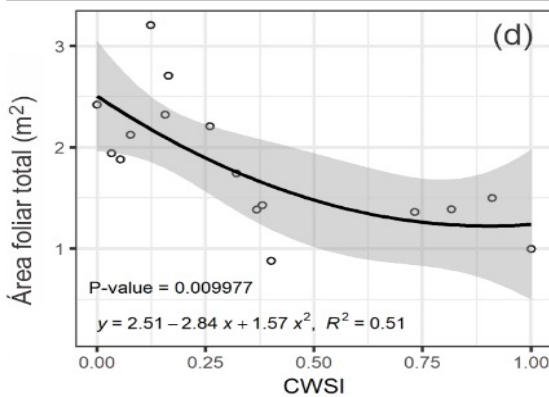
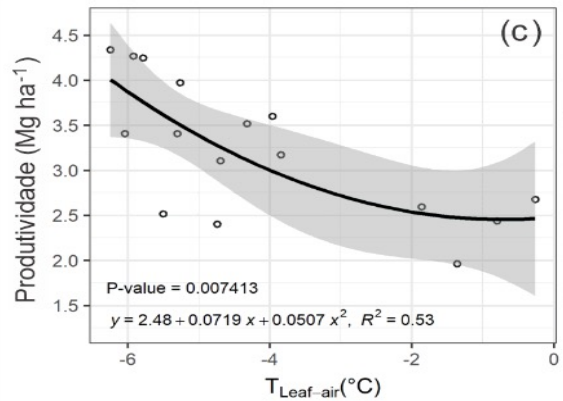
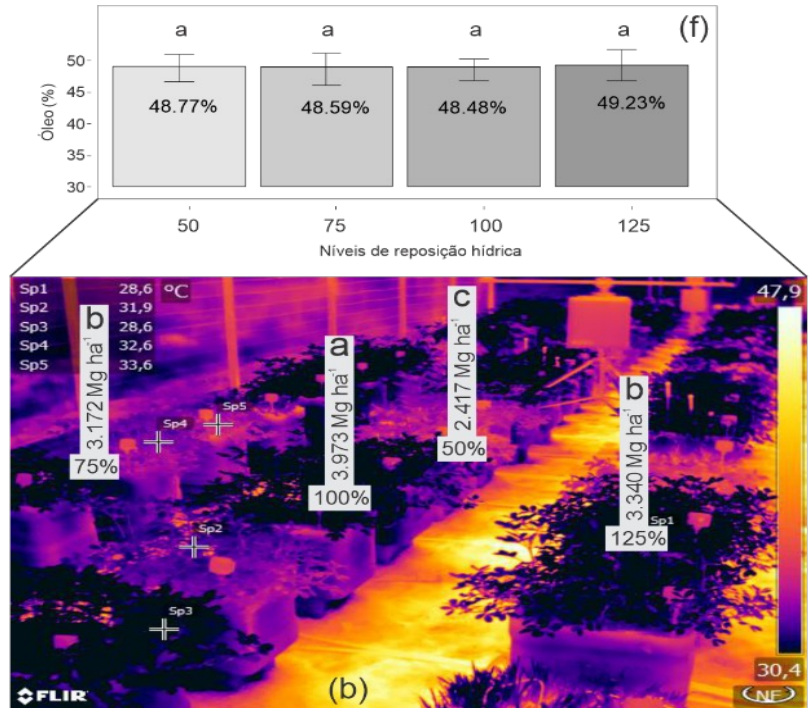
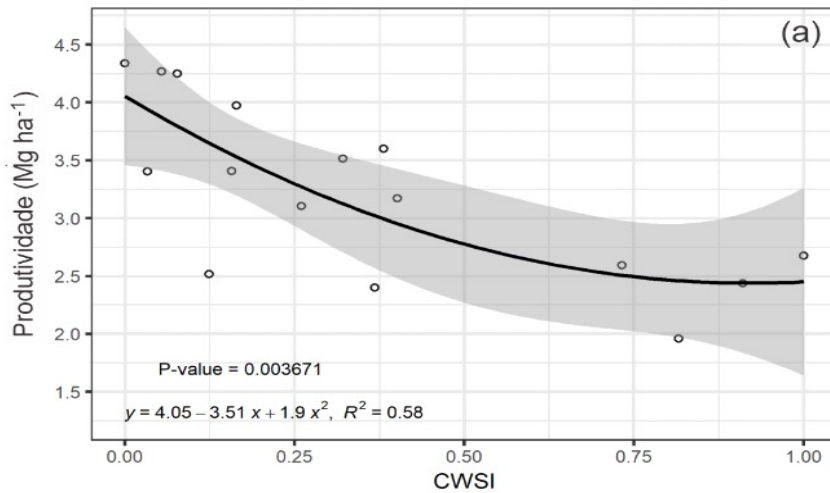


Tibs -0.26 (°C)	
	(g)

- Sp1
- Sp2
- Sp3
- Sp4
- Sp5



Resultados



Indicadores para manejo da água de irrigação

Indicadores de manejo de irrigação

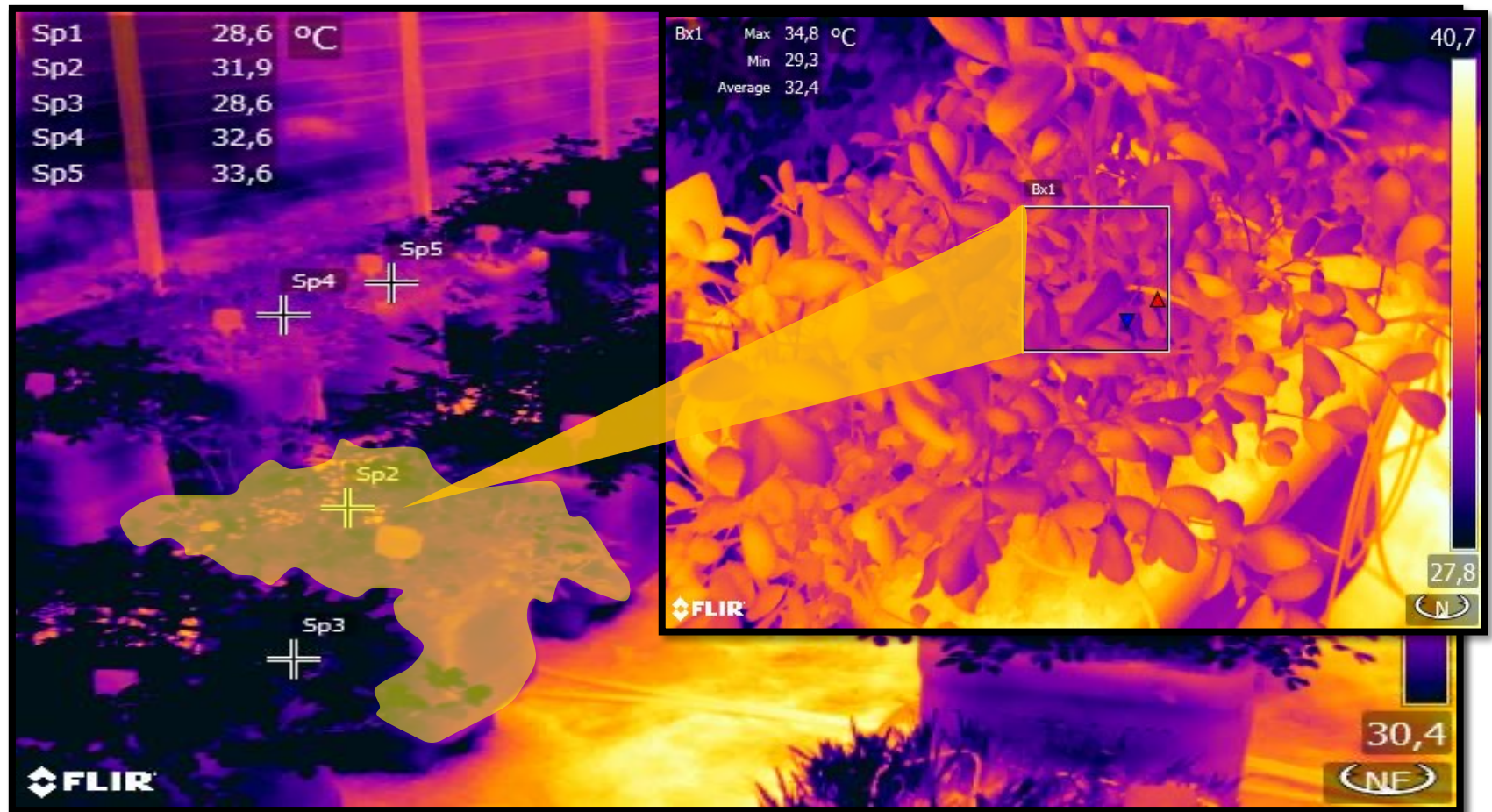


Imagem RGB, visão geral do dossel das plantas de amendoim

Indicadores para manejo da água de irrigação

Indicadores de manejo de irrigação

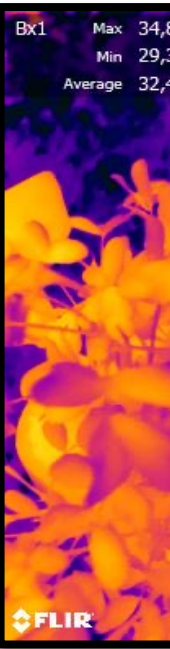
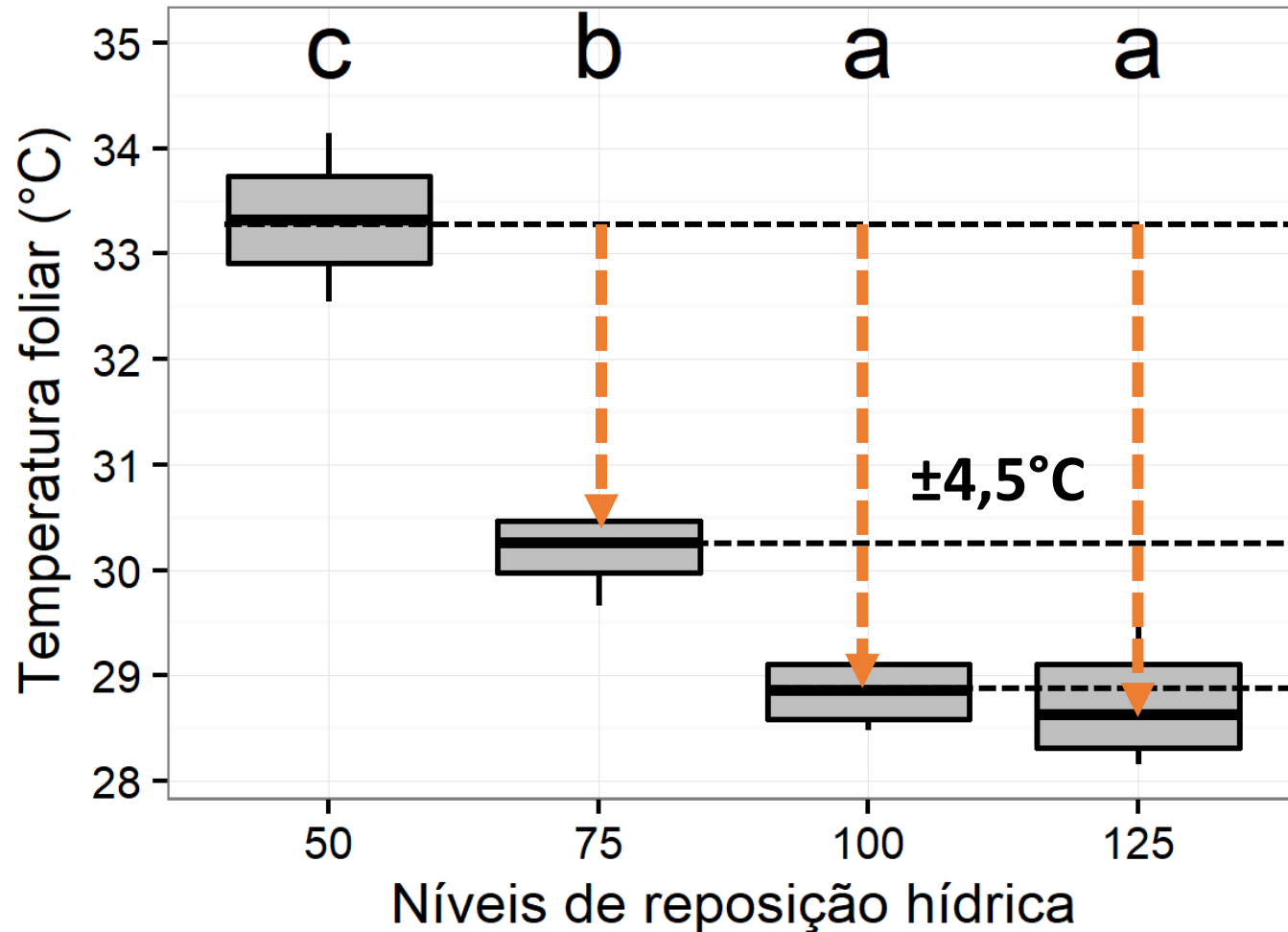
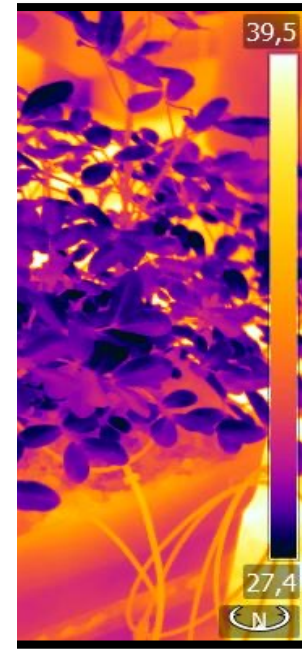
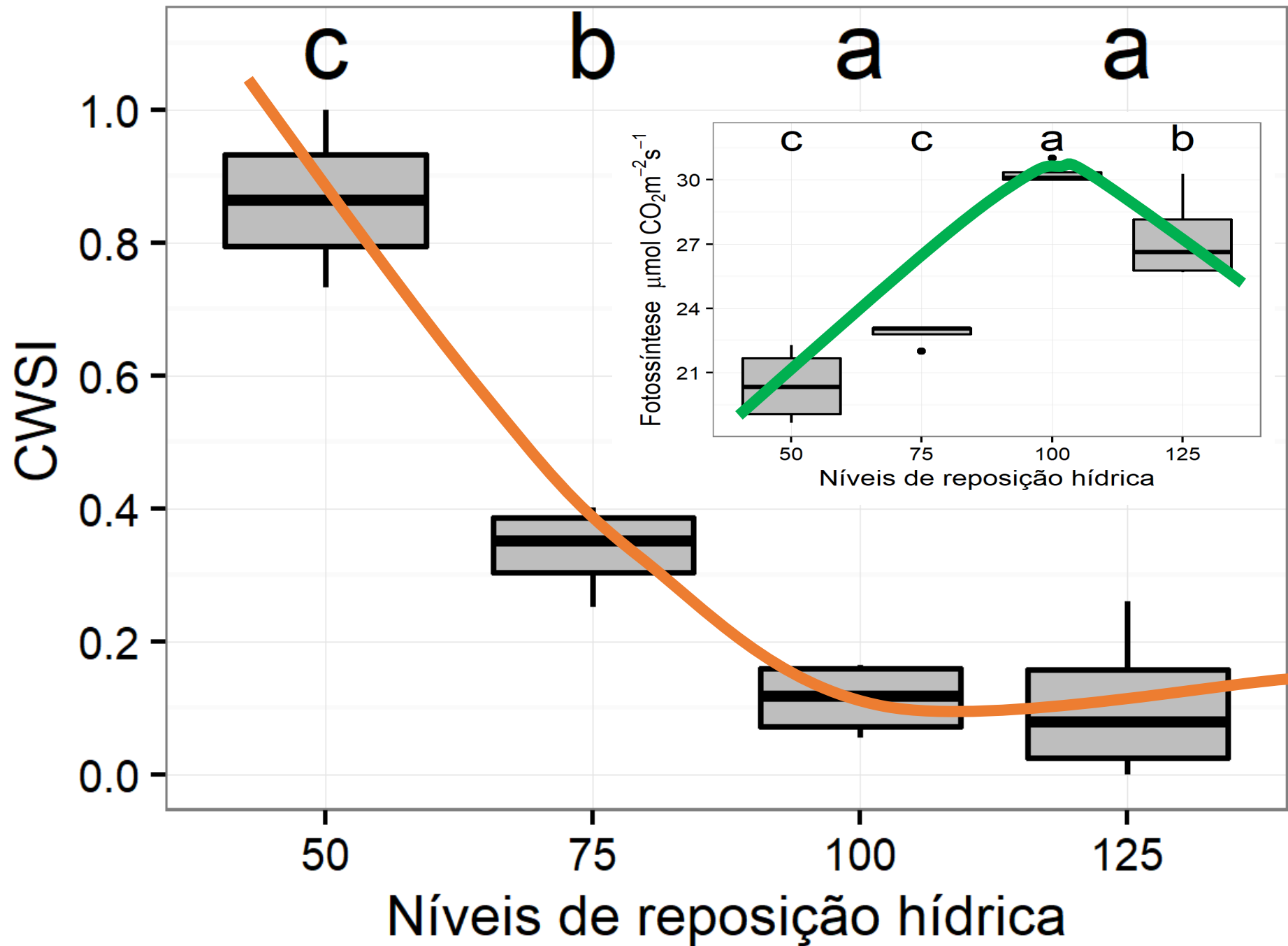


Imagem térmica hídrica

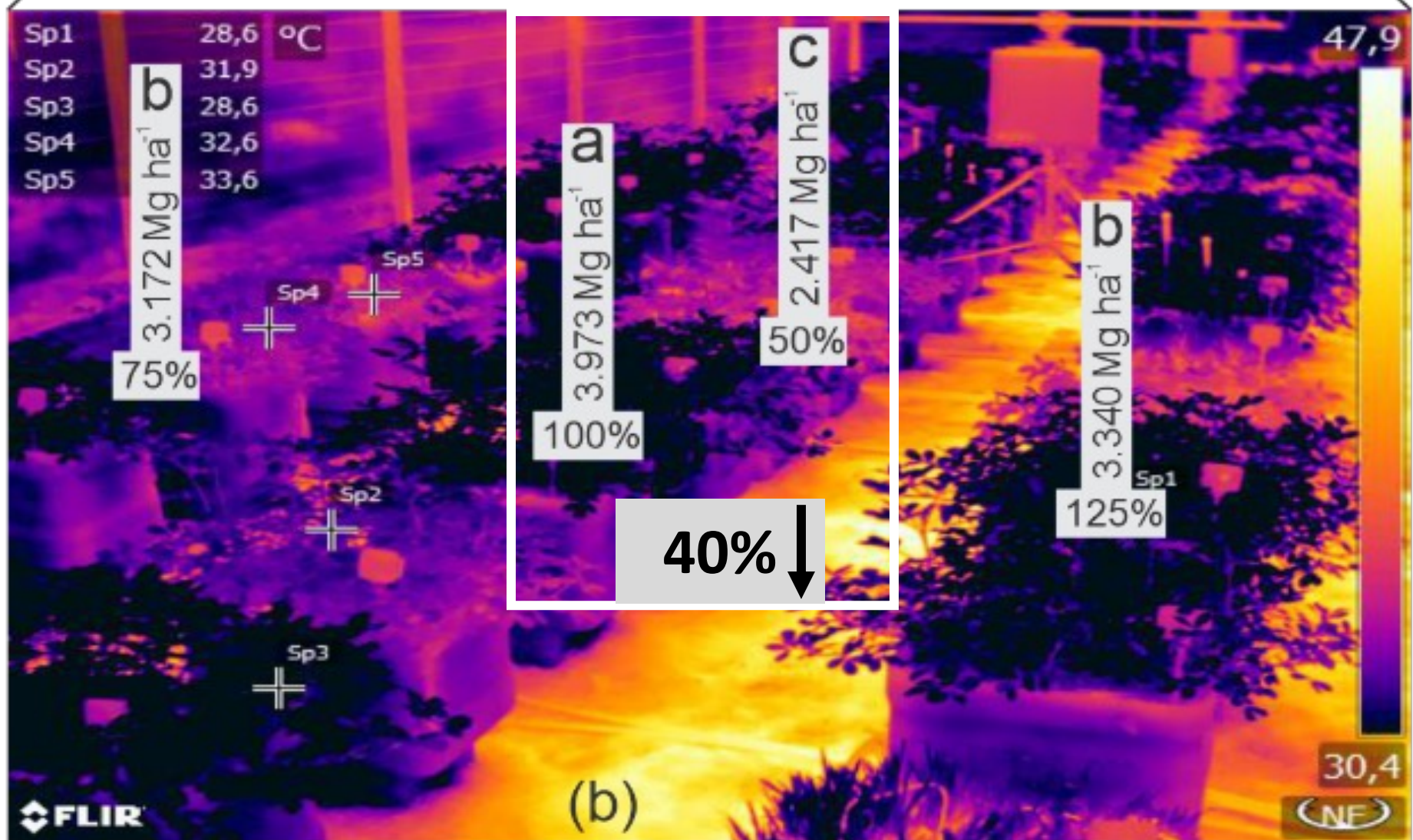


posição CC



Indicadores para manejo da água de irrigação

Indicadores de manejo de irrigação





Universidade de São Paulo - USP
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA
Análise de Solo e Planta – CEN 0409



Obrigado!

Perguntas?

Professores: **Cassio Hamilton Abreu Junior** – cahabreu@cena.usp.br
Takashi Muraoka – muraoka@cena.usp.br

Supervisor: **Timóteo Herculino da Silva Barros** – timoteo@alumni.usp.br