

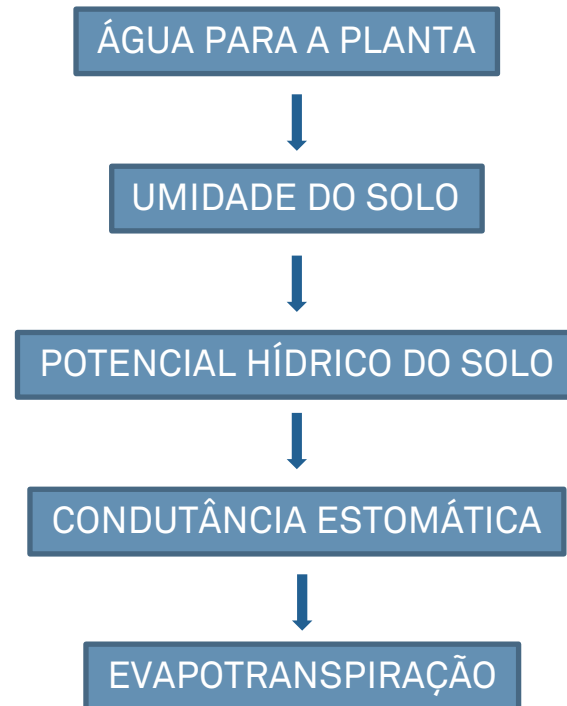


METER

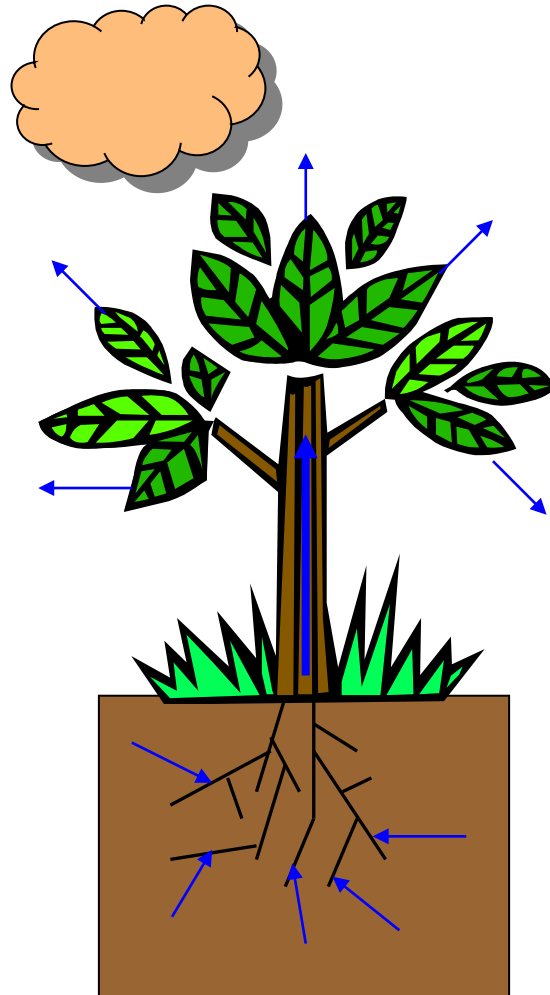
MONITORAMENTO DO STATUS HÍDRICO DA PLANTA

Fabio Hitoshi Sakaguchi

PROGRAMA



COMO TER INFORMAÇÕES SOBRE O STATUS HÍDRICO DA PLANTA



MONITORAMENTO DA ATMOSFERA

MONITORAMENTO DA PLANTA

MONITORAMENTO DO SOLO



MONITORAMENTO DO SOLO

UMIDADE E POTENCIAL HÍDRICO

FONTE DE ÁGUA: SOLO



Variável que descreve
a quantidade
(extensiva)

UMIDADE

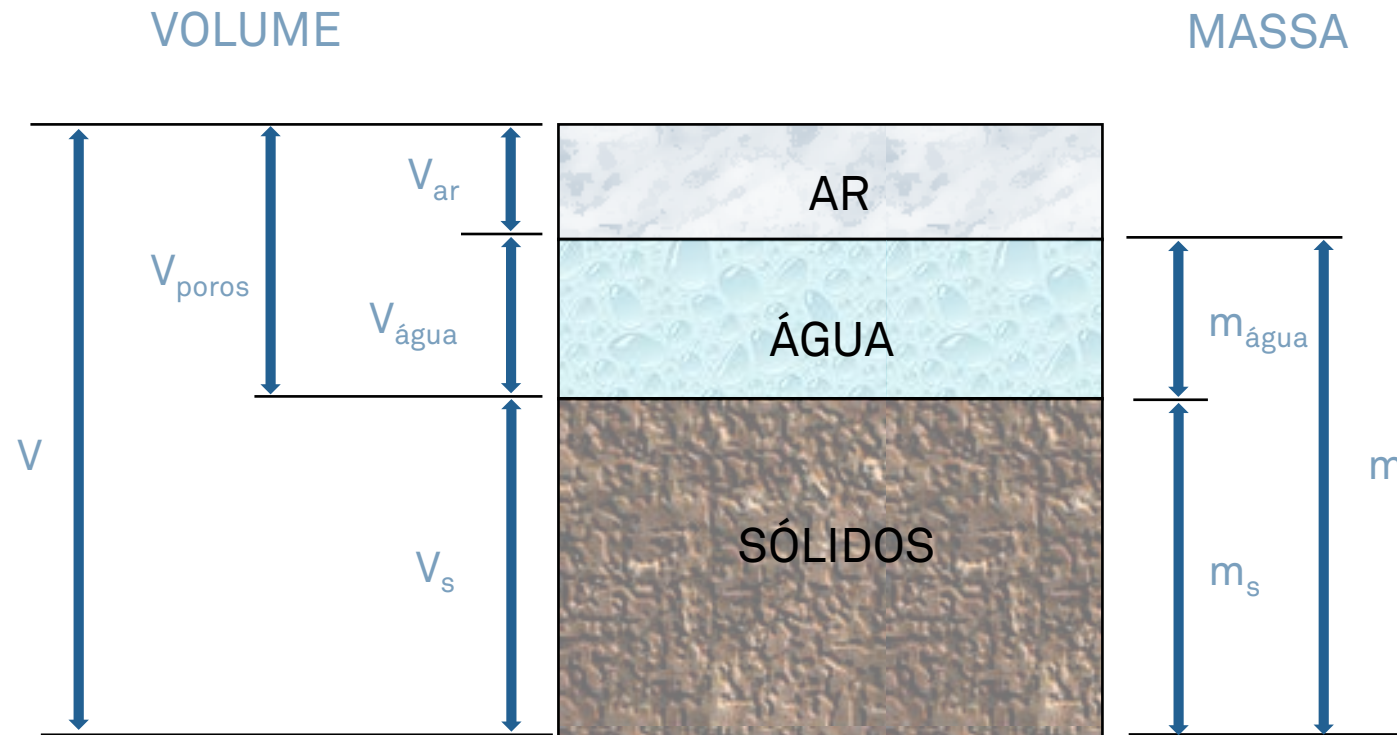
Variável que descreve
a qualidade
(intensiva)

POTENCIAL HÍDRICO



DEFINIÇÃO DE UMIDADE

Umidade do solo é a quantidade de água presente no solo



Métodos de medições *in situ* podem somente medir CVA



DEFINIÇÃO DE POTENCIAL HÍDRICO

Energia requerida, por quantidade de água, para transportar uma quantidade infinitesimal de água da amostra para um referencial de água pura e livre

A energia requerida para puxar a água do solo ou do tecido vegetal para o referencial de água pura e livre.

Quanto mais presa a água estiver no sistema, menor o potencial hídrico (mais negativo), e mais energia para retirar



POTENCIAL HÍDRICO

Energia por unidade de massa, volume, ou peso de água

Uma referência deve ser especificada (água pura e livre é a referência, tendo potencial hídrico de 0)

Unidades típicas são de pressão: MPa, kPa, mH₂O, bars



POTENCIAL HÍDRICO

GUIA PARA UNIDADES DE POTENCIAL HÍDRICO

	J/kg	MPa	Bars	cm de H ₂ O	UR	pF	Pto. Congel °C
	-1	-0.001	-0.01	-10	0.999993	1.01	-0.0008
	-10	-0.01	-0.1	-102	0.999926	2.01	-0.0076
CC	-33	-0.033	-0.33	-337	0.999756	2.53	-0.0252
	-100	-0.1	-1	-1,020	0.999261	3.01	-0.0764
	-1,000	-1	-10	-10,204	0.992638	4.01	-0.7635
PMP	-1,500	-1.5	-15	-15,306	0.988977	4.18	-1.1453
	-10,000	-10	-100	-102,041	0.928772	5.01	-7.6352
Seco ao Ar	-100,000	-100	-1,000	-1,020,408	0.477632	6.01	-76.3519
Seco em Estufa	-1,000,000	-1,000	-10,000		0.000618	7.01	

CC—valor para o limite superior drenado do potencial hídrico no solo.

PMP—valor típico para o limite inferior de água disponível para a planta no solo.

Seco ao Ar—este valor varia de acordo com a umidade atmosférica.

Umidade Relativa—computado assumindo uma temperatura do ar de 293K.

pF—é o logaritmo de base 10 do potencial hídrico em cm.



COMPONENTES DO POTENCIAL

$$\psi = \psi_m + \psi_g + \psi_o + \psi_p$$

m	mátrico – forças de adsorção
g	gravitacional – posição
o	osmótico – solutos
p	pressão – hidrostático ou pneumático



POTENCIAL MÁTRICO

- Vem da atração entre a água e as partículas do solo, proteínas, celulose, etc
- Quanto mais as forças adesivas e coesivas prendem a água → Menor a energia potencial se comparada com a água referencial
- Mais importante componente quando se fala de solo
- Sempre negativo
- Altamente dependente da superfície específica do solo



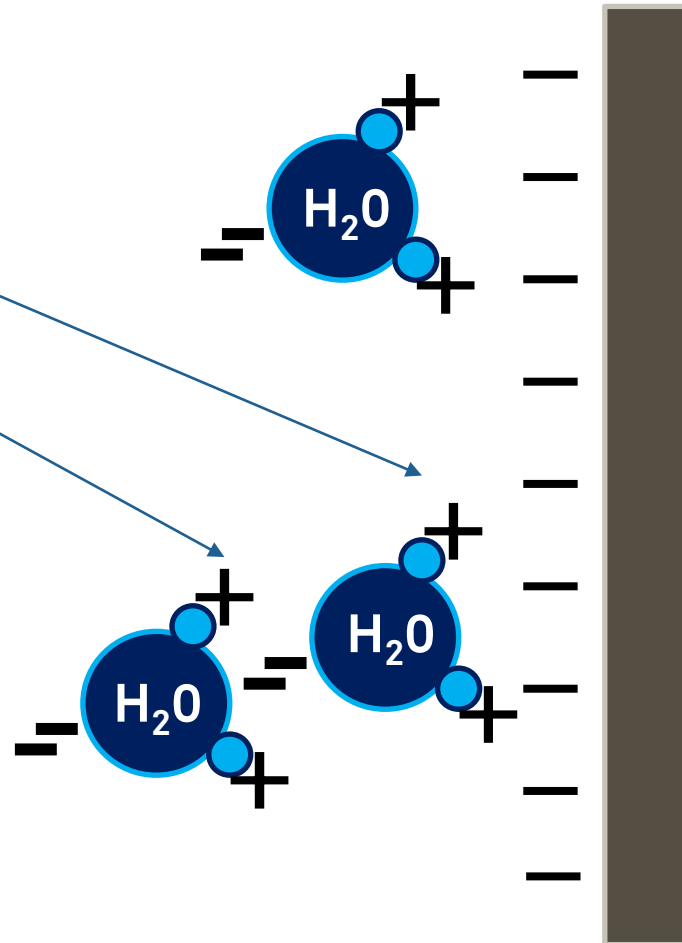
POTENCIAL MÁTRICO

Adsorção da água à superfície do solo

Adesão

Coesão

Moléculas de
água polares



Cargas na
Superfície
do Solo



POTENCIAL OSMÓTICO

Vem do efeito da diluição, quando solutos são dissolvidos na água

Sempre negativo

Presente quando em solos afetados por sais ou em plantas

Somente afeta sistemas com presença de barreiras semipermeáveis (raízes de plantas ou interface água-ar)

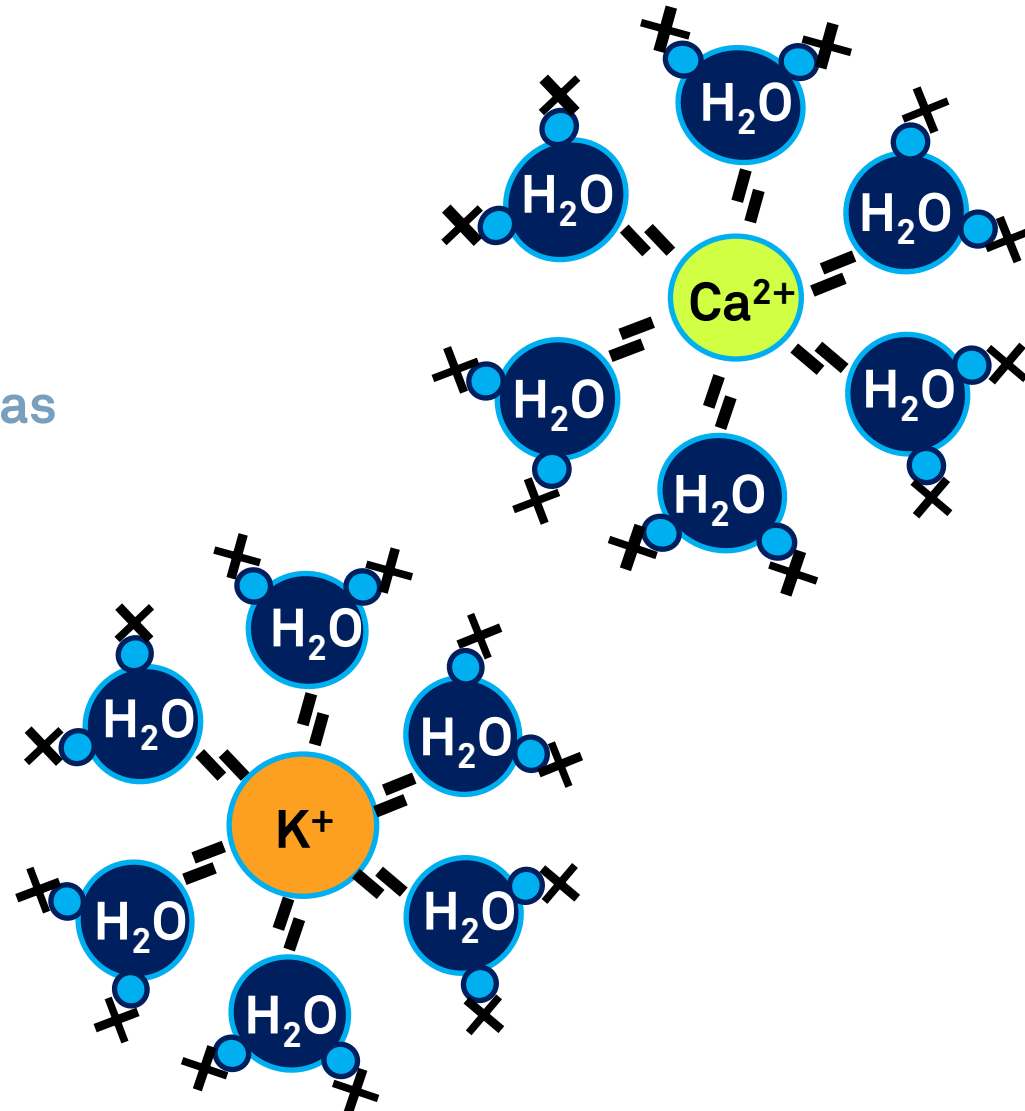


POTENCIAL OSMÓTICO

Solutos na água

(forças atrativas entre água e íons)

Importante em solos salinos e plantas



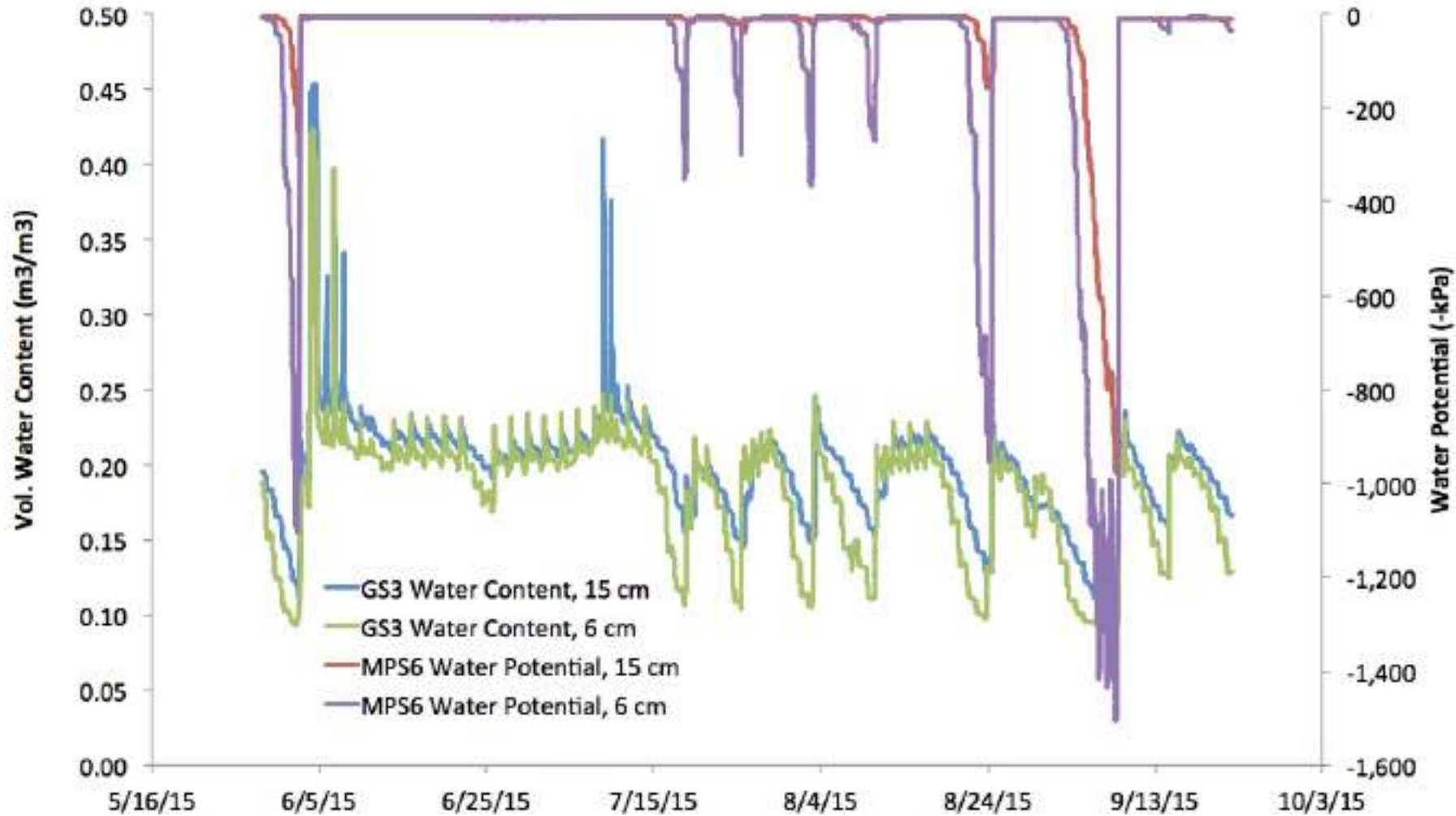
EM RESUMO...

Quanto tem de água no solo? **Umidade responde**

A água que tem no solo está disponível para a planta utilizar? **Potencial hídrico responde**



MONITORAMENTO DE ÁGUA



ÁGUA NO SOLO

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

MEDIÇÃO INDIRETA

Termalização por nêutrons

Sondas de nêutrons

Sonda de pulsos de calor de duas agulhas

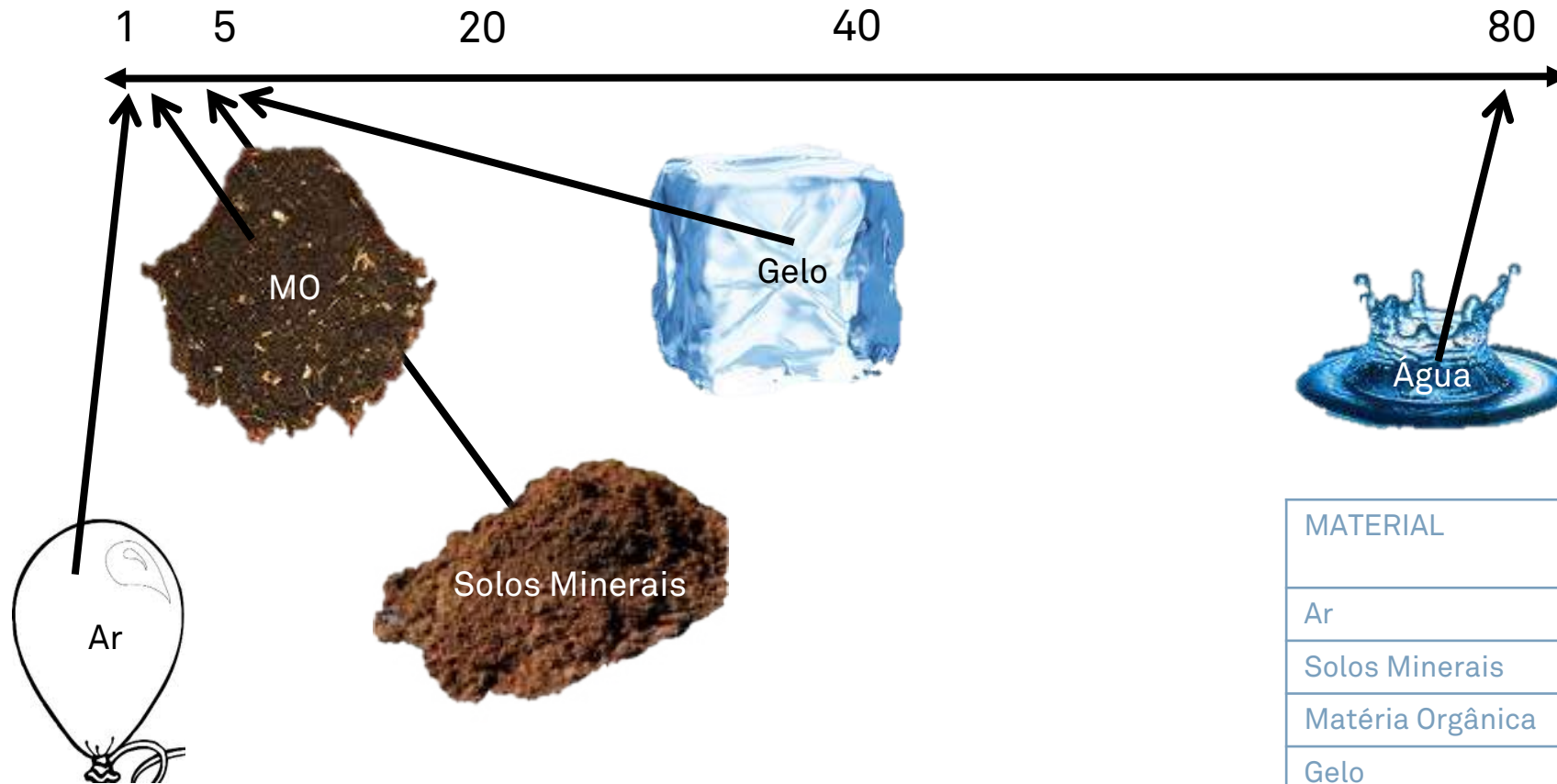
Medição dielétrica

- Capacitância/Frequency Domain Reflectometry (FDR)
- Time Domain Reflectometry (TDR)



TEORIA DIELÉTRICA

Permissividade Dielétrica: Capacidade de um material de reter cargas



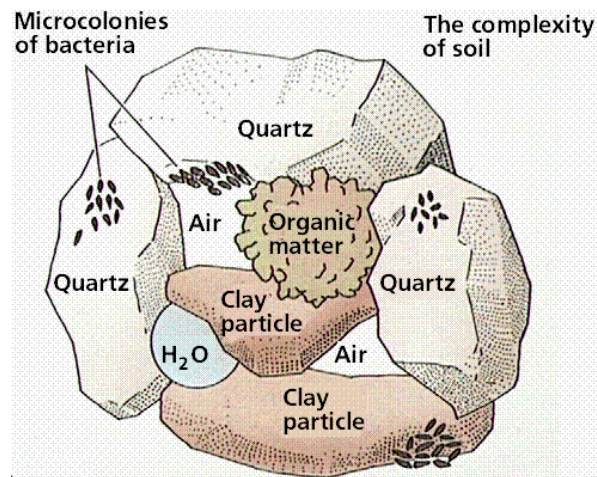
MATERIAL	PERMISSIVIDADE DIELÉTRICA
Ar	1
Solos Minerais	3 - 7
Matéria Orgânica	2 - 5
Gelo	5
Água	80



TEORIA DIELÉTRICA

EM MEIOS HETEROGÊNEOS:

- Fração do volume de qualquer constituinte é relacionado a permissividade dielétrica total
- Mudando o volume de qualquer constituinte muda-se também a dielétrica total
- Devido a sua alta permissividade dielétrica, mudanças no volume de água tem o efeito mais significativo na dielétrica total



MATERIAL	PERMISSIVIDADE DIELÉTRICA
Ar	1
Solos Minerais	3 - 7
Matéria Orgânica	2 - 5
Gelo	5
Água	80



TEORIA DIELÉTRICA

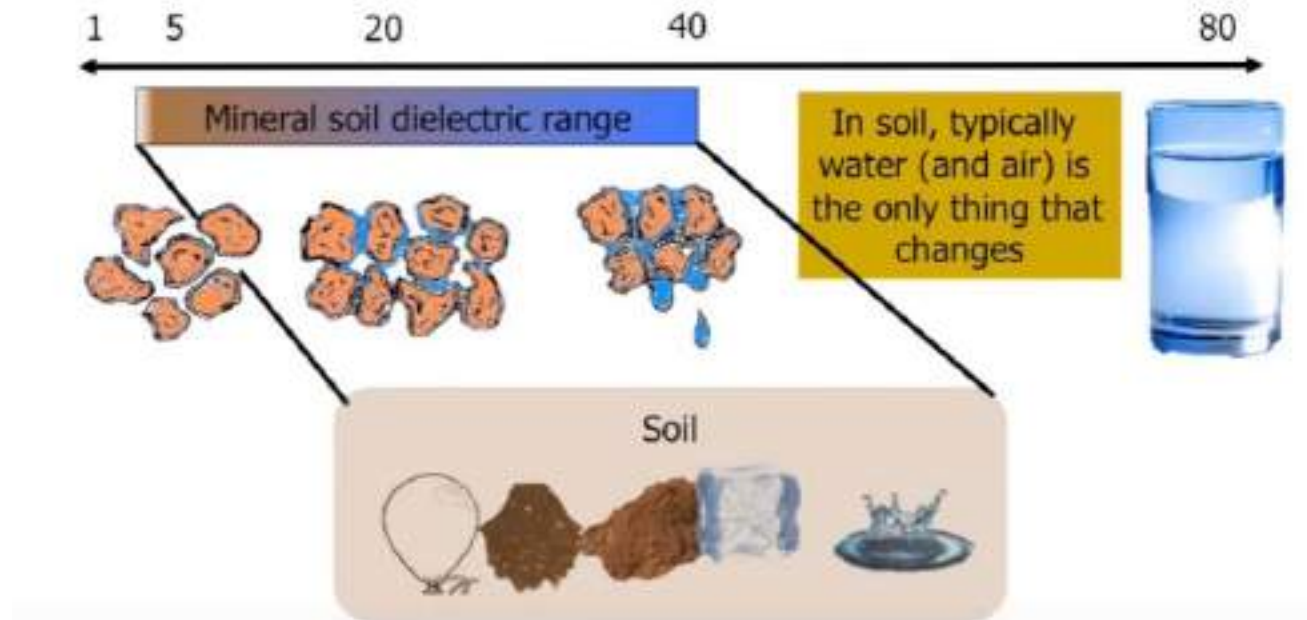
As frações de volume, V_x , são fatores significativos:

$$\varepsilon_t^b = \varepsilon_m^b V_m + \varepsilon_a^b V_a + \varepsilon_w^b \theta + \varepsilon_{om}^b V_{om} + \varepsilon_i^b V_i$$

Onde ε é a permissividade dielétrica, b é uma constante ao redor de 0.5, e os subscritos t , m , a , om , i , e w representam total, solos mineral, ar, matéria orgânica, gelo, e água.



DIELÉTRICA DOS MATERIAIS



SENSORES CAPACITÂNCIA

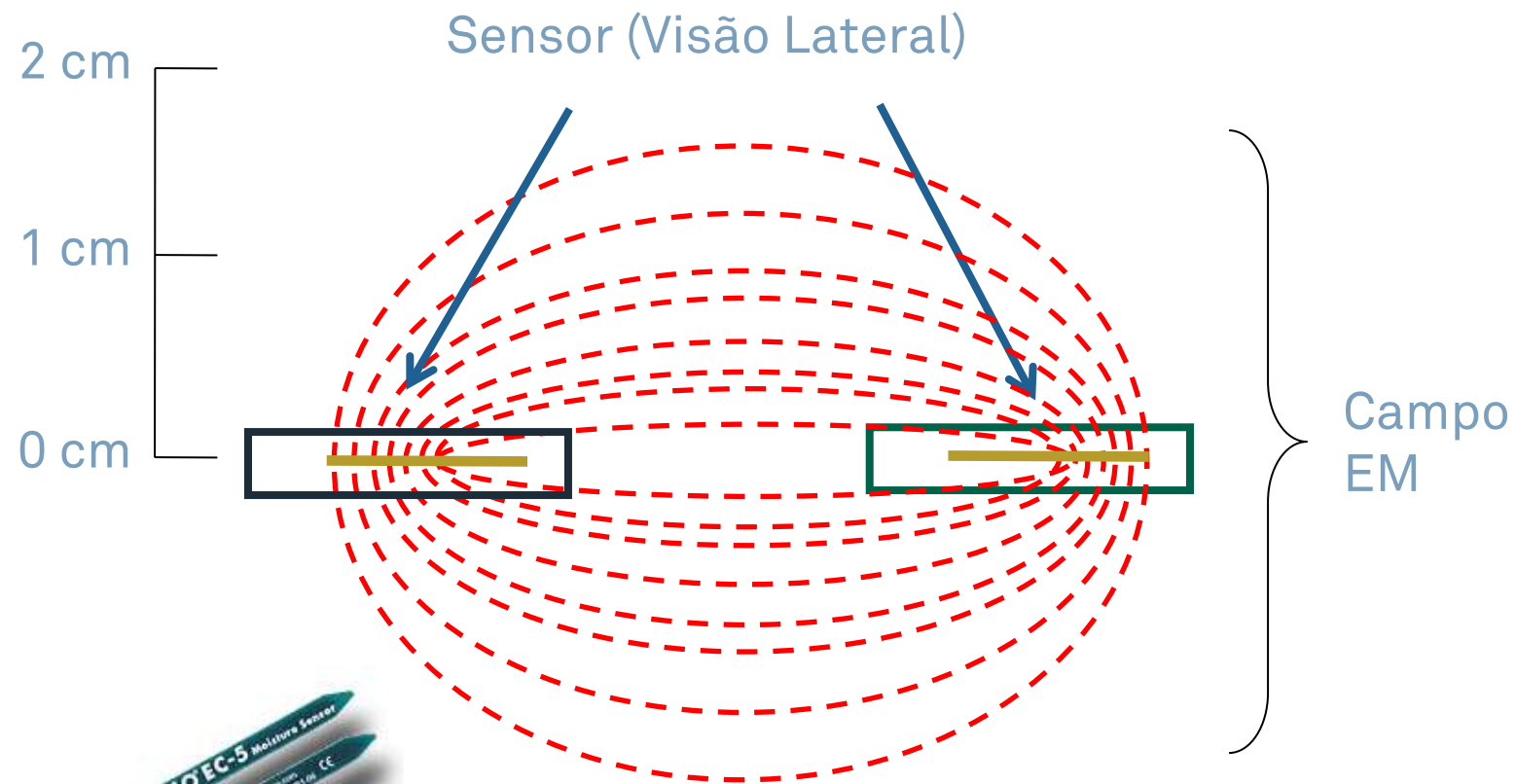
As sonda do sensor formam um grande capacitor

Agulhas de aço ou traços de cobre na placa de circuito são pratos de capacitor

- Meio ao redor é o material dielétrico
- O campo eletromagnético é produzido entre o prato positivo e o negativo



SENSORES CAPACITÂNCIA

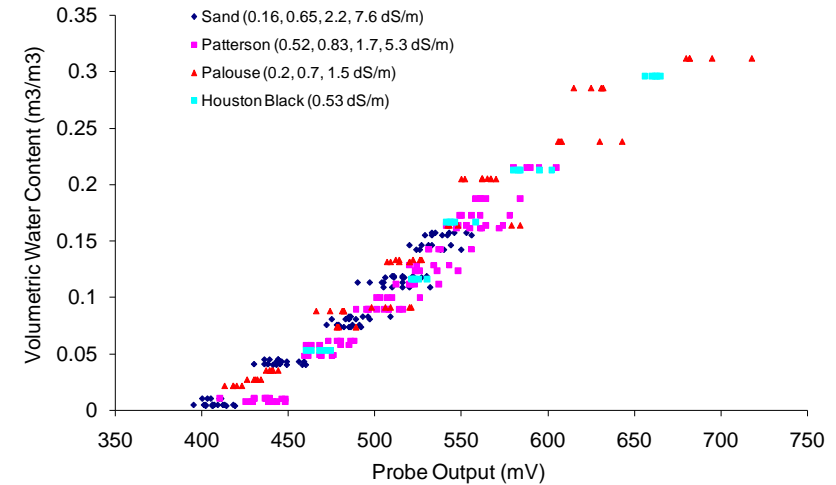


SENSORES CAPACITÂNCIA

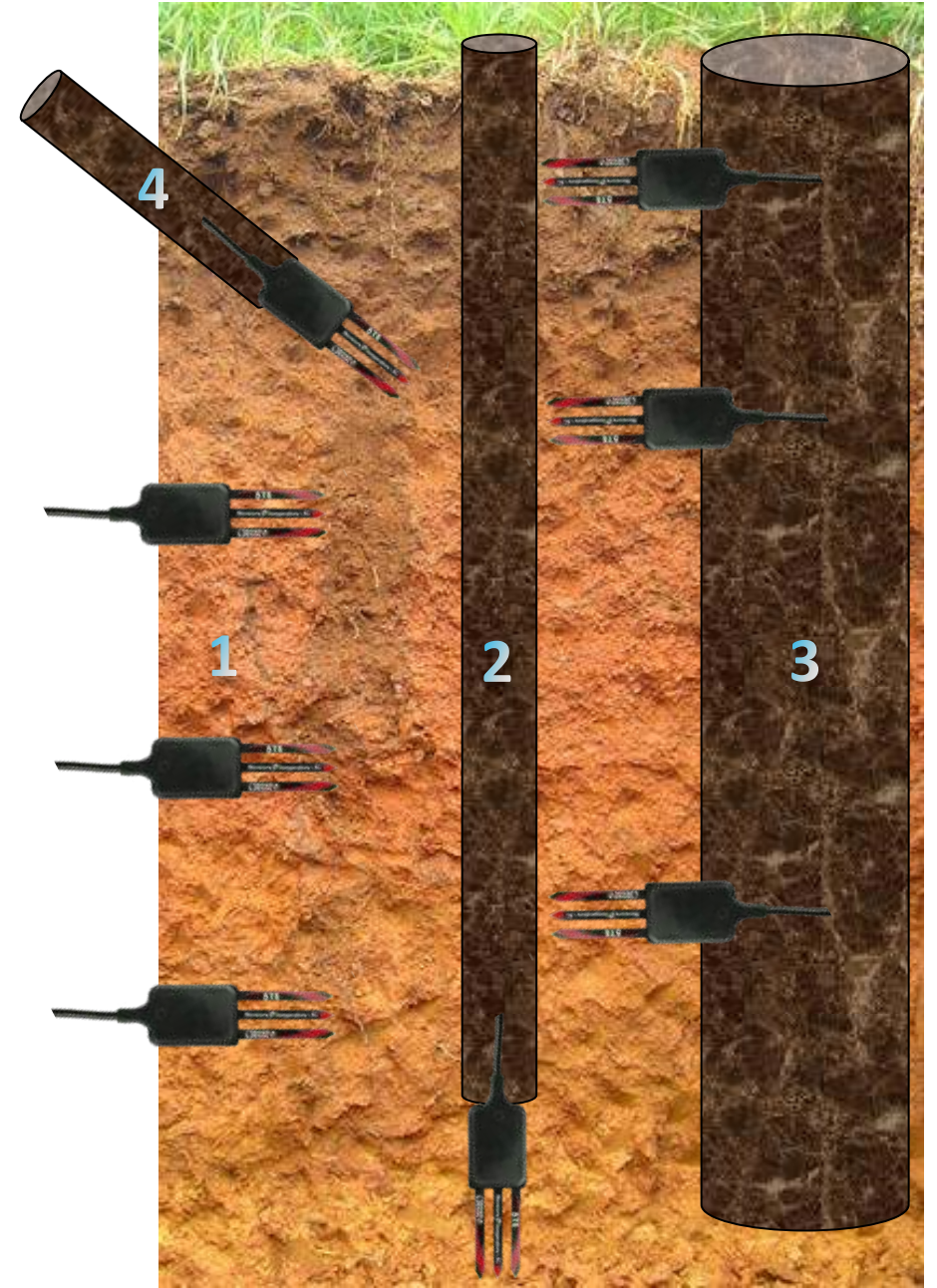
O carregamento do capacitor está diretamente relacionado à dielétrica

O circuito do sensor converte a carga do capacitor em uma saída de voltagem ou corrente

A saída do sensor é calibrada para conteúdo de água usando o método direto



INSTALAÇÕES



CAPACITÂNCIA

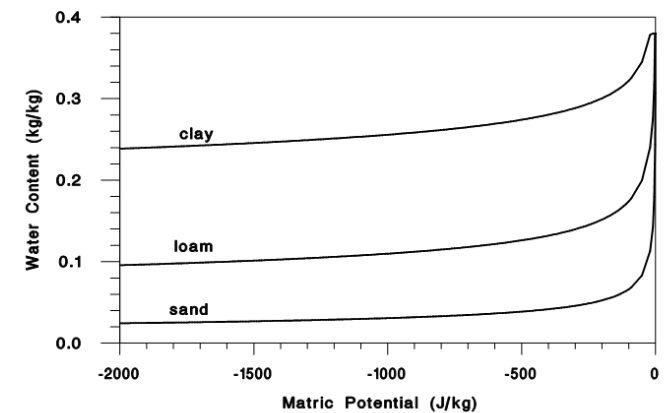
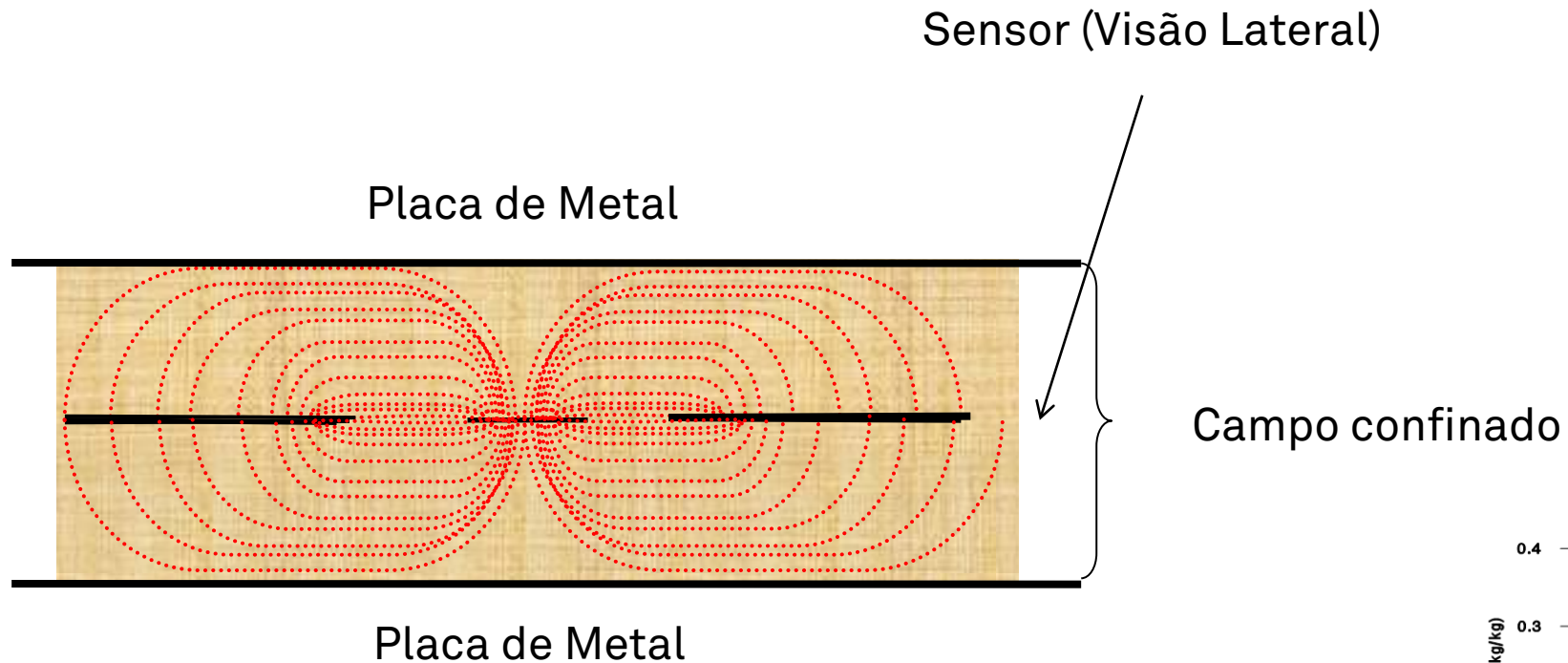
Matriz padrão equilibra com o solo

Conteúdo de água da matriz é medida pela capacitância

Estável (insensível a sais e dissolução)



CAPACITÂNCIA



TENSIÔMETROS

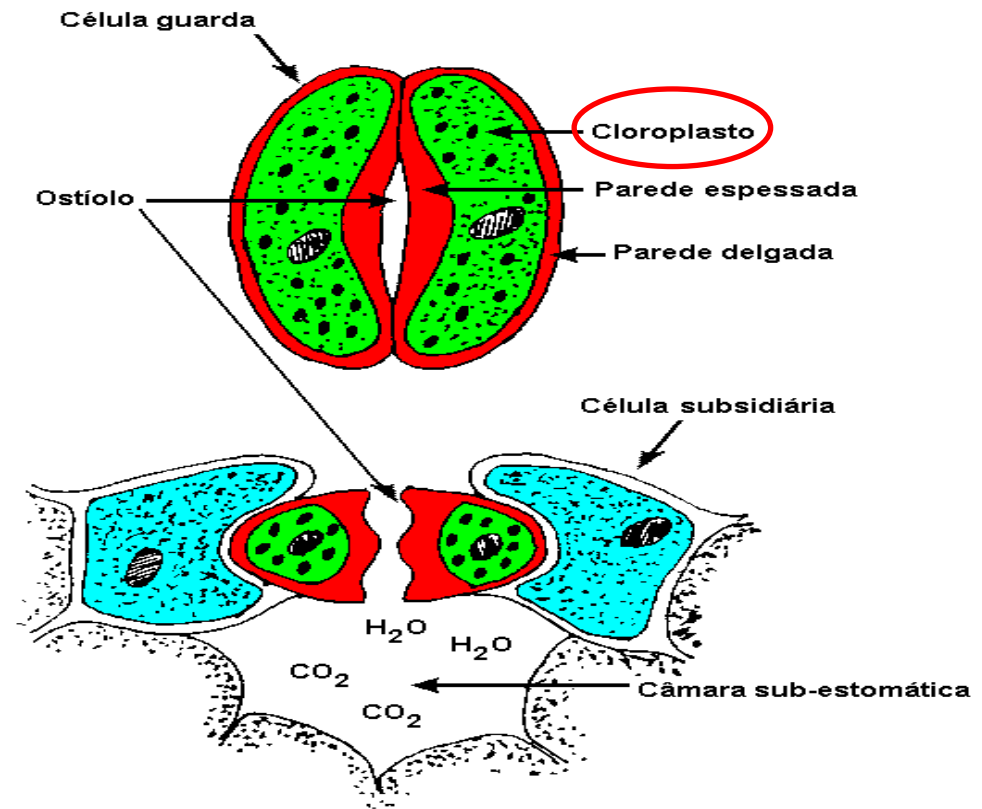
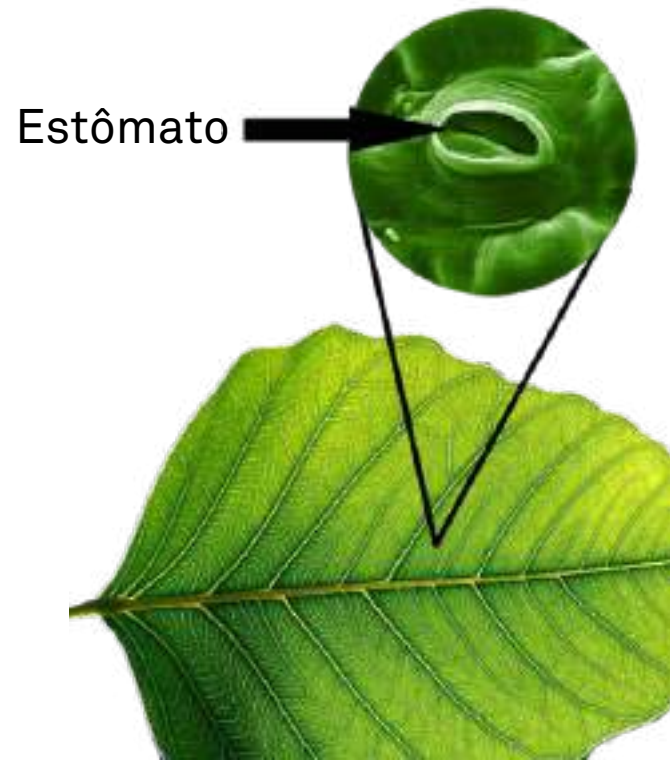
- Equilibra a água sob tensão com o solo através de um material poroso
- Mede a tensão da água
- Melhor precisão de todos os sensores na faixa úmida
- Limitado a potenciais de 0 a -0,09 MPa
- Requer significativa manutenção



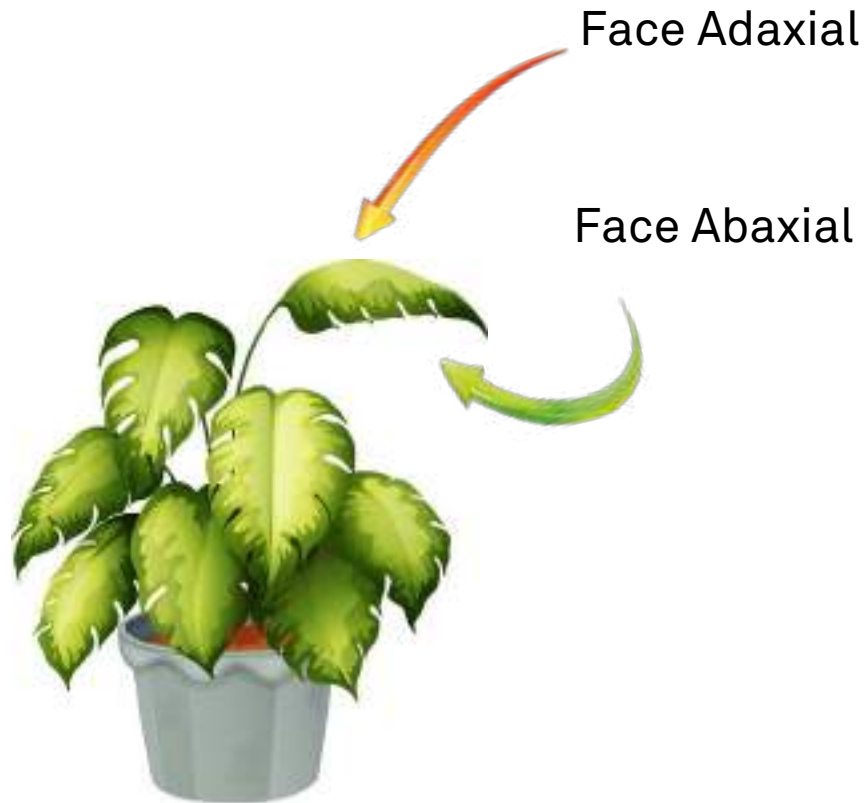
MONITORAMENTO DA PLANTA

CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA

ESTÔMATOS



LOCALIZAÇÃO



CLASSIFICAÇÃO:

- HIPOESTOMÁTICA (abaxial) - Ex. Folhas de regiões úmidas
- EPIESTOMÁTICA (adaxial) - Ex. Folhas de plantas aquáticas
- ANFIESTOMÁTICA (ambas) - Ex. Folhas de regiões áridas



IMPORTÂNCIA DOS ESTÔMATOS

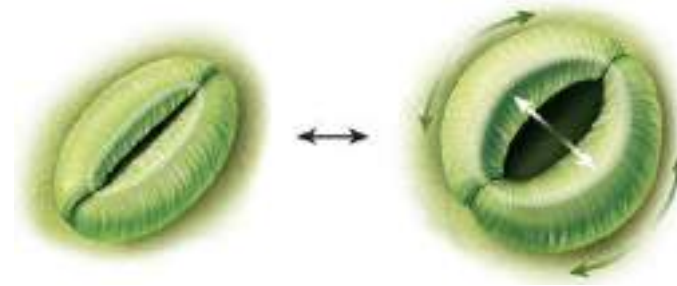
- Trocas gasosas
- Efeitos na fotossíntese e produtividade
- Manutenção da temperatura
- Cerca de 90% do CO_2 e vapor de água trocados entre a planta e o ambiente – pelos estômatos



DILEMA DAS PLANTAS

PERDA DE ÁGUA X ABSORÇÃO DE CO_2

Não há como haver entrada de CO_2
sem perda de água



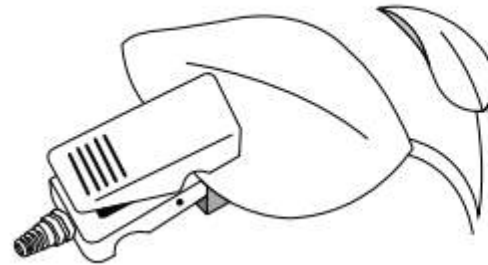
ÁGUA NA PLANTA

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

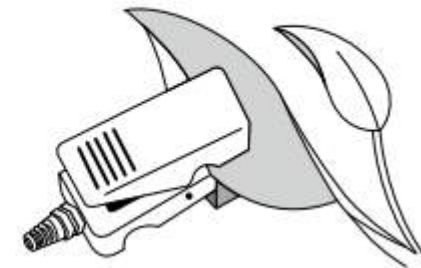
PORÔMETRO



ABAXIAL (BOTTOM)



ADAXIAL (TOP)



PORÔMETRO

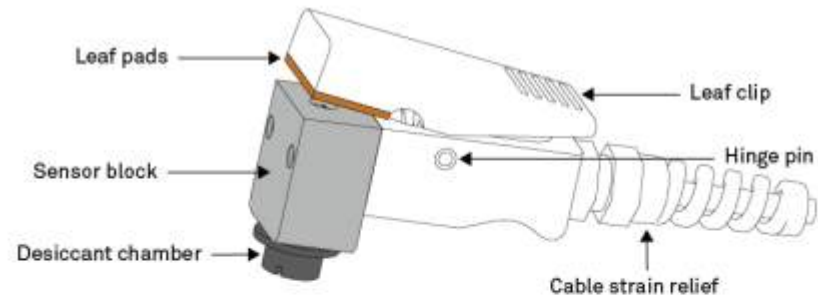


Figure 25 Sensor head external components

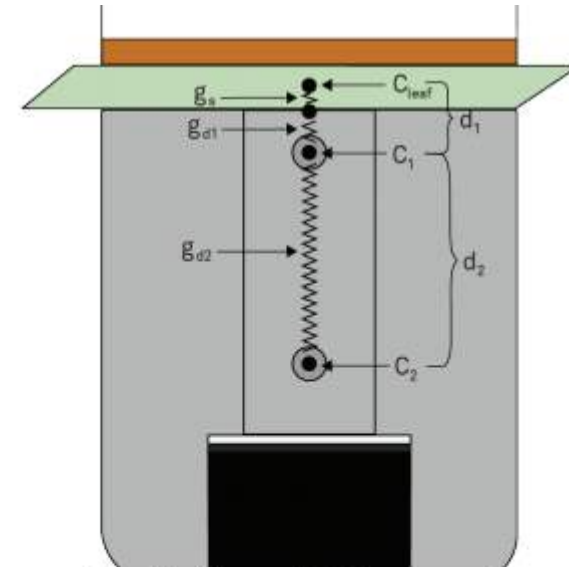
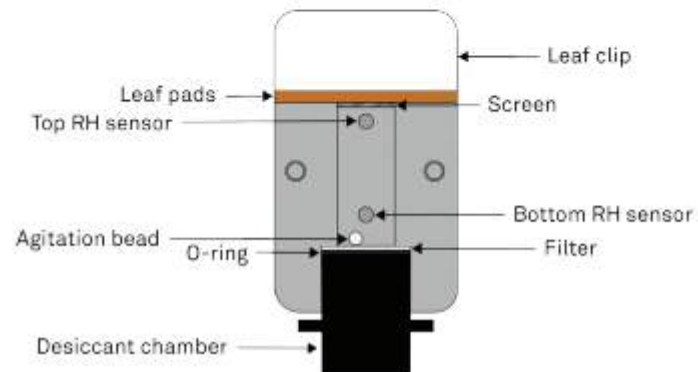


Figure 42 Diagram of SC-1 measurements

The parameters listed in Figure 42 represent the following:

- C_{leaf} = mole fraction of vapor inside the leaf
- C_1 = mole fraction of vapor at node 1
- C_2 = mole fraction of vapor at node 2
- g_s = stomatal conductance of the leaf surface
- g_{d1} = vapor conductance of the diffusion path between leaf surface and node 1
- g_{d2} = vapor conductance of the diffusion path between node 1 and node 2
- d_1 = distance between the leaf surface and the first RH sensor
- d_2 = distance between the two RH sensors



POROMETRIA EM VIDEIRAS

Estudo do Dr. Mark Greenspan, da Advanced Viticulture

Conhecer a condutância estomática fornece ótima visão sobre estresse hídrico

Mede quão abertos ou fechados os estômatos estão, se fechados pode indicar estresse hídrico

Não mede fotossíntese mas pode criar uma relação

Às vezes padrões de comportamento são mais valiosos que valores absolutos sozinhos, então monitorar ao longo do ciclo



POROMETRIA EM VIDEIRAS



TÉCNICA DE MEDIÇÃO

- Normalmente das 12:00hs às 14:00hs
- Ramo típico, folha recentemente expandida à pleno sol
- Encaixe entre nervuras
- Leitura (ao mínimo 5)
- Melhor se anotar condições climáticas



POROMETRIA EM VIDEIRAS

INTERPRETAÇÃO E USO

As videiras estão em níveis de “luxo”? Diminua a aplicação de irrigação

As videiras estão muito estressadas? Aumente a aplicação de irrigação

Recomendado monitorar umidade do solo também



POROMETRIA EM VIDEIRAS

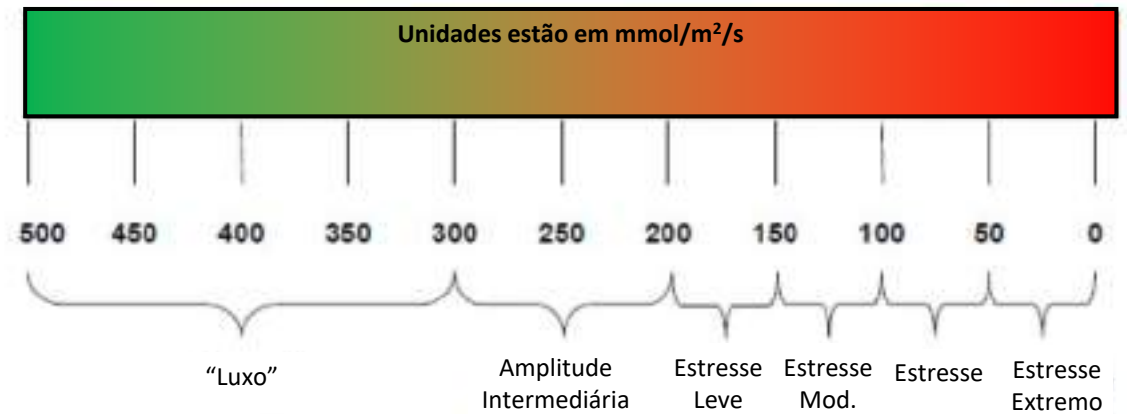
Uvas viníferas finas: ideal chegar ao nível de estresse cerca de 2 semanas antes do amadurecimento

TINTAS → ESTRESSE MODERADO

BRANCAS → ESTRESSE LEVE

Evitar extremos, muito seco pode atingir ponto de murcha permanente ou antes disso sofrer perdas

No entanto expor as videiras a certo estresse hídrico gera frutos de melhor qualidade, se na fase correta



**MONITORAMENTO DA
ATMOSFERA
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Evapotranspiração – evaporação da água pela superfície + transpiração das plantas

$$ET_c = K_c \cdot E_{to}$$

ET_c – evapotranspiração da cultura

K_c - coeficiente da cultura

E_{to} - evapotranspiração de referência (mm/dia), pelo método de Hargreaves-Samani utiliza temperatura mínima e máxima



ÁGUA NA ATMOSFERA

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

ESTAÇÕES CLIMÁTICAS



ATMOS 14



ATMOS 41



Consumo e entrada de água

RESUMO

SOLO – fonte da água, saber quanto tem de água e a disponibilidade dela para a planta utilizar

PLANTA – Saber as reações das plantas ao ambiente em que estão, solo e clima, para determinar se elas estão sob estresse hídrico ou não

ATMOSFERA – Conhecimento do potencial de uso e perda de água do ambiente, bem como as entradas de água no sistema, para repor a água necessária para manter as condições ideais





Acompanhe nossas redes sociais



[instagram.com/metergrouplatam](https://www.instagram.com/metergrouplatam)



[youtube.com/metergrouplatam](https://www.youtube.com/metergrouplatam)



[facebook.com/metergroupbr/](https://www.facebook.com/metergroupbr/)



[linkedin.com/company/metergrouplatam](https://www.linkedin.com/company/metergrouplatam)



twitter.com/metergrouplatam



COMO OS SENSORES DE UMIDADE PODEM AJUDAR NO MONITORAMENTO DA ÁGUA NO SOLO?



MUITO OBRIGADO

Avenida Andrômeda, 693 – Sala 204
São José dos Campos – São Paulo - (12) 3307-1003
www.metergroup.com
agraria@metergroup.com