



Medidas da concentração e permeabilidade dos gases no solo

Física do Solo

Danni Maisa da Silva

Importância do estudo dos gases no solo

- Aeração da zona radicular;
- Fluxo de vapor de água no solo;
- Movimento de componentes voláteis até a superfície ou até a água freática

(van Lier, 2010)

Permeabilidade do solo ao ar

- K_a é um dos parâmetros físicos que governa o fluxo de gases no solo;
- As medidas de K_a são fortemente dependentes da estrutura do solo particularmente em relação ao tamanho e à continuidade dos macroporos;
- Em termos agronômicos um valor restritivo de **porosidade de aeração** = $< 10 \%$

(Silva et al., 2009)

Como estudar a aeração do solo

- a) Porosidade de aeração;
- b) Capacidade do ar;
- c) Composição do ar do solo;
- d) Potencial redox;
- e) Medição da respiração do solo;
- f) Difusão dos gases.

Porosidade de Aeração

Espaço Aéreo no Solo

- No solo as frações de água e de ar complementam-se e juntas preenchem o espaço poroso:
 - $EA = PT - UV$

As proporções alteram-se com:

- Umidade, expansão, contração, dispersão, secagem, preparo, agregação, compactação, etc
(Klein, 2008; Hillel, 1998)

Como estudar a aeração

a) Porosidade de aeração: $EA = PT - UV$

Fatores que influenciam a aeração:

- Textura;
- Estrutura;
- Densidade do solo;
- Conteúdo de água;
- Profundidade.

Como estudar a aeração

b) Capacidade do ar: $Car = PT - CC$

- Arenoso: 25% ou >
- Francos: 15 – 20%
- Argilosos Agregados: 20 – 30%
- Argilosos retém muita água: 10% ou <
- Argilosos compactados: 5%

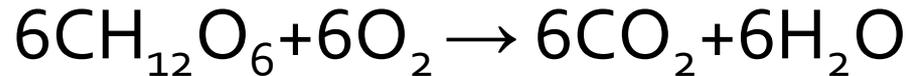
Como estudar a aeração

c) Composição do ar do solo:

- Nitrogênio $\cong 78\%$
- Oxigênio $\cong 21\%$
- Argônio $\cong 1\%$
- Dióxido de Carbono $\cong 0,03\%$
- Outros

Composição do ar do solo

- Ar pouco sujeito a processos de mistura: alocação num sistema poroso;
- Quando não há limitação de O_2 , o volume de CO_2 produzido é o mesmo de O_2 consumido:



Equação da respiração aeróbica

- O teor de CO_2 pode ser maior do que O_2 e prejudicial as atividades biológicas.

Composição do ar do solo

A composição do ar do solo varia com:

- Profundidade: próximo à superfície: \cong ar atmosfera;
- Matéria orgânica;
- Temperatura;
- pH;
- Época do ano;
- Umidade;
- Comunidades de microrganismos.

Como estudar a aeração do solo

- d) **Potencial redox:** no solo ocorrem uma série de reações de oxi-redução, produzindo-se diferentes gases cfe a condição de aerobiose (CO_2) ou anaerobiose (N_2 , N_2O , NH_4 , H_2 , etc).
- O potencial redox está relacionado a tendência de uma solução em dar ou receber elétrons = E_h .

Potencial redox

- O potencial redox é medido através de um “eletrodo de hidrogênio” a partir de uma concentração padrão de íons hidrogênio. Qto mais fortemente reduzida a solução, menor é o potencial redox.
- Medidas do potencial redox da solução do solo tem sido usadas para caracterizar o estado de aeração do solo.

Como estudar a aeração do solo

e) Medição da respiração do solo: a respiração do solo é caracterizada pela liberação de CO_2 e representa toda a sua atividade biológica incluindo raízes de plantas, macrorganismos e microrganismos;

Medição da respiração do solo

- Métodos:
- **Absorção Alcalina (AA):** No método de captura (AA), o CO₂ (Gás de Efeito Estufa – GEE) que difunde do solo se acumula no interior de uma câmara fechada, reage com a solução alcalina (NaOH, KOH), contida em recipiente dentro da câmara, formando carbonato.
- CO₂ que reagiu formou carbonato e foi “capturado” pela solução alcalina, e é quantificado por titulação com ácido (HCl) da quantidade do hidróxido que não reagiu com o CO₂ (Anderson, 1982; Costa et al., 2006; Ferreira et al., 2005).

Medição da respiração do solo



Figura 1: Câmara fechada para captura de CO₂, e respirômetro de bancada
Fonte: Ferreira et al. (2005) e <http://www.solos.esalq.usp.br/labelke.htm> (respectivamente)

Medição da respiração do solo

- **Análises de infravermelho:** os gases (GEE - CO₂, CH₄ e N₂O) podem ser coletados com seringas em câmaras fechadas e analisados em laboratório em equipamentos de bancada ou *in situ* (CO₂) em analisadores automáticos de infravermelho a câmara de incubação do ar emitido pelo solo funciona como uma câmara aberta.

Analísadores de infravermelho



Figura 2: Analísador de infravermelho *in situ*

Fonte: http://www.iag.usp.br/meteo/biota_fapesp/analise.htm



Figura 3: Analísador de infravermelho de bancada

Fonte: http://www.netseiv19.com/ecommerce_site/produto_102956_2296_Analisador-de-gases-TECGA-21-plus---TECNOVIP

Medição da respiração do solo

- **Princípio:** baseado na capacidade que os gases possuem de absorver a radiação eletromagnética na faixa do infravermelho. A quantificação dos gases é obtida relacionando-se a concentração com os valores da absorbância em diferentes comprimentos de onda para cada tipo de gás (Costa et al, 2006).

Medição da respiração do solo

- **Cromatografia Gasosa:** no sistema cromatográfico os gases são coletados com seringa em câmara fechada e podem ser quantificados por detector de condutividade térmica, de captura de elétrons ou detector de ionização de chama, e processados por um sistema computacional (Costa et al, 2006).

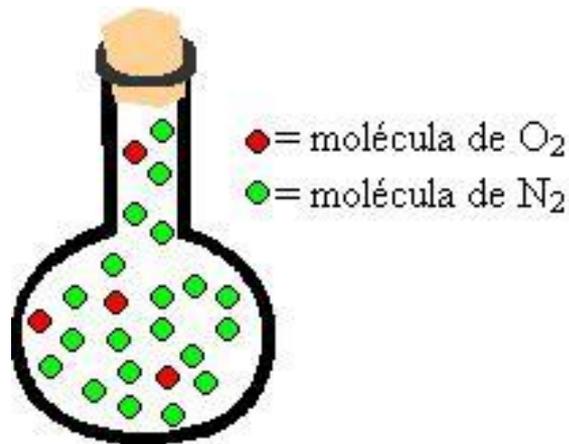


Figura 2: Cromatógrafo

Fonte: <http://vsites.unb.br/iq/litmo/Cromatografia/cromatografia-aula.pdf>

Medidas da Permeabilidade do solo ao ar

f) **Difusão:** Ocorre sempre que houver um gradiente de pressão parcial. É afetada pelo volume e tortuosidade dos poros.



Junto com o fluxo de massa ou a convecção do ar (deslocamento do ar do solo por causa do movimento da água) caracterizam a permeabilidade do solo ar.

Medidas da Permeabilidade do solo ao ar

Equilibrar uma tensão



Figura 3: Mesa de tensão e câmaras de pressão

Medidas da Permeabilidade do solo ao ar

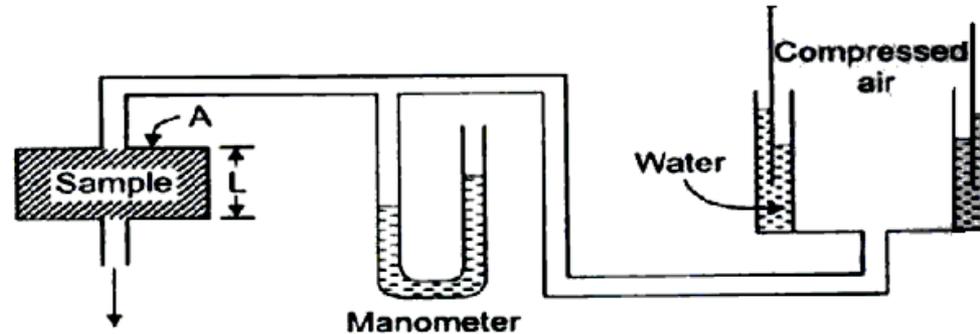


Figura 3: Medida da permeabilidade ao ar com pressão constante e volume variável

Fonte: Hillel (1998)

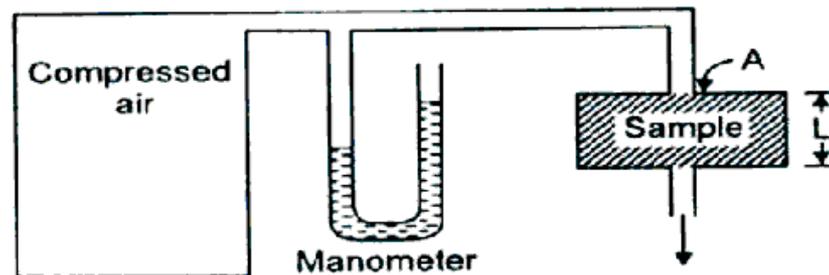


Figura 4: Medida da permeabilidade ao ar com pressão variável e volume constante

Fonte: Hillel (1998)

Medidas da Permeabilidade do solo ao ar

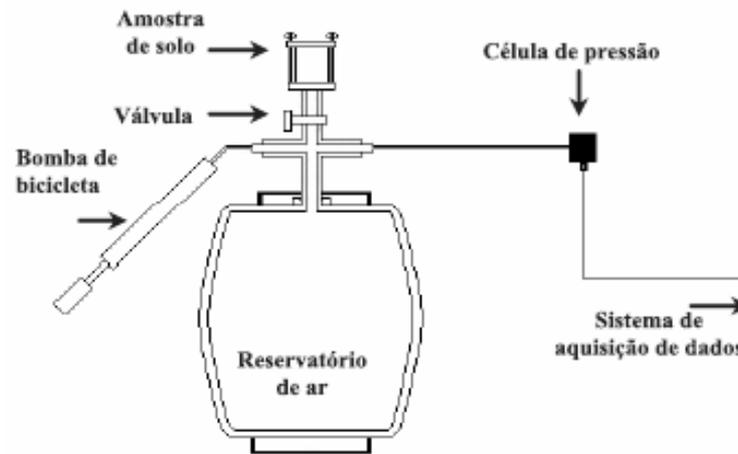


Figura 5 Instrumento utilizado para medir a permeabilidade de amostras indeformadas de solo ao ar.

Fonte: Silva et al. (2009)

Equipamento adaptado de McKenzie & Dexter (1996)

Princípio: baseado na quantificação do decréscimo da pressão no reservatório de ar em função do tempo, o qual é proporcional ao fluxo de ar que atravessa a amostra de solo.

MUITO OBRIGADA!