

SONDA DE NÊUTRONS

Finalidade de Uso e Aspectos Operacionais

Disciplina

Métodos Instrumentais de Análise Física do Ambiente

Professor

Dr. Sérgio Oliveira Moraes

Aluno

Jaedson Cláudio Anunciato Mota (Eng^o. Agrônomo)

Orientador: Dr. Paulo Leonel Libardi

1. Finalidade de Uso

- medir a umidade do solo

- Medidas da umidade do solo

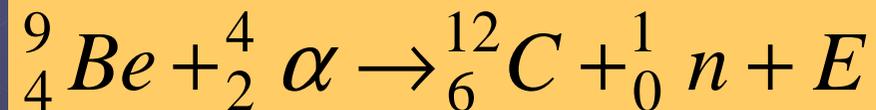
- * Modos destrutivos: a estrutura do solo é alterada

- * Modos não destrutivos: não há alteração da estrutura do solo

- Histórico da sonda de nêutrons



- * 1932 – James Chadwick bombardeou berílio com partículas α



* O nêutron emitido a partir da reação anterior pode:

- Ser absorvido por um núcleo de outro elemento (Ag, Au, Fe, In, Al, Mn, C, N)



- Ser moderado por colisões, principalmente com o hidrogênio, e ser detectado por um sensor de ${}^3\text{He}$ ou BF_3
- Não sofrer moderação



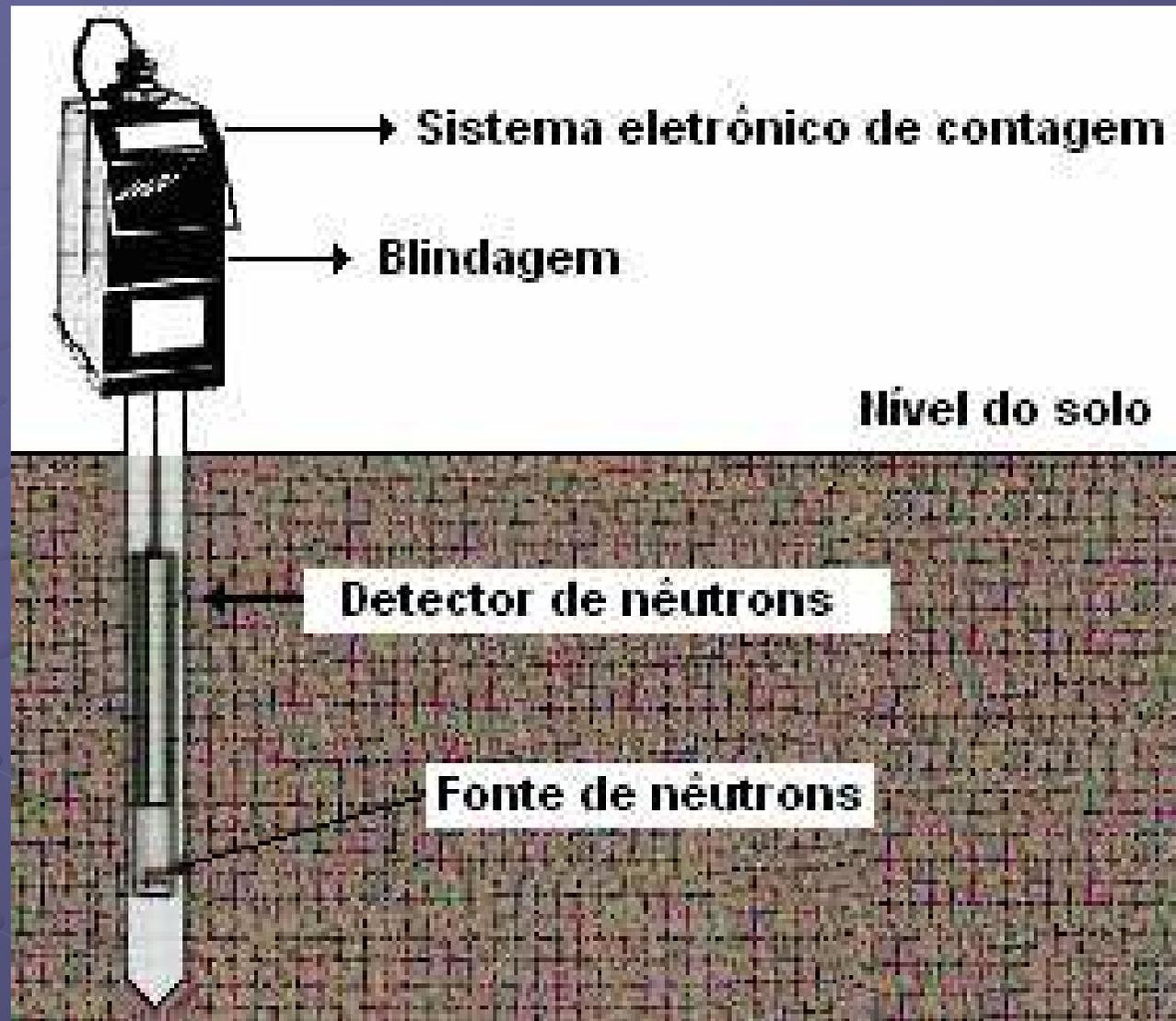
* Anos 50: Canadá e Estados Unidos iniciaram estudos para desenvolver a sonda de nêutrons como método para medida da umidade do solo

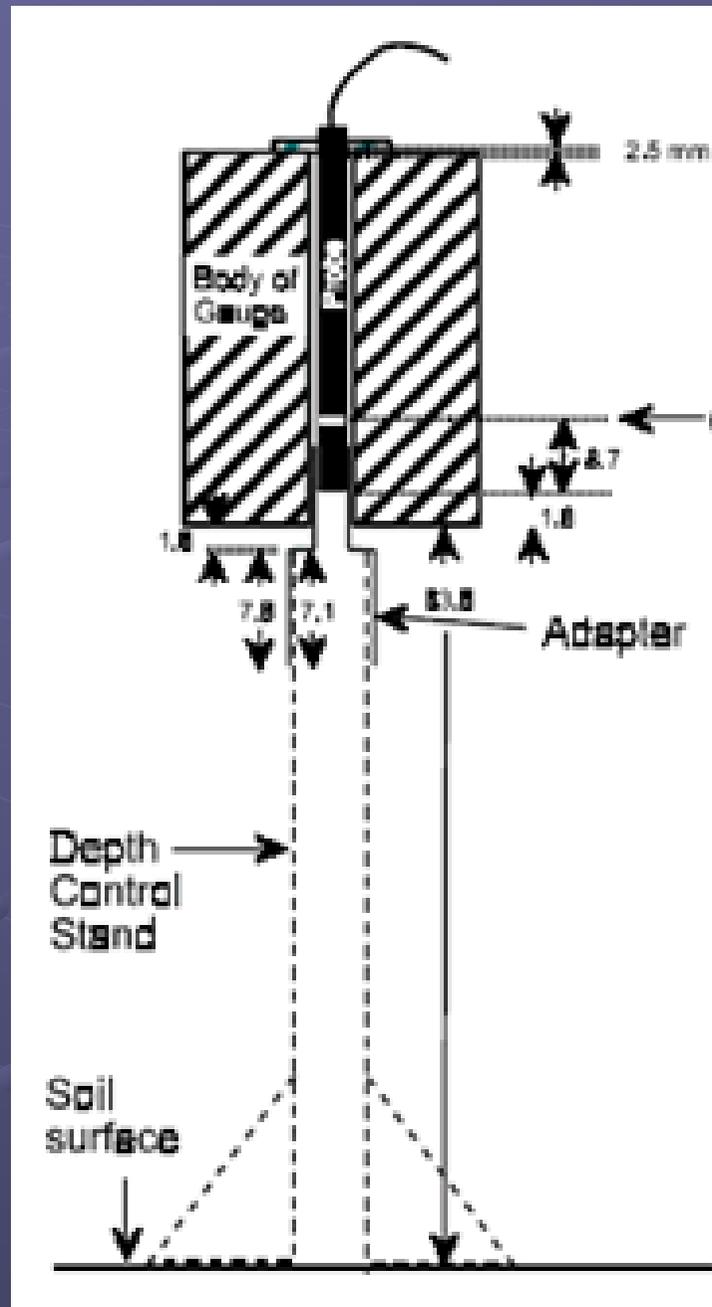
- J. W. Holmes: desenvolveu o instrumento portátil

2. Aspectos Operacionais

- Princípio de funcionamento

Nêutrons rápidos (10 keV a 20 MeV) emitidos de uma fonte (normalmente amerício-berílio) são moderados, isto é, desacelerados ou tornados nêutrons lentos (0,01 a 0,3 eV) pelos átomos de hidrogênio no solo, detectados por um contador proporcional de ^3He ou BF_3 no interior do solo e registrados em um “scaler” à sua superfície.





- Tubo de acesso: preferencialmente de alumínio
- Raio de ação: Diminui com o aumento da umidade (de 15-30 cm)
- Calibração: necessária para obter uma relação entre a leitura do instrumento e a umidade no solo ▶

$$y = a + b \cdot x$$

Onde,

y = umidade volumétrica do solo

a = coeficiente linear

b = coeficiente angular

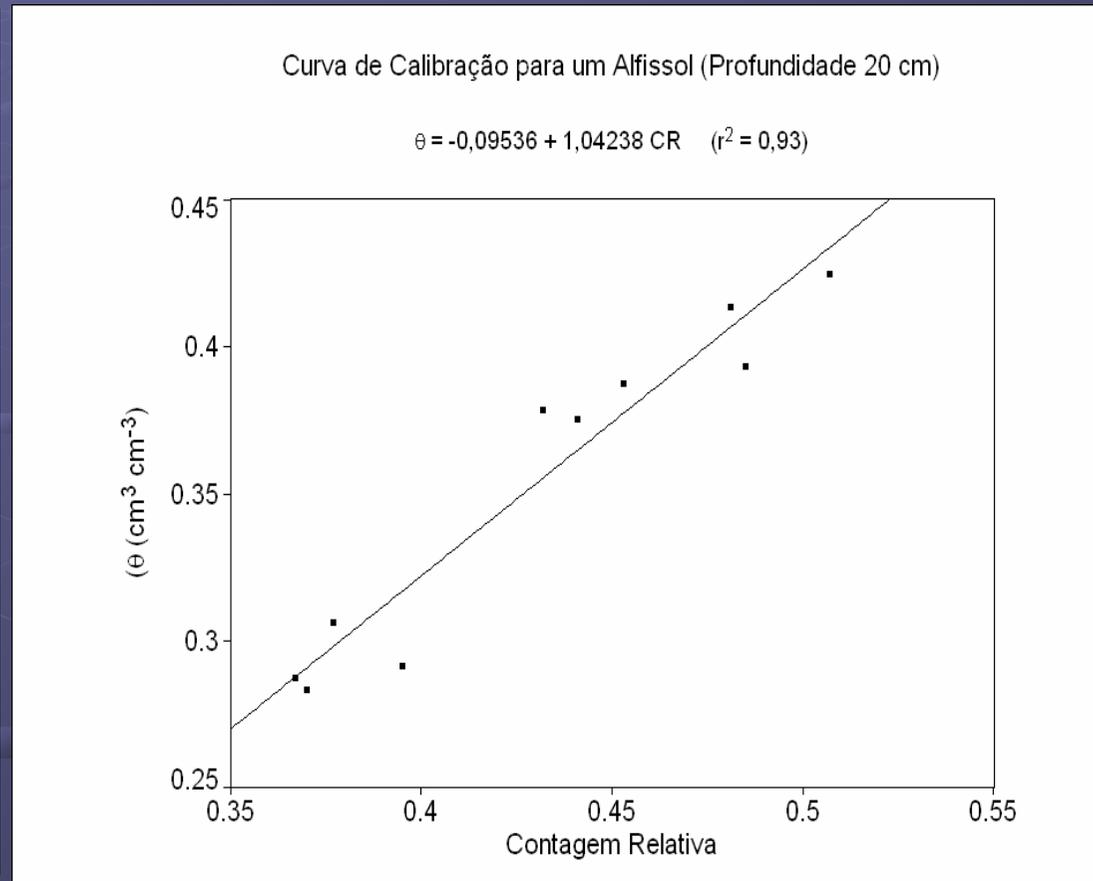
x = CR

$$\theta = a + b \cdot CR$$

Exemplo de calibração de uma sonda de nêutrons para um Alfissol

Ponto	θ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	N (cpm)	CR
1	0,424	79650	0,507
2	0,413	75541	0,481
3	0,393	76169	0,485
4	0,387	71143	0,453
5	0,378	67846	0,432
6	0,375	69259	0,441
7	0,306	59208	0,377
8	0,287	57637	0,367
9	0,291	62035	0,395
10	0,283	58109	0,370

$N_{\text{Padrão (água)}} = 157050 \text{ cpm}$



- Segurança e proteção contra a radiação

- Radiação: O termo refere-se usualmente a partículas e campos que se propagam (transferindo energia) no espaço (preenchido ou não por matéria).

- Unidades de radioatividade:

- * Curie (Ci) = $3,7 \cdot 10^{10}$ desintegrações.s⁻¹

- * Becquerel (Bq) = 1 desintegração.s⁻¹

- * Rem (rem) = 0,1 RAD (dose de radiação absorvida) = 0,01 J.kg⁻¹

- Emissão de radiação por sonda de neutros:

- * Am-241/Be (50 mCi) dentro da blindagem, 1 m de distância = 0,11 mrem.h⁻¹

- * Am-241/Be (50 mCi) fora da blindagem, 1 m de distância = 0,3 mrem.h⁻¹

- Segundo a Organização Mundial da Saúde:

- * Nível máximo, por pessoa é de 5 rem . Ano⁻¹ = 5000 mrem . Ano⁻¹

Ex.: Dose de 0,3 mrem.h⁻¹ x 5 horas.dia⁻¹ x 5 dias.s⁻¹ = 7,5 mrem.semana⁻¹

7,5 mrem.semana⁻¹ x 52 semanas = 390 mrem.ano⁻¹ (7,8% do admissível)



● Vantagens do uso da sonda de nêutrons

- * A medida não é destrutiva
- * Permite a obtenção de valores de umidade no solo no mesmo ponto e a qualquer tempo
- * As medidas são rápidas e precisas
- * Fácil manejo e pode ser conectada a registradores
- * A capacidade de trabalho estende-se a solos bem mais secos, onde os tensiômetros não podem ser utilizados

● Desvantagens do uso da sonda de nêutrons

- * É um equipamento relativamente caro
- * É uma fonte radioativa
- * Há a necessidade da observância e conhecimento de leis e normas que regulamentam e fiscalizam o uso desses materiais
- * Não é recomendado para solos com elevado teor de matéria orgânica

3. Fontes Consultadas

- ANDRADE, A. R. S. de; JADOSKI, S. O.; GUERRA, H. C.; GUERRINI, I. A. **Influência do tempo de contagem na determinação da densidade de nêutrons.** *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.5, n.3, p.411-415, Set./Dez. 2001.
- BACCHI, O. O. S.; REICHARDT, K.; CALVACHE, M. **Sonda de neutrones y gamma: sus aplicaciones em Agronomia.** Viena: OIEA, 2000. 97p.
- GREACEN, E. L. Introduction. In: Soil water assessment by the neutrons method. Austrália: CSIRO, 1981. 139p.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** São Paulo: EDUSP, 2005. 335p.
- TEIXEIRA, C. F. A.; MORAES, S. O.; SIMONETE, M. A. **Desempenho do tensiômetro, TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo.** *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.29 n.2, p.161-168, Mai/Abr. 2005.
- www.frutopia.agroweb.us/tutoriales/neutron/neutron.html

Obrigado pela atenção!

29/11/2006