

# Tópicos de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico



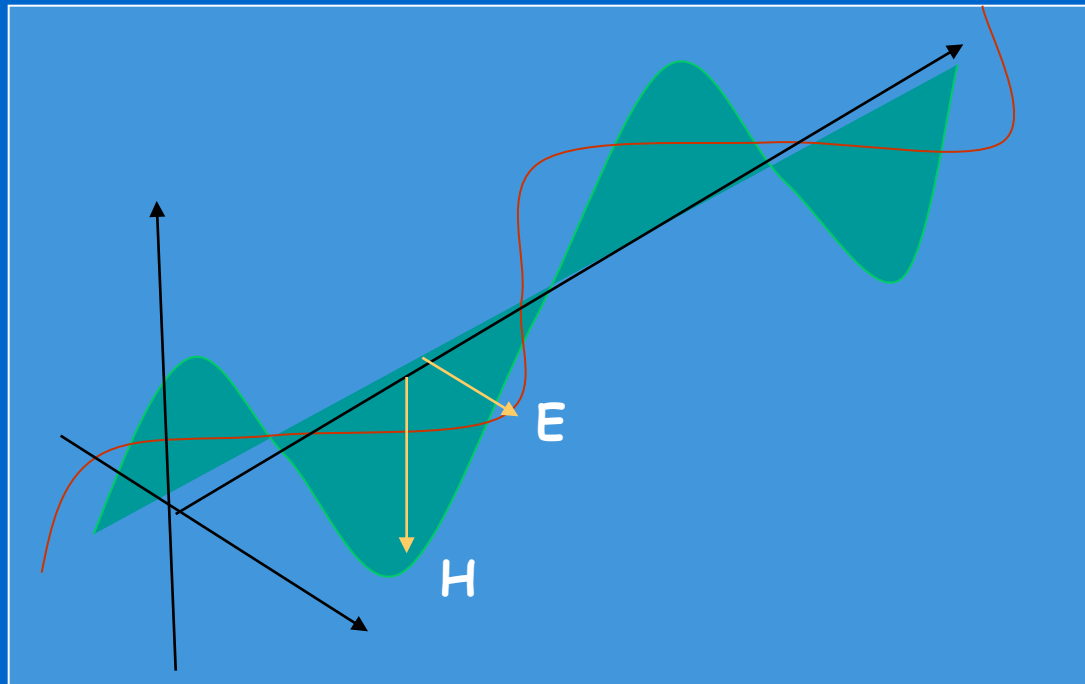
Profa. Mônica G. Von Huelsen

# T. de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico

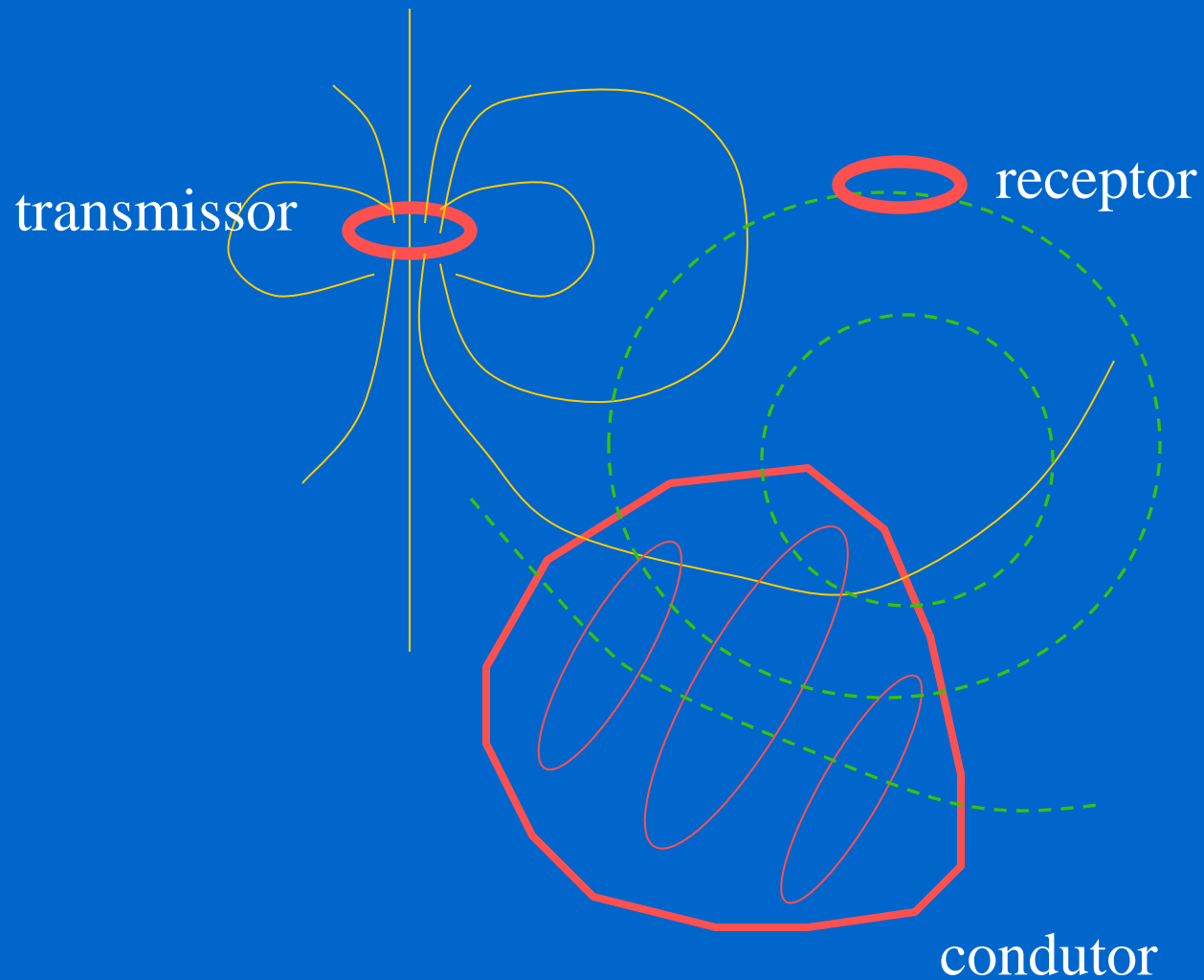
## Conceitos e Princípios

INTENSIDADE ELÉTRICA (E)

- INTENSIDADE MAGNÉTICA (H)

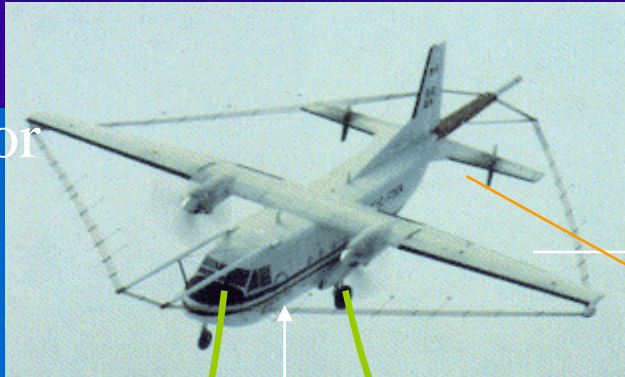


## PRINCÍPIO do método AEM



# Métodos eletromagnéticos

Transmissor



Altura de vôo

50m

Campo Primário

120m

**Subsuperfície**

**Condutor**

Campo Secundário

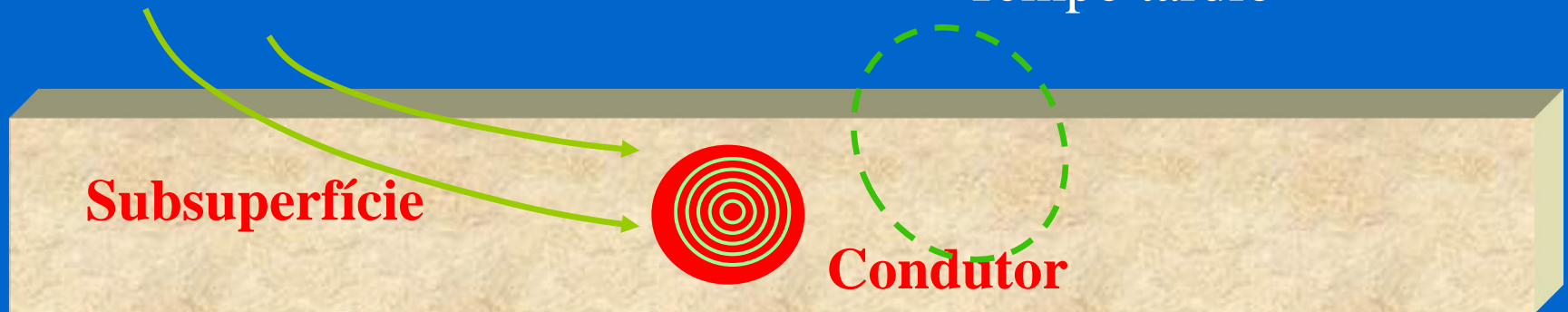
Receptor



# Métodos eletromagnéticos

Tempo inicial

Tempo tardio



## Classificação dos sistemas AEM

Sistemas aéreos

Sistemas navegáveis

terrestres





•  
T. de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico

## Classificação dos sistemas AEM

### Sistemas navegáveis

Métodos utilizados e adaptados:

1 – Magnetotelúrico

2 – resistividade magnetométrica

3-sistemas no domínio do tempo e frequência









## Classificação dos sistemas AEM

### Sistemas navegáveis

2 – Resistividade magnetométrica (MMR):

Desenvolvido em 1985 (Edwards et al.)

obtem informação das propriedades elétricas  
a centenas de metros.



# Classificação dos sistemas AEM

# Sistemas navegáveis

### 3 – Fonte controlada: T e F domínios

## 4 Tipos fonte-receptor

# Dipolo elétrico – horizontal e vertical

# Dipolo magnético - horizontal e vertical



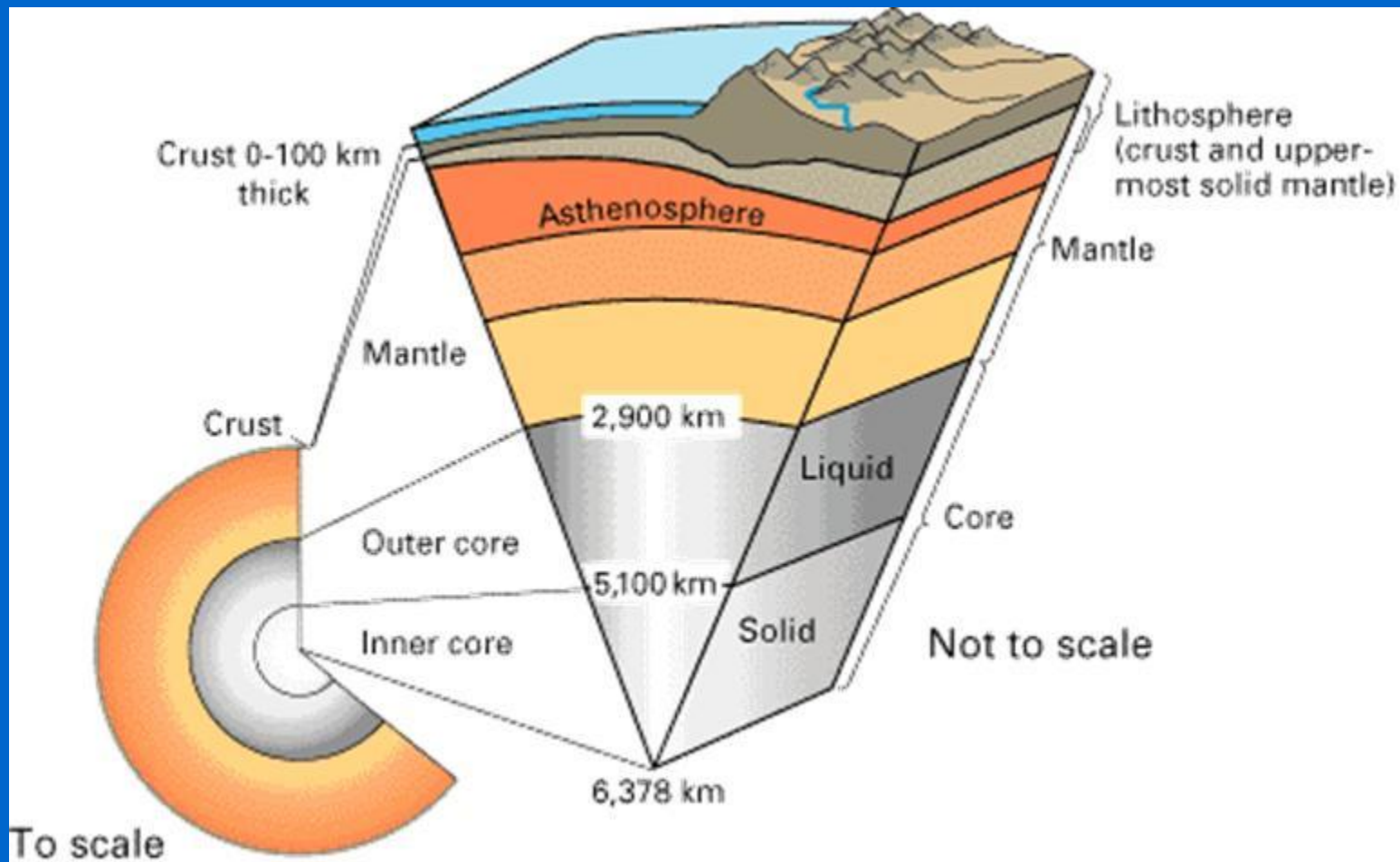
# • Método eletromagnético aplicado ao • petróleo

## Introdução

- CSEM (Método EM com fonte controlada)
  - desenvolvido por Charles Cox – década de 1970
  - 1ª. Experiência – Pacífico (ridge) em 1979
  - Motivação – litosfera oceânica.
- Método - denominação
- Perfilagem eletromagnética de fonte controlada - CSEM

# • Método eletromagnético aplicado ao petróleo

- Motivação – litosfera oceânica -  $10^5$  ohm.m.; oceano alta cond  $10^4$ S



# · Método eletromagnético aplicado ao · petróleo

## Contexto histórico

### Academicamente

- Fonte inicial para o estudo de CSEM – área de atividade tectônica – dorsal oceânica (1980 e 1990).
- University of Cambridge iniciou a desenvolver CSEM marinho (década de 1980)
- Universidade de Toronto – testou sistema dipolo dipolo horizontal (domínio da freq)
- 1988 – Cheesman et al. desenvolveu sistema dipolo dipolo horizontal (domínio do tempo);
- Em 2000 Yuan e Edwards desenvolveram sistema DD TD para caracterização de gás

# · Método eletromagnético aplicado ao · petróleo

## Contexto histórico

### Industrialmente

- 1980 – Exxon começou a investigar a exploração EM
- 1984 – projeto Amoco, Arco, Elf e Sohio.
- Resultado trabalho de Constable et al. em 1986.
- Final da década de 90 – EM como ferramenta na exploração de hidrocarbonetos (100m de prof).
- Em 1999 conclusão do trabalho de Constable após a análise de um projeto de pesquisa (da Statoil):



# · Método eletromagnético aplicado ao · petróleo

## Contexto histórico

### Industrialmente

- Em 1999 conclusão do trabalho de Constable após a análise de um projeto de pesquisa (da Statoil):
- *If the target is not too small compared with its depth of burial, and the water depth is sufficient to suppress the air wave, then the **controlled source signature of the oil-filled layer is detectable**, yielding controlled source amplitudes that are a factor of 2 to 10 different from models without the oil layer. **The signals are above the noise threshold**, and the experimental parameters (frequency, range, antenna length, and power) are practicable.*

# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Teste pioneiro do EM ocorreu em Angola em 2000 num campo da Statoil.

# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Vantagens:
- Baixo impacto ambiental (transmissão elétrica é de curta duração)
- Ecológico: reduz os poços a serem perfurados.
- Método poderoso no mapeamento e monitoramento de campos de petróleo ao longo da sua produção

# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Utilização
- Águas Profundas: prof superior a 800m;
- Ingleses estão desenvolvendo tecnologia para aplicação em águas rasas.

# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Equipamentos utilizados:
- Barco com posicionamento dinâmico;



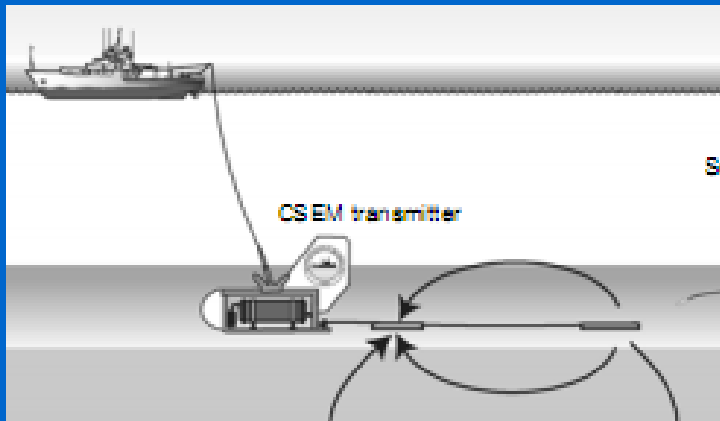
Muito condutivo

Assoalho oceânico (condutividade varável)

- 
- 
- 

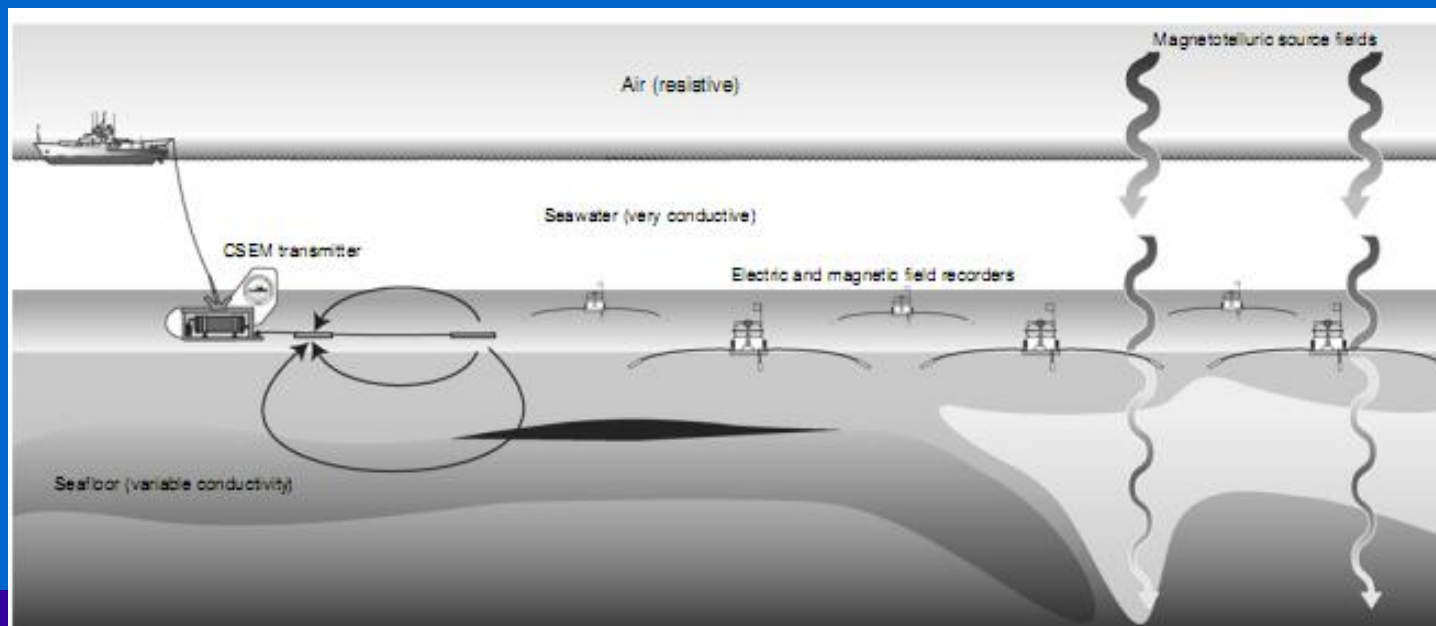
# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Equipamentos utilizados:
- Gerador eletromagnético de fonte controlada



# Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Equipamentos utilizados:
- Conjunto de sensores fincados no substrato oceânico



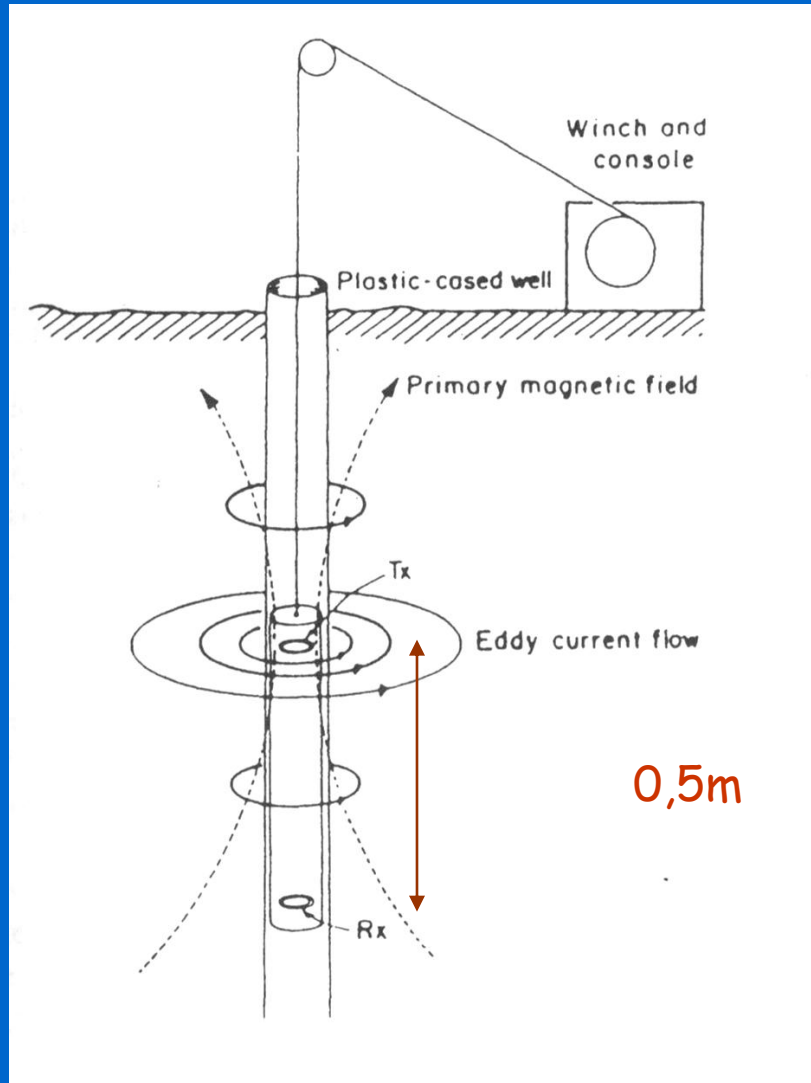
# • • • Perfilagem eletromagnética de fonte controlada

- Limitações
- Economicamente viável em áreas com potencial de existência de reservatórios de petróleo identificadas por sísmica 3D.
- Ambiguidade: camada resistiva de sal ou porosa com óleo (respostas ~).
- Limitação da tecnologia: camadas finas ou de pequena extensão lateral.





## Sistemas Borehole (sondagem)



5 a 20 cm de diâmetro

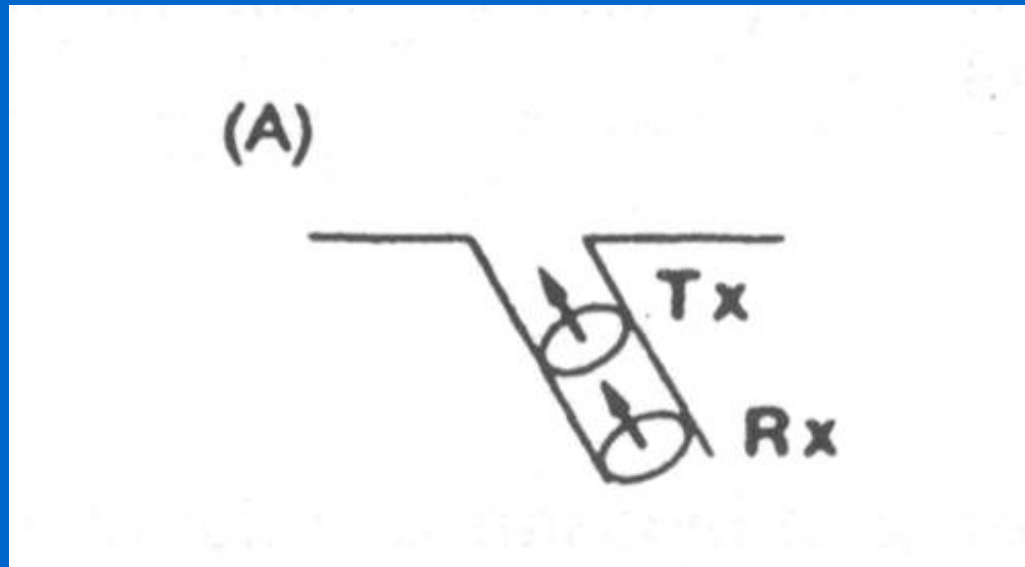
0,5m



•  
T. de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
Sistemas Borehole (sondagem)

•  
Dipolo-dipolo: medida considerada entre T e R



## Sistemas Borehole (sondagem)

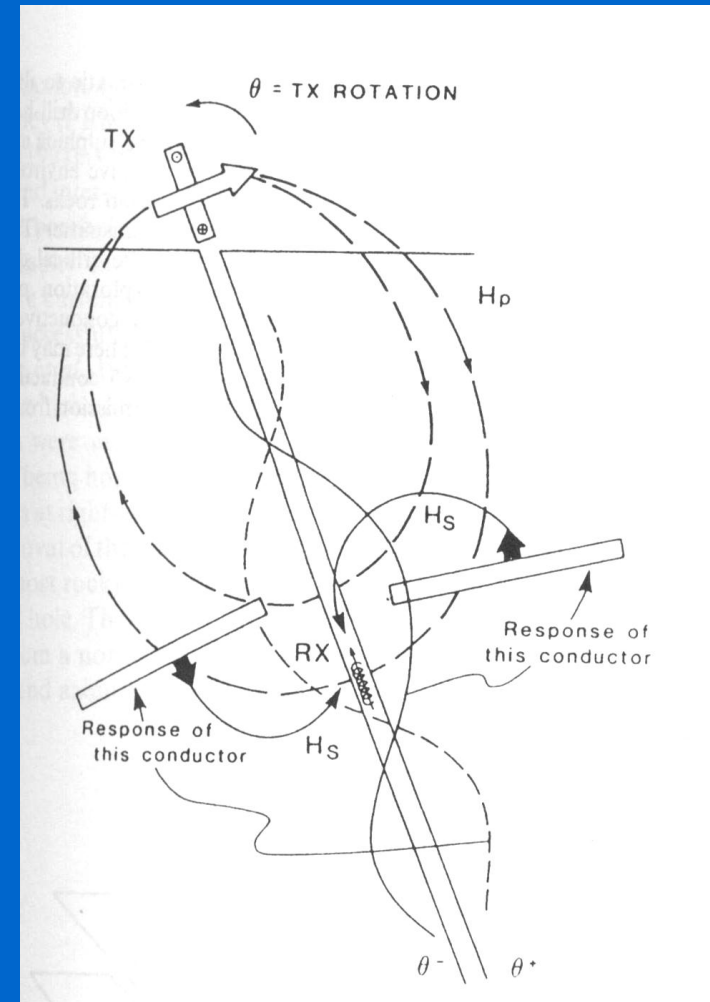
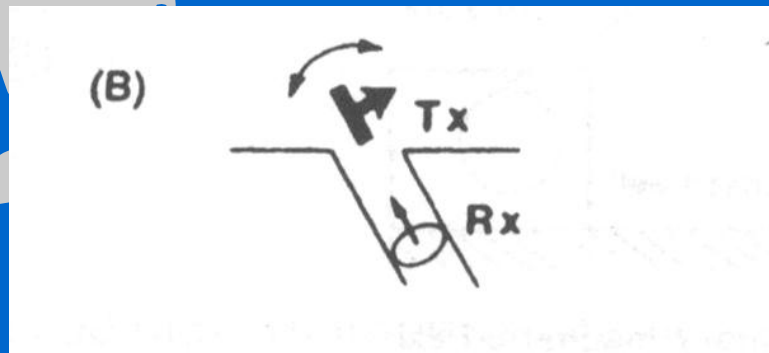
Transmissor EM rotatório ~ ângulo tilt

Receptor mode: cima ou baixo

Transmissor na superfície.

Tx rotacionada até anular, registra o

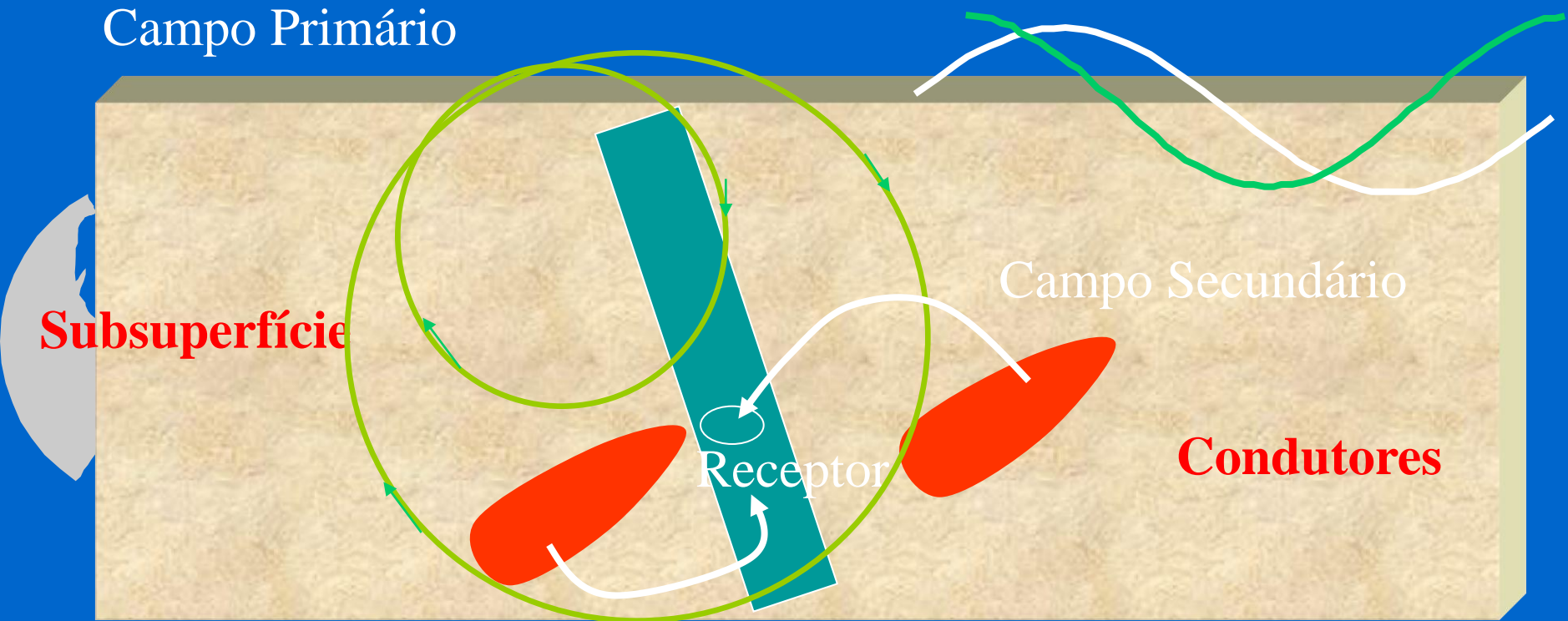
Ângulo rotacionado



• T. de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico

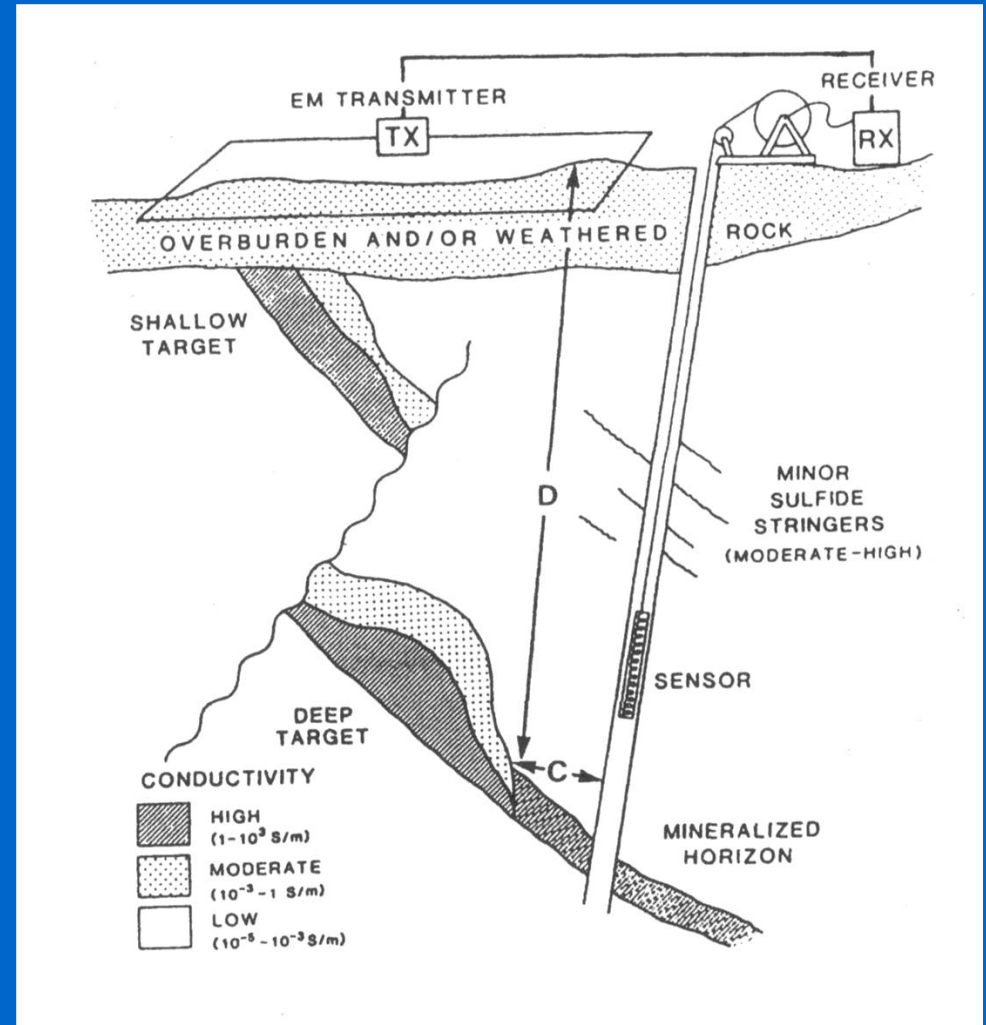
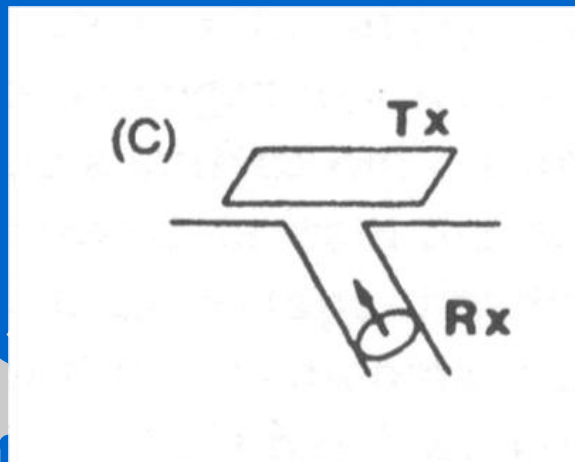
## Sistemas Borehole (sondagem)

• Transmissor EM rotatório ~ ângulo tilt



## Sistemas Borehole (sondagem)

EM bobina larga  
100m a 1000m



# T. de Geofísica: Introdução ao Método eletromagnetométrico

Métodos E.M. são de 2 tipos:

a) **Sistemas no domínio do TEMPO**

As medidas são feitas em função do tempo

b) **Sistemas no domínio da FREQUÊNCIA**

As medidas usam umas ou mais frequências

Podem ainda ser:

a) **Ativos** – usam transmissores artificiais de pequeno alcance (medições de condutividade) ou de grande alcance (método VLF)

b) **Passivos** – usam campos naturais (método magnetotelúrico)

