

Transformar Problemas Geofísicos
em Problemas inversos

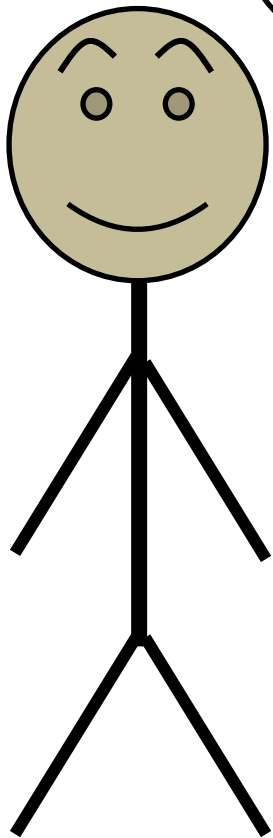
Estrutura

- Exemplos
 - Exemplo em Sísmica
 - Exemplo em Gravimetria
 - Exemplo em SEV
 - Exemplo em GPR

Exemplo em Sísmica

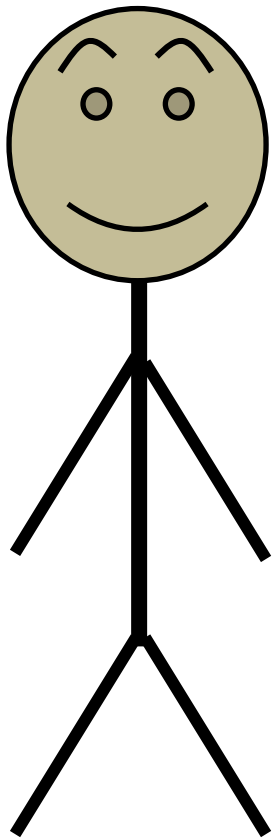


Exemplo em Sísmica



E para tanto farei uma
Sísmica de Reflexão

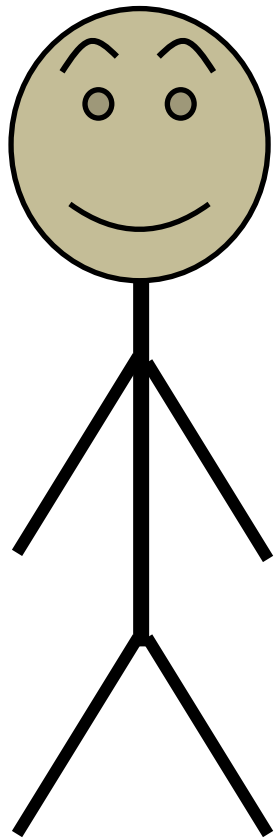
Exemplo em Sísmica



É de se esperar que o
embasamento tenha
relevo suave nessa região



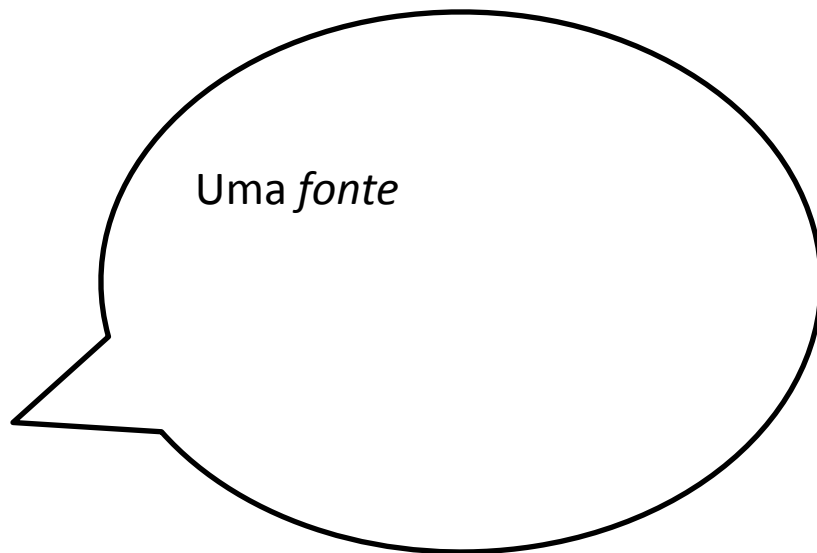
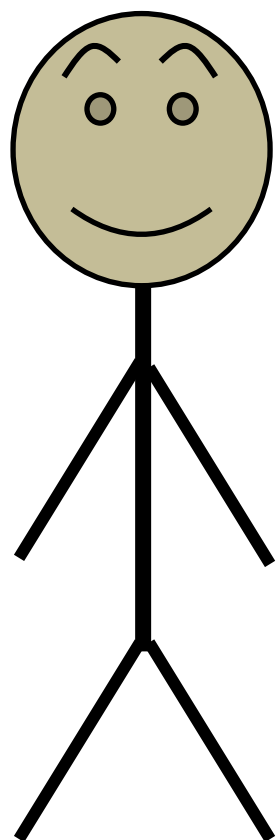
Exemplo em Sísmica



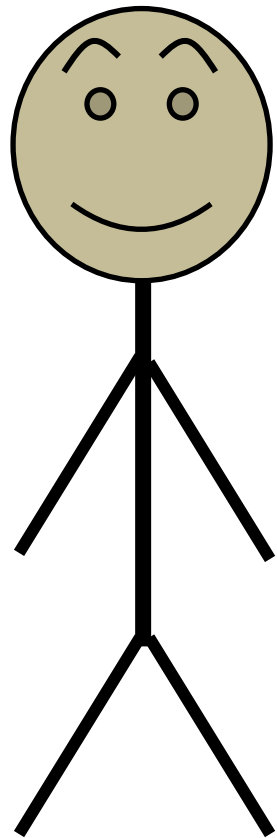
A Sísmica é um método geofísico que investiga a *subsuperfície* por meio de um fenômeno físico governado pela Teoria da Elasticidade

subsuperfície

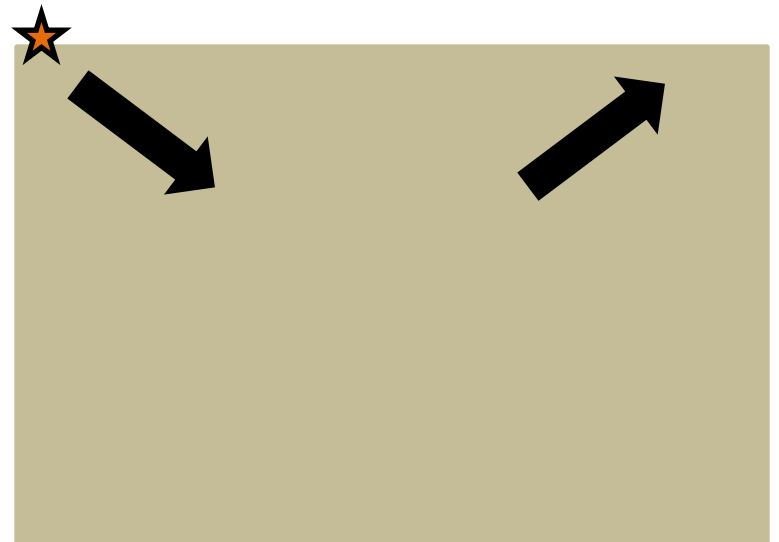
Exemplo em Sísmica



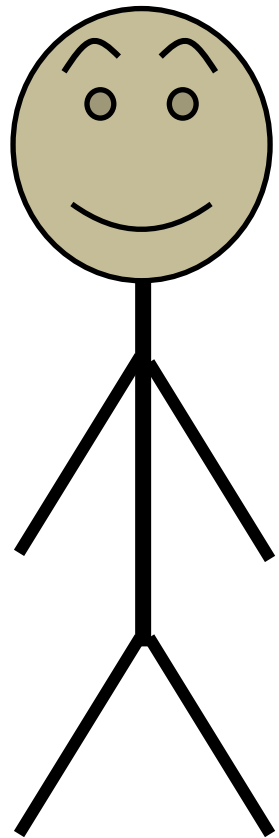
Exemplo em Sísmica



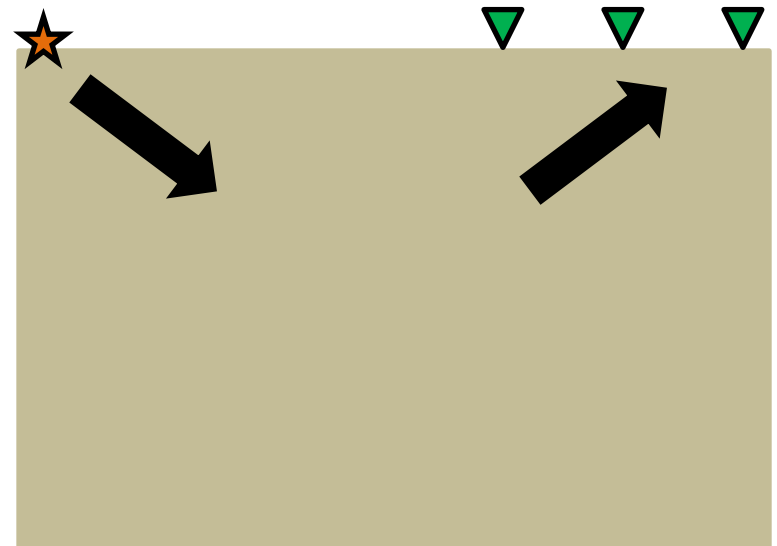
Uma *fonte* produz as *ondas elásticas*, que se propagam em subsuperfície



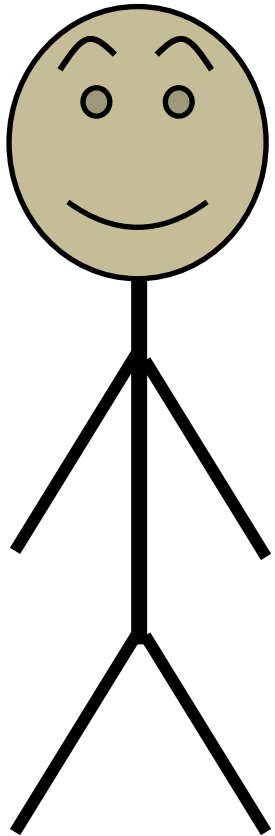
Exemplo em Sísmica



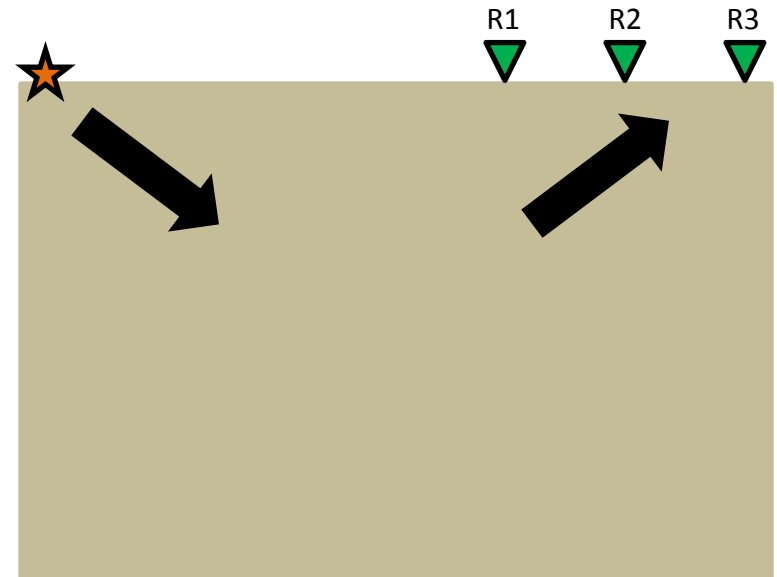
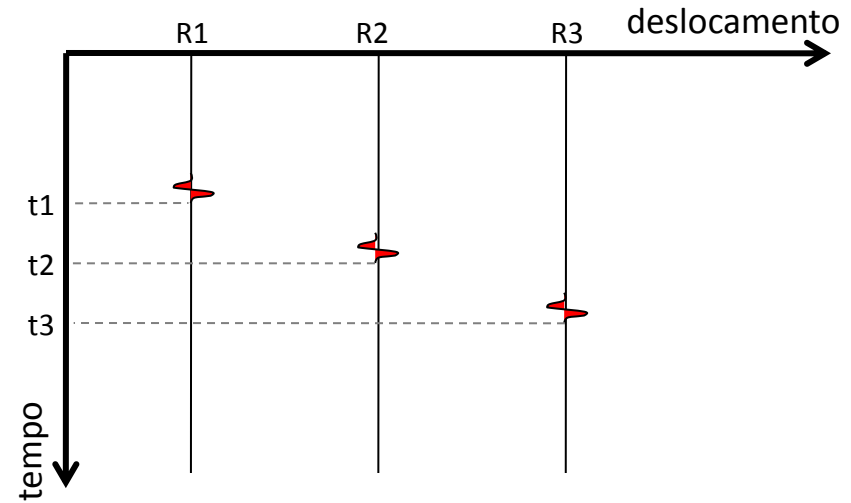
Uma *fonte* produz as *ondas elásticas*, que se propagam em subsuperfície e são medidas em *receptores*



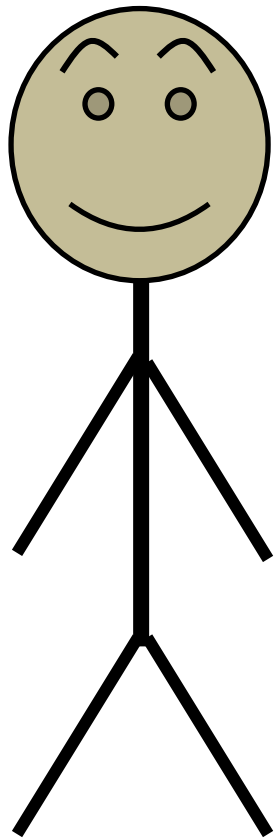
Exemplo em Sísmica



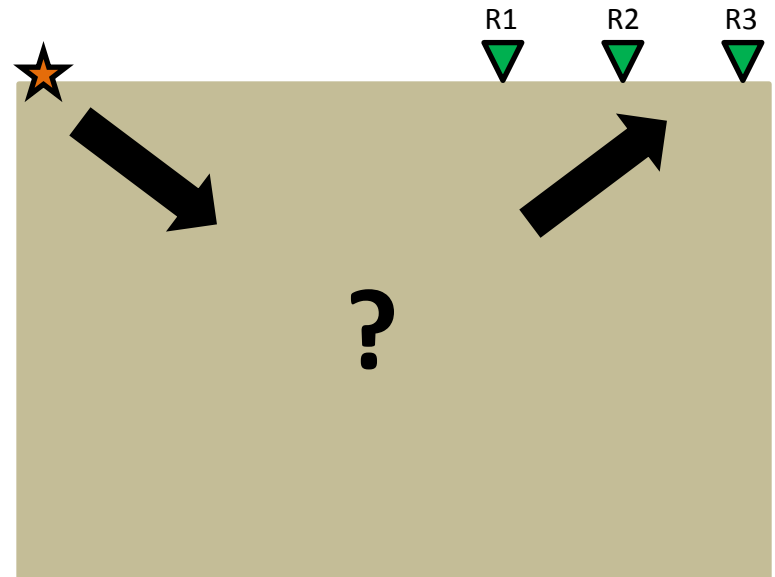
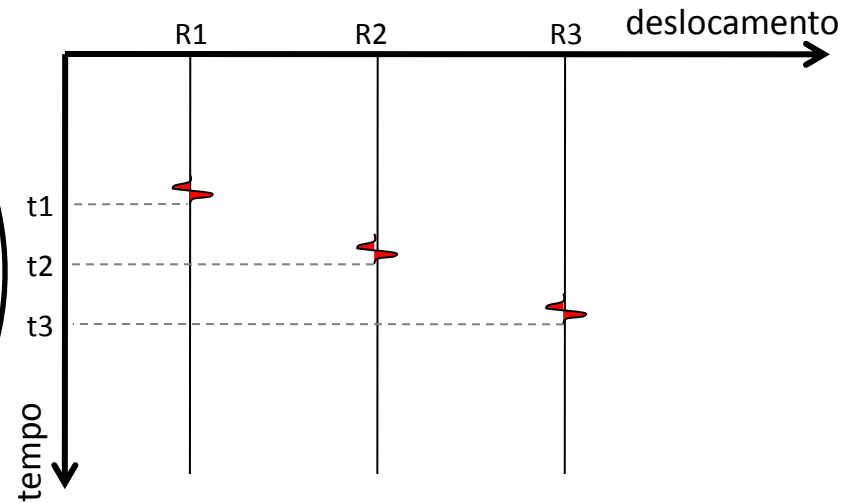
As *observações* são o deslocamento dos receptores causado pela chegada das ondas e o tempo que estas demoram durante a propagação



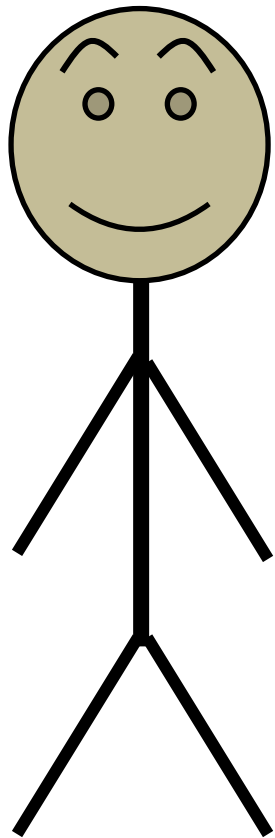
Exemplo em Sísmica



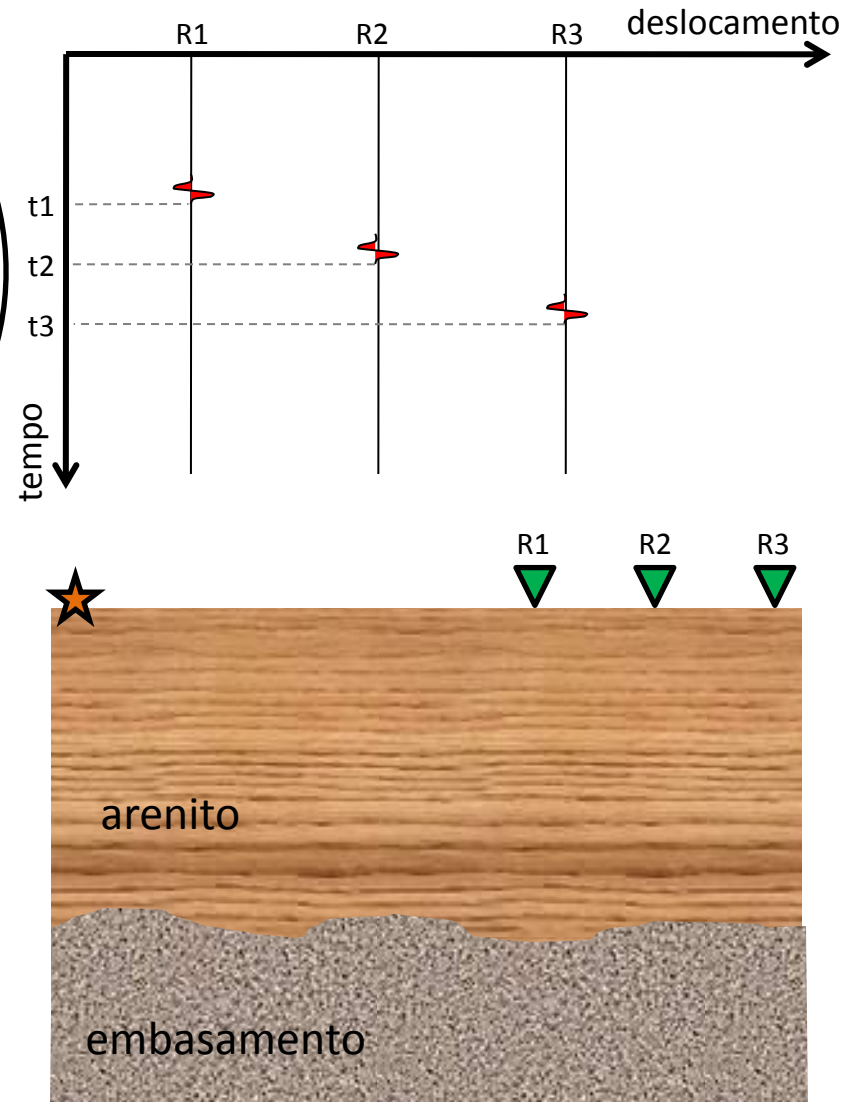
A forma com que as ondas se propagam e, consequentemente, a maneira como estas chegam aos receptores depende, por exemplo, da velocidade de propagação das ondas em subsuperfície



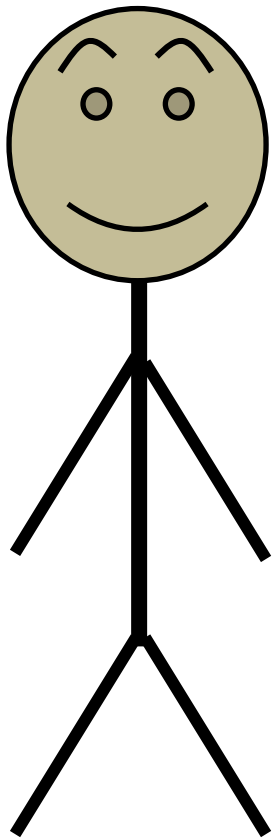
Exemplo em Sísmica



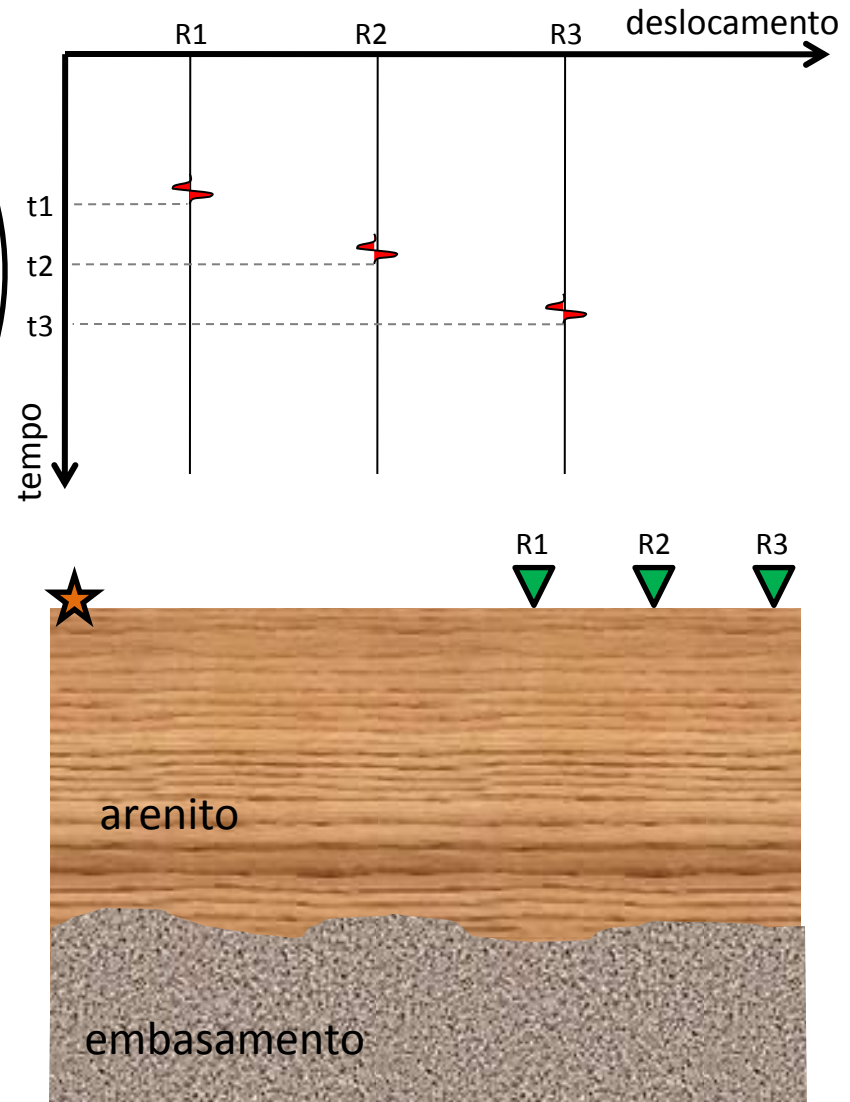
Sabe-se que há uma
camada de arenito sobre
o embasamento



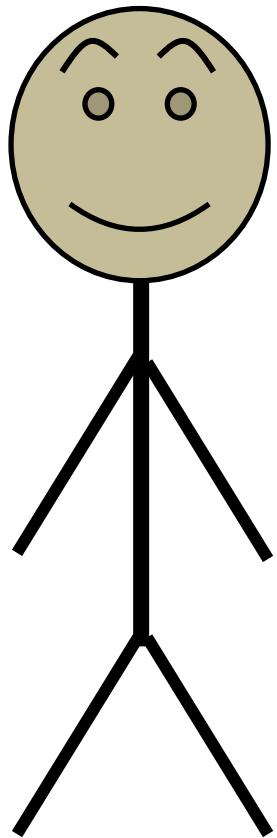
Exemplo em Sísmica



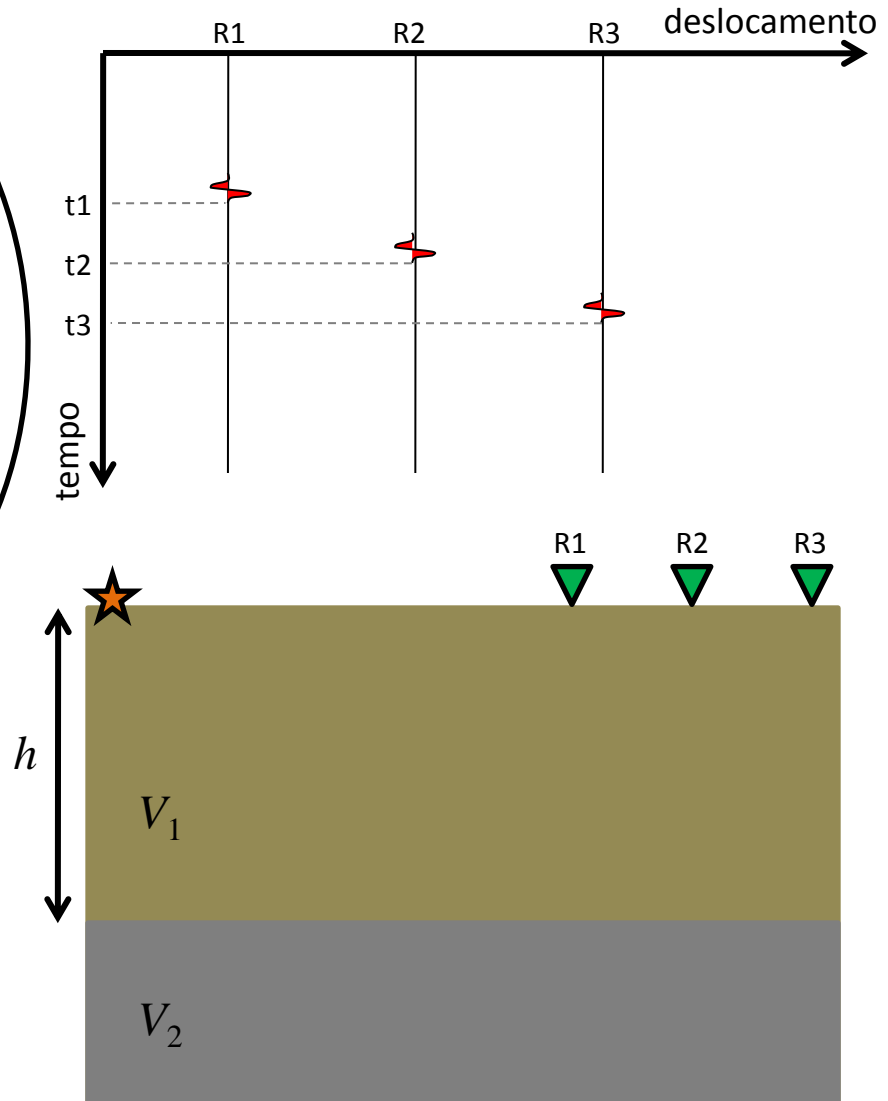
Sabe-se que arenitos tem
velocidade de
propagação menor que
as do embasamento



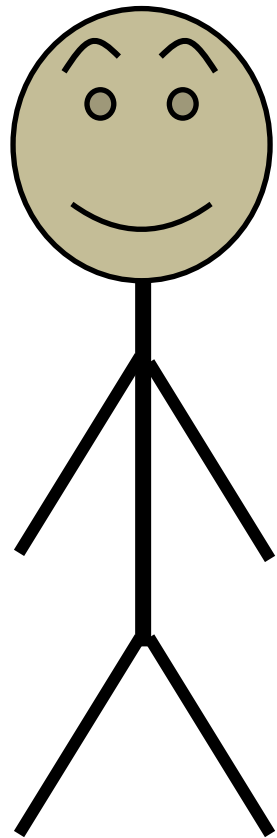
Exemplo em Sísmica



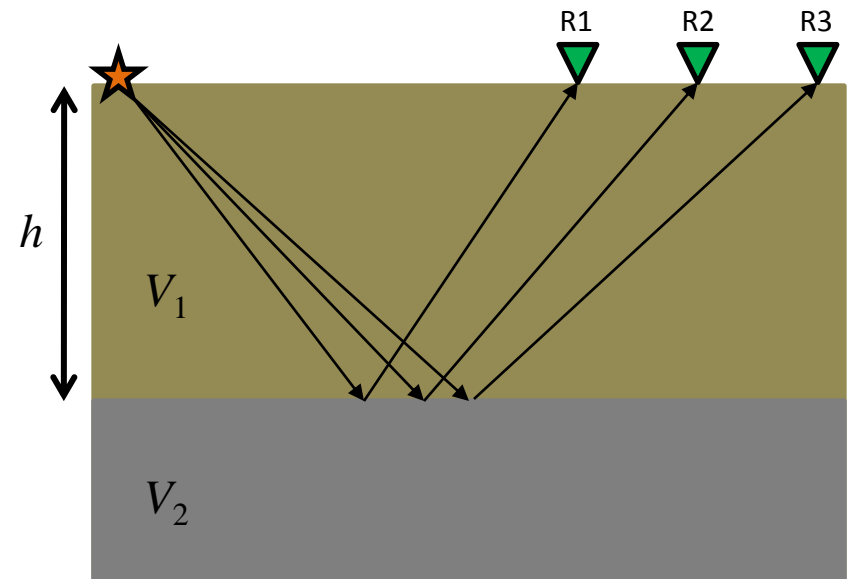
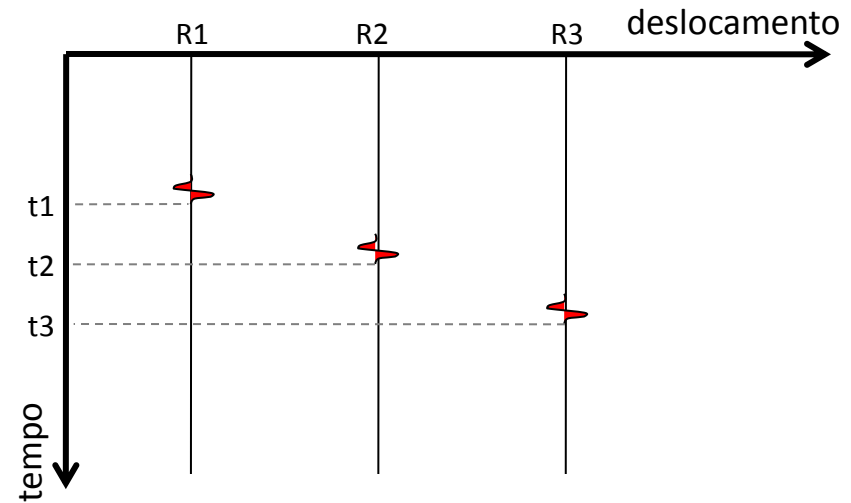
Vamos
parametrizar da
seguinte forma: os
meios são homogêneos
e isotrópicos, as
camadas são plano-
paralelas, o arenito tem
velocidade V_1 e
espessura h e o
embasamento tem
velocidade
 $V_2 > V_1$



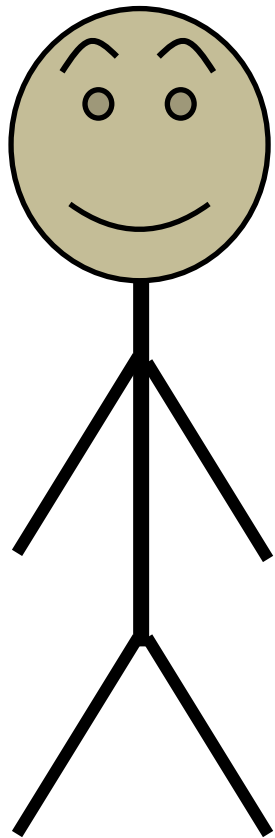
Exemplo em Sísmica



Nesse caso,
sabemos que haverá
ondas que serão
refletidas na interface
arenito-embasamento

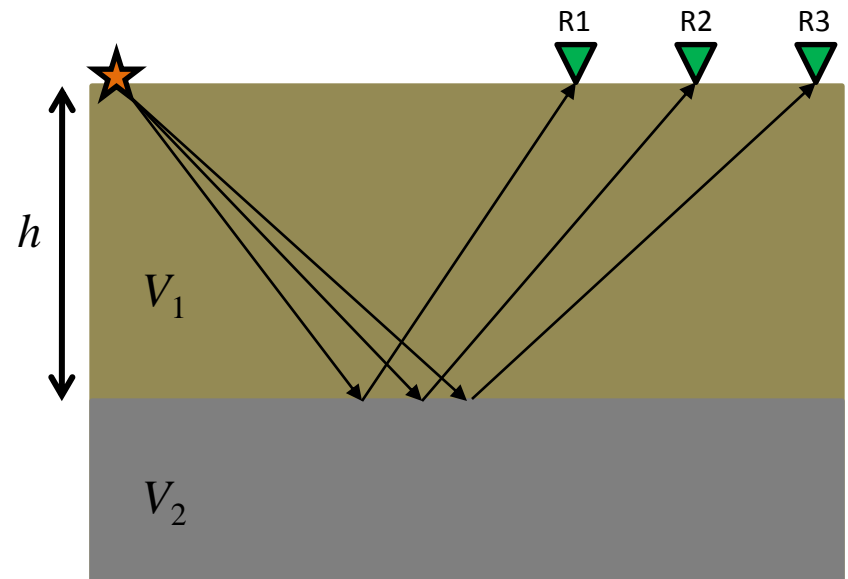
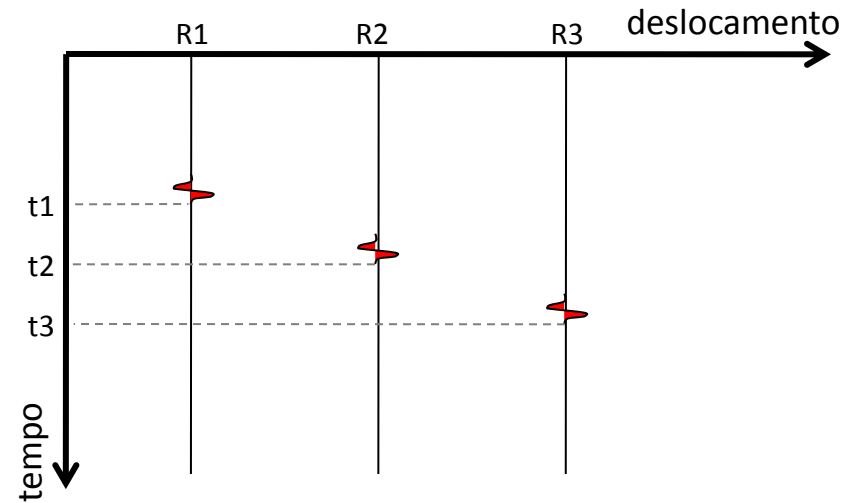


Exemplo em Sísmica

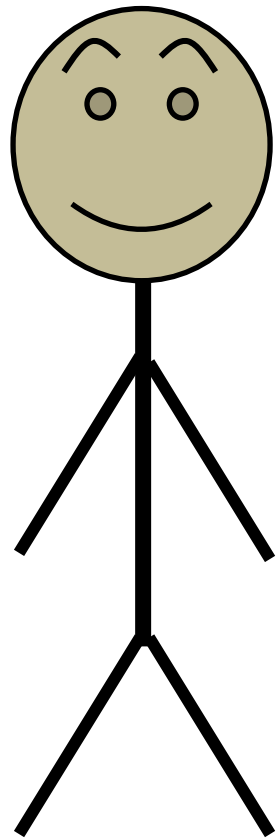


E que a *função f* do *problema direto* calcula, dadas a velocidade V_1 e a espessura h , os **tempos de chegada preditos**

$$t = f(V_1, h)$$

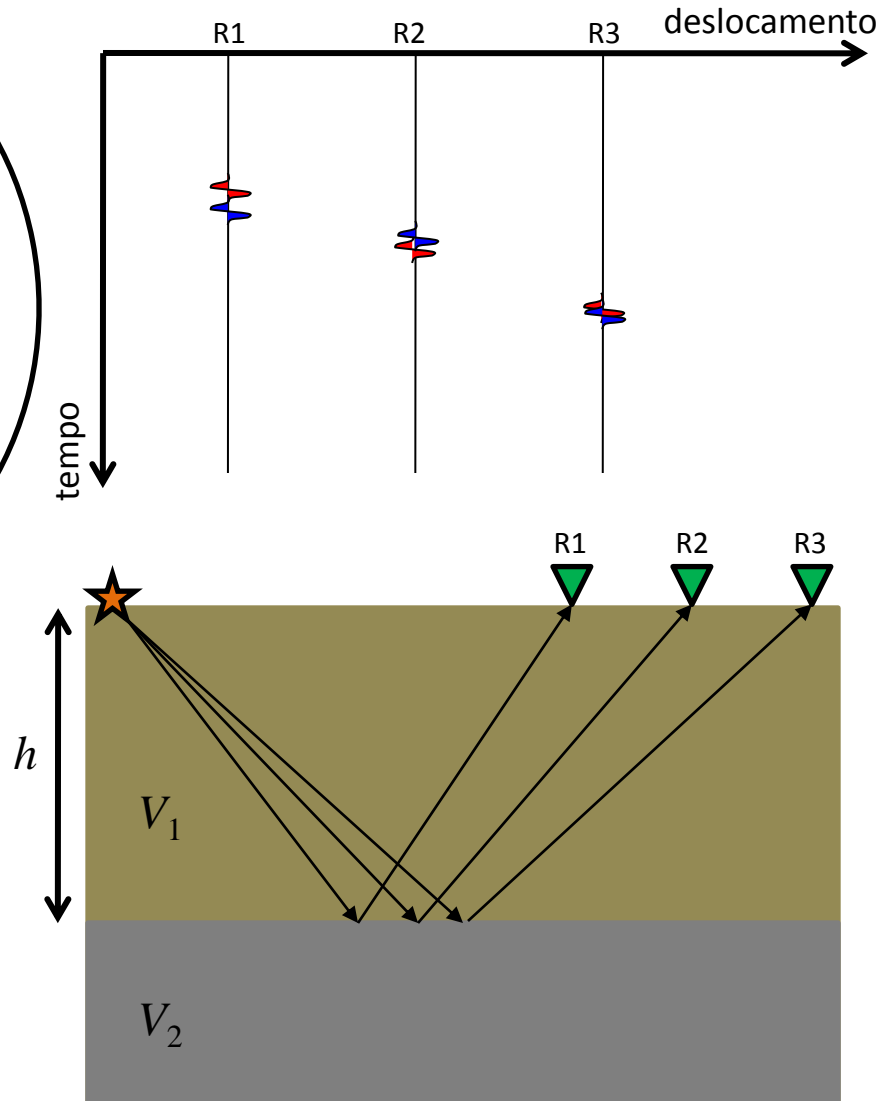


Exemplo em Sísmica

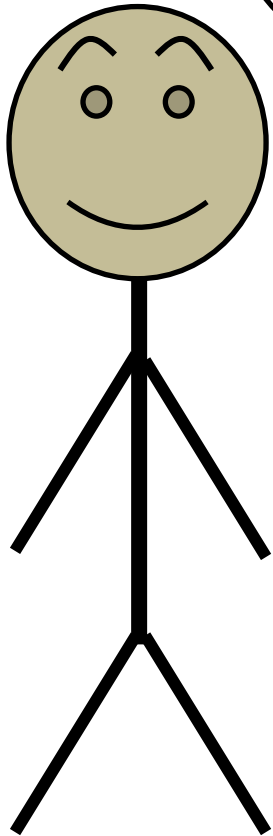


Sendo assim, o *problema inverso* consiste em encontrar V_1 e h que produzem os **tempos de chegada preditos** mais próximos aos **tempos de chegada observados** de acordo com uma *norma* preestabelecida

$$t = f(V_1, h)$$



Exemplo em Gravimetria

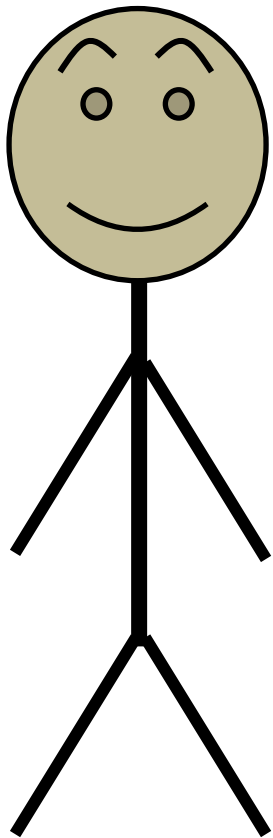


Quero saber a forma de
um corpo intrusivo em
subsuperfície

Exemplo em Gravimetria



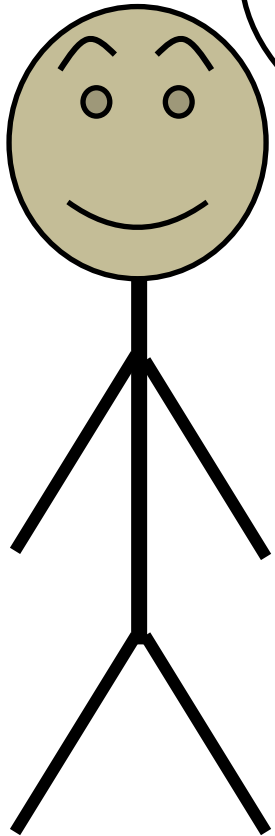
Exemplo em Gravimetria



Este corpo é um granito



Exemplo em Gravimetria



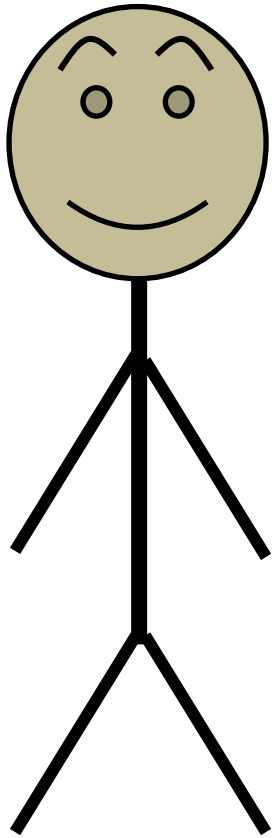
A Gravimetria é um método geofísico que investiga a *subsuperfície* por meio de um fenômeno físico governado pela Teoria do Potencial

subsuperfície

Exemplo em Gravimetria



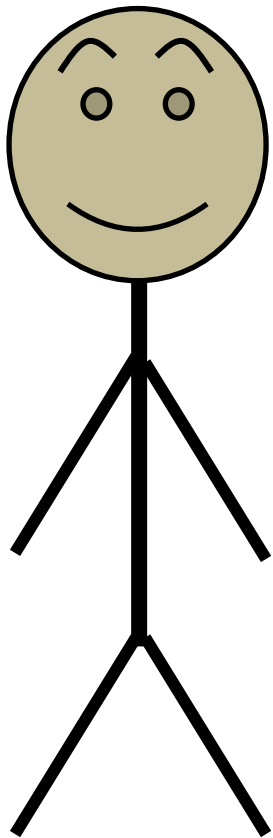
Exemplo em Gravimetria



Uma distribuição de densidade produz uma *anomalia na aceleração da gravidade*, que pode ser detectada na superfície

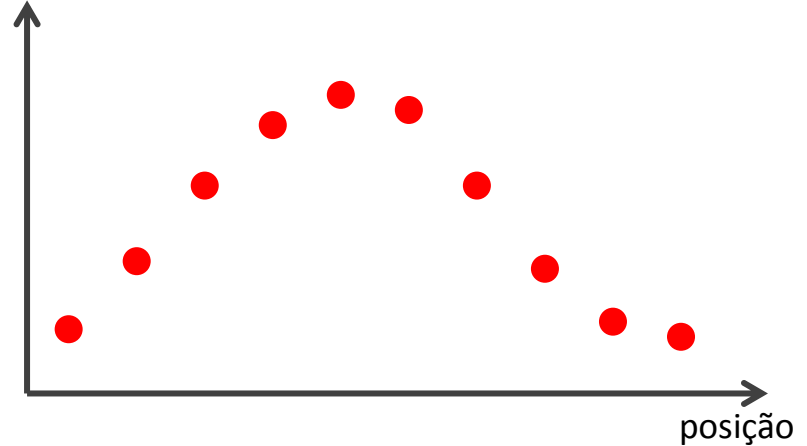


Exemplo em Gravimetria

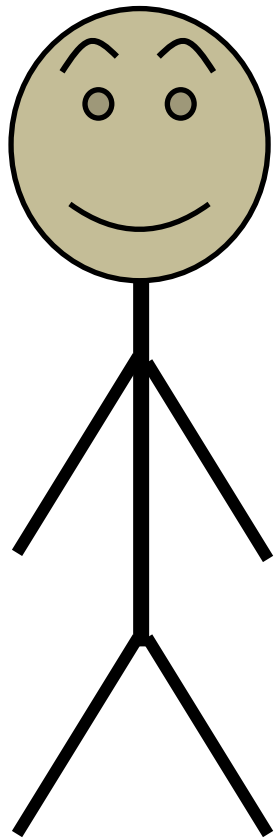


As *observações*
são medidas da
componente vertical
da anomalia de
gravidade

Anomalia de
gravidade

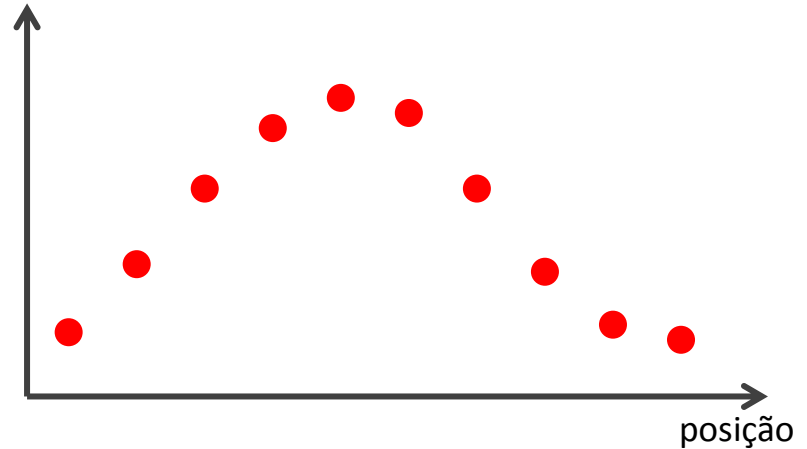


Exemplo em Gravimetria

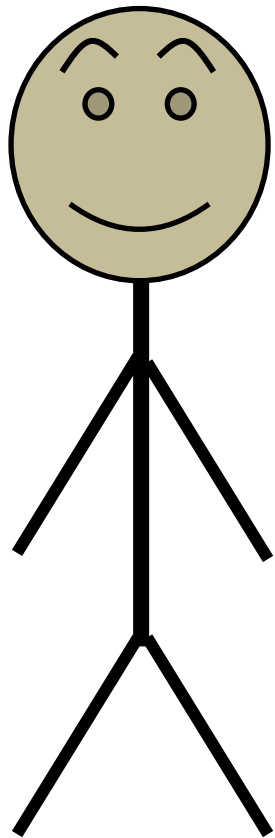


Sabe-se que o granito intrudiu rochas sedimentares e possui um contraste de densidade positivo

Anomalia de gravidade

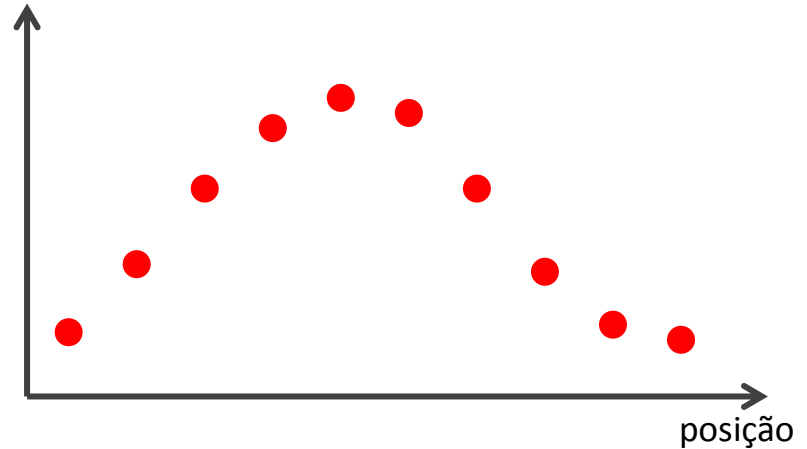


Exemplo em Gravimetria

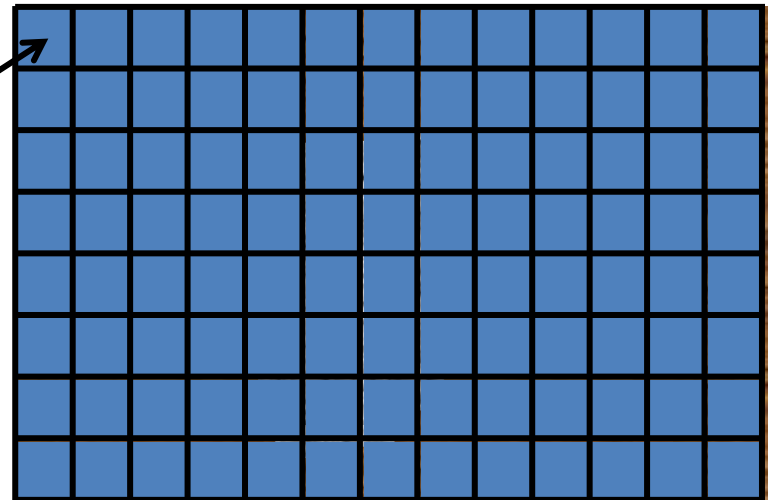


Vamos
parametrizar da
seguinte forma: a
distribuição de
densidades é contínua
por partes, representada
por M segmentos
retangulares com
densidade ρ
constante

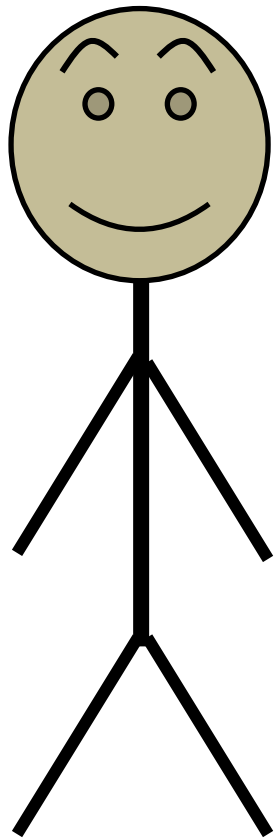
Anomalia de
gravidade



Segmento
retangular com
densidade ρ
constante

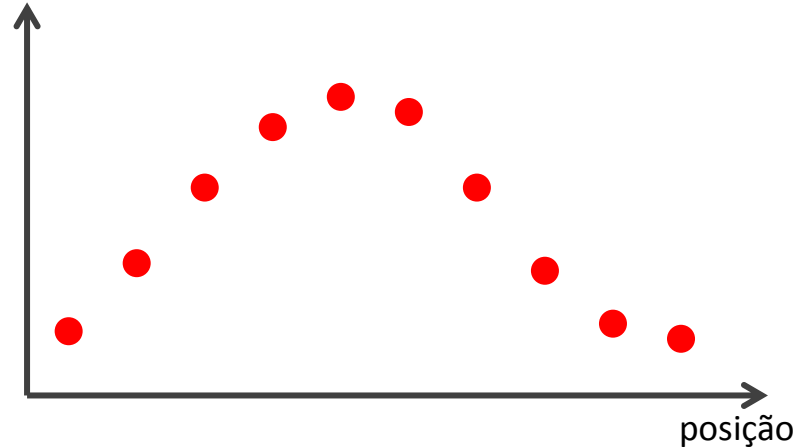


Exemplo em Gravimetria

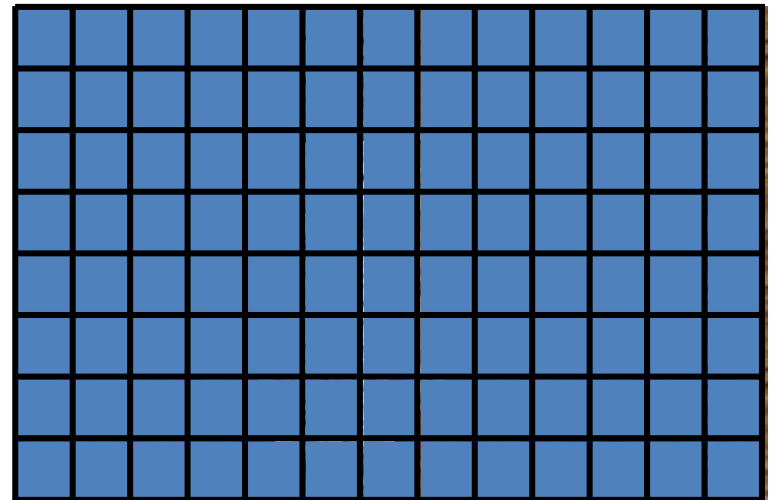


A função f do problema direto calcula, dada a densidade ρ em cada segmento retangular, a anomalia de gravidade predita

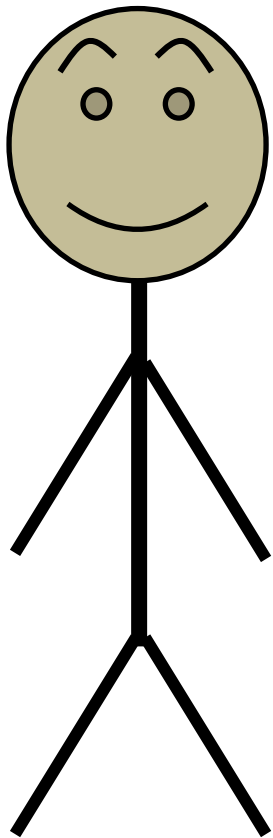
Anomalia de gravidade



$$d = f(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_M)$$



Exemplo em Gravimetria

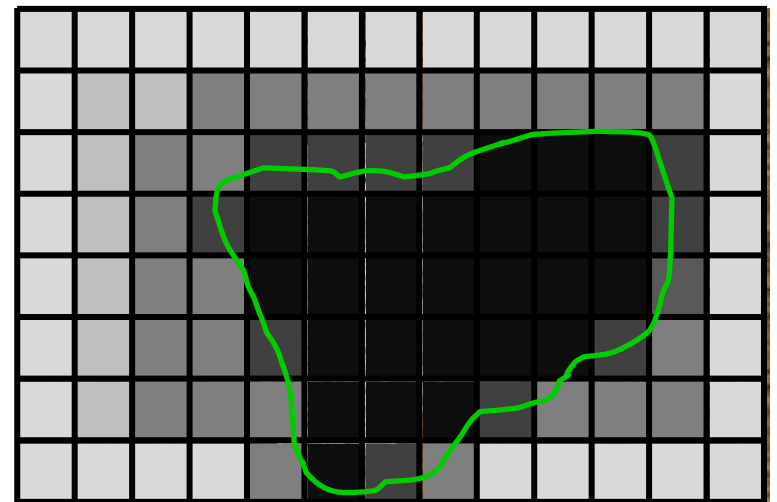
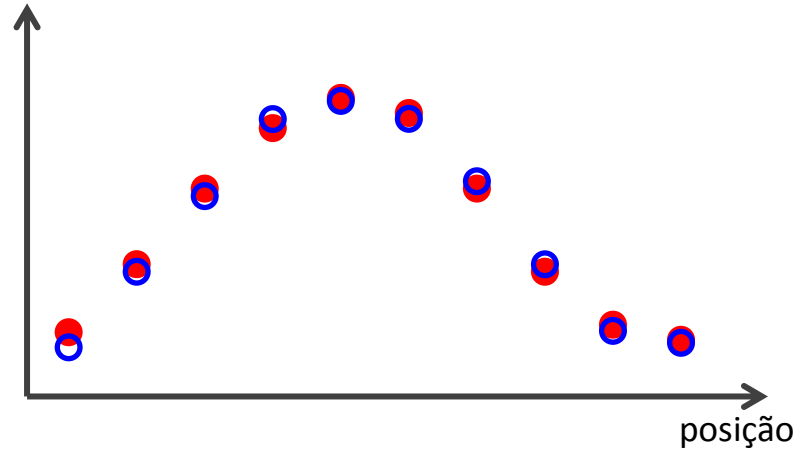


Sendo assim, o *problema inverso* consiste em encontrar a densidade ρ em cada segmento retangular, de forma que os **dados preditos** sejam os mais próximos possíveis aos **dados observados** de acordo com uma *norma* preestabelecida

$$d = f(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_M)$$

Contorno do corpo verdadeiro

Anomalia de gravidade



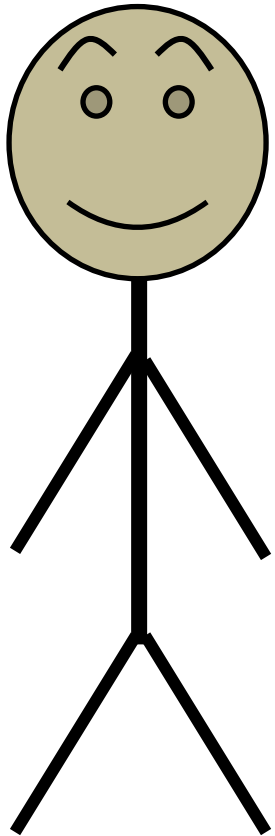
Exemplo em SEV



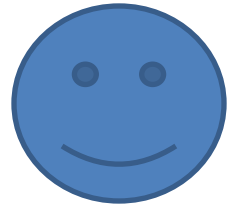
Exemplo em SEV



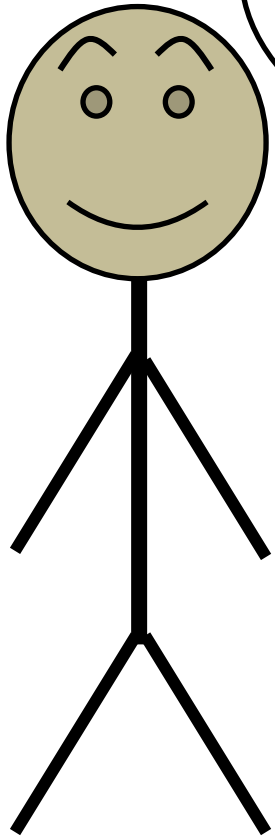
Exemplo em SEV



Sabe-se que, sobre o
embasamento, há uma
camada de arenito que
possui água em sua base



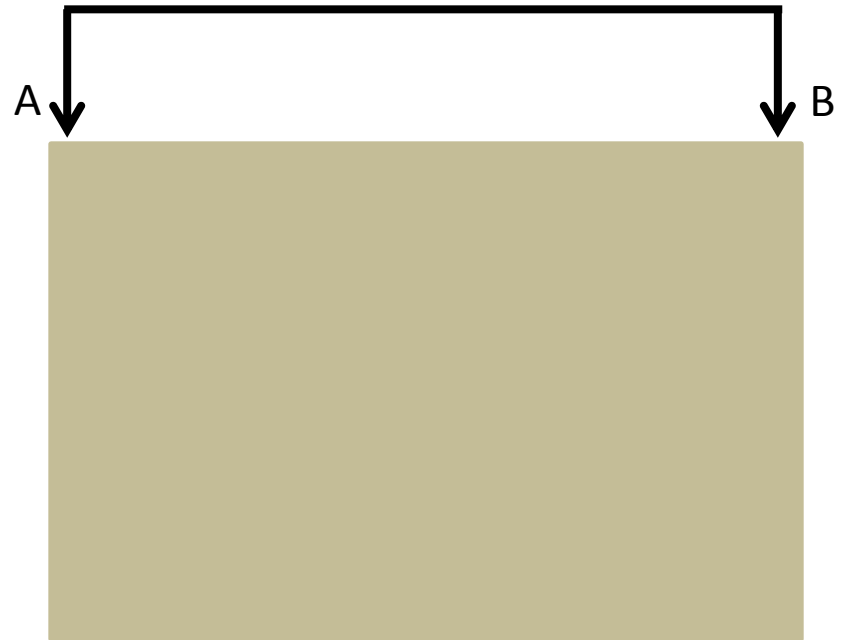
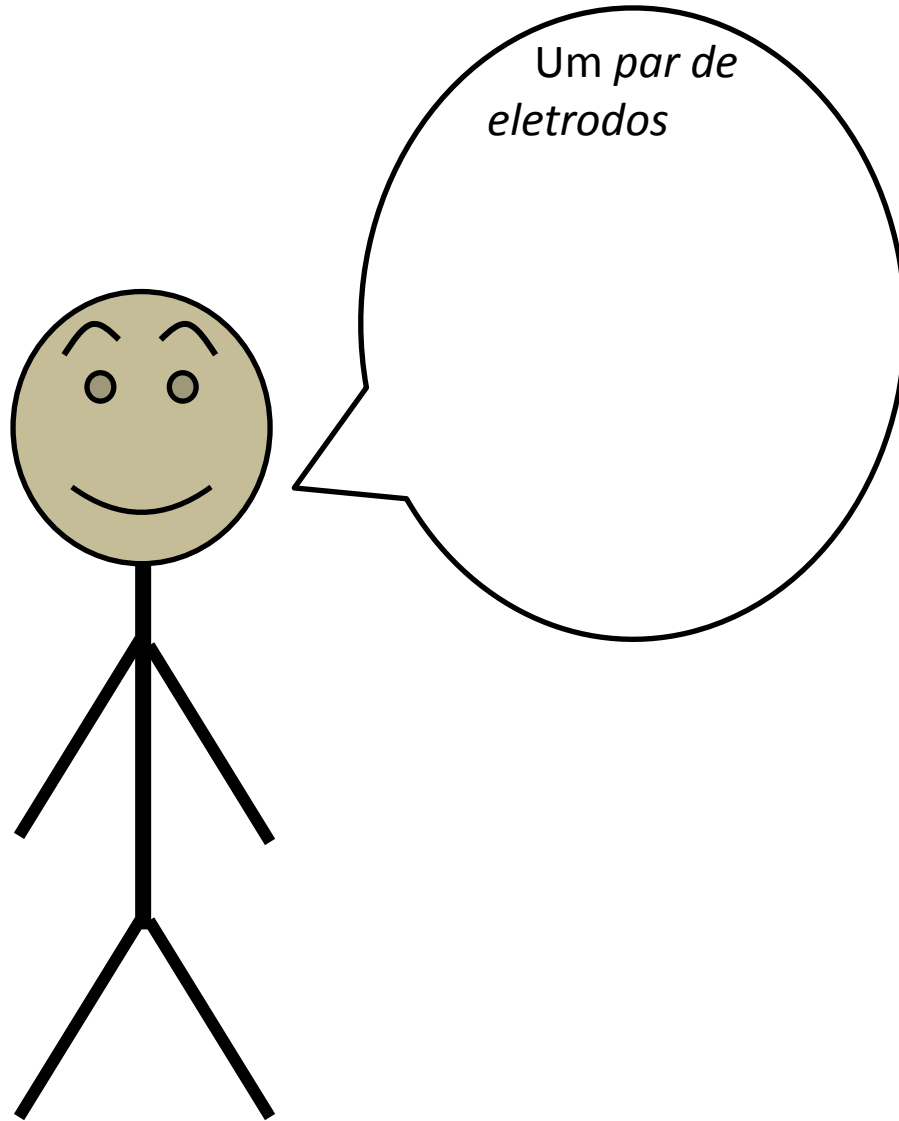
Exemplo em SEV



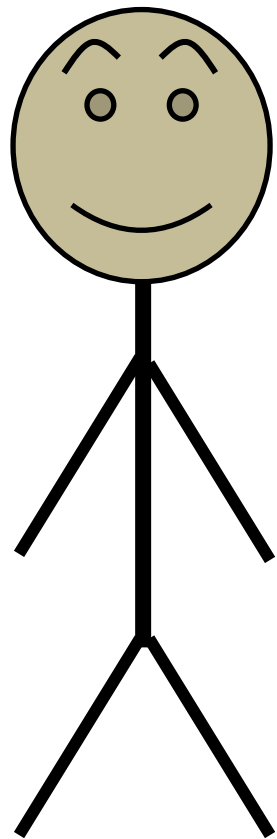
A SEV é um método geofísico
que investiga a *subsuperfície*
por meio de um fenômeno
físico governado pela difusão
de correntes elétricas

subsuperfície

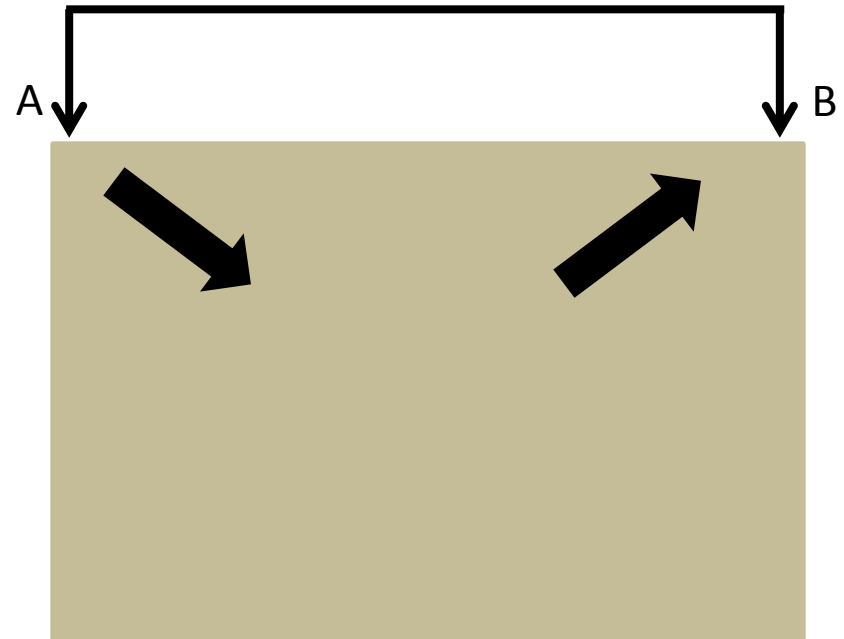
Exemplo em SEV



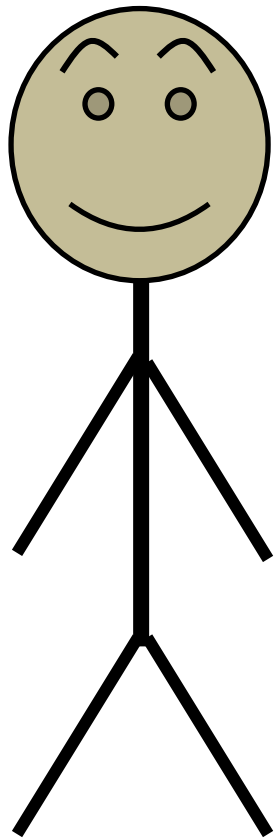
Exemplo em SEV



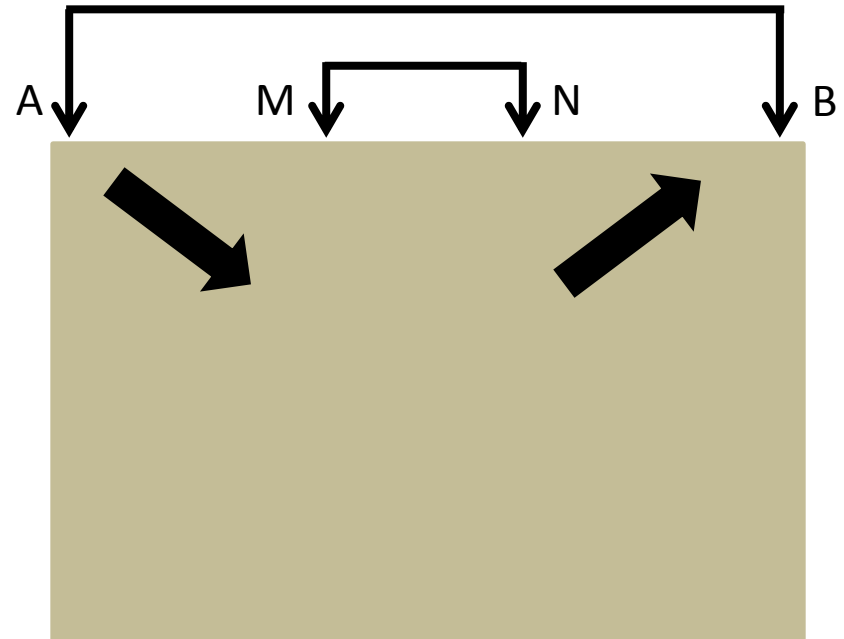
Um par de
eletrodos induz
correntes elétricas,
que difundem em
subsuperfície



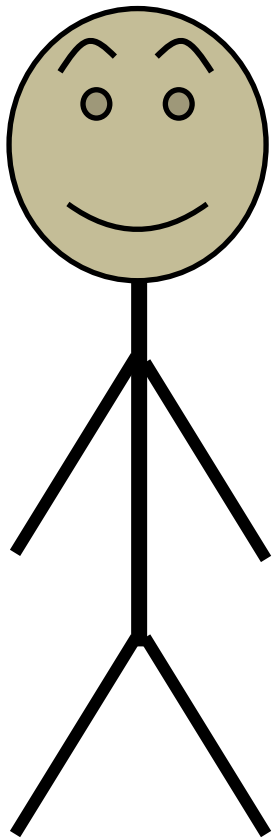
Exemplo em SEV



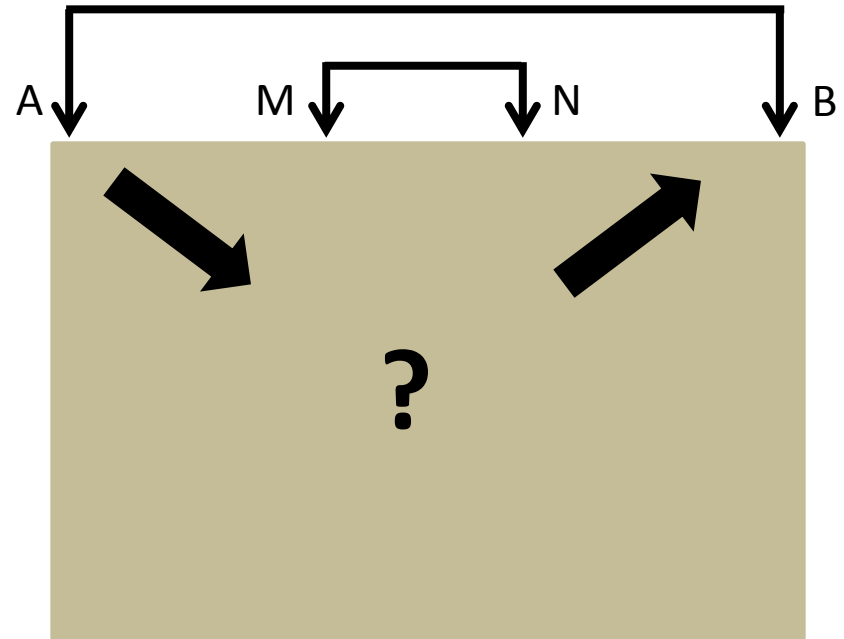
Um par de
eletrodos induz
correntes elétricas,
que difundem em
subsuperfície e
causam uma diferença
de potencial que é
medida por
outro *par de*
eletrodos



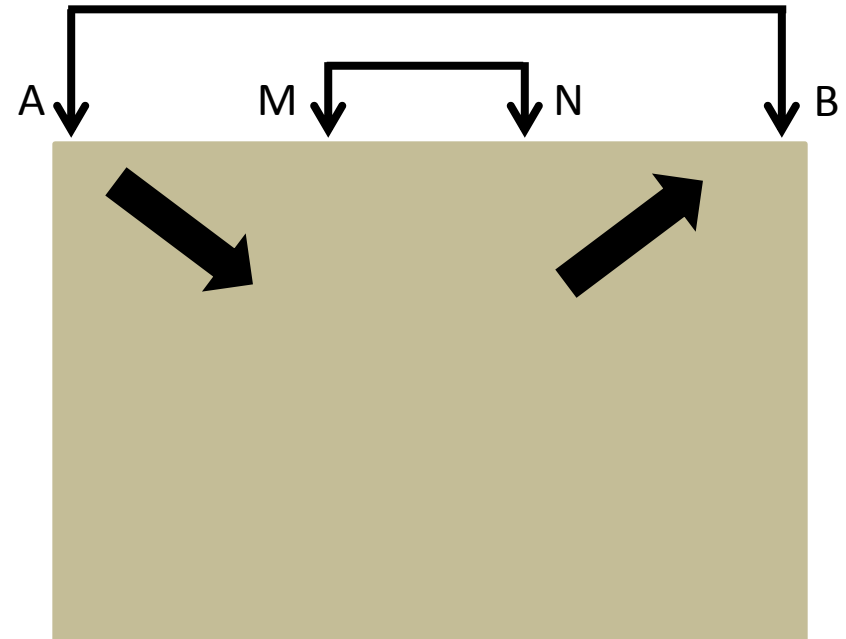
Exemplo em SEV



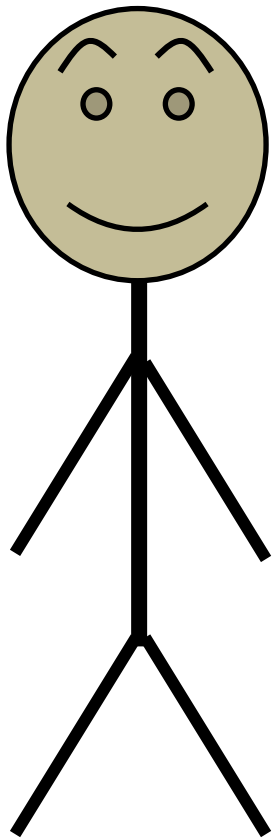
A maneira como
as correntes elétricas
irão difundir em
subsuperfície depende
da distribuição de
resistividade



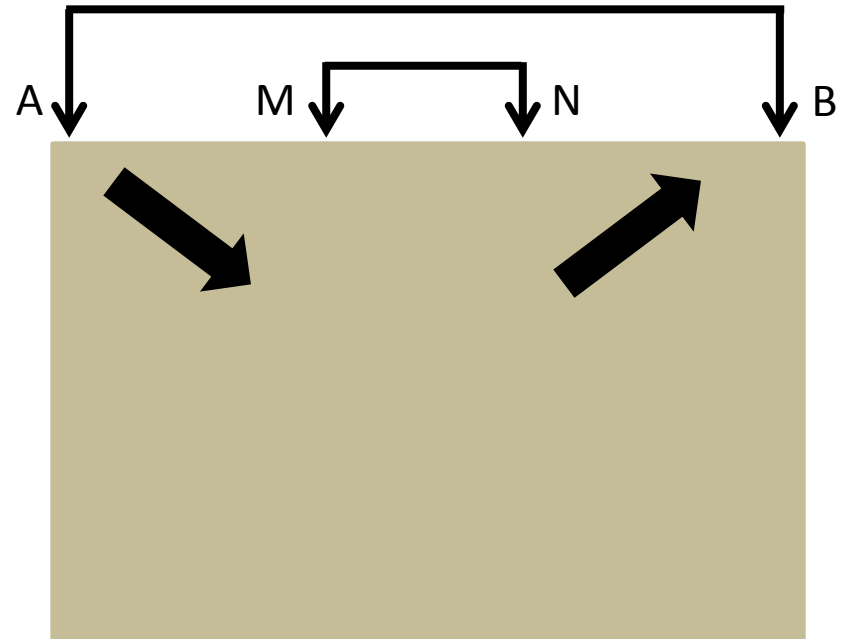
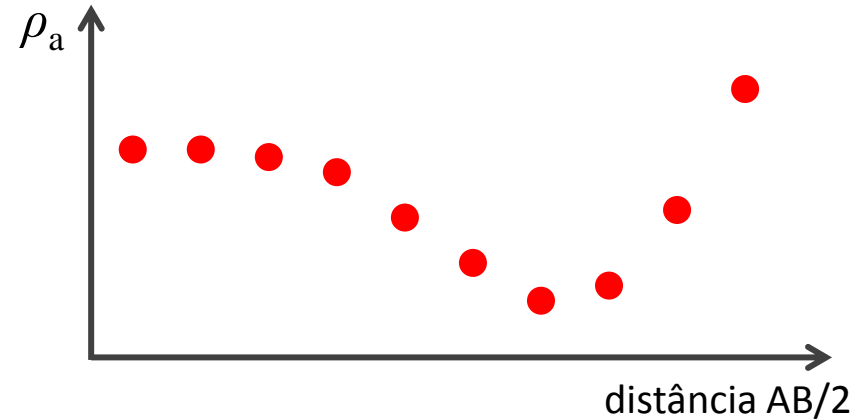
Exemplo em SEV



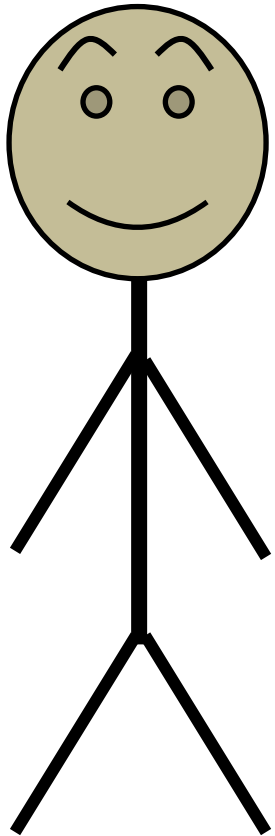
Exemplo em SEV



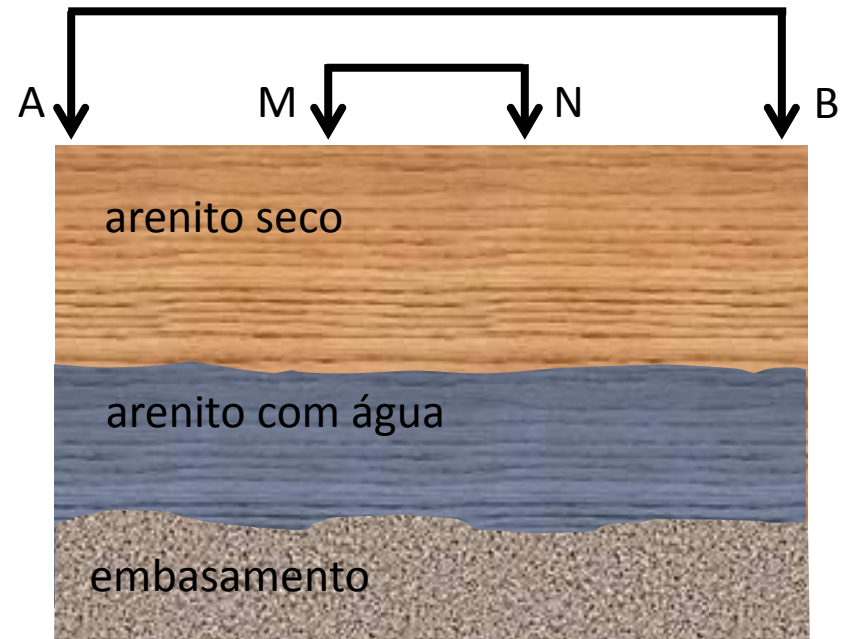
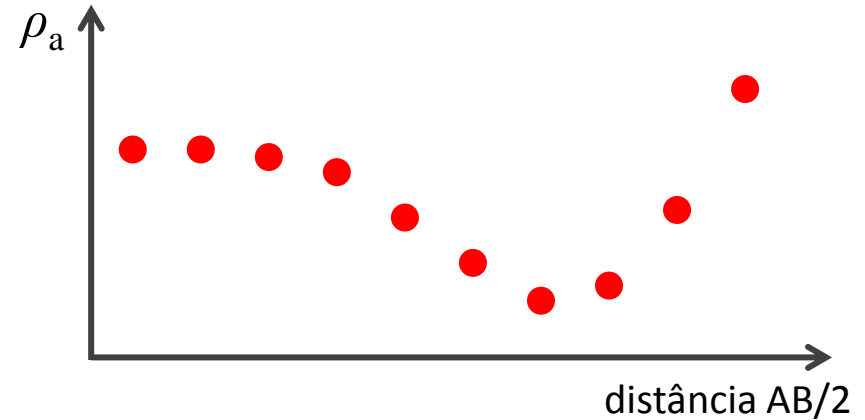
E as **observações**
são medidas de
resistividade
aparente ρ_a



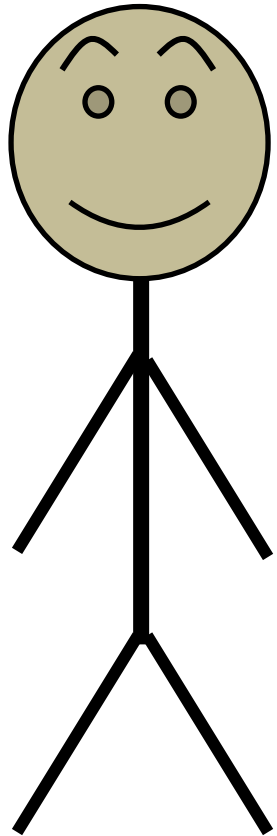
Exemplo em SEV



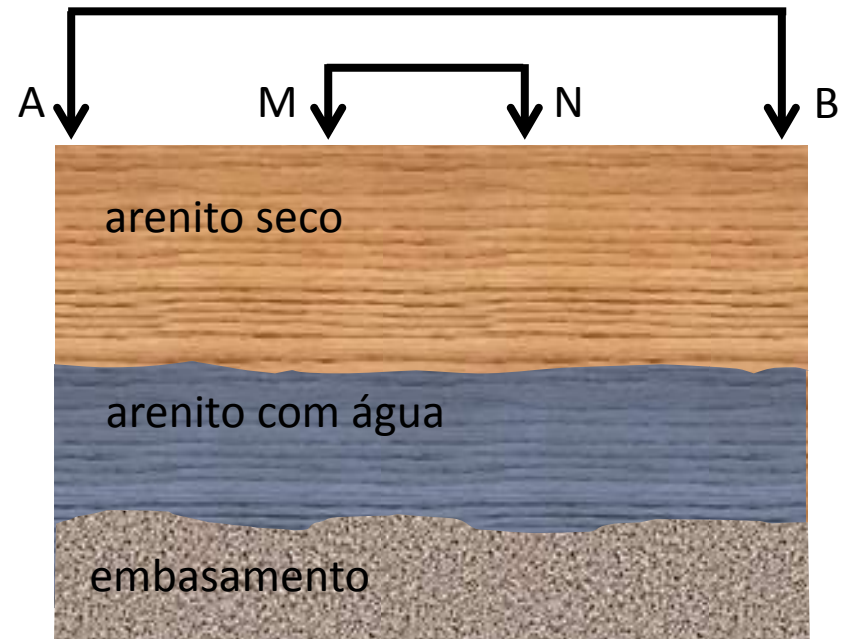
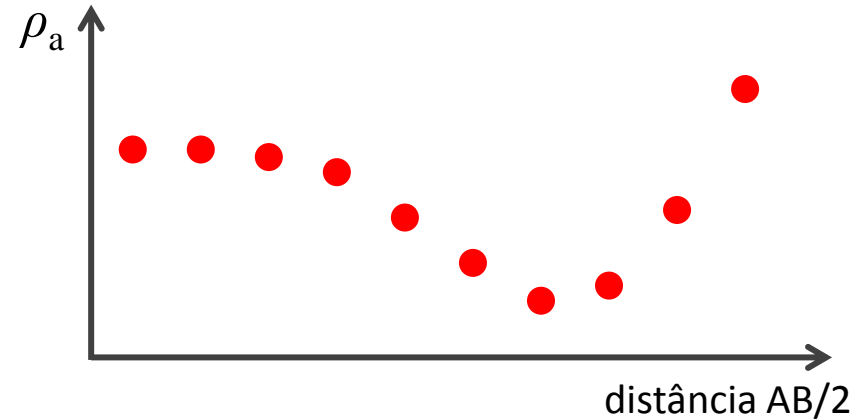
Sabe-se que,
sobre o embasamento,
há uma camada de
arenito que possui
água em sua
base



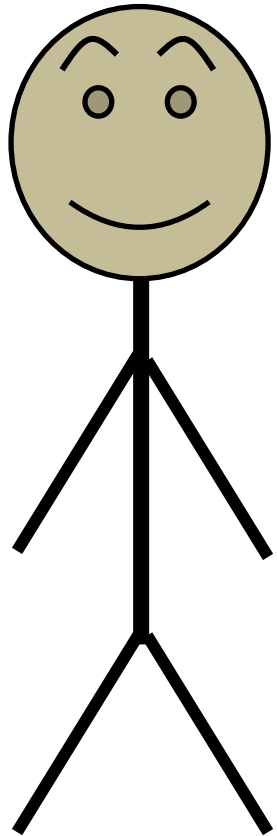
Exemplo em SEV



Sabe-se que a resistividade do arenito com água é menor que a do arenito seco, que por sua vez é menor que a do embasamento

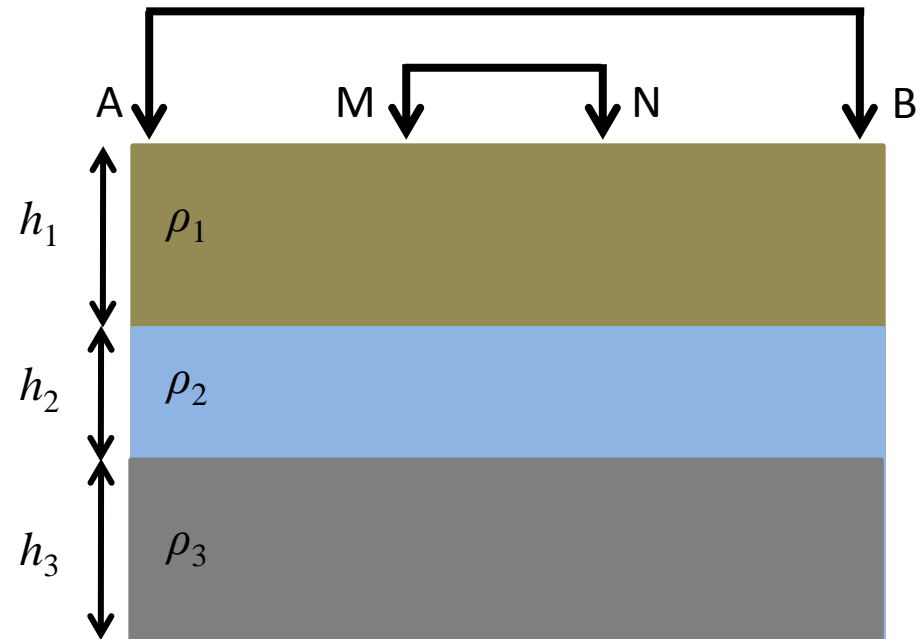
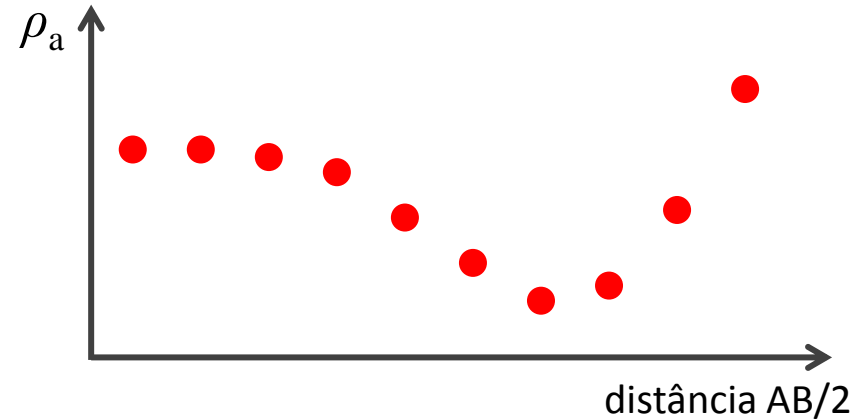


Exemplo em SEV

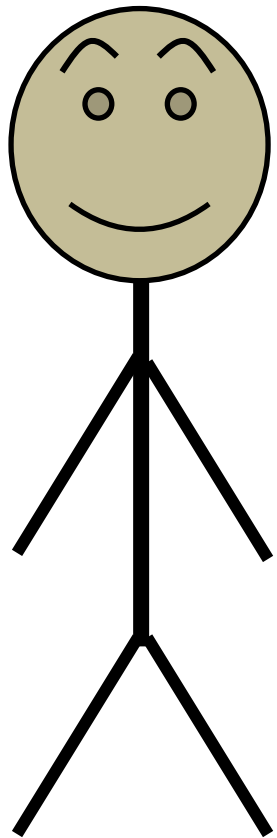


Vamos
parametrizar da
seguinte forma: há três
camadas homogêneas,
isotrópicas e plano-
paralelas, cada uma
com uma espessura h e
uma resistividade ρ

$$\rho_2 < \rho_1 < \rho_3$$



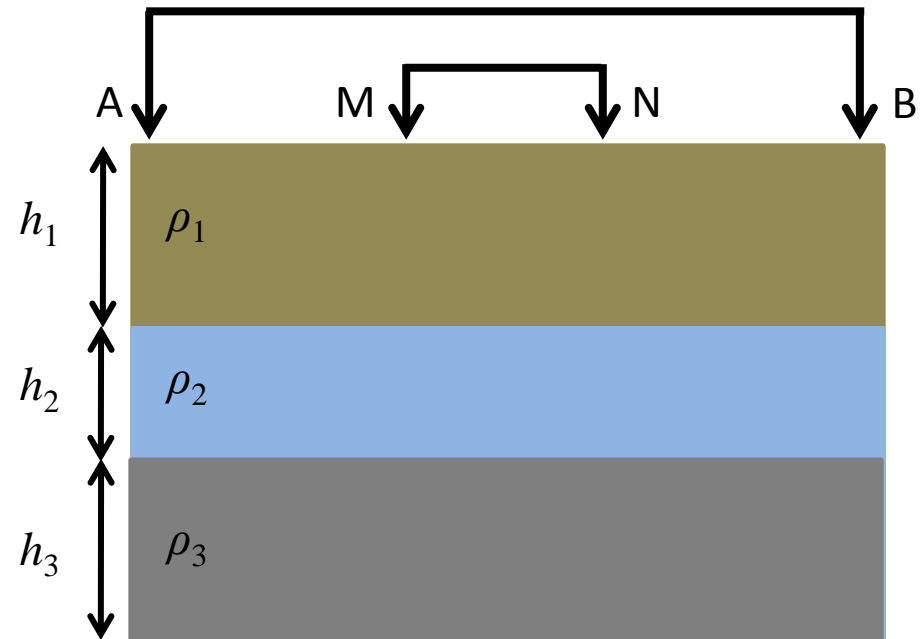
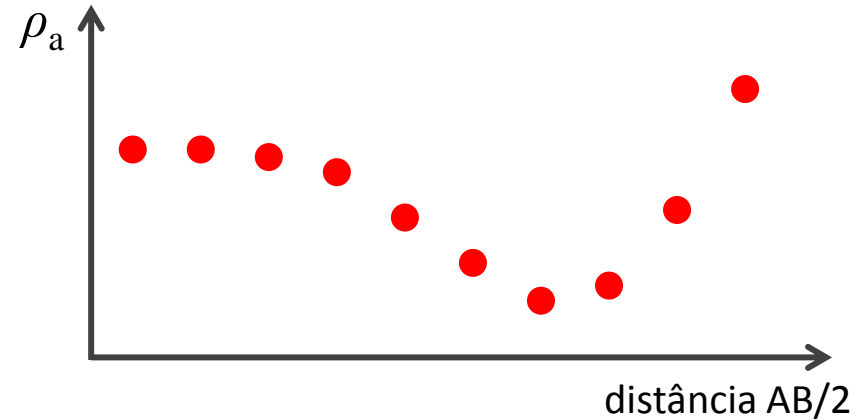
Exemplo em SEV



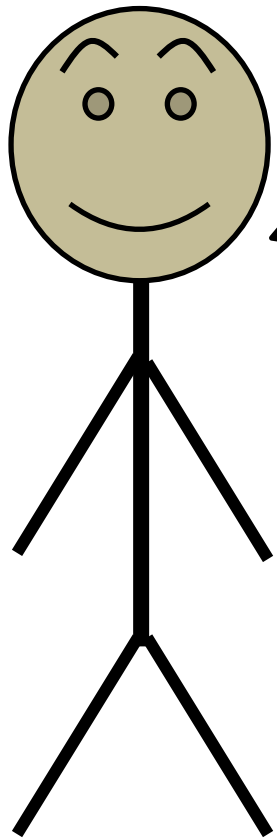
A função f do problema direto calcula, dadas as espessuras h_1 , h_2 e h_3 , a **curva de resistividade aparente predita**

$$\rho_2 < \rho_1 < \rho_3$$

$$\rho_a = f(h_1, h_2, h_3)$$



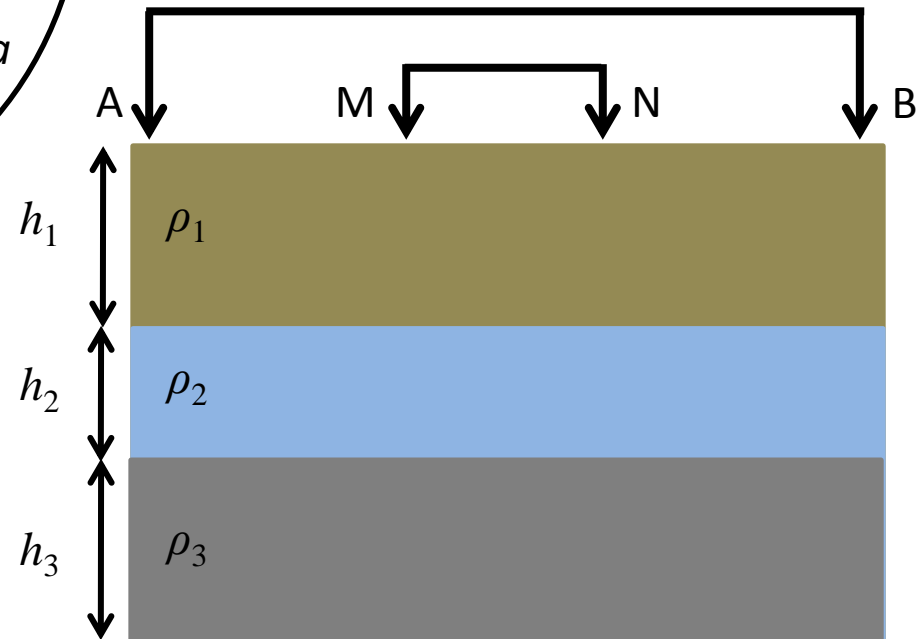
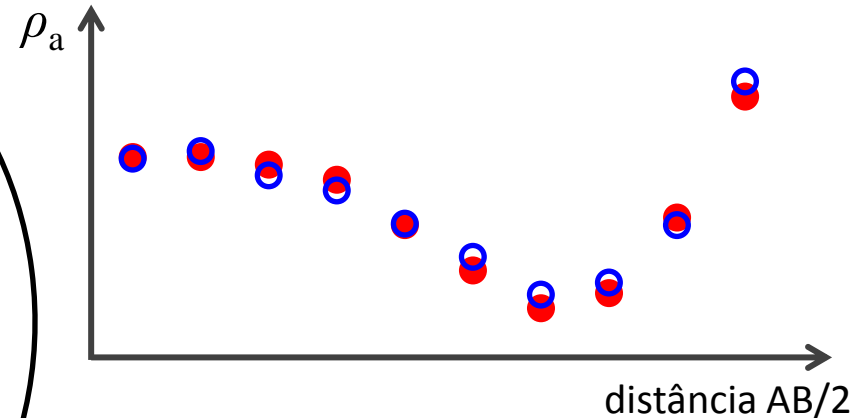
Exemplo em SEV



Sendo assim, o *problema inverso* consiste em encontrar as espessuras h_1 , h_2 e h_3 , tal que os **dados preditos** sejam os mais próximos possíveis aos **dados observados** de acordo com uma *norma* preestabelecida

$$\rho_2 < \rho_1 < \rho_3$$

$$\rho_a = f(h_1, h_2, h_3)$$



Exemplo em GPR

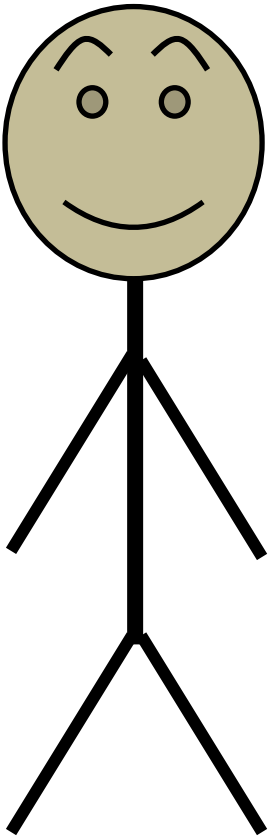


Exemplo em GPR

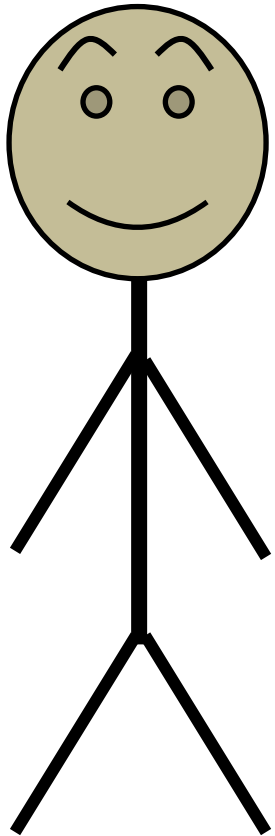


Exemplo em GPR

Na área de estudo, é de se esperar a presença de canos e tambores metálicos



Exemplo em GPR

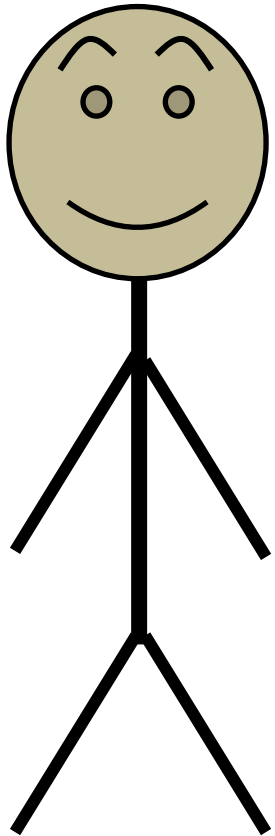


O GPR é um método geofísico
que investiga a *subsuperfície*
por meio de um fenômeno
físico governado pelo
Eletromagnetismo

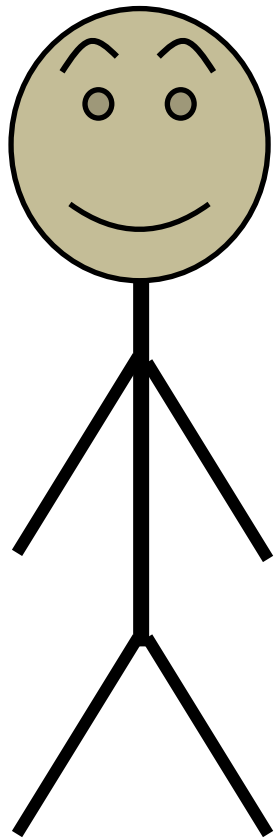
subsuperfície

Exemplo em GPR

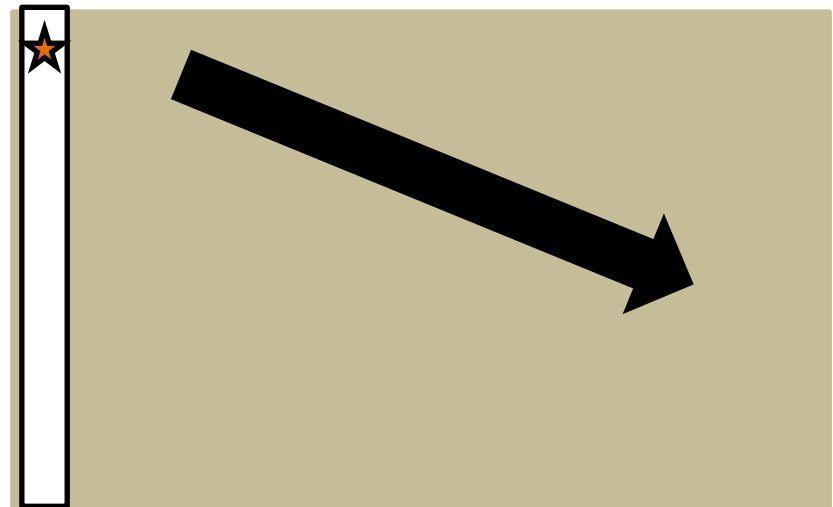
Uma *fonte*
é colocada em um
poço



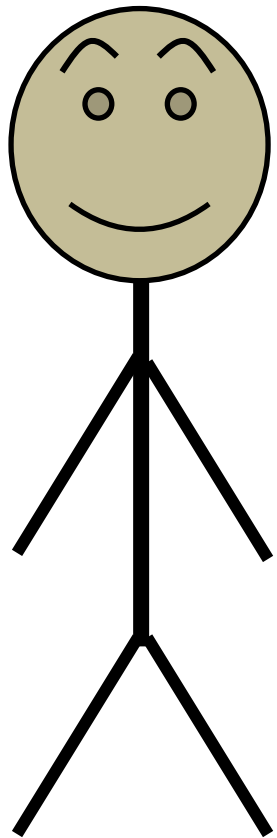
Exemplo em GPR



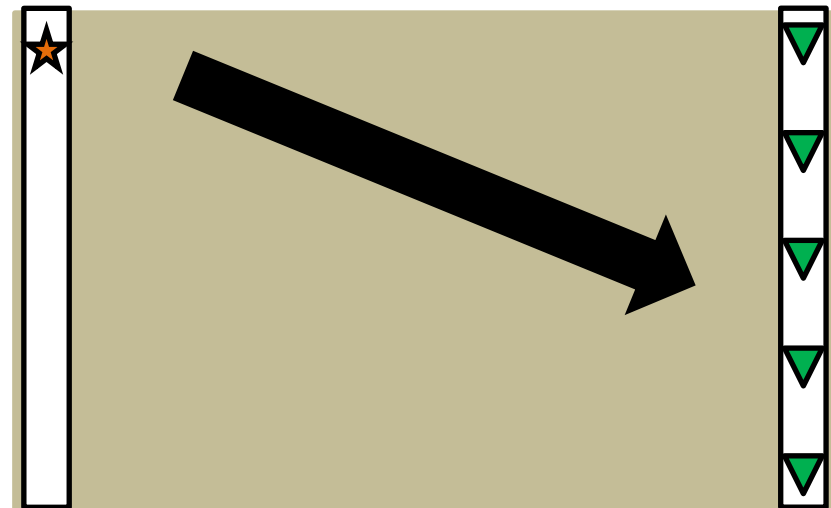
Uma fonte
é colocada em um
poço, emite *ondas
eletromagnéticas*, que
se propagam em
subsuperfície



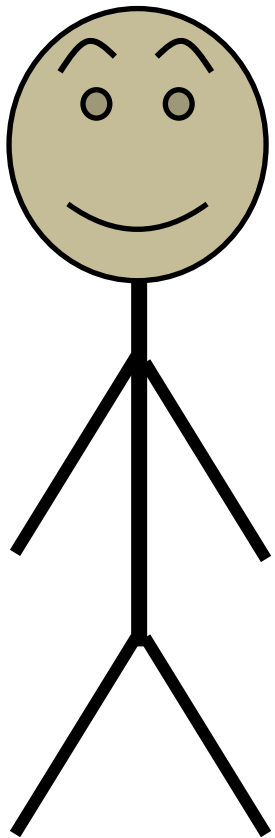
Exemplo em GPR



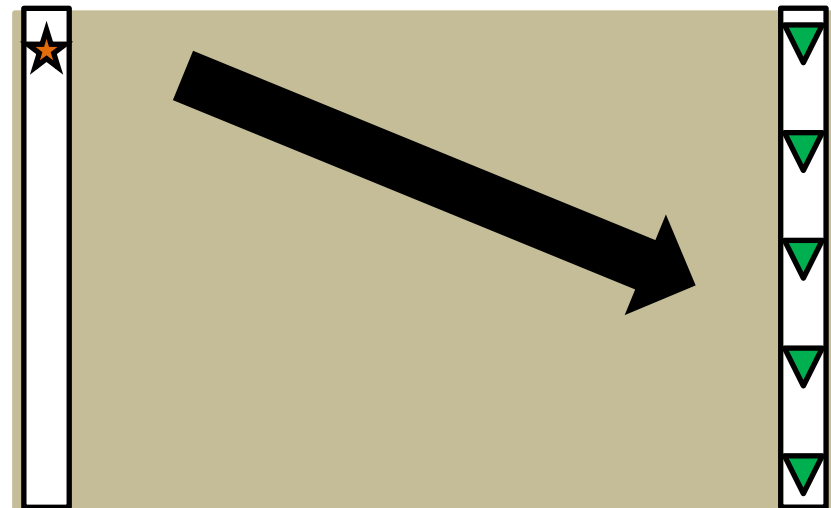
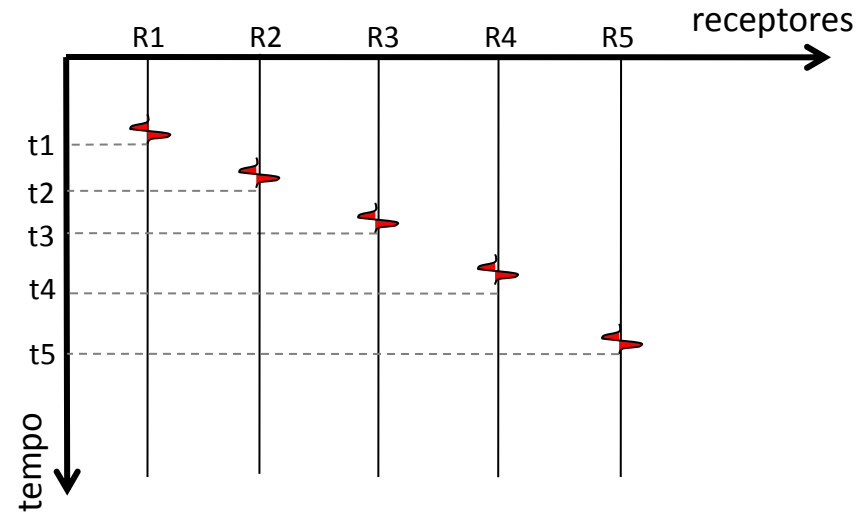
Uma fonte
é colocada em um
poço, emite ondas
eletromagnéticas, que
se propagam em
subsuperfície e são
detectadas em
receptores localizados
em outro poço



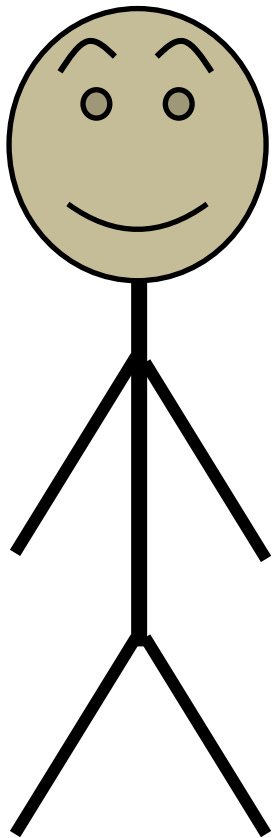
Exemplo em GPR



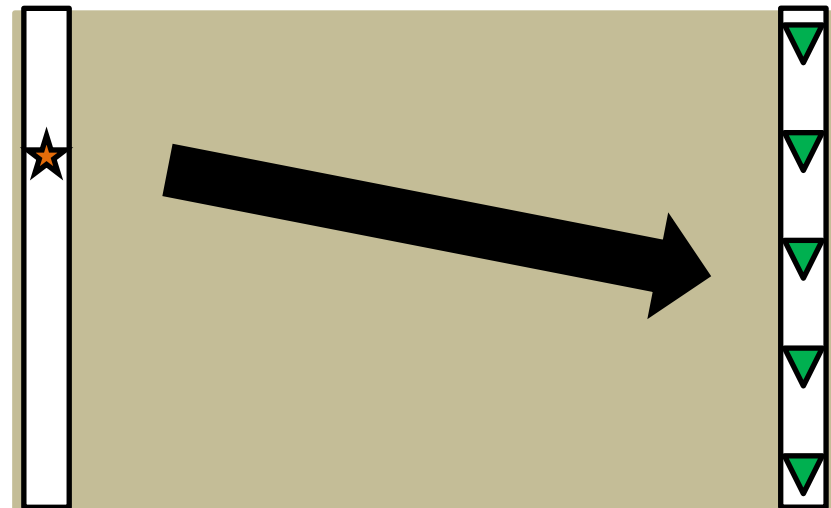
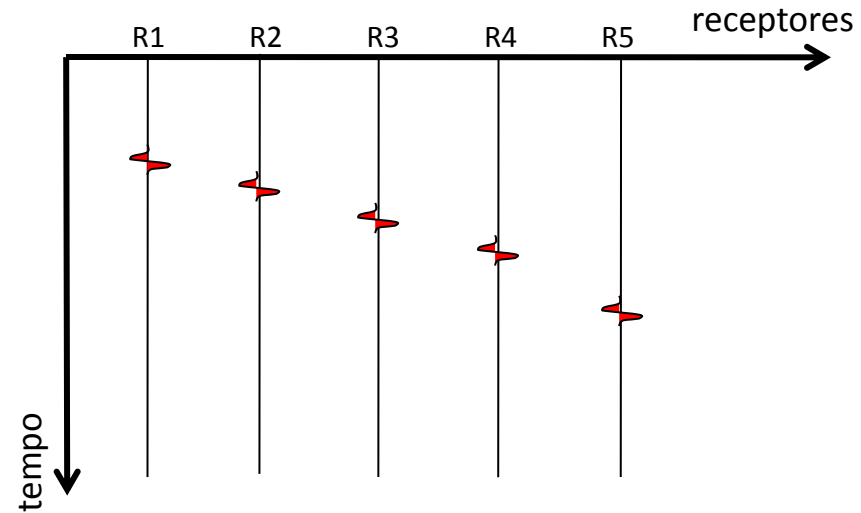
As *observações* são os tempos que as primeiras ondas demoram durante a propagação até os receptores



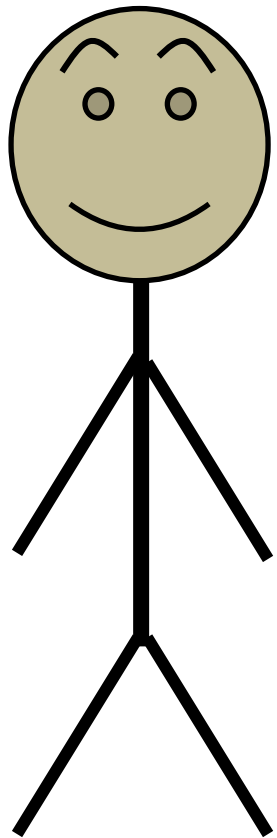
Exemplo em GPR



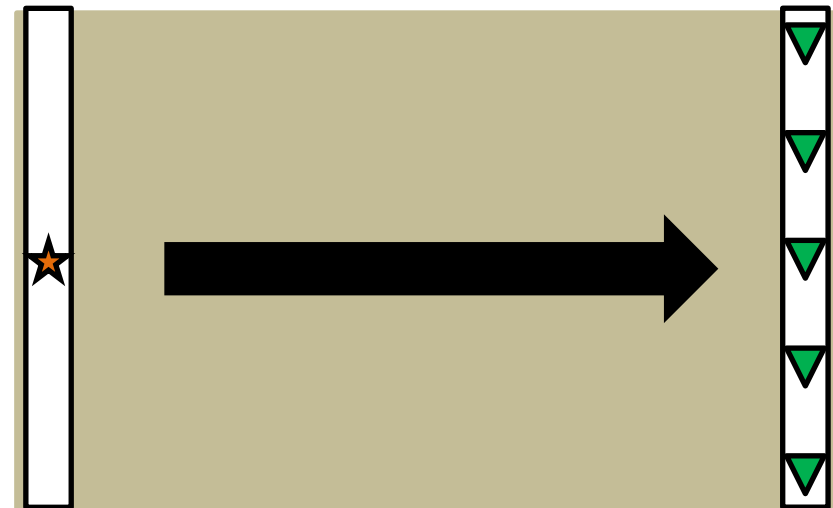
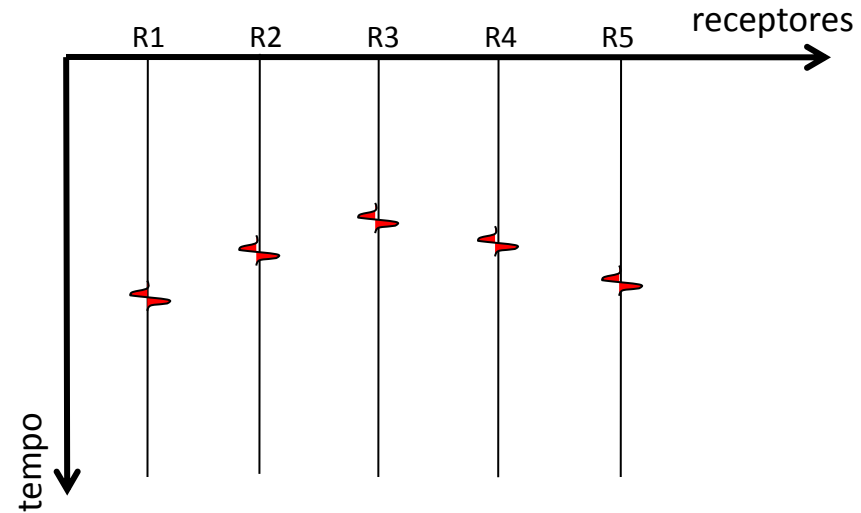
A fonte é deslocada dentro do poço e o procedimento é repetido



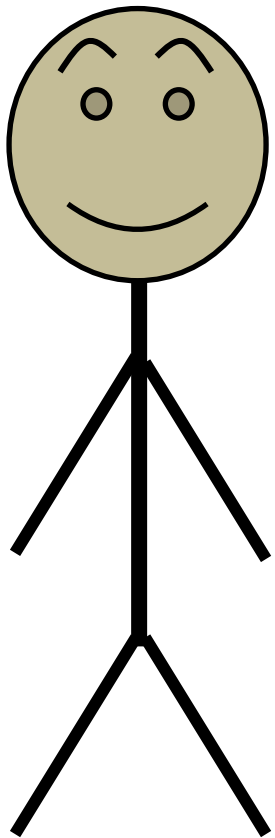
Exemplo em GPR



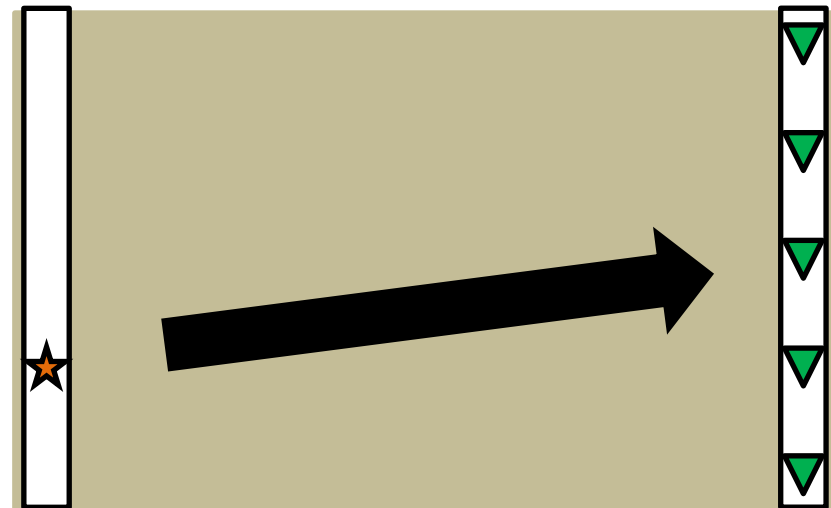
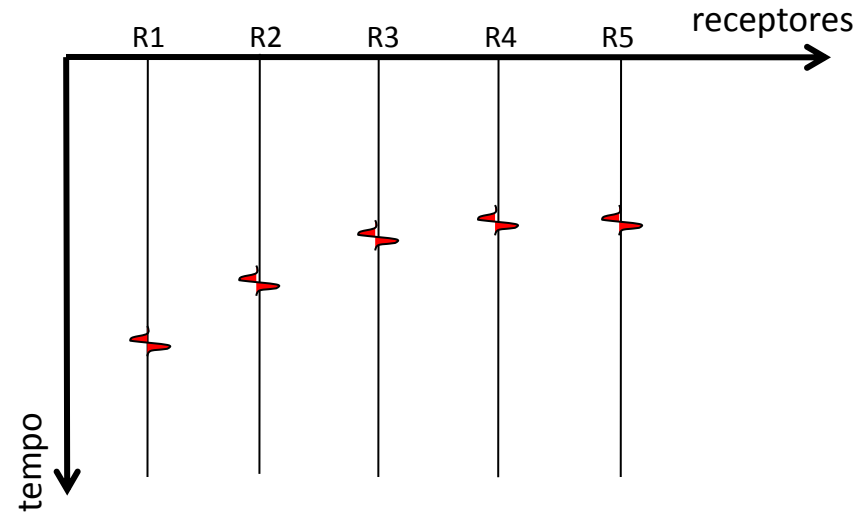
A fonte é deslocada dentro do poço e o procedimento é repetido



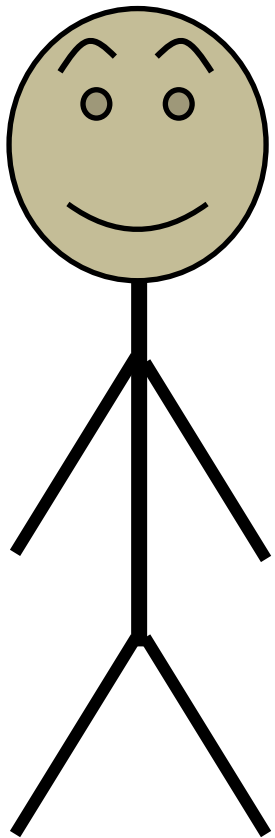
Exemplo em GPR



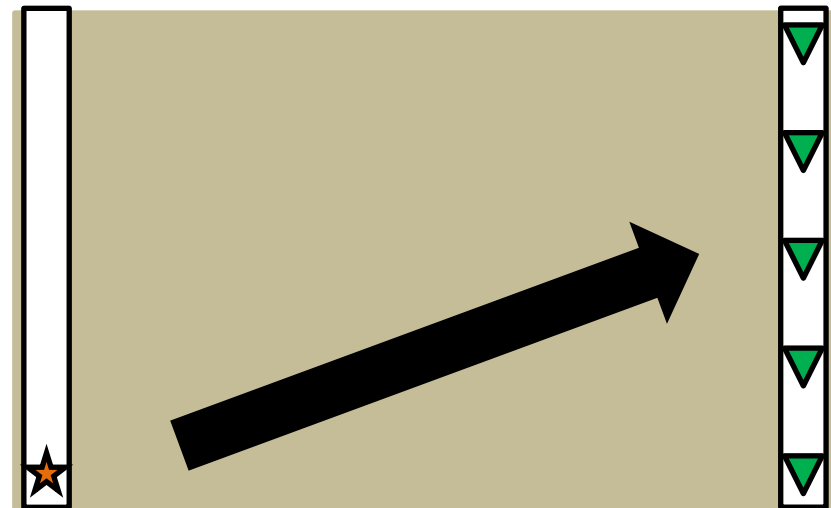
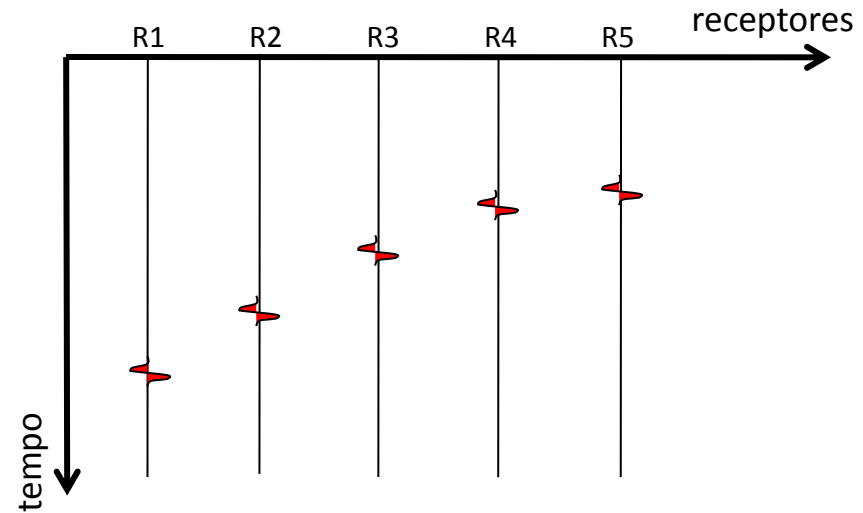
A fonte é deslocada dentro do poço e o procedimento é repetido



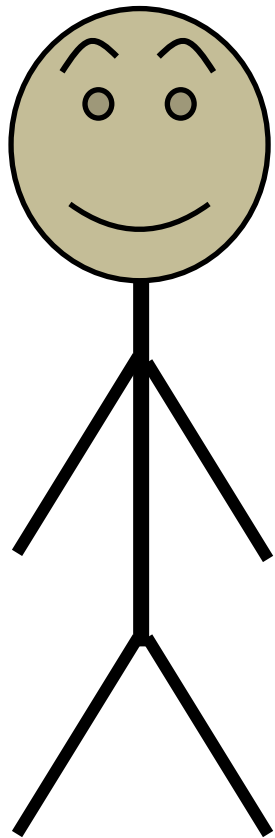
Exemplo em GPR



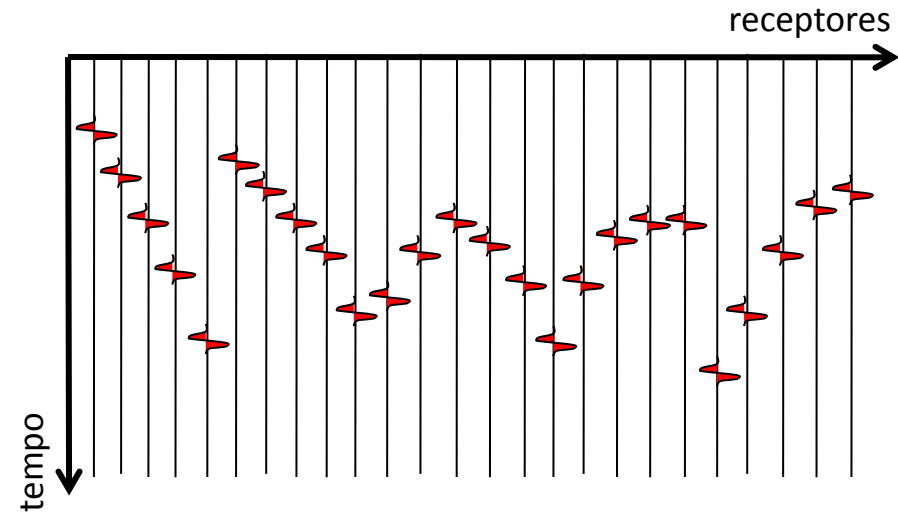
A fonte é deslocada dentro do poço e o procedimento é repetido



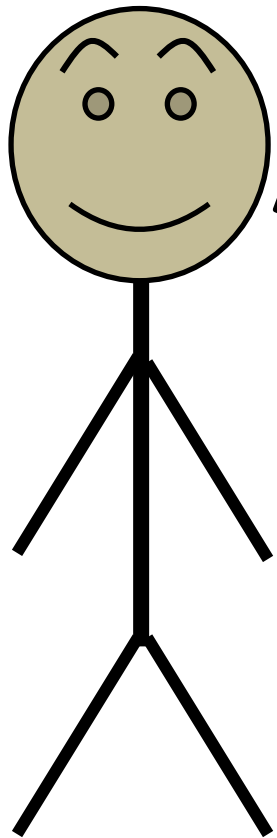
Exemplo em GPR



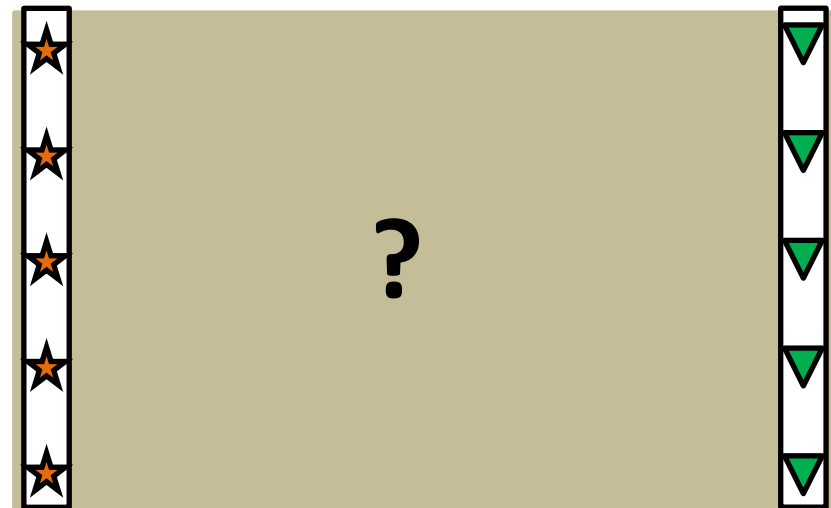
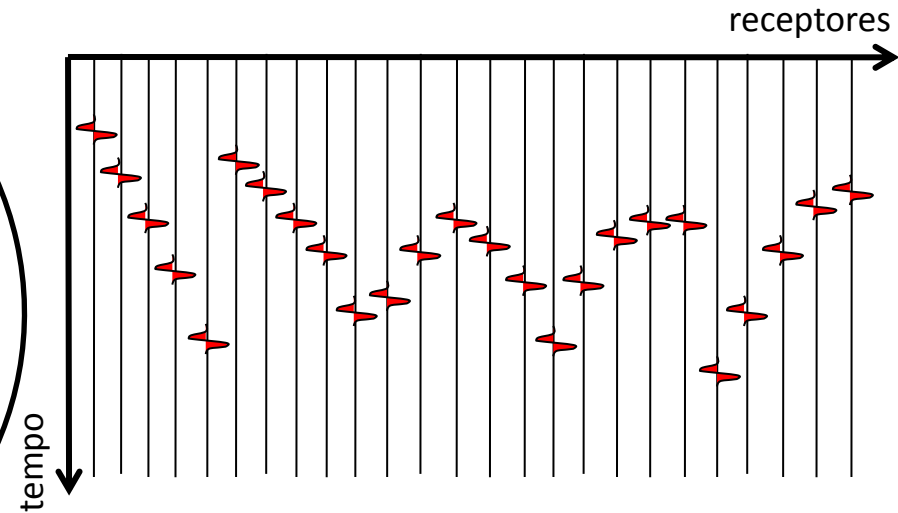
De tal
forma que as
observações são os
*tempos de chegada das
primeiras ondas*
referentes a cada
posição da
fonte



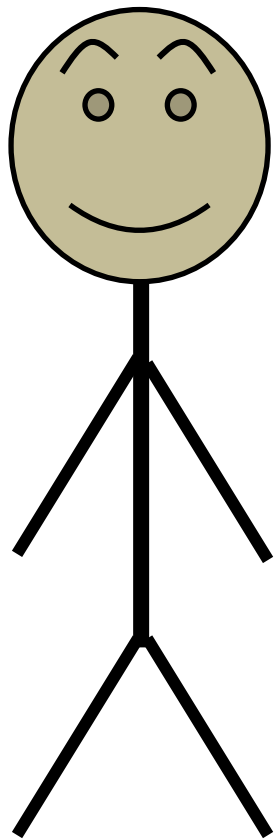
Exemplo em GPR



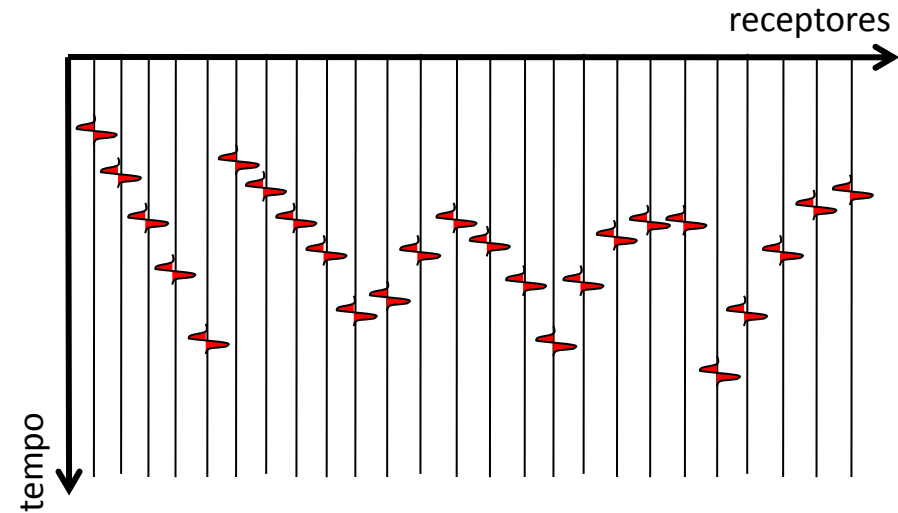
A maneira como as ondas se propagam e, consequentemente, o tempo que elas demoram para chegar aos receptores depende da *distribuição de velocidades* entre os poços



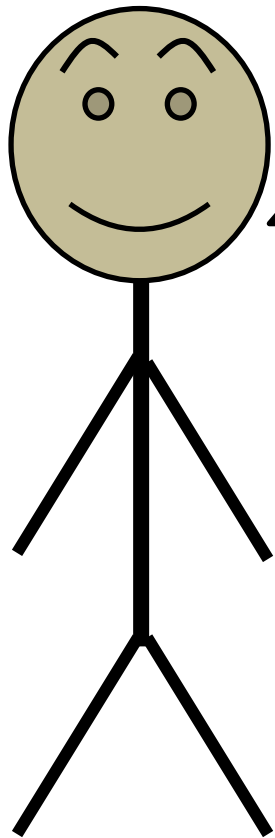
Exemplo em GPR



Sabe-se que há
tambores e canos
metálicos enterrados
no solo

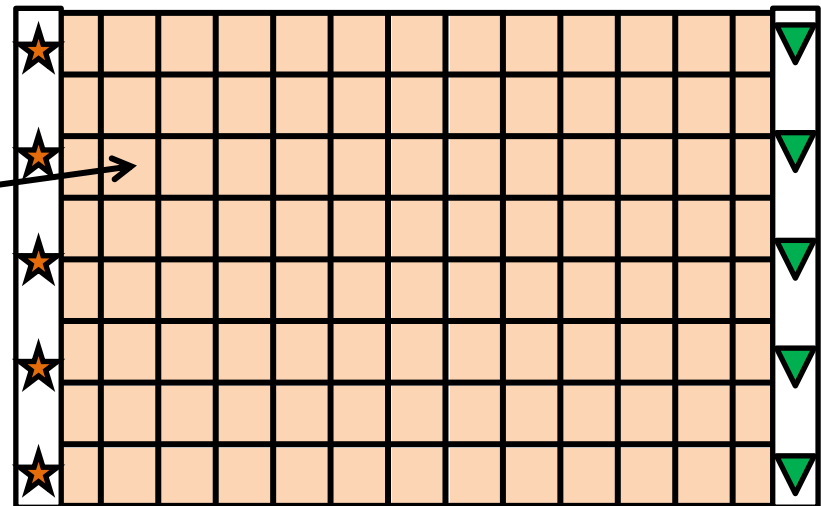
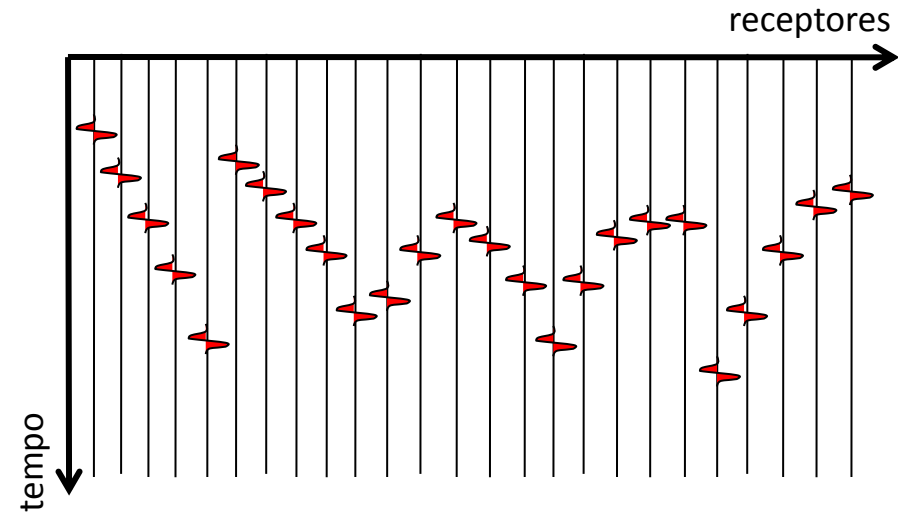


Exemplo em GPR

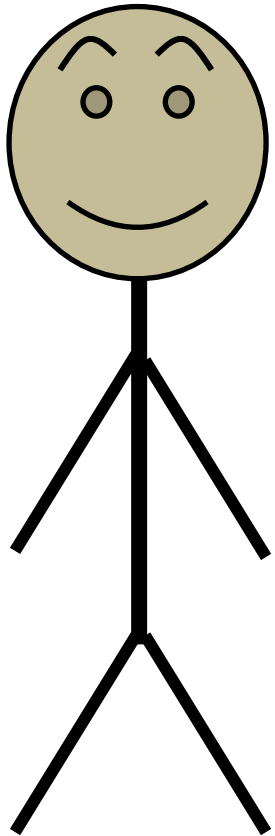


Vamos
parametrizar da
seguinte forma: a
distribuição de
velocidades é contínua
por partes, representada
por M segmentos
retangulares com
velocidade v
constante

Segmento
retangular com
densidade v
constante

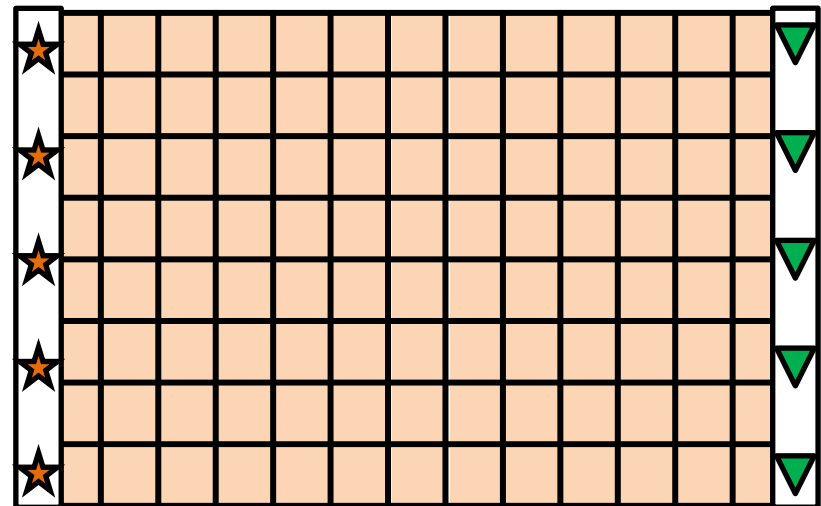
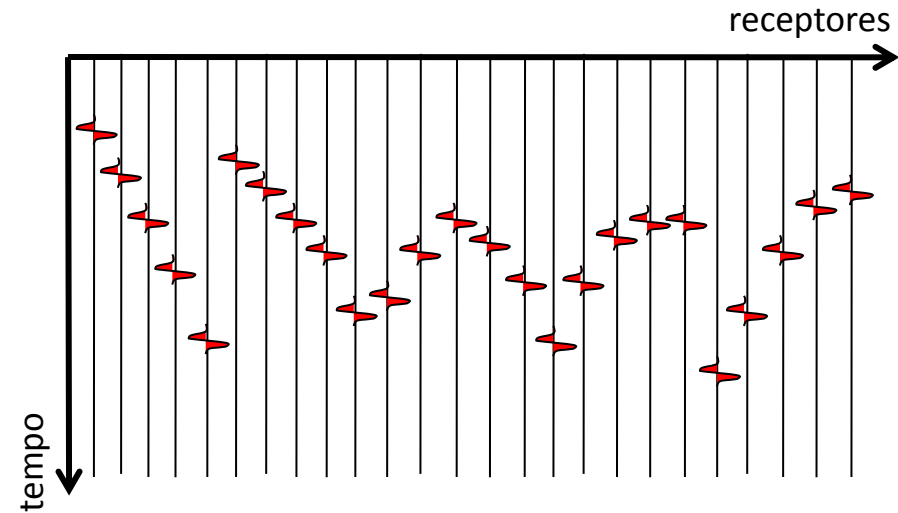


Exemplo em GPR

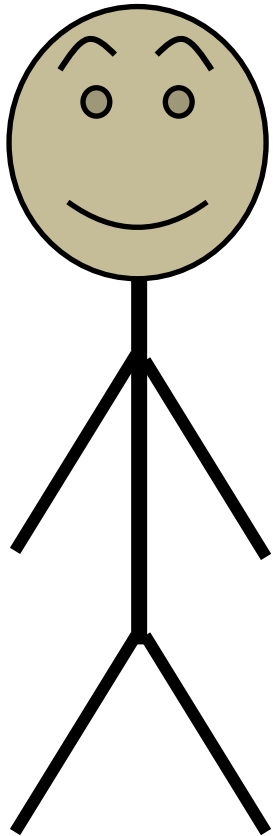


A função f do problema direto calcula, dada a velocidade v em cada segmento retangular, os **tempos de chegada preditos para as primeiras ondas**

$$\mathbf{t} = f(v_1, v_2, \dots, v_M)$$



Exemplo em GPR



Sendo assim, o *problema inverso* consiste em encontrar a velocidade v em cada segmento retangular, de forma que os **dados preditos** sejam os mais próximos possíveis aos **dados observados** de acordo com uma *norma* preestabelecida

$$\mathbf{t} = f(v_1, v_2, \dots, v_M)$$

Contorno dos
corpos verdadeiros

