

# Modelos de Propagação: 2 Raios

CMS 60808 2016-1

Bruno William Wisintainer

[bruno.wisintainer@ifsc.edu.br](mailto:bruno.wisintainer@ifsc.edu.br)

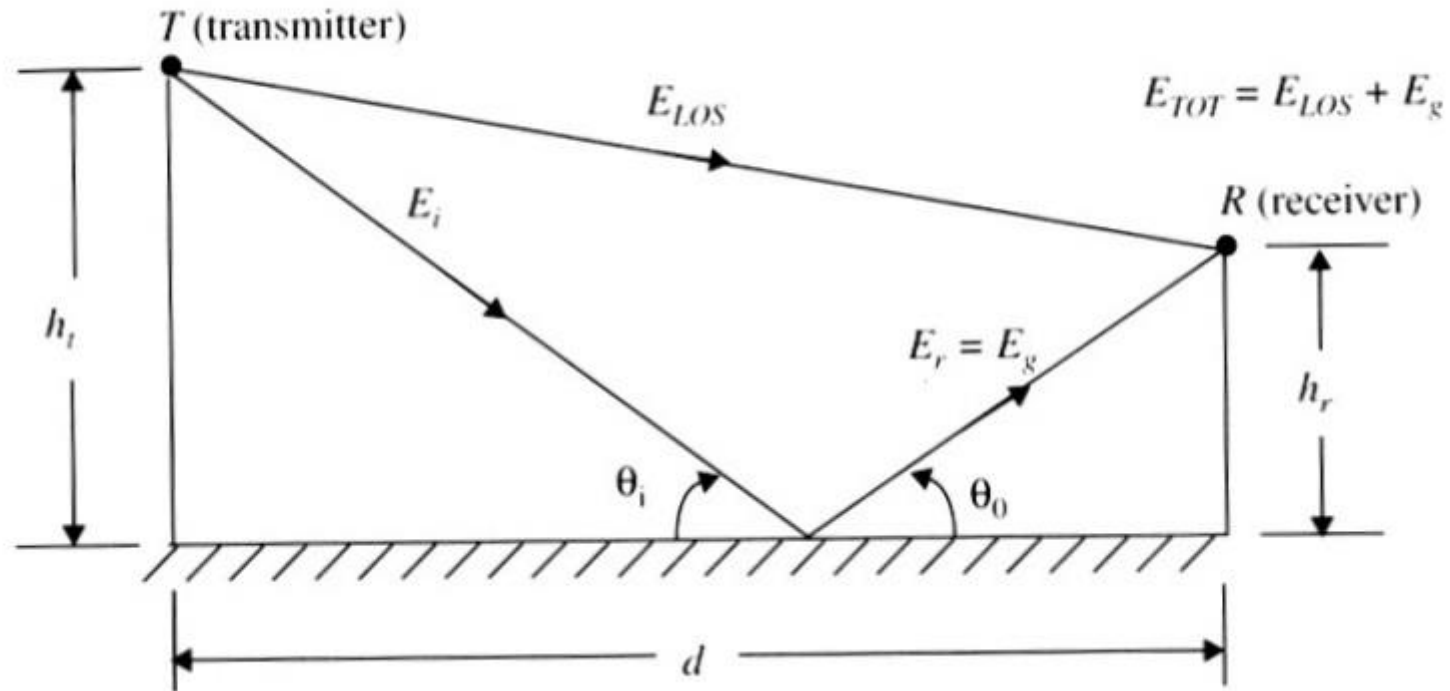
# Modelo de reflexão no solo (2 raios)

- É um modelo de propagação útil, baseado na ótica geométrica, e considera o caminho direto e um caminho de propagação refletido no solo entre  $T_x$ - $R_x$ .
- Esse modelo foi considerado razoavelmente preciso para prever a intensidade do sinal em larga escala para distâncias de vários quilômetros em sistemas de rádio móvel que utilizam torres altas (alturas que ultrapassam os 50 m), além de canais de microcélula de linha de visão em ambientes urbanos.

# Modelo de reflexão no solo (2 raios)

- Neste sistema, dada a distância, podemos considerar a terra como plana.
- Para obter-se o campo na antena receptora, é importante que se tenha o módulo e a fase. Assim, podemos ter interferências construtivas ou destrutivas entre os raios em linha de visada direta e o refletido no solo.

# Modelo de reflexão no solo (2 raios)



$E_{TOT}$   $\therefore$  Campo E total recebido;

$E_{LOS}$   $\therefore$  Campo E direto de linha de visada e ;

$E_g$   $\therefore$  Campo E refletido no solo.

# $P_r$ para modelo de 2 raios

- A potência recebida para o modelo de dois raios (considerando os ganhos das antenas) pode ser expressa como:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r h_t^2 h_r^2}{d^4}$$

$P_t$  :: Potência transmitida (em W);

$P_r(d)$  :: Potência recebida (em W);

$G_t$  :: Ganho da antena transmissora (em unidade);

$G_r$  :: Ganho da antena receptora (em unidade);

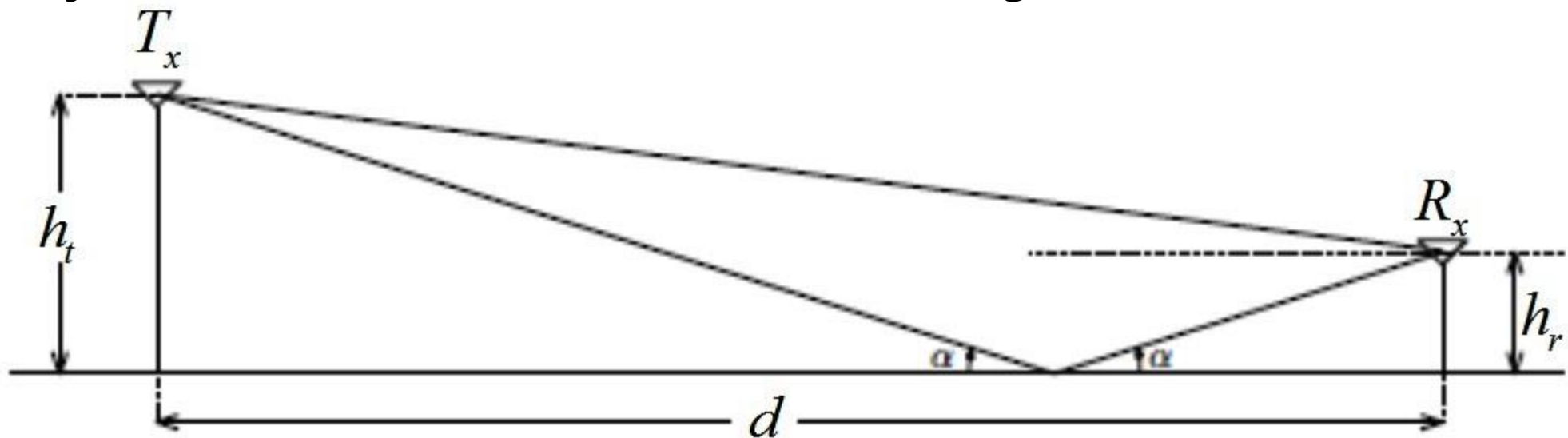
$d$  :: Distância entre  $T_x$ - $R_x$  (em metros) ;

$h_t$  :: Altura da antena transmissora (em metros) e;

$h_r$  :: Altura da antena receptora (em metros).

# Exercício

1) Considere o modelo de dois raios da figura abaixo, no qual além do raio direto entre  $T_x$  e  $R_x$  há um raio refletido no solo. Assuma que a antena  $T_x$  se encontra fixa a uma altura  $h_t = 473$  m em relação ao solo e que a antena  $R_x$  está a uma altura  $h_r = 27$  m em relação ao solo. Calcule a potência recebida se a potência transmitida é de 50 W. A frequência de operação é 1,8 GHz. Considere  $d = 1,2$  km e ganhos unitários.



# Exercício

2) Deseja-se calcular a potência transmitida em um enlace que considera a reflexão no solo. Considere duas antenas distantes 15 km. As alturas das antenas são  $h_t = 40$  m e  $h_r = 5$  m e os ganhos são  $G_t = G_r = 20$  dBi. A potência mínima no receptor deve ser 7,9 nW e a frequência de operação é 1 GHz.

# Exercício

2) Qual deve ser a potência de transmissão para garantir uma potência mínima de  $1 \mu\text{W}$  no receptor?

Dados:

Frequência de operação: 2 GHz;

Ganhos das antenas:  $G_t = 9 \text{ dB}$  e  $G_r = 30 \text{ dB}$ ;

Alturas das antenas:  $h_t = 15 \text{ m}$  e  $h_r = 1,5 \text{ m}$ ;

Distância entre  $T_x$  e  $R_x$ :  $d = 21 \text{ km}$ .