

André Marcello Soto Riva Figueira,
Daniel Prince Cerneiro,
Dylan N. Sugimoto,
Gabriel Adriano de Melo

Aplicativo para cálculo de Link de comunicações

Brasil

2017

André Marcello Soto Riva Figueira,
Daniel Prince Cerneiro,
Dylan N. Sugimoto,
Gabriel Adriano de Melo

Aplicativo para cálculo de Link de comunicações

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
Curso de Engenharia de Computação
Graduação

Brasil
2017

Sumário

1	INTRODUÇÃO TEÓRICA	3
1.1	Linha de Visada Direta	3
1.2	Reflexão no Solo	4
1.3	Difração em Gume de Faca	5
2	O APLICATIVO	7
2.1	Manual	7
2.2	Descrição do algoritmo	9
2.2.1	dBmParaW	9
2.2.2	lambda	9
2.2.3	Prr	9
2.2.4	Prl	9
2.2.5	v	9
2.2.6	Gd	9
3	CONCLUSÃO	10
	REFERÊNCIAS	11
	APÊNDICES	13

1 Introdução Teórica

A proposta desse trabalho é fornecer um aplicativo web que a partir de alguns parâmetros sobre um link de comunicação responde se o link é viável ou não. O aplicativo contempla 3 modelos:

1. Linha de Visada Direta.
2. Reflexão no Solo para grandes distâncias.
3. Difração em Gume de Faca.

Segue em seguida a lista de símbolos:

<i>Parâmetros</i>	<i>Significado</i>
$P_t(dBm)$	Potência do transmissor em dBm
$P_r(dBm)$	Potência do receptor em dBm
$G_t(dBi)$	Ganho do transmissor em dBi
$G_r(dBi)$	Ganho do receptor em dBi
d	Distância entre as antenas
h_R	Altura do receptor
h_T	Altura do transmissor
h_G	Altura da ponta do pico do obstáculo em relação as antenas
d_f	Distância de uma das antenas ao pico
v	Parâmetro de Fresnel
$G_d(dBi)$	Perda por difração
λ	Comprimento de onda no meio

Tabela 1 – Parâmetros da equação de Friis

1.1 Linha de Visada Direta

Este modelo caracteriza-se por ser o mais simples pois desconsidera-se reflexões no solo e efeitos de difração causado por obstáculos. Assim, o modelo segue basicamente a equação de Friis: (1)

$$P_t(dBm) = P_r(dBm) - G_t(dBi) - G_r(dBi) + 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) \quad (1.1)$$

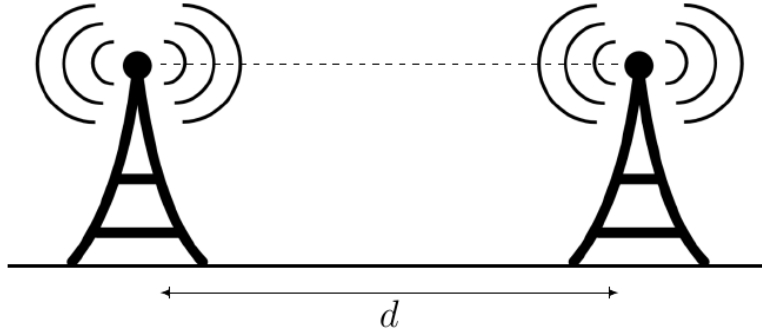


Figura 1 – Simples ilustração do modelo de Linha de Visada Direta

1.2 Reflexão no Solo

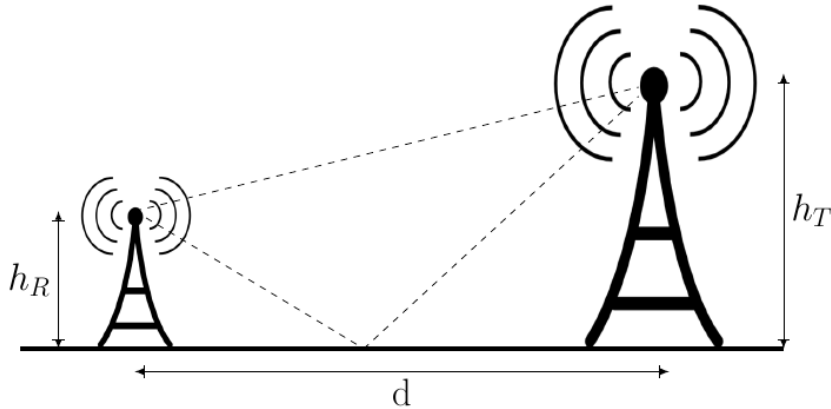


Figura 2 – Neste modelo, além da conexão por visada direta, considera-se o efeito de reflexão no solo.

Considerando reflexão no solo, dois cenários são possíveis: interferência construtiva entre onda refletida e direta ou interferência destrutiva entre estas. Para grandes distâncias, é possível mostrar que a potência recebida é dada pela seguinte equação: (1)

$$P_r(dBm) = P_t(dBm) + 10 \log_{10}(G h_t^2 h_r^2) - 40 \log_{10}(d) \quad (1.2)$$

O gráfico da figura 3 (retirado de (2)) mostra a relação de potência recebida e a distância entre as antenas. Perceber que a partir de um d crítico ocorrem apenas perdas. O aplicativo trabalha nesta faixa, isto é considera o modelo para distâncias grandes.

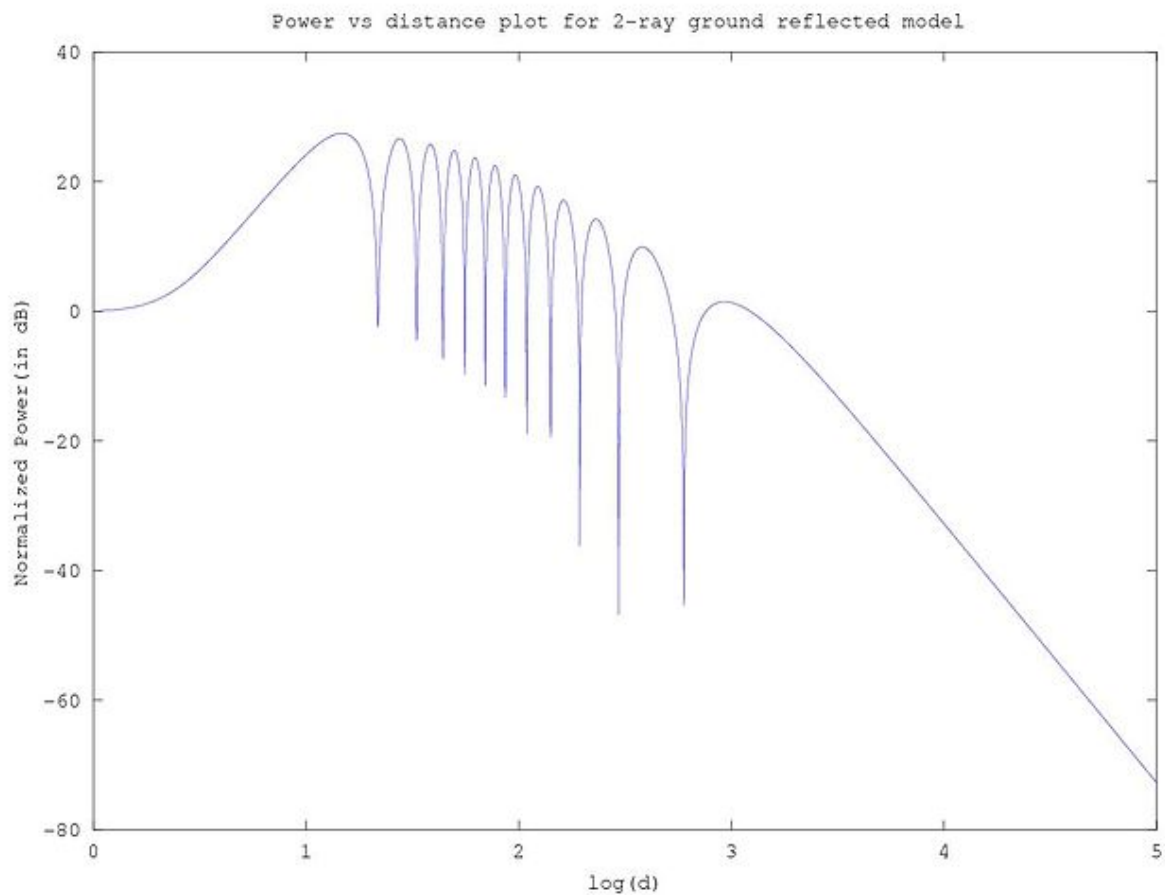


Figura 3 – Gráfico que mostra a relação entre potência recebida e distância entre as antenas para o modelo de reflexão no solo.

1.3 Difração em Gume de Faca

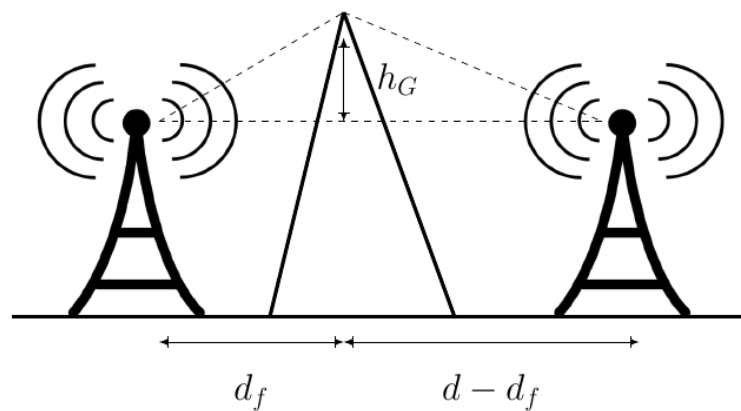


Figura 4 – Esquema do modelo em que há um obstáculo com ponta entre as duas antenas

Neste modelo, em comparação com o de Visada de Linha Direta, deve-se considerar uma perda adicional por difração causada pelo obstáculo em forma de lâmina de faca.

Essas perdas podem ser numericamente aproximadas pelas seguintes fórmulas: (1)

$$G_d(dBi) = 0 \quad v \leq -1 \quad (1.3)$$

$$G_d(dBi) = 20 \log (0.5 - 0.62v) \quad -1 \leq v \leq 0 \quad (1.4)$$

$$G_d(dBi) = 20 \log (0.5 \exp(-0.95v)) \quad 0 \leq v \leq 1 \quad (1.5)$$

$$G_d(dBi) = 20 \log \left(0.4 - \sqrt{0.1184 - (0.38 - 0.1v^2)} \right) \quad 1 \leq v \leq 2.4 \quad (1.6)$$

$$G_d(dBi) = 20 \log \frac{0.255}{v} \quad v > 2.4 \quad (1.7)$$

Em que v é o parâmetro de Fresnel dado por:

$$v = h_G \sqrt{\frac{2d}{\lambda d_f (d - d_f)}} \quad (1.8)$$

Sendo d , d_f e h_G as distâncias como ilustradas nas figura 4.

2 O aplicativo

Aqui será explicado como utilizar o aplicativo e conterà um breve resumo de como este funciona.


2.1 Manual

A primeira coisa a se fazer é escolher quais os modelos se deseja analisar, para isto basta clicar nas imagens, quando elas ficarem sombreadas significa que o modelo respectivo será analisado e os devidos parâmetros serão requisitados. Clicando novamente na imagem irá remover a seleção e portanto o modelo da análise.

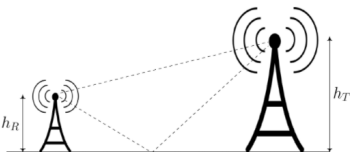
Escolhido os modelos, basta pressionar o botão calcular para visualizar o resultado.

Lab 4 - ELE-12 - Links de Comunicação

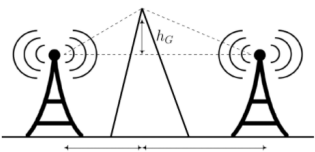
Clique nas imagens dos modelos que deseja analisar e em seguida preencha os parâmetros necessários.



d
Linha de Visada Direta



h_R d h_T
Reflexão no Solo



d_f $d - d_f$ h_G
Difração em Gume de Faca

Potência do transmissor	P_T	320	(W)
Ganho do transmissor	G_T	32	(dBi)
Ganho do receptor	G_R	40	(dBi)
Frequência de operação	f	15000	(MHz)
Distância	d	24567	(Km)
Sensibilidade do receptor	S	-90	(dBm)

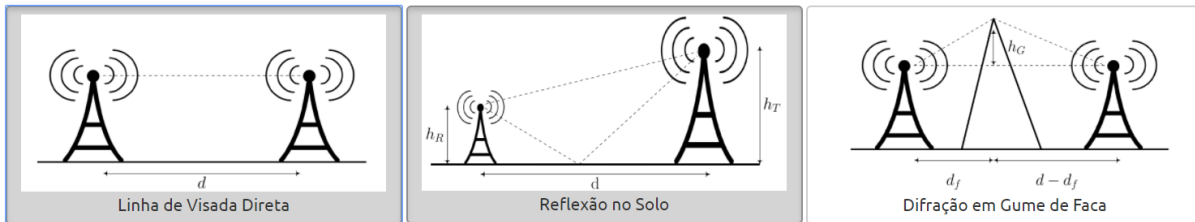
Clique em calcular para obter as respostas.

Calcular

Figura 5 – Página inicial do aplicativo

Lab 4 - ELE-12 - Links de Comunicação

Clique nas imagens dos modelos que deseja analisar e em seguida preencha os parâmetros necessários.



Potência do transmissor P_T :	320	(W)
Ganho do transmissor G_T :	32	(dBi)
Ganho do receptor G_R :	40	(dBi)
Frequência de operação f :	15000	(MHz)
Distância d :	24567	(Km)
Sensibilidade do receptor S :	-90	(dBm)
Altura do Transmissor h_T :	10	(m)
Altura do Receptor h_R :	10	(m)

Clique em calcular para obter as respostas.

Calcular

Figura 6 – Aplicativo após a seleção dos modelos de Linha de Visada Direta e Reflexão no Solo

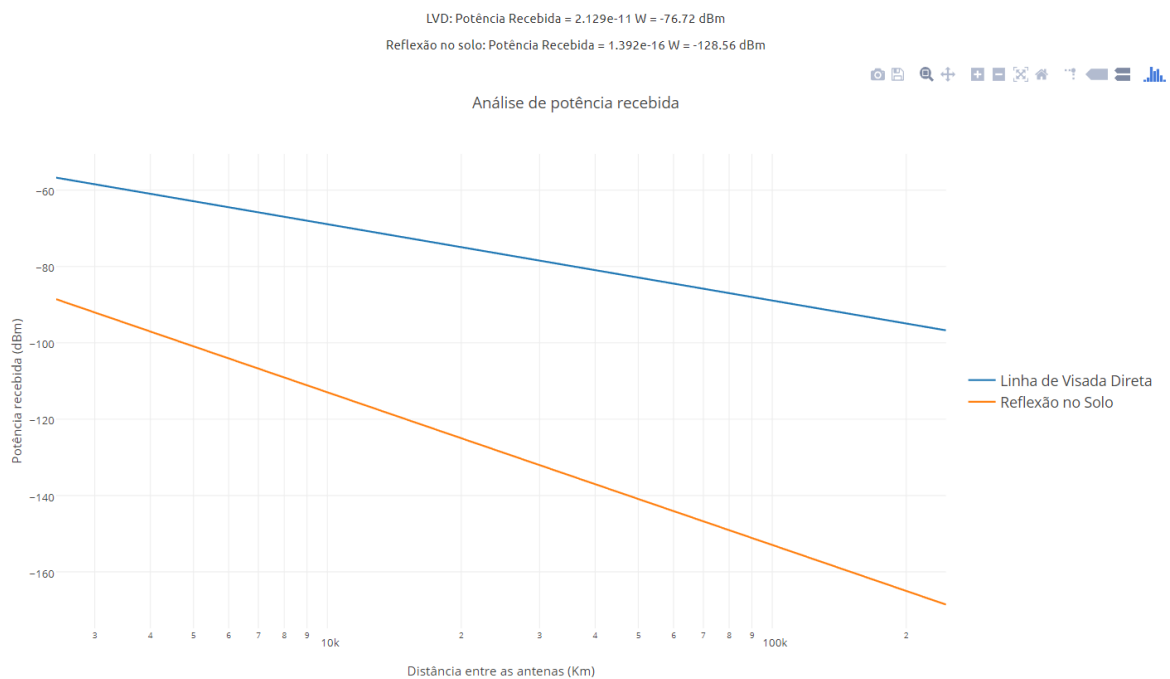


Figura 7 – Resultados pressionar o botão calcular

2.2 Descrição do algoritmo

O código se resume à descrever as fórmulas propostas no resumo teórico. O leitor pode encontrar o código de implementação em *JavaScript* no apêndice deste relatório.

2.2.1 dBmParaW

Transforma a potência de dBm para watts.

2.2.2 lambda

Calcula o comprimento de onda assumindo a velocidade de propagação no vácuo, isto é $c = 3e8\text{m/s}$

2.2.3 Prr

Calcula-se a potência recebida assumindo o modelo de Reflexão no Solo, isto é, a equação 1.2.

2.2.4 Prl

Calcula-se a potência recebida assumindo o modelo de Linha de Visada Direta, isto é, a equação 1.1.

2.2.5 v

Cálculo do parâmetro de Fresnel, isto é , equação 1.8.

2.2.6 Gd

Calcula-se a perda no modelo de Difração em Gume de Faca, isto é, as equações de 1.3 à 1.7.

3 Conclusão

O presente trabalho realiza o cálculo da possibilidade da formação de um link de comunicação entre duas antenas, além da potência recebida em função da distância entre as antenas. O primeiro cálculo é expresso na forma de texto e o segundo cálculo na forma de um gráfico. É interessante a observação do gráfico com os três modelos juntos como comparação dos modelos. No modelo de reflexão no solo, por exemplo, pode-se verificar que a potência recebida é bem menor e decai mais rapidamente com a distância que nos outros modelos. Isto se deve ao fato de que quando se aumenta a distância entre as antenas, a diferença de fase entre o sinal recebido por visada direta e o sinal recebido por reflexão se aproxima de 180° , causando interferência destrutiva. O trabalho cumpriu com a sua proposta pedagógica, no sentido de aplicar o conteúdo aprendido na disciplina de ELE-12 para construção de uma aplicação web de fácil uso, permitindo assim a futura consulta da viabilidade de links de comunicação e do gráfico da potência recebida por cada modelo.

Referências

1 <http://www.iitg.ernet.in/scifac/qip/public_html/cd_cell/chapters/a_mitra_mobile_communication/chapter4.pdf>

2 <https://en.wikipedia.org/wiki/Two-ray_ground-reflection_model> Citado 3 vezes nas páginas 3, 4 e 6.

Citado na página 4.

Apêndices

```
1  /*
2  * To change this license header, choose License Headers in Project
    Properties.
3  * To change this template file, choose Tools | Templates
4  * and open the template in the editor.
5  */
6
7  /**
8  * @function dbmParaW Transforma de dBm para Watts
9  * @param {number} dbm A potencia em dBm
10 * @returns {number} A potencia em Watts
11 */
12 function dbmParaW(dbm){
13 return Math.pow(10, dbm/10)/1000;
14 }
15
16 /**
17 * @function [beta] Calcula o comprimento de onda
18 * @constant {number} c velocidade da luz
19 * @param {number} f frequencia
20 * @returns comprimento de onda
21 */
22 function lambda(f){
23 c = 300000000;
24 return c/f;
25 }
26
27 /**
28 * @function [Prr] Calcula a potencia recebida modelo 2 raios refletidos
29 * @param {number} Pt potencia transmitida em Watts
30 * @param {number} Gt ganho do transmissor NAO eh em dB
31 * @param {number} Gr ganho do receptor NAO eh em dB
32 * @param {number} ht altura do transmissor
33 * @param {number} hr altura do receptor
34 * @param {number} d distancia entre as antenas em metros
35 * @returns potencia recebida em dBm
36 */
37 function Prr(Pt,Gt,Gr,ht,hr,d){
38
39 return 10*Math.log10((Pt*Gt*Gr*ht*ht*hr*hr/Math.pow(d,4))*1000);
40 }
41 /**
42 * @function [Pr1] Calcula a potencia recebida modelo linha de visada
    direta
43 * @param {number} Pt potencia transmitida em Watts
44 * @param {number} Gt ganho do transmissor NAO eh em dB
45 * @param {number} Gr ganho do receptor NAO eh em dB
```



```

46 * @param {number} f frequencia de operacao Hz
47 * @param {number} L atenuacao dissipativa
48 * @param {number} d distancia entre as antenas em metros
49 * @returns potencia recebida em dBm
50 */
51 function Prl(Pt,Gt,Gr,d,f,L){
52
53 return 10*Math.log10((Pt*Gt*Gr*lambda(f)*lambda(f)/(Math.pow(d*4*Math.PI
    ,2))*L)*1000);
54 }
55
56 /**
57 * @function {v} Calcula o parametro de Fresnel Kirchhoff
58 * @param {number} h altura do gume de faca em relacao a LVD em metro
59 * @param {number} d1 distancia do transmissor ate o gume de faca em
    metro
60 * @param {number} d2 distancia do receptor ate o gume de faca em metro
61 * @param {number} f frequencia de operacao
62 * @returns {number} parametro de Fresnel
63 */
64 function v(h,d1,d2,f){
65
66 return h*Math.sqrt((2*(d1+d2))/(lambda(f)*d1*d2));
67
68 }
69
70 /**
71 * @function {Gd} Calcula perda de ganho
72 * @param {number} vfk parametro de Fresnel Kirchhoff
73 * @returns {number} perda de ganho em dBi
74 */
75 function Gd(vfk){
76
77 if (vfk <= -1){
78 return 0;
79 }
80 else if (-1<vfk<= 0){
81 return 20*Math.log10(0.5-0.62*vfk);
82 }
83 else if(0< vfk <=1 ){
84 return 20*Math.log10(0.5*Math.exp(-0.95*vfk));
85
86 }
87 else if(1< vfk <=2.4){
88 return 20*Math.log10(0.4-Math.sqrt(0.1184-(0.38-0.1*vfk)*(0.38-0.1*vfk))
    );
89 }

```

```
90 else{  
91 return 20*Math.log10(0.225/vfk);  
92 }  
93 }
```