

Referências Bibliográficas

- 1 [http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1909/marconi - bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1909/marconi-bio.html), **Nobelprize.org**, acesso em: 25 de agosto de 2013.
- 2 MATOS, LENI JOAQUIM DE; SIQUEIRA, GLÁUCIO LIMA (Orientador). **Influência da vegetação na dispersão de sinais rádio móveis**. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- 3 DAL BELLO, J. C. R. **Caracterização da Influência da Vegetação nos Sistemas de Comunicações Móveis Celulares em Áreas Urbanas**, Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Fevereiro de 1998.
- 4 **Handbook 2 - Terrestrial land mobile radio wave propagation in the VHF/UHF bands**, ITU-R, 2002.
- 5 OKUMURA, Y.; OHMORI, E.; KAETANO, T.; FUKUDA, K. Field Strength and its Variability in the VHF and UHF Land Mobile Radio Services, **Review Elec. Commun. Labs.**, 16, N9-10, pp. 825-873, 1968.
- 6 HATA, M. Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services, **IEEE Trans.**, VT-29, N3, pp.317-325, 1980.
- 7 IKEGAMI, F.; UMEHIRA, S. Y. M. Propagation factors controlling mean field strength on urban streets, **IEEE Trans. on Antennas and Propagation**, vol. 32, no. 8, pp. 822-829, Agosto de 1984.
- 8 WALFISH, J.; BERTONI, H. L. A theoretical Model of UHF Propagation in Urban Environments, **IEEE Trans. On Antennas and Propagation**, Vol. 36, No. 12, pp. 1788-1796, dezembro de 1988.
- 9 **COST 231 - Urban transmission loss models for mobile radio in the 900 and 1,800 MHz bands (Revision 2)**, COST 231 TD (90)119 Rev. 2, The Hague, The Netherlands, setembro de 1981.
- 10 IBRAHIM, M. F.; PARSONS, J. D. Signal Strength Prediction in Built-up Areas, part 1: Median Signal Strength, **IEEE Proc.**, 130, Part F, N5, pp. 377-384, 1983.

- 11 CLARKE, R. H. A Statistical Theory of Mobile-Radio Reception, **Bell System Technical Journal**, 1(47):957-1000, julho- agosto de 1968.
- 12 SUZUKI, HIROFUMI. A Statistical Model for Urban Radio Propagation, **IEEE Transactions on Vehicular Tech.**, 25(7):673-680, julho de 1977.
- 13 W. J. VOGEL ; J. GOLDBIRSH. Tree Attenuation at 869 MHz Derived from Remotely Piloted Aircraft Measurements, **IEEE Trans. Antenna Prop.**, vol. AP-34, pp. 1460-1464, 1986.
- 14 BERTONI, H. L. **Radio Propagation for Modern Wireless Systems**, Upper Saddle River, Prentice Hall PTR, 2000.
- 15 J. D. PARSONS; J. G. GARDNER. **Mobile Communication Systems**, New York: Halsted Press, 1989.
- 16 J. K. Jao. Amplitude Distribution of Composite Terrain Radar Clutter and K-distribution, **IEEE Trans.**, AP-32, NO. 10, pp 1049-1062, 1984.
- 17 O. O. Kafaru. **An Environment - Dependant Approach to Wideband Modeling and Computer Simulation of UHF Mobile Radio Propagation in Built-up Areas**, PhD Thesis, University of Liverpool, UK, 1989.
- 18 L. Foldy. The Multiple Scattering of Waves, **Physics.**, vol. 67, NO. 3, pp. 287-310, 1951.
- 19 PARSONS, J. D. **The Mobile Radio Propagation Channel**, New York: John Wiley & Sons, 1992.
- 20 E. C. Jordan; K. G. Balmain. **Specifications of Electromagnetic Waves & Radiating Systems**, PHI Learning PVT Ltd, paperback, 2011.
- 21 Notas de aula do curso **Canal de propagação rádio móvel**, professor Gláucio Lima Siqueira, CETUC, PUC - Rio, 2012.
- 22 K. BULLINGTON. Radio Propagation Fundamentals, **The Bell System Technical Journal**, vol. XXXVI, no. 3, pages 593-626, Maio 1957.
- 23 **Recommendation ITU-R P.526-8. Propagation by Diffraction**, International Telecommunication Union, Genebra, Suíça, 2003.
- 24 Deygout, J. Multiple knife-edge diffraction of microwave, **IEEE Trans. Antenna and Propagation**, vol. AP-14, pp 480-489, julho de 1966 .
- 25 ASSIS, M. S. A simplified solution to the problem of multiple diffraction over rounded obstacles, **IEEE Trans. Antenna and Propagation**, vol. AP-1, pp 292-295, março de 1971.
- 26 LEE W. C. Y. **Mobile Design Fundamentals**, John Wiley, Nova Iorque, 1993.

- 27 N. C. ROGERS; A. SEVILLE; J. RICHTER; D. NDZI; N. SAVAGE; R. F. S. CALDEIRINHA; A. K. SHUKLA; M. O. AL-NUAIMI; K. CRAIG; E. VILAR; J. AUSTIN. **A generic model of 1-60 GHz radio propagation through vegetation**, Final Report Radio Agency, UK, 2002.
- 28 T. TAMIR. Radio Wave Propagation in forest Environments, **IEEE Trans. on Antennas and Propagation**, vol. AP-15, no. 6, pp. 806-817, Nov. 1967.
- 29 T. TAMIR. Radio Wave Propagation Along Mixed Paths in Forest Environments, **Radio Science**, vol. 4, no. 4, pp. 307-318, Abr. 1969.
- 30 T. TAMIR. Radio Wave Propagation Along Mixed Paths in Forest Environments, **IEEE Trans. on Antennas and Propagation**, vol. AP-25, no. 4, pp. 417-477, Jul. 1977.
- 31 M. H. C. DIAS; R. A. ALEM; J. C. A. SANTOS. **Análise Crítica do Modelo de Tamir para Predição do Alcance de Rádio-Enlaces em Florestas**, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, Brasil, 2011.
- 32 **COST 235, Radio wave Propagation Effects on Next Generation Fixed Services Terrestrial Telecommunications Systems**, Final Report, 1996.
- 33 CHEN, H. Y.; KUO, Y. Y. Calculation of radio Loss in Forest Environments by an Empirical Formula, **Microwave and Optical Technology Letters**, Vol. 31, Nº 6, pp. 474- 480, 2001.
- 34 RAFAEL DE PAIVA SALOMÃO; NELSON A. ROSA; DANIEL C. NEPSTAD; ANDREA BAKK. Estrutura Diamétrica e breve Caracterização Ecológica e Econômica de 108 Espécies Arbóreas da Floresta Amazônica Brasileira - I, **INTERCIENCIA** 20, pp. 20- 29. URL: <http://www.interciencia.org.ve>
- 35 V. BARNNET; T. LEWIS. **Outliers in statistical data**, Jonh Wiley & Sons, 3ª edição, 1994.
- 36 **Handbook 2 - Terrestrial Land Mobile Radio wave Propagation in VHF/UHF Bands**, ITU-R, 2002.
- 37 T. AULIN. A modified Model for the Fading Signal at a Mobile Radio Channel, **IEEE Trans. on Vehicular Tech.**, Vol. VT-28, pp 182-203, Agosto de 1979.
- 38 P. A. BELLO. Characterization of Randomly Time-Variant Linear Channels, **IEEE Trans. on Communication Systems**, vol. CS-11, pp 360-393, Dez. 1963.
- 39 LEE, W. C. Y. **Mobile Communications Principles and Practice**, MAC GRAW-HILL, 1982.

- 40 CHINGUTO, S. M. G. **Propagação na floresta da Amazônia na faixa de frequência de 800 a 3000 MHz: análise aproximada do efeito da chuva e perda de transmissão na floresta**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, UFPA, 2004.
- 41 WEISSBERGER, M. A. **An initial critical summary of models for predicting the attenuation of radio waves by trees**, ESD-TR-81-101, EMC Analysis Center, Annapolis, MD, USA, 1982.

Apêndice I

Código fonte em Matlab r11 para simulação de modelos, análise de curvas de ajuste, cálculo de estatísticas e comparativos entre modelos.

```
% PROGRAMA DE ANÁLISE QUANTITATIVA E GRÁFICA PARA MEDIÇÕES DE RÁDIO
% DESENVOLVIDO NO CETUP-PUC-RIO POR JEAN CARNEIRO
% EM PRIMEIRO LUGAR VAMOS SERÁ EXIBIDO UM MENU COM OPÇÕES DE ANÁLISE
%
% ABAIXO INICIALIZAMOS VÁRIAS VARIÁVEIS LOCAIS E GLOBAIS, POIS COMO A
% SIMULAÇÃO PODE ASSUMIR VALORES DIFERENTES A CADA VEZ Q É EXECUTADA, ISSO
% PODE INDUZIR ERROS POR RETENÇÃO DE VALORES DAS EXECUÇÕES PASSADAS!
MED=0;
EM=0;
ERRO=0;
OP=0; % variável das opções
LOCK=true; % trava booleana para validação
FREQ=0; % frequencia
distnic=0; % distancia inicial
distfin=0; % distancia final
n=0; %
eixox=0;
eixoy=0;
eixoy2=0;
cb=0;
Gt=1;
Gr=1;
Area=0;
Ht=0;
Hr=0;
Cid=0;
Ah=0;
A0=0;
A1=0;
ce=0;
cf=0;
% ABAIXO INSIRA A MATRIZ DE MEDIÇÕES, NESTA VERSÃO, É UMA MATRIZ DO TIPO
% (Di,Ni), ONDE N É O VALOR DA PERDA DE PROPAGAÇÃO E D A DISTÂNCIA ENTRE AS ANTENAS
% em dB e quilometros, respectivamente
%
% teste MED=[1.5 144.17;6 134.39;12 120.68;1.5 146.59;6 135.16;12 122.46;1.5 148.36;6 137.62;12 127.61];
t=size(MED);
clc
while LOCK==true
    OP=input(' (1) Perda em espaço livre (2) Okumura-Hata (3) Plota medições e curva de ajuste (4) outros
? ');
    if OP==1
        FREQ=input(' Qual a frequência em MHz ? ');
        LOCK=false;
    end
    if OP==2
        Area=input(' (1) Área Urbana (2) Área Suburbana (3) Área Rural ? ');
        FREQ=input(' Qual a frequência em MHz (150-1500) ? ');
        Ht=input(' Qual a altura da antena de transmissão em metros(30-200) ? ');
        Hr=input(' Qual a altura da antena de recepção em metros (1-10) ? ');
        LOCK=false;
    end
    if OP==3
        LOCK=false;
    end
    if OP==4
        FREQ=input(' Qual a frequência em MHz(230 MHz- 96 GHz) ? ');
        LOCK=false;
    end
end
```

```

end
%
LOCK=true;
while LOCK==true
    distinic=input(' Qual a distancia inicial (km),(Okumura-Hata,>1000)(weissberger>14<400 m) ?');
    distfin=input(' Qual a distancia final (km),(Okumura-Hata até 20Km)(Weissberger<400 m ?');
    %Gt=input(' Qual o ganho da antena de transmissão na direção desejada (DBi) ?');
    %Gr=input(' Qual o ganho da antena de transmissão na direção desejada (DBi) ?');
    if distinic>=0
        LOCK=false;
    else
        disp(' Apenas distâncias positivas!')
    end
    if distfin>distinic && distfin>0
        LOCK=false;
    else
        disp(' Valores inapropriados, a distância final deve ser maior que a inicial!')
    end
end
switch OP % tipo de modelo de propagação
case 1 % livre
    n=distfin-distic;
    for k=distic :1:distfin
        eiox(k)=k;
        eioy(k)=32.44+(20*log10(k/1000))+(20*log10(FREQ));
    end
    figure(1)
    semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
    axis([distic distfin 0 200])
    xlabel ('Distância em metros')
    ylabel ('Perda em dB')
    grid
case 2 % okumura hata
    switch Area % morfologia da area de propagação
    case 1 % Urbana
        Cid=input(' (1) Cidades grandes (2) Cidades Médias e Pequenas ? ');
        switch Cid % tipo de espaço de propagação
        case 1 % cidades grandes
            if FREQ<=200
                Ah=8.29*((log10(1.54*Hr))^2)-1.1;
            end
            if FREQ>=400
                Ah=3.2*((log10(11.75*Hr))^2)-4.97;
            end
        case 2 % cidades pequenas
            Ah=(1.1*log10(FREQ)-0.7)*Hr-(1.56*log10(FREQ)-0.8);
        end
        % n=distfin-distic;
        for k=distic :1:distfin
            eiox(k)=k;
            eioy(k)=69.55+26.16*log10(FREQ)-13.83*log10(Ht)-Ah+(44.9-6.55*log10(Ht))*log10(k);
        end
        figure(1)
        semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota os modelo
        axis([distic distfin 60 200])
        xlabel ('Distância em Quilômetros')
        ylabel ('Perda em dB')
        grid
    case 2 % suburbana
        Ah=(1.1*log10(FREQ)-0.7)*Hr-(1.56*log10(FREQ)-0.8);
        for k=distic :1:distfin
            eiox(k)=k;
            eioy(k)=(69.55+26.16*log10(FREQ)-13.83*log10(Ht)-Ah+(44.9-6.55*log10(Ht))*log10(k))-
2*(log10(FREQ/28))^2-5.4;
        end
        figure(1)
        semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota os modelo
        axis([distic distfin 60 200])
        xlabel ('Distância em quilômetros')
        ylabel ('Perda em dB')
        grid
    case 3 % rural
        Ah=(1.1*log10(FREQ)-0.7)*Hr-(1.56*log10(FREQ)-0.8);
        for k=distic :1:distfin
            eiox(k)=k;

```

```

        eixoy(k)=(69.55+26.16*log10(FREQ)-13.83*log10(Ht)-Ah+(44.9-6.55*log10(Ht))*log10(k))-
        4.78*(log10(FREQ))^2+18.33*log10(FREQ)-40.98;
    end
    figure(1)
    semilogx(eixox,eixoy,'r','LineWidth',1) % plota os modelo
    axis([distinic distfin 60 200])
    xlabel ('Distância em quilômetros')
    ylabel ('Perda em dB')
    grid
end
case 3 % medições
ca=t(1,1);
kk=sum(MED);
%cb=kk(1,1); sem log
for er=1:t(1,1)
    cb=cb+log10(MED(er,1));
end
cc=kk(1,2);
cd=cb;
for k=1:t(1,1)
    ce=ce+(log10(MED(k,1))^2);
    cf=cf+(log10(MED(k,1))*MED(k,2));
end
A1=((cf*ca)-(cd*cc))/((ce*ca)-(cd*cb));
A0=(cc-(cb*A1))/ca;
%eixox=[distinic distfin];
for ty=1:t(1,1)
    eixox(ty)=MED(ty,1);
    %eixoy=[(A0+(A1*distinic)) (A0+(A1*distfin))];
    eixoy(ty)=A0+(A1*log10(eixox(ty)));
end
% CALCULA ESTATISTICAS
for s=1:1:t(1,1)
    ERRO(s)=abs((A0+(A1*log10(MED(s,1)))-MED(s,2)));
end
EM=mean(ERRO);
DESVIO=std(ERRO);
figure(1)
semilogx(MED(:,1),MED(:,2),'ro','linewidth',1) % plota as medições
hold all;
semilogx(eixox,eixoy,'b--','linewidth',1) % plota a regressão linear
axis([distinic distfin 0 200])
xlabel ('Distância em Quilômetros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
disp('ATENUAÇÃO INICIAL = ')
A0
disp('SLOPE = ')
A1
disp('ERRO ABSOLUTO MÉDIO = ')
EM
disp('DESVIO PADRÃO ABS. = ')
DESVIO
case 4 % modelos vegetados e de 2 raios
QT=input(' (1) Weissberger (2) Cost 235 (3)Chen e Kuo (4) Modelo de 2 raios ? ');
switch QT
case 1 % Weissberger, perda em excesso
    n=distfin-distic;
    for k=distic :1:distfin
        eixox(k)=k;
        eixoy(k)=1.33*(FREQ/1000)^(0.284)*k^(0.588)+32.44+20*log10(k)+(20*log10(FREQ));
    end
    figure(1)
    semilogx(eixox,eixoy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
    axis([distic distfin 0 200])
    xlabel ('Distância em quilômetros')
    ylabel ('Perda em dB')
    grid
case 2 % Cost 235
    FL=input(' (1) Com folhas (2) Sem folhas ? ');
    switch FL
    case 1 % com folhas
        n=distfin-distic;
        for k=distic :1:distfin
            eixox(k)=k;
            eixoy(k)=15.6*(FREQ)^(-0.009)*k^(0.26)+32.44+20*log10(k)+(20*log10(FREQ));
        end
    end
end

```

```

end
figure(1)
semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic distfin 0 200])
xlabel ('Distância em quilômetros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
case 2 % sem folhas
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
    eiox(k)=k;
    eioy(k)=26.6*(FREQ)^(-0.2)*k^(0.5)+32.44+20*log10(k)+(20*log10(FREQ));
end
figure(1)
plot(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distic distfin 1 200])
xlabel ('Distância em quilômetros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
end
case 3 % chen o Kuo
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
    eiox(k)=k;
    eioy(k)=(0.0002*(FREQ/1000)+0.2)*k+(0.03*FREQ/1000)+2+32.44+20*log10(k)+(20*log10(FREQ));
end
figure(3)
semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distic distfin 0 200])
xlabel ('Distância em quilômetros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
case 4 % 2 raios
ht=input(' Qual a altura da antena de transmissão (m) ? ');
hr=input(' Qual a altura da antena de recepção (m) ? ');
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
    eiox(k)=k;
    eioy(k)=40*log10(k*1000)-20*log10(ht)-20*log10(hr);
end
figure(1)
semilogx(eiox,eioy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distic distfin 0 200])
xlabel ('Distância em quilômetros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
end
end
% BLOCO DE COMPARAÇÕES DE MODE-
LOS%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
eiox=0;
eioy=0;
ht=0;
hr=0;
distic=50;
distfin=1000;
FREQ=800;
ht=1.5;
hr=1.5;
% Weissberger, perda em excesso
n=distfin-distic;
for k=14:1:400
    eiox(k)=k;
    eioy(k)=1.33*(FREQ/1000)^(0.284)*k^(0.588)+32.44+20*log10(k/1000)+(20*log10(FREQ));
end
figure(1)
semilogx(eiox,eioy,'b','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% Cost 235
% com folhas
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin

```

```

eixox(k)=k;
eixoy(k)=15.6*(FREQ)^(-0.009)*k^(0.26)+32.44+20*log10(k/1000)+(20*log10(FREQ));
end
hold all
semilogx(eixox,eixoy,'r','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% chen o Kuo
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
eixox(k)=k;
eixoy(k)=(0.0002*(1)+0.2)*k+(0.03*1)+2+32.44+20*log10(k/1000)+(20*log10(FREQ));
end
hold all
semilogx(eixox,eixoy,'g','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% MODELO PROPOSTO I
FREQ=800;% COLOCAR A A FREQUÊNCIA Q SE DESEJA SIMULAR
ht=1.5;% ALTURA DE TRANSMISSÃO
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
eixox(k)=k;
eixoy(k)=121.795-(0.0062*FREQ)-(0.535*ht)+(39.945-(0.0124*FREQ)+0.0071*ht)*log10(k/1000);
end
hold all
semilogx(eixox,eixoy,'k','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% MODELO PROPOSTO II
ht=6;
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
eixox(k)=k;
eixoy(k)=121.795-(0.0062*FREQ)-(0.535*ht)+(39.945-(0.0124*FREQ)+0.0071*ht)*log10(k/1000);
end
hold all
semilogx(eixox,eixoy,'k-','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% MODELO PROPOSTO III
ht=12;
n=distfin-distic;
for k=distic :1:distfin
eixox(k)=k;
eixoy(k)=121.795-(0.0062*FREQ)-(0.535*ht)+(39.945-(0.0124*FREQ)+0.0071*ht)*log10(k/1000);
end
hold all
semilogx(eixox,eixoy,'k-','LineWidth',1) % plota as estatísticas
axis([distinic 1300 50 200])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
grid
% LEGENDAS DE GRÁFICO
% SUBSTITUIR AS STRINGS PELO RESPECTIVO MODELO EM FREQ. E ALTURA
legend('Weissberger(800MHz)','COST 235(800MHz)','Chen e Ku-
o(1Ghz)','Linha(800MHz/1,5m)','Linha(800MHz/6m)','Linha(800MHz/12m)');
set(legend,'Location','NorthWest')
grid

```

Apêndice II

Programa escrito em Matlab r11 para testar a funcionalidade do método de interpolação.

```
% PROGRAMA ELABORADO PARA TESTE DE HIPÓTESES DO MODELO DE INTERPO-
LAÇÃO
% INICIALMENTE SERÁ PERGUNTADO SOBRE OS ARGUMENTOS DAS RETAS 1 E 2
% DEPOIS TRAÇADAS AS RETAS E TRAÇADAS AS RETAS INTERPOLADAS PARA
% DIFERENTES VALORES DO INTERPOLADOR
clc
eixox=0;
eixoy1=0;
eixoy2=0;
eixoy3=0;
eixoy4=0;
eixoy5=0;
eixoy6=0;
eixoy7=0;
L1=input(' Qual o coef. da perda inicial da curval ? ');
S1=input(' Qual o coef. do slope da curval ? ');
L2=input(' Qual o coef. da perda inicial da curva2 ? ');
S2=input(' Qual o coef. do slope da curva2 ? ');
for d=1 :1:400
    eixox(d)=d;
    eixoy1(d)=L1+S1*log10(d);
    eixoy2(d)=L2+S2*log10(d);
    eixoy3(d)=eixoy1(d)+((L2-L1)+(S2-S1)*log10(d))*0.17;
    eixoy4(d)=eixoy1(d)+((L2-L1)+(S2-S1)*log10(d))*0.34;
    eixoy5(d)=eixoy1(d)+((L2-L1)+(S2-S1)*log10(d))*0.51;
    eixoy6(d)=eixoy1(d)+((L2-L1)+(S2-S1)*log10(d))*0.68;
    eixoy7(d)=eixoy1(d)+((L2-L1)+(S2-S1)*log10(d))*0.85;
end
figure(1)
hold all;
plot(eixox,eixoy1,'r','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy2,'b','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy3,'k--','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy4,'k--','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy5,'k--','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy6,'k--','LineWidth',1)
plot(eixox,eixoy7,'k--','LineWidth',1)
axis([1 550 0 100])
xlabel ('Distância em metros')
ylabel ('Perda em dB')
text(410,eixoy1(400),'Curval');
text(410,eixoy2(400),'Curva2');
text(410,eixoy3(400),'Pond.= .17');
text(410,eixoy4(400),'Pond.= .34');
text(410,eixoy5(400),'Pond.= .51');
text(410,eixoy6(400),'Pond.= .68');
text(410,eixoy7(400),'Pond.= .85');
```

Apêndice III

Base de dados dos valores medidos e distâncias em todas as morfologias e alturas de transmissão, escrita em Matlab r11. No formato: MED=[d₁ m₁;d₂ m₂;...;d_n m_n], onde d_i e m_i, representam as distâncias entre as antenas (km) e a perda de potência no percurso (dBm), respectivamente.

```
% mata em americano 1,5m at 700 MED=[0.0614 89.1;0.0972
108.8;0.1375 98.8;0.1944 107.4;0.2237 115.4;0.2886 118.1;0.3028
103.7;0.3598 116.3;0.4282 118.2;0.457 119.9;0.4967 126.4;0.534
130.3;0.6057 134.2;0.6338 142.8;0.6804 137.9;0.7308 132.2;0.7879
152.2;0.8533 135.4;0.9248 147.7;0.9933 153.6];
```

```
% mata em americano 1,5m at 750 MED=[0.0614 89.2;0.0972
87.8;0.1375 112.3;0.1944 118.6;0.2237 113.7;0.2886 119.4;0.3028
109.3;0.3598 119.3;0.4282 131.7;0.457 130.8;0.4967 123.3;0.534
131.6;0.6057 135.6;0.6338 133.8;0.6804 140.7;0.7308 155.3;0.7879
138.7;0.8533 131.9;0.9248 152.9;0.9933 148];
```

```
% mata em americano 1,5m at 800 MED=[0.0614 100.9;0.0972
84.6;0.1375 112.2;0.1944 96.8;0.2237 114.6;0.2886 133;0.3028
106.8;0.3598 123.9;0.4282 126;0.457 136.6;0.4967 130.8;0.534
136.2;0.6057 140.7;0.6338 148;0.6804 138.5;0.7308 146.6;0.7879
138.5;0.8533 151.8;0.9248 139.2;0.9933 147.9];
```

```
% mata em americano 6m at 700 MED=[0.0614 71;0.0972 86.2;0.1375
99.1;0.1944 88.8;0.2237 115.7;0.2886 122.1;0.3028 104.7;0.3598
111.5;0.4282 120.7;0.457 112.5;0.4967 103.4;0.534 125.3;0.6057
133;0.6338 128.2;0.6804 119.9;0.7308 131.3;0.7879 130.5;0.8533
142;0.9248 125.1;0.9933 127.6];
```

```
% mata em americano 6m at 750 MED=[0.0614 76.4;0.0972 91.9;0.1375
95;0.1944 106;0.2237 92.4;0.2886 108.5;0.3028 117.4;0.3598
112.6;0.4282 120.3;0.457 136.7;0.4967 116.2;0.534 103.8;0.6057
117.6;0.6338 138;0.6804 130.3;0.7308 139.6;0.7879 132.8;0.8533
125.4;0.9248 129.2;0.9933 133];
```

```
% mata em americano 6m at 800 MED=[0.0614 80.1;0.0972 88.1;0.1375
101.2;0.1944 108.8;0.2237 116.7;0.2886 106.7;0.3028 110.3;0.3598
114.4;0.4282 109.3;0.457 126.5;0.4967 116.2;0.534 128.1;0.6057
133.4;0.6338 121.3;0.6804 130;0.7308 119.8;0.7879 146.4;0.8533
126;0.9248 138;0.9933 148.2];
```

```
% mata em americano 12m at 700 MED=[0.0614 62.5;0.0972 71.7;0.1375
77.9;0.1944 92.7;0.2237 84.3;0.2886 95.1;0.3028 106.8;0.3598
97;0.4282 103.8;0.457 122.4;0.4967 105.2;0.534 115.9;0.6057
106.3;0.6338 111.4;0.6804 98.2;0.7308 116.4;0.7879 118;0.8533
112.9;0.9248 120.1;0.9933 117.6];
```

```
% mata em americano 12m at 750 MED=[0.0614 75.3;0.0972 71;0.1375
85.3;0.1944 84.2;0.2237 96;0.2886 94.6;0.3028 87.4;0.3598
```

122.3;0.4282 108.4;0.457 97.3;0.4967 114;0.534 96.5;0.6057
 121.8;0.6338 106;0.6804 98.7;0.7308 104;0.7879 120.2;0.8533
 137;0.9248 138.3;0.9933 117.8];

% mata em americano 12m at 800 MED=[0.0614 59.3;0.0972 78.4;0.1375
 74.3;0.1944 90.7;0.2237 105;0.2886 111.6;0.3028 109.6;0.3598
 102.7;0.4282 111;0.457 127.5;0.4967 132;0.534 105.2;0.6057
 101.1;0.6338 126.2;0.6804 117.3;0.7308 111.8;0.7879 134.2;0.8533
 111.5;0.9248 116.8;0.9933 124.3];

% bosque em belém 1,5m at 700 MED=[0.0436 74.2;0.069 97.7;0.1112
 80.1;0.1307 95.8;0.1542 90.1;0.1974 118;0.2225 103.6;0.2488
 109.9;0.2653 98.7;0.3178 118.1;0.3337 106;0.3599 114.4;0.3765
 108.4;0.4023 123.8;0.4288 122.9;0.445 126.9;0.471 118.3;0.4878
 120.2;0.5398 117.6;0.589 122.2];

% bosque em belém 1,5m at 750 MED=[0.0436 83.8;0.069 94.4;0.1112
 86;0.1307 94.1;0.1542 99.5;0.1974 104.7;0.2225 94.1;0.2488
 110.9;0.2653 124.6;0.3178 106.4;0.3337 123;0.3599 118.9;0.3765
 119.4;0.4023 108.6;0.4288 114;0.445 124.6;0.471 118.3;0.4878
 127.4;0.5398 121.3;0.589 135.3];

% bosque em belém 1,5m at 800 MED=[0.0436 87;0.069 81.4;0.1112
 96.1;0.1307 102;0.1542 105.6;0.1974 111.6;0.2225 112.5;0.2488
 94.8;0.2653 108.9;0.3178 129.8;0.3337 121.7;0.3599 112.9;0.3765
 131.2;0.4023 108.3;0.4288 116.3;0.445 131.7;0.471 115;0.4878
 130.8;0.5398 128.1;0.589 135];

% bosque em belém 6m at 700 MED=[0.0436 66;0.069 82.6;0.1112
 78.1;0.1307 107.8;0.1542 87.8;0.1974 115;0.2225 96.4;0.2488
 108;0.2653 101.7;0.3178 113.8;0.3337 99.3;0.3599 106.5;0.3765
 114.8;0.4023 117.6;0.4288 110.4;0.445 113.9;0.471 118.7;0.4878
 114.9;0.5398 111.4;0.589 109.7];

% bosque em belém 6m at 750 MED=[0.0436 68.9;0.069 74.7;0.1112
 84.2;0.1307 97.1;0.1542 97;0.1974 105.4;0.2225 97;0.2488
 99.6;0.2653 102.1;0.3178 113.5;0.3337 105;0.3599 109.8;0.3765
 115.4;0.4023 121.3;0.4288 116.1;0.445 105.3;0.471 117.9;0.4878
 105.6;0.5398 125;0.589 106];

% bosque em belém 6m at 800 MED=[0.0436 59.2;0.069 92.5;0.1112
 80.9;0.1307 104.5;0.1542 102.3;0.1974 88.3;0.2225 114;0.2488
 106.9;0.2653 94.5;0.3178 122.5;0.3337 116.1;0.3599 122.2;0.3765
 111.9;0.4023 103.7;0.4288 128.9;0.445 102.3;0.471 120;0.4878
 114.6;0.5398 99.7;0.589 129.2];

% bosque em belém 12m at 700 MED=[0.0436 62.4;0.069 81.8;0.1112
 73.9;0.1307 83.5;0.1542 81.8;0.1974 98.7;0.2225 105.9;0.2488
 95.1;0.2653 86.9;0.3178 93;0.3337 89.2;0.3599 102.2;0.3765
 116.8;0.4023 92.9;0.4288 99.2;0.445 94.4;0.471 110.3;0.4878
 97.2;0.5398 125.8;0.589 113.3];

% bosque em belém 12m at 750 MED=[0.0436 72.5;0.069 63.4;0.1112
 97.6;0.1307 90;0.1542 89.7;0.1974 93.9;0.2225 97.4;0.2488
 80.5;0.2653 98.9;0.3178 96.3;0.3337 107.2;0.3599 97.8;0.3765
 106;0.4023 96.1;0.4288 96.7;0.445 101.3;0.471 108.5;0.4878
 116;0.5398 112.6;0.589 121.8];

% bosque em belém 12m at 800 MED=[0.0436 77.6;0.069 65.7;0.1112
78.9;0.1307 78.3;0.1542 104.1;0.1974 87.7;0.2225 90.8;0.2488
93;0.2653 115.5;0.3178 111.6;0.3337 92.2;0.3599 107.9;0.3765
95.7;0.4023 108.2;0.4288 119;0.445 106.6;0.471 114.9;0.4878
100.7;0.5398 105.6;0.589 122.2];

% linha em americano 1,5m at 700 mhz MED=[0.0307 75.9;0.0436
76.9;0.0516 68.3;0.069 84.2;0.0812 73.2;0.0977 87.2;0.1091
85;0.118 89.5;0.1274 101.3;0.1395 105.2;0.1576 90.5;0.1694
99.3;0.1772 92.2;0.188 87.5;0.1983 102;0.2075 99;0.2186
90.5;0.2274 101.3;0.2492 102.6;0.259 89.1];

% linha em americano 1,5m at 750 mhz MED=[0.0307 74.3;0.0436
78.1;0.0516 90.4;0.069 83.7;0.0812 80.7;0.0977 80.1;0.1091
79.2;0.118 101.6;0.1274 90.2;0.1395 100.3;0.1576 102.8;0.1694
94;0.1772 103.2;0.188 87.8;0.1983 101.9;0.2075 88.7;0.2186
105.1;0.2274 103.6;0.2492 105.5;0.259 107.2];

% linha em americano 1,5m at 800 mhz MED=[0.0307 76.7;0.0436
69.4;0.0516 79.8;0.069 91.6;0.0812 81.5;0.0977 100.8;0.1091
86.9;0.118 92.9;0.1274 104.7;0.1395 98.5;0.1576 97.7;0.1694
94.5;0.1772 101.3;0.188 109.2;0.1983 99.9;0.2075 94.1;0.2186
99.5;0.2274 102.2;0.2492 104.5;0.259 106.4];

% linha em americano 6m at 700 mhz MED=[0.0307 70.6;0.0436
66.6;0.0516 76.7;0.069 69;0.0812 73.3;0.0977 76.4;0.1091
74.9;0.118 100.5;0.1274 87.2;0.1395 86.1;0.1576 82.3;0.1694
76.3;0.1772 73;0.188 97.4;0.1983 95.3;0.2075 100.4;0.2186
81.9;0.2274 107.2;0.2492 87.9;0.259 76.7];

% linha em americano 6m at 750 mhz MED=[0.0307 75.8;0.0436
78.8;0.0516 71.8;0.069 62.6;0.0812 80.9;0.0977 70.5;0.1091
91.8;0.118 81.3;0.1274 86.1;0.1395 85.4;0.1576 100.9;0.1694
92.8;0.1772 82.4;0.188 80.9;0.1983 108.2;0.2075 92.1;0.2186
88.4;0.2274 82.7;0.2492 100;0.259 98.4];

% linha em americano 6m at 800 mhz MED=[0.0307 72.4;0.0436
77.9;0.0516 64;0.069 78.2;0.0812 93.4;0.0977 79;0.1091 77.8;0.118
70.2;0.1274 101.4;0.1395 95.3;0.1576 82.6;0.1694 107.4;0.1772
106.9;0.188 96.7;0.1983 90.8;0.2075 94.2;0.2186 76.6;0.2274
101.9;0.2492 97.4;0.259 87.7];

% linha em americano 12m at 700 mhz MED=[0.0307 68.7;0.0436
62.3;0.0516 58.9;0.069 76.5;0.0812 73.4;0.0977 82.6;0.1091
78;0.118 83.9;0.1274 89.8;0.1395 67.7;0.1576 75;0.1694 68.6;0.1772
69.4;0.188 89.5;0.1983 78.8;0.2075 88;0.2186 74;0.2274 79.5;0.2492
88.7;0.259 90];

% linha em americano 12m at 750 mhz MED=[0.0307 70.4;0.0436
62.3;0.0516 62.1;0.069 80.1;0.0812 79.2;0.0977 61.8;0.1091
82.7;0.118 75.4;0.1274 79.2;0.1395 85.3;0.1576 81.6;0.1694
87.5;0.1772 89.2;0.188 79.9;0.1983 87.6;0.2075 80.2;0.2186
84.6;0.2274 89;0.2492 72.6;0.259 89.1];

% linha em americano 12m at 800 mhz MED=[0.0307 58.4;0.0436
87.4;0.0516 61;0.069 86.8;0.0812 72.4;0.0977 60.4;0.1091
61.2;0.118 77.1;0.1274 85.9;0.1395 68;0.1576 85.2;0.1694 71;0.1772
92.6;0.188 93.3;0.1983 78.7;0.2075 89;0.2186 101.2;0.2274
69.5;0.2492 77.8;0.259 107.4];

% linha em inmetro 1,5m at 700 mhz MED=[0.0464 77;0.0802
90.8;0.1102 96.3;0.1458 86.5;0.1768 93.9;0.2069 98.7;0.2435
104.4;0.2774 101.7;0.3141 110.3;0.3497 114.8;0.3819 119.1;0.4136
108.7;0.4475 103;0.478 105.3;0.5085 107.3;0.5345 112];

% linha em inmetro 1,5m at 750 mhz MED=[0.0464 75.4;0.0802
90;0.1102 85.9;0.1458 85.8;0.1768 87.6;0.2069 93.4;0.2435
93.8;0.2774 99.3;0.3141 103.1;0.3497 113.9;0.3819 102.8;0.4136
98.9;0.4475 102.3;0.478 103;0.5085 110;0.5345 121.2];

% linha em inmetro 1,5m at 800 mhz MED=[0.0464 79.2;0.0802
76;0.1102 91.5;0.1458 99.3;0.1768 81.8;0.2069 106.8;0.2435
96.8;0.2774 93.4;0.3141 87.6;0.3497 105.9;0.3819 102.1;0.4136
111.4;0.4475 114.8;0.478 105.2;0.5085 100.7;0.5345 121.8];

% linha em inmetro 6m at 700 mhz MED=[0.0464 76.7;0.0802
82.4;0.1102 89.2;0.1458 82.2;0.1768 84.5;0.2069 90.2;0.2435
94.23;0.2774 103.4;0.3141 105.1;0.3497 105.8;0.3819 108.4;0.4136
103.3;0.4475 94.6;0.478 118.3;0.5085 100.6;0.5345 95.2];

% linha em inmetro 6m at 750 mhz MED=[0.0464 74.9;0.0802
86.9;0.1102 85.2;0.1458 77.4;0.1768 81.5;0.2069 93.9;0.2435
90.8;0.2774 89.5;0.3141 97.5;0.3497 107.3;0.3819 104;0.4136
109.3;0.4475 103.9;0.478 98.8;0.5085 103.7;0.5345 110.6];

% linha em inmetro 6m at 800 mhz MED=[0.0464 78;0.0802 83.9;0.1102
80.2;0.1458 80;0.1768 81.5;0.2069 99.3;0.2435 89.3;0.2774
96.5;0.3141 104.3;0.3497 102.7;0.3819 104.2;0.4136 109.3;0.4475
87.6;0.478 94;0.5085 108;0.5345 117.3];

% linha em inmetro 12m at 700 mhz MED=[0.0464 76.9;0.0802
82.5;0.1102 90.2;0.1458 80.2;0.1768 86.5;0.2069 81.9;0.2435
96.5;0.2774 95.8;0.3141 96.8;0.3497 108.7;0.3819 103.5;0.4136
95.6;0.4475 102.1;0.478 113.3;0.5085 92.7;0.5345 103.9];

% linha em inmetro 12m at 750 mhz MED=[0.0464 69.6;0.0802
79.1;0.1102 79;0.1458 84;0.1768 82.5;0.2069 87.2;0.2435
88.4;0.2774 98;0.3141 93.6;0.3497 105.3;0.3819 102.5;0.4136
98.5;0.4475 93.6;0.478 94.8;0.5085 89.2;0.5345 109.4];

% linha em inmetro 12m at 800 mhz MED=[0.0464 72.1;0.0802
69.3;0.1102 74.8;0.1458 81.2;0.1768 80.4;0.2069 91.5;0.2435
84;0.2774 90.3;0.3141 99.6;0.3497 108.2;0.3819 95.4;0.4136
108.8;0.4475 92;0.478 84.2;0.5085 102.6;0.5345 96.1];