

PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE ENLACE DE RÁDIO

Diego de Brito Piau, Gilberto Arantes Carrijo
Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Uberlândia-MG
diegopiau@yahoo.com.br, gilberto@ufu.br

Resumo - O objetivo deste artigo é apresentar alguns conceitos de um enlace de microondas com as suas vantagens, realizar o dimensionamento de um enlace de rádio através de três softwares para podermos analisar resultados dos mesmos com equações teóricas existentes.

Palavras-Chave – CelPlan, enlace de microondas, equação de Friis, Pathloss, zona de Fresnel.

DESIGN SIZIGN OF RADIO LINK

Abstract - The aim of this paper is to present some concepts of a microwave link with your benefits, make the design of a radio link through three software so we can analyze the same results with existing theoretical equations.

Keywords - CelPlan, microwave link, Friis equation, Pathloss, Fresnel zone.

I. INTRODUÇÃO

Uma importante área da Engenharia de Telecomunicações é o atendimento a serviços através de enlaces de rádio. Os links de rádio são utilizados na área de telecomunicações devido a sua facilidade de implantação e o custo do investimento desta tecnologia, dependendo da distância a ser atendida.

O enlace de rádio é um meio de transmissão cada vez mais utilizado, pois esta tecnologia está em constante evolução através do aumento da capacidade de transmissão e da performance que os equipamentos desempenham.

Esta tecnologia possui alguns pré-requisitos a serem estudados para a elaboração de um projeto de dimensionamento de um enlace de rádio. Essas características como a distância e a frequência são fundamentais na performance do link e no dimensionamento de uma antena.

A elaboração de um projeto de enlace de rádio está vinculado com uma prévia da realidade através de alguns softwares profissionais, como por exemplo o CelPlan e o Pathloss. Esses softwares possuem uma precisão no relevo topográfico proporcionando ao engenheiro responsável analisar o perfil do enlace com extrema cautela nos obstáculos que podem tornar um projeto inviável na sua implantação.

Neste artigo será apresentado através do software Pathloss uma simulação da realidade topográfica juntamente com conceitos da Zona de Fresnel.

O conceito abordado na seção da Zona de Fresnel irá demonstrar que a frequência e a distância em um enlace de rádio é de extrema importância na elaboração de um projeto de um link de rádio.

Neste artigo teremos o dimensionamento de um enlace de rádio através dos três softwares que serão mencionados em conjunto com cálculos matemáticos, demonstrando a precisão que esses softwares possuem na elaboração de um projeto.

II. ENLACES DE MICROONDAS

O enlace através de ondas de rádio – enlace de microondas – é um meio de transmissão que utiliza ondas eletromagnéticas em determinada frequência, através de uma antena transmissora e receptora.

O rádioenlace permite a comunicação entre duas pontas, levando a informação de uma estação (site) até a outra ponta sendo uma estação da operadora ou um cliente a ser atendido. A capacidade transmitida em um enlace de rádio pode ter vindo por uma fibra óptica ou até mesmo por outro enlace de rádio.

O sistema de comunicação através de enlace de rádio é cada vez mais utilizado em conjunto com a fibra óptica. Mas a fibra óptica sobressai em relação ao rádio em termos de capacidade de transmissão.

Os enlaces de rádio apresentam vantagens de implantação devido ao curto prazo de tempo, o alcance em regiões não desenvolvidas e inacessíveis, em regiões densamente povoadas como em centros urbanos das cidades metropolitanas, o qual a implantação, manutenção e operação da fibra óptica é inviável como meio de transmissão. Quando uma operadora de telecomunicações não possui infraestrutura de rádio ou fibra óptica, o custo e o prazo de implantação de rádio são bem menores, exceto para enlaces com pequena distância (da ordem de centenas de metros).

A análise para a seleção da faixa de frequência para um projeto é muito importante, pois dependendo da frequência de um enlace de rádio, pode-se ocasionar interferências, limitando a expansão da capacidade de transmissão e entre outros itens.

Os pré-requisitos para a determinação da frequência estão relacionados com a distância e a atenuação devido a chuvas, por exemplo para enlaces longos não utilizamos frequência acima de 10 GHz, pois quando utilizamos essa faixa de operação temos perda do sinal. Então, essas frequências são utilizadas para enlaces curtos, como para regiões metropolitanas, por exemplo a utilização de enlaces de 15 GHz e 18 GHz [1].

Assim, as classificações são de acordo que, quanto maior a frequência acima de 10 GHz, menor será a distância que um enlace poderá possuir devido a atenuações por chuvas [1].

Os enlaces de rádio que utilizam a frequência de 1,5 GHz possuem distâncias longas, como os que utilizam 8 GHz e 8,5 GHz, nessas diferenciando a capacidade de transmissão.

III. APLICAÇÃO DOS SOFTWARES

Os enlaces de microondas podem ser analisados previamente a uma vistoria em campo através de três softwares. Estes auxiliam o engenheiro responsável em análises topográficas, visualização técnica da Zona de Fresnel e do estudo do sinal recebido em um link de rádio.

A. Google Earth

“O Google Earth permite ir para qualquer lugar na Terra e ver imagens de satélite, mapas, terrenos, construções em 3D, o oceano e até mesmo galáxias no espaço sideral” [2].

O Google Earth é uma ferramenta muito importante para um engenheiro, pois este demonstrará uma prévia do relevo, das vegetações, localização das estações do enlace de rádio em análise.

B. Pathloss 4.0

O Pathloss é um software licenciado e que auxilia o engenheiro na elaboração de um projeto de enlace de rádio. Através deste software o projetista poderá efetuar diversos testes de perfis analisando obstáculos no percurso de um enlace de rádio. Sendo assim, através de opções de utilização do fator de correção da Terra – k, frequência de operação, Zona de Fresnel e dimensionamento da altura das antenas, o elaborador do projeto terá uma prévia do enlace de rádio com relação ao relevo topográfico da região em questão.

C. CelPlan 7.9

O CelPlan também é um software licenciado, o qual podemos através do mesmo calcular a potência recebida dos enlaces de rádio e entre outras opções. Esse software possui a opção de escolhermos o modelo do rádio utilizado, a frequência, canalização, tipos de antenas, altura das mesmas e interpretações através de gráficos muito importante.

IV. ZONA DE FRESNEL

A zona de Fresnel pode-se ser definida a partir desta frase: “A energia do sinal irradiado é distribuída no espaço em torno da linha de visada direta”. Assim, o objetivo desse assunto é estabelecer algumas condições, nas quais a propagação entre duas antenas pode ser considerada sem obstrução [3].

O objetivo do projetista é o dimensionamento de enlaces de rádio desobstruídos, o qual devido as alterações da umidade, pressão e temperatura podem também influenciar na performance do perfil de um enlace de rádio.

Sendo assim, uma característica importante no dimensionamento de um enlace de rádio é o cálculo da primeira zona de Fresnel. Na Figura 1 demonstra a zona de Fresnel relacionada com a linha de visada direta.

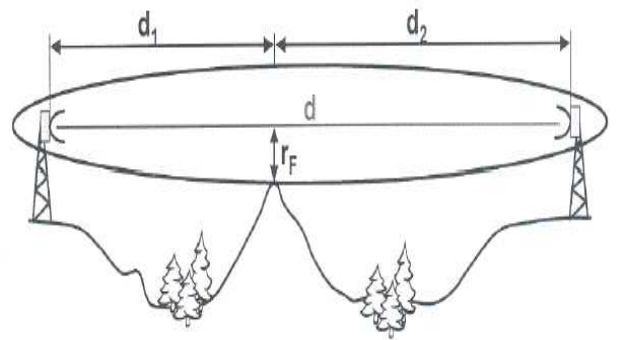


Fig. 1. Cálculo da primeira zona de Fresnel.

Assim, através da equação abaixo podemos calcular o raio da primeira zona de Fresnel:

$$R_f = (\lambda \cdot d_1 \cdot d_2)^{1/2} \quad (1)$$

Onde:

R_f -Distância entre a linha de visada e a primeira zona de Fresnel.

λ -Comprimento de onda em metros.

d_1 -Distância entre a estação A até o ponto a ser calculado da zona de Fresnel.

d_2 -Distância entre a estação B até o ponto a ser calculado da zona de Fresnel.

A partir da definição da equação da região de Fresnel, trata-se como exemplo um enlace da cidade de Lagamar-MG até Coromandel – MG, o qual esse link de rádio possui uma distância de aproximadamente 53.77 km utilizando uma frequência de 8GHz. Considerando que esse enlace de rádio possui aproximadamente 55 km de distância, abaixo segue os cálculos da primeira zona de Fresnel com uma distância de 5 em 5km :

TABELA I
Cálculo da Primeira Zona de Fresnel para Frequência de 8 GHz

	R_{f1} (metros)	d_1 (metros)	d_2 (metros)
1	13,06	5	50
2	17,52	10	45
3	20,23	15	40
4	21,85	20	35
5	22,61	25	30
6	22,61	30	25
7	21,85	35	20
8	20,23	40	15
9	17,52	45	10
10	13,06	50	5

Através das coordenadas geográficas de dois pontos da cidade de Lagamar e Coromandel, abaixo teremos na Figura 2 o perfil desse enlace de rádio gerado pelo software Pathloss:

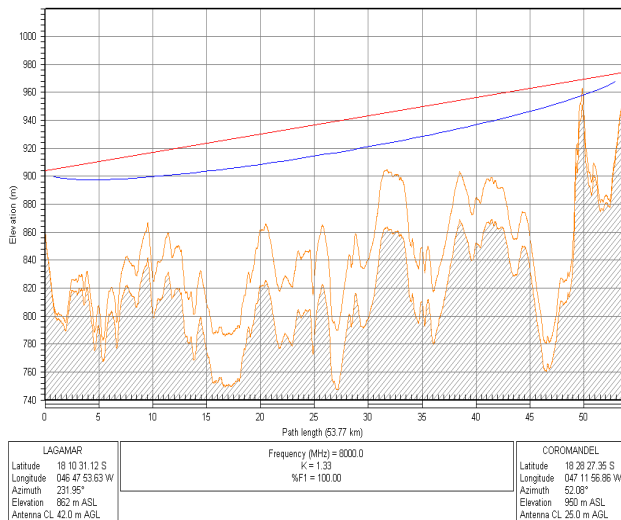


Fig. 2. Perfil do enlace entre Lagamar-MG <-> Coromandel-MG.

Conclui-se que através de cálculos matemáticos e aplicação do software Pathloss, a utilização da primeira zona de Fresnel. Ao analisar no quilômetro 50 do perfil acima, observa-se a obstrução da zona de Fresnel e que o pico deste obstáculo encontra-se a uma altitude de aproximadamente de 964 metros e no mesmo ponto verificamos que a linha de visada direta está em altitude de aproximadamente 970 metros. Sendo assim, através dos cálculos realizados acima, observa-se que no km 50 a distância da linha de visada direta até a zona de Fresnel é de 17,52 metros. Então, ao subtrair 17,52 metros de 970 metros da linha de visada, teremos o raio da zona de Fresnel aproximadamente a 952,48 metros.

Portanto, conclui-se que esse enlace está obstruído nesse ponto, pois o obstáculo está a 964 metros e a confirmação da veracidade do software.

V. DIMENSIONAMENTO DE ENLACES DE RÁDIOS

O projeto definitivo de dimensionamento de um enlace de rádio, consiste em realizar um estudo categórico sobre a demanda que o projetista pretende atender, o meio de transmissão que irá interligar o enlace de rádio a sistemas existentes (backbone), se será viável a utilização de enlaces de rádios ou seria economicamente mais barato a utilização de fibras ópticas, a demanda futura na região devido a limitações de equipamentos e entre outras características a serem analisadas no decorrer da elaboração do projeto.

Primeiramente, antes do início do projeto de dimensionamento de um enlace de rádio, necessita-se saber quais serão as estações envolvidas ou será um atendimento a algum cliente específico. Esses projetos podem ser também analisados com o objetivo de ampliação da capacidade de tráfego em enlaces existentes (upgrade) ou readequação do projeto devido a interferências de outros enlaces.

Assim, ao saber qual será a finalidade do estudo do dimensionamento do enlace de rádio, necessita-se das coordenadas geográficas das estações envolvidas para o começo dos estudos através de um GPS de precisão ou mesmo pelo Google Earth. Teremos como exemplo, projetar uma solução que atenderá a necessidade da administração do estádio Mineirão na cidade de Belo Horizonte. Devido a estudos na região, observa-se que no Minas Shopping nesta

cidade, possui uma torre de aproximadamente 70 metros e utilizando a estrutura do estádio Mineirão pode-se instalar uma antena em uma altura de 60 metros.

Pode-se observar nas imagens a seguir, a localização do Minas Shopping e do estádio Mineirão em Belo Horizonte através da Figura 3 e 4:



Fig. 3. Localização do Minas Shopping pelo Google Earth.

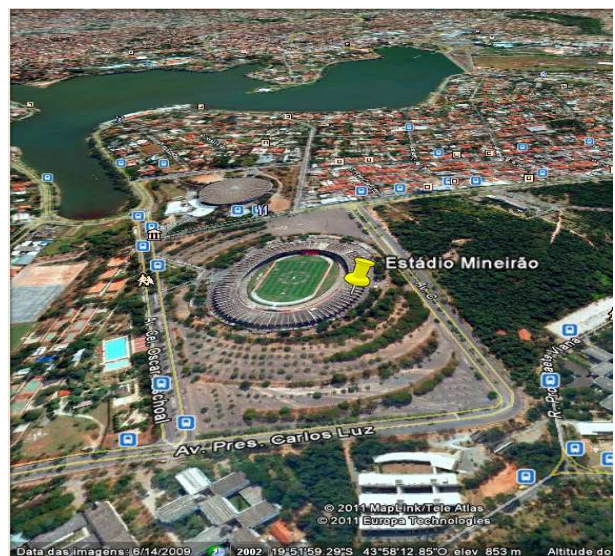


Fig. 4. Localização do Estádio Mineirão pelo Google Earth.

Ao definir os pontos do enlace de rádio envolvido e através do Google Earth, verifica-se qual será a distância desse enlace e se o perfil do mesmo terá condições para o desempenho da solução desejada.

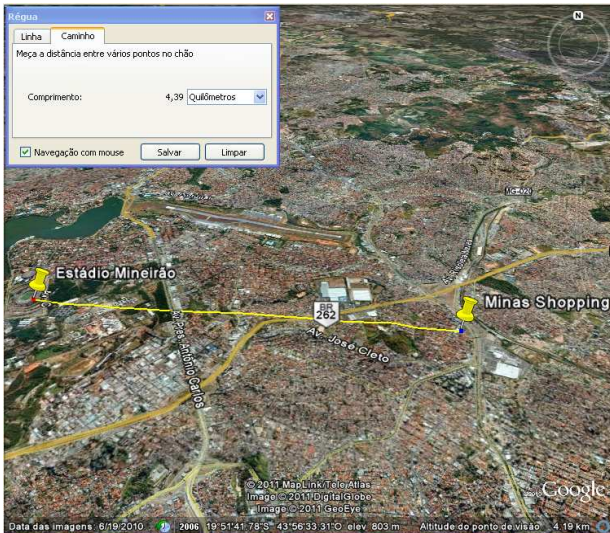


Fig. 5. Enlace de rádio entre o Estádio Mineirão e o Minas Shopping.

Através dos softwares mencionados, pode-se dimensionar um projeto de enlace de rádio. A elaboração do projeto será analisado utilizando a frequência de 18 GHz.

Ao analisar o Google Earth, observa-se uma edificação de 5 metros nas mediações do Minas Shopping, como demonstra a análise realizada na Figura 6 abaixo:

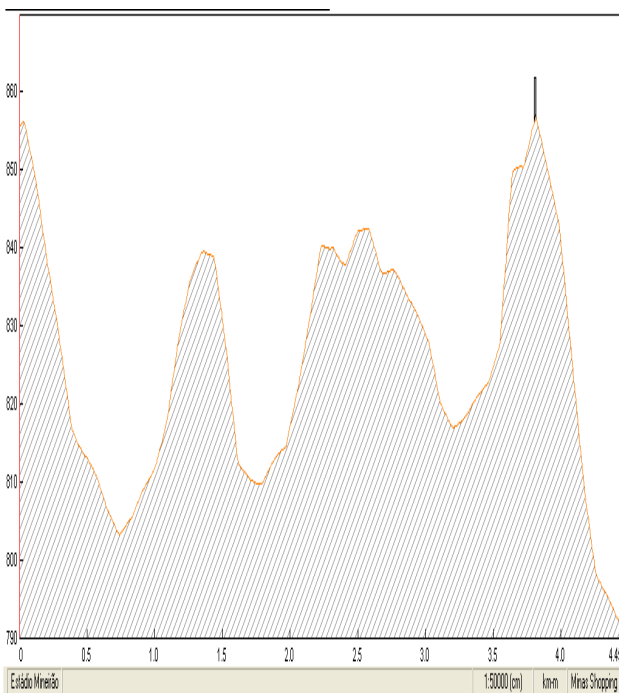


Fig. 6. Diagrama do relevo topográfico entre o Estádio Mineirão e o Minas Shopping.

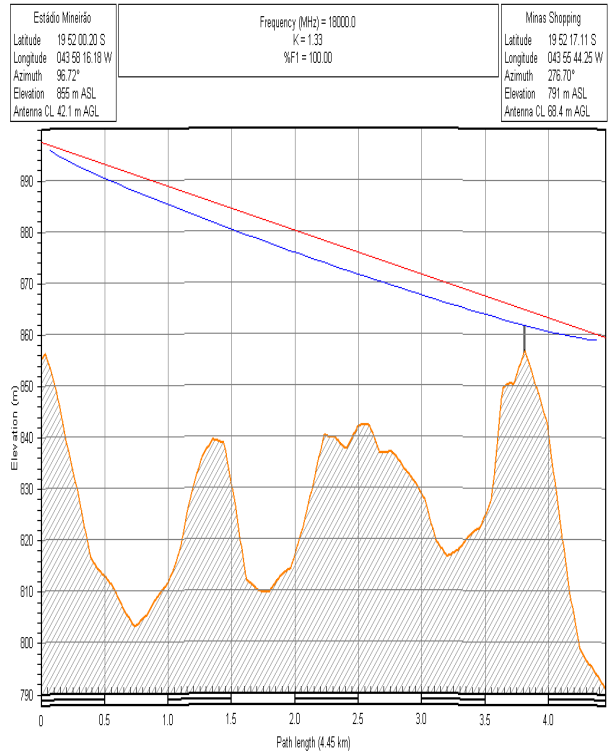


Fig. 7. Dados do enlace de rádio em estudo utilizando 1,5 GHz.

Na Figura 7 ao realizar a análise da primeira zona de Fresnel utilizando o fator de correção da Terra-k igual a 4/3 e tendo 100% da região de Fresnel liberada verifica-se que este enlace encontra-se desobstruído.

Uma atenuação muito importante em uma enlace de rádio é a perda no espaço livre que varia de acordo com a frequência em operação e a distância do link de rádio, conforme a equação abaixo:

$$A_o = 32,40 + 20 \log (f_{\text{MHz}} + d_{\text{Km}}) \quad (2)$$

Onde:

- A_o - Atenuação no espaço livre.
- f_{MHz} - Frequência de operação em MHz.
- d_{Km} - Distância do enlace de rádio em quilômetros.

Ao realizar através da equação 2 o cálculo da perda no espaço livre em questão utilizando a frequência de 18 GHz e 4 km e 450 metros, concluí-se que a perda será de 130,54 dB.

Ao associar a equação de Friis abaixo com a perda no espaço livre obtém-se o valor da potência recebida neste exemplo de enlace de rádio.

$$Pr_{(\text{dBm})} = Pt_{(\text{dBm})} + G_x\text{Minas}_{(\text{dBi})} + G_y\text{Mineirão}_{(\text{dBi})} - A_o \quad (3)$$

Onde:

- $Pr_{(\text{dBm})}$ - Potência recebida em decibéis.
- $Pt_{(\text{dBm})}$ - Potência transmitida em decibéis
- $G_{(\text{dBi})}$ - Ganho da antena de 0,3 metros de diâmetro.

Considera-se a potência de transmissão do equipamento de rádio neste exemplo no valor de 21 dBm, Assim, através da equação de Friis conclui-se que o valor da potência recebida será -43,34dBm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MIYOSHI, Edson M; SANCHES, Carlos A. *Projetos de Sistemas de Rádio*. 4 .ed.São Paulo, 2010.
- [2] GoogleEarth.<http://www.google.com/intl/pt-BR/earth/download/ge/>. Acesso em: 12 de março de 2011.
- [3] Zona de Fresnel.
<http://www.deetc.isel.ipl.pt/sistemastele/Pr2/arquivos/folhas%20de%20apoio/elips%C3%B3ides%20de%20Fresnel.pdf>. Acesso em: 22 fevereiro de 2011

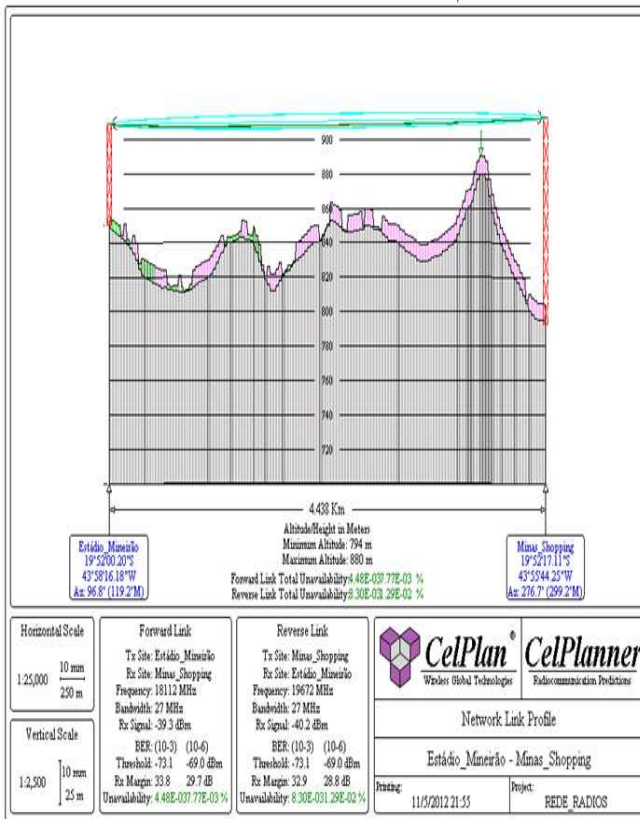


Fig. 8. Cálculo do enlace de rádio através do CelPlan.

Ao realizar o software CePlan para o dimensionamento do enlace de rádio em questão o valor da potência recebida foi -40,2 dBm. Sendo assim, conclui-se que alguns parâmetros do software utilizado diferencia nos cálculos através da equação de Friis, tornando 3 dB de diferença da equação para o software.

VI. CONCLUSÕES

Neste artigo podemos concluir as vantagens de um enlace de rádio em comparação com a fibra óptica, observando a facilidade de implantação e manutenção do sistema.

Sendo assim, uma técnica bastante importante na elaboração dos projetos de enlaces de rádio é a utilização de softwares profissionais, pois isto diminui o custo em uma vistoria em campo para a criação de um projeto e torna-se mais preciso quando analisa-se a performance do link através do CelPlan.

De acordo com os cálculos matemáticos pudemos evidenciar os valores descritos nos softwares como a potência recebida, o cálculo da distância da zona de Fresnel obstruída e entre outros itens para análise de resultados.

As equações mostradas neste artigo demonstraram as variáveis em um enlace de rádio que poderão interferir no desempenho do mesmo.