

Planeamento e Otimização de uma Rede Móvel

Ricardo Anastácio¹ e Tiago Oliveira²

Abstract— Com o intuito de planear uma rede móvel, foi criado uma ferramenta capaz de criar e otimizar uma rede móvel para uma área à escolha do utilizador. A ferramenta pode colocar as antenas em modo automático ou então o utilizador pode escolher a localização das mesmas, sendo que este também terá de escolher um modelo de propagação entre os três modelos disponíveis. Esta simulador foi desenvolvido criteriosamente para ser universal.

I. INTRODUÇÃO

O presente artigo descreve a elaboração de um Planeamento e Otimização de uma Rede TETRA, tendo em conta vários fatores tais como a cobertura, interferência das estações base, entre outras especificações da rede. Em Portugal os serviços TETRA operam nas faixas de 410-430MHz ou 450-470MHz, todavia estas faixas já se encontram reservadas. O serviço mais conhecido que utiliza esta tecnologia (em Portugal) é o Sistema integrado das redes de emergência e segurança de Portugal (SIRESP). A ferramenta para planeamento da rede foi desenvolvida através da plataforma *MatLab*, que será descrita nos próximos capítulos assim como os resultados obtidos.

II. ESTADO DE ARTE

Para o desenvolvimento desta ferramenta é necessário o estudo prévio sobre a tecnologia TETRA, de forma que o planeamento seja implementado da melhor maneira possível face à tecnologia em causa. A Tecnologia TETRA, tem os seguintes modos de operação: TMO- Trunked Mode Operation), DMO (Direct Mode Operation). Tetra utiliza TDMA 4:1 (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo) que significa que num único canal existem 4 time-slots, apresenta uma largura de banda de 25kHz(6.25kHz por canal) e tanto Voz como Dados podem ser transmitidos simultaneamente.(Para esta ferramenta temos apenas em conta a voz).

III. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

A. Área de estudo

Foi escolhido o distrito do Porto como área de estudo. Sendo esta região montanhosa, o planeamento torna-se mais complexo, isto porque uma região montanhosa apresenta um grande "sombreamento" e com o objetivo de

alcançar uma cobertura de noventa e cinco por cento é necessário implementar estações base de forma a que estas consigam cobrir os vários locais "sombreados" contudo um maior número de estações base numa certa região implica um acréscimo da interferência entre estações base, o que pode ser resolvida com uma divisão de canais pelas estações base de forma a diminuir este aspeto.

B. Estação base e Móvel

Tanto para a decisão dos parâmetros da estação base e do móvel foi realizada uma pesquisa prévia sobre os equipamentos que se encontram no mercado atualmente, a ferramenta utiliza valores médios retirados das pesquisas realizadas, todavia o utilizador pode recorrer à alteração dessas variáveis. Para a estação base é considerada uma potência de emissão de 100W, um altura de 30metros, a frequência da portadora encontra-se centrada nos 400MHz onde são utilizadas antenas direcionais. Já o móvel é considerado com uma altura de 1metro e sensibilidade de $-90dBm$, pois é o valor que a maior parte dos recetores disponíveis no mercado apresenta. Este valor limita assim a cobertura da antena, pois caso a potência seja mais baixa que a sensibilidade do móvel, a região não será considerada. Os ganhos de ambos estão definidos com 1dBi.

C. Modelos disponíveis

A ferramenta apresenta três modelos de propagação, o utilizador pode escolher entre o modelo Okumura/Hata, o modelo de perdas em espaço livre e o modelo IEEE 802.16. O modelo Okumura/Hata é válido para redes onde a sua faixa de utilização se encontra entre os 150MHz e os 2000MHz, o valor padrão do modelo corresponde a uma ambiente urbano e quase plano. O modelo de perdas em espaço livre tem apenas em conta os pontos em linha de vista ou seja, não tem em conta obstruções que possam ocorrer pelo caminho. O modelo IEEE 802.16 é baseado no modelo de sombreamento log-normal, este deve ser usado em meios que tenham alguma vegetação existindo três tipos distintos, regiões com áreas montanhosas e de vasta vegetação (tipo A), terrenos planos e com baixa densidade de vegetação (tipo C) e por fim para regiões intermediárias (tipo B) às apresentadas anteriormente.

D. Funcionamento da Ferramenta aos olhos do utilizador

A ferramenta foi criada com o intuito de ser considerada "user friendly", ou seja de fácil manuseamento. O utilizador pode escolher se quer colocar as antenas,

*This work was not supported by any organization

¹R. Anastácio do Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, 2411-901 Leiria, Portugal 2162144@my.ipleiria.pt

²T. Oliveira do Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, 2411-901 Leiria, Portugal 2161411@my.ipleiria.pt

e nesse caso é aberto um mapa para que este escolha a posição das mesmas, ou pode também escolher que a ferramenta coloque as antenas, neste caso as antenas serão colocadas de forma automática até que seja possível atingir a cobertura escolhida. Após este passo o utilizador deve escolher o modelo de propagação que deseja usar, tendo à escolha o modelo Okumura/Hata, o modelo de perdas em espaço livre e por fim o modelo IEEE 802.16. Também é dada a possibilidade ao utilizador de escolher entre um dipolo, uma antena omnidirecional ou uma antena direcional. No fim deste processo a ferramenta efetua o processamento necessário com as configurações escolhidas pelo utilizador de forma a que as especificações da rede sejam satisfeitas. No fim do processamento a ferramenta apresenta resultados tais como o diagrama de radiação da antena, a interferência entre estações base, a área de cobertura de cada antena e as respetivas potências, a "melhor" estação base entre outros, de forma a que o utilizador com estes dados possa fazer uma distribuição de canais assertiva.

IV. MECANISMO AUTOMÁTICO

O funcionamento do modo automático elabora a escolha da primeira antena com base na matriz linha de vista escolhendo para primeira estação base aquela que mais cobertura apresenta ignorando todos os pontos onde a sensibilidade do móvel é indesejada. As próximas estações são colocadas sempre com base nas estações que já se encontram definidas, as directrizes usadas para a primeira antena são aplicadas ao cálculo de todas as outras no entanto agora consideramos a menor sobreposição possível de pontos entre antenas a fim de evitar ao máximo interferências.

Nota: As antenas testadas por este mecanismo correspondem a pontos criados no mapa a partir de um determinado "passo" que significa um salto entre pontos, isto é utilizado para tornar a função mais eficaz temporalmente. O passo=1 significa usar todos os pontos do mapa para o teste de antenas. Para um fácil entendimento do conceito "passo" pode ser visualizada a Fig.1.

V. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados alguns resultados possíveis de obter com a ferramenta desenvolvida. As simulações aqui apresentadas tem como cenário a região do Porto, numa área com cerca de 26km^2 . Aspetos como frequência da portadora (400MHz), sensibilidade de receção (-90dBm), potência de transmissão (100W), altura da antena (30m) e os ganhos de transmissão (1dBi) e receção (1dBi) que foram considerados padrão para todos os ensaios de modo a facilitar a comparação.

Nota1: Todos os ensaios aqui apresentados foram gerados com o modo automático de colocação de antenas com o objetivo de ter uma área total de cobertura na ordem dos 95% com linha de vista.

Nota2: As atenuação foram calculadas com o auxílio de

funções retiradas da Ref.[4] e confrontadas com calculadoras de atenuação online de forma a comprovarmos a sua veracidade.

A. Simulação 1

A primeira simulação foi realizada segundo o modelo de propagação em espaço livre, usando uma antena omnidirecional.

Inicialmente é apresentado ao utilizador o mapa tridimensional da área em estudo nele estão assinaladas todas as antenas que vão ser consideradas para o estudo Fig.1 mediante um intervalo de salto previamente definido. É

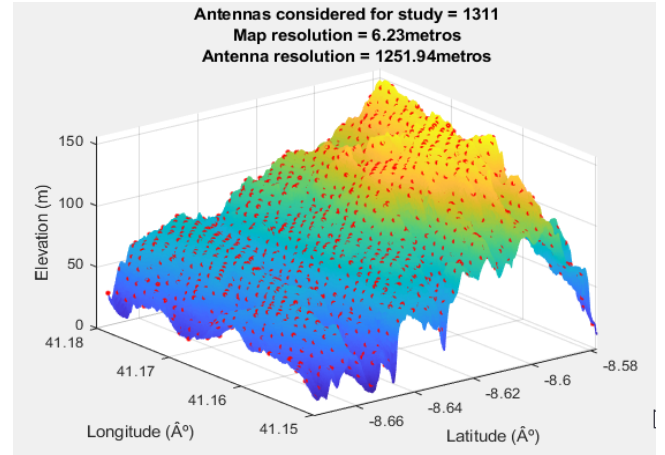


Fig. 1. Antenas consideradas para estudo

possível visualizar na Fig.2 que o modelo de geração localizou seis estações base que estão representadas por diferentes cores. Possíveis interferências de sinal que existem devido a sobreposições foram corrigidas com a escolha do **Best Server** adequado.

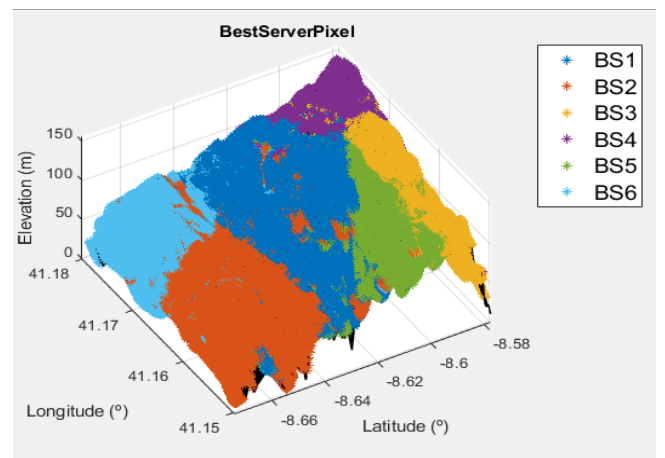


Fig. 2. Antenas consideradas para estudo

De acordo com o Best Server é então gerado o gráfico de potência de sinal na Fig.3 aqui podemos observar que a tecnologia TETRA por utilizar uma frequência 400MHz apresenta um grande comprimento de onda (1) o

que lhe confere bons resultados a longas distâncias. Não surgiu então qualquer problema imposto pela condição de receção do dispositivo móvel.

$$\lambda = \frac{3 * 10^8}{400Mhz} \approx 0.75metros \quad (1)$$

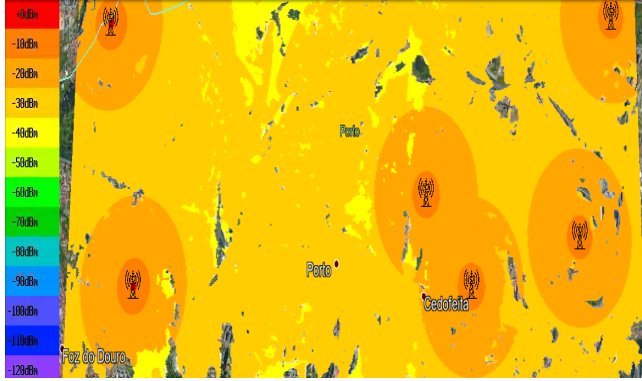


Fig. 3. Estações base e respectivo gráfico de potência de sinal (Espaço livre)

B. Simulação 2

Na segunda simulação Fig.4 o modelo de perdas de percurso usado foi o Okumura-Hata Urbano, este permite visualizar uma força de sinal mais elevada nas proximidades da antena, no entanto apresenta degradações mais bruscas com o aumento da distância este modelo ao contrario do anterior já aplica fatores que levam em conta a densidade urbanística e de edifícios é ainda considerada a curvatura da terra para o cálculo desta atenuação.

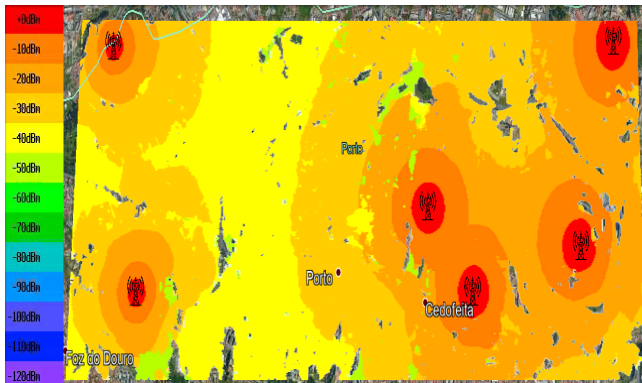


Fig. 4. Estações base e respectivo gráfico de potência de sinal (Okumura-Hata Urbano)

C. Simulação 3

Um dos requisitos impostos na criação da ferramenta e a implementação de um modelo de antena direcional fornecido para o efeito. A Figura5 mostra a representação tridimensional do diagrama de atenuação imposto pela antena.

Ao implementar este modelo de antena foi necessário dar-lhe alguma diretividade aquando a sua colocação

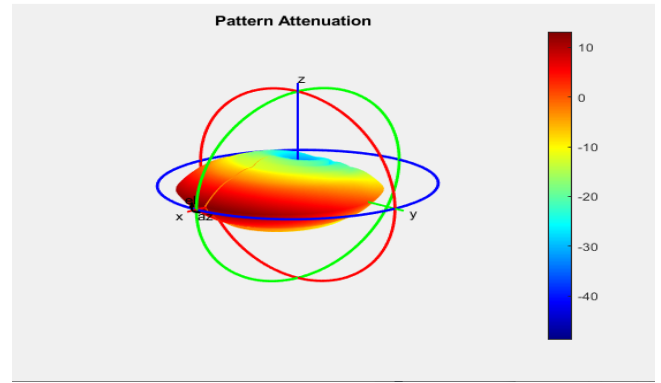


Fig. 5. Representação tridimensional da atenuação

para tal foi realizada uma divisão a quatro quadrantes da matriz que contem informação acerca da linha de vista para a antena. De seguida foi então verificado qual o quadrante que mais relevância apresenta a nível de linha de vista e foi então direcionada a antena para lá.

A próxima 6 apresenta o modelo o ultimo modelo de propagação implementado (IEEE 802.16d A) bem como a aplicação do modelo de antena e respectiva diretividade.

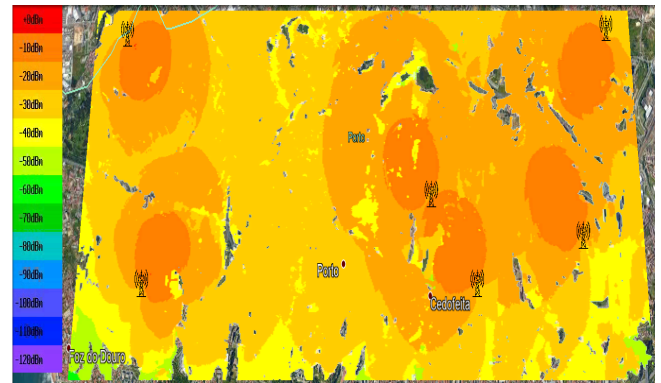


Fig. 6. Estações base, gráfico de potência, diretividade das antenas(IEEE 802.16d A)

VI. CONCLUSÕES

Apesar da ferramenta se encontrar capaz de realizar o planeamento de uma rede móvel, é sempre necessário melhorias para que os resultados se tornem, cada vez mais, fidedignos. Uma particularidade de funcionamento da ferramenta que requer a atenção do utilizador é quando solicita a implementação de antenas em zonas com elevações negativas tais como zonas ribeirinhas e praias, os modelos de propagação são aplicados tendo como base expressões logarítmicas e o cálculo com elevações negativas pode provocar atenuações a tender para -Inf, seria necessário faltou então realizar algumas condições de forma a resolver o problema. Outra limitação é que a ferramenta limita-se a apresentar os dados ao utilizador para que este decida qual a melhor implementação, um dos aspetos para facilitação do trabalho do utilizador

seria um calculo automático da distribuição de canais, e consequentemente da capacidade da rede. Uma próxima versão terá com certeza uma interface gráfica para tornar o a ferramenta mais intuitiva e dinâmica. A exportação para *Kml* permite a visualização através do software *Google Earth* o que nos dá uma noção mais realista da área abrangida e qualidade de sinal. Em suma consideramos que a ferramenta criada para o planeamento e optimização de uma rede móvel é capaz de cumprir os objectivos propostos conseguindo ser universal.

REFERENCES

- [1] Digital Mobile Communications and the TETRA System. J. Dunlop, D. Girma, J. Irvine. J.Wiley, 1999
- [2] Mobile Radio Networks. Networking and Protocols. B.H. Walke. J. Wiley 1999
- [3] ETSI ETS 300 392-1. TETRA General Network Design
- [4] MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB