

PROJETO I – UNIDADE I

Execução:

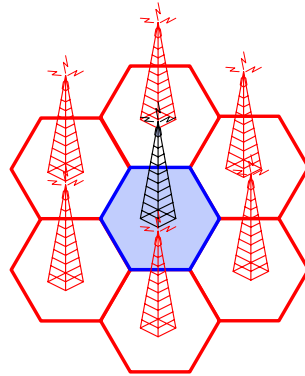
1. Trabalho individual
2. Pontuação final dependerá de todas as etapas do projeto
 - a. Código bem comentado e atendendo os requisitos deste documento;
 - b. Relatório em LaTeX (no *template* fornecido pelo professor) contendo os gráficos seguidos de discussões e questionamentos endereçados neste documento. Referencie o documento com todo material usado (isso é muito importante);
3. A entrega deve conter: um arquivo zip com duas pastas: (i) **code**, com os códigos separados por pastas distintas para cada experimento; (ii) **report**, com o relatório em LaTeX (**arquivos fontes e pdf**);
4. Na pasta de cada experimento deve ter um arquivo chamado **README.txt**. Lendo as instruções desse arquivo, um usuário conseguirá rodar seu código e obter os gráficos do seu relatório. Isso precisa ser feito sem consulta ao projetista do código (você) e é um item muito importante da avaliação final do projeto.

Objeto da avaliação:

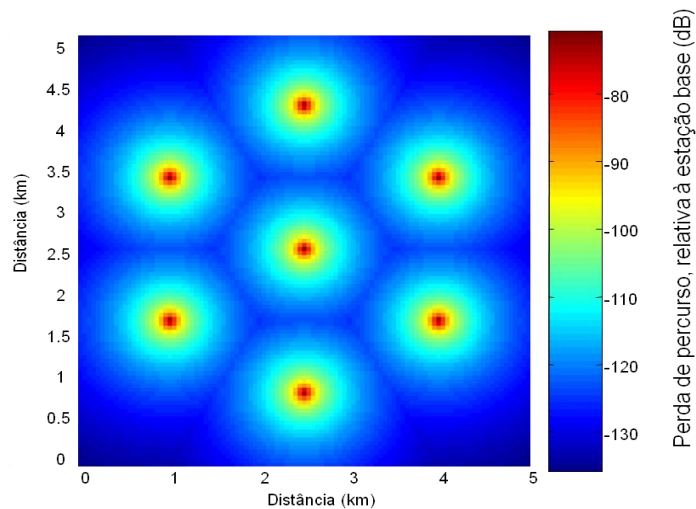
Um sinal transmitido em um sistema de comunicação sem fio sofre três tipos de atenuações: (i) **perda de percurso** (desvanecimento de larga escala), em função da distância entre transmissor e receptor; (ii) **sombreamento** (desvanecimento de larga escala), causado por reflexão em grandes obstáculos (e.g., bloqueio de sinal por terrenos e construções); e (iii) **desvanecimento de pequena escala**, devido a difração de ondas quando atravessam fendas ou atingem objetos de tamanho equivalente a seu comprimento de onda, o efeito dos multipercursos e o efeito doppler. Este projeto tem o objetivo de incentivar o aluno a modelar e estudar os efeitos de larga do canal de um sistema de comunicação sem fio. Para tal, o objetivo é modelar, implementar e analisar o comportamento relacionado a perda de percurso e do sombreamento.

Experimento 01: Modelagem da perda de percurso

- a. Crie um mapa (em duas dimensões) do nível de sinal recebido em função da distância. Considerar que todas as estações bases estão transmitindo em uma mesma frequência.
- b. Faça o mapa de cobertura para uma área coberta por 7 antenas de acordo com o disposto na figura a seguir. Deixe o valor de raio de hexágono e da frequência da portadora como parâmetro de entrada do seu código. Faça o mapa com resolução espacial de 50 m (i.e., distribua pontos equidistantes de 50m um dos outros para montar o grid).



- c. Centralize a antena no meio de cada hexágono. Considere uma área urbana de uma cidade grande. Mostre o nível de sinal em escalas de cores diferentes. Despreze os ganhos das antenas (transmissora e receptora). Dica: usar comandos `pcolor` e `colorbar` (se usar o Matlab). Seu programa deve gerar mapas com o nível do sinal (potência recebida) como na figura a seguir. Esses mapas são chamados de REMs (*Radio Environment Maps*). Considere que a potência recebida de cada ponto do REM é determinada pelo maior nível de potência recebida em relação a todas ERBs simuladas. Considere a perda de percurso regida pela modelo COST231 Hata urban.



- d. Podem existir diferentes obstáculos de propagação entre receptor e transmissor. É improvável que esses espalhadores tenham as mesmas configurações para todos os pares receptor/transmissor. Sabendo que esse fato deve ser modelado, levanta-se mão de um processo aleatório para descrevê-lo. Assumindo que o número de objetos espalhadores é grande, um modelo Gaussiano é apropriado para descrever esse modelo. Dessa forma, a atenuação de larga escala sofrida pelo canal é a composição (soma em dB) de dois efeitos: perda de percurso (exercitada no primeiro experimento) e sombreamento. Assim,

$$L_{TOTAL} = L_{HATA} + X_{\sigma}$$

sendo X_σ uma variável aleatória com distribuição Gaussiana e desvio padrão σ , que descreve o efeito do sombreamento para o percurso específico. Algumas medidas têm indicado que o desvio padrão do modelo Gaussiano adotado para o desvanecimento de pequena escala varia entre 8 e 14 dB.

Dica: para gerar uma variável aleatória Gaussiana no Matlab, utilize o comando `randn` (para modificar o desvio padrão, multiplique a variável aleatório pelo valor do desejado do desvio padrão).

- e. Os seguintes gráficos devem ser feitos, apresentados e discutidos no relatório:
1. Mapa de potência recebida para a seguinte configuração: potência de transmissão de 20W; raio do hexágono de 500m considerando a atenuação devido à somente a perda de percurso, $f = 800$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m;
 2. Mapa de potência recebida para a seguinte configuração: potência de transmissão de 20W; raio do hexágono de 500m considerando a atenuação devido à somente a perda de percurso, $f = 1900$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m;
 3. Mapa de potência recebida para a seguinte configuração: potência de transmissão de 20W; raio do hexágono de 500m considerando a atenuação devido à a perda de percurso e ao sombreamento, $\sigma = 8$ dB, $f = 1900$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m;
- f. De posse dos mapas de cobertura com frequências de portadoras diferentes, disserte sobre o comportamento da cobertura com diferentes frequências.
- g. De posse dos mapas de cobertura com perda de percurso e sombreamento, disserte sobre o comportamento da cobertura celular com e sem sombreamento.

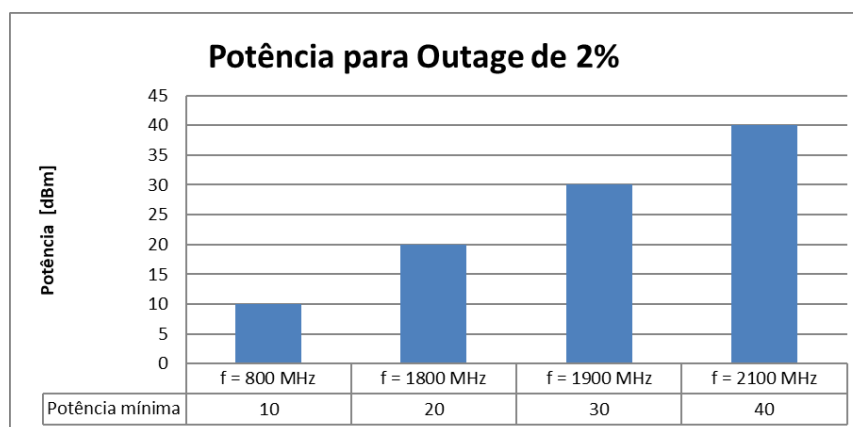
Experimento 02: Modelagem e avaliação da Outage por potência

- a. Utilize o código produzido no experimento anterior para contabilizar a quantidade de pontos em *outage* (interrupção) por falta de potência, i.e., os pontos com potência recebida abaixo de um valor especificado, aqui definido como - 90dBm. Contabilizando esses pontos em porcentagem, você será capaz discutir sobre a área em *outage* de potência (ou a taxa de interrupção devido à falta de potência).
- b. Faça um gráfico de barras (pode ser no Matlab ou no Microsoft Excel) contendo a potência de transmissão da macrocélula para um alvo de taxa de interrupção de 2% para os seguintes casos:
 - (i) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 800$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;
 - (ii) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 1800$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;
 - (iii) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 1900$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;

(iv) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 2100$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500 m;

Considere -90 dBm como potência mínima de operação, i.e., um usuário (ou ponto no grid) é bloqueado (está em *Outage*) se sua potência recebida for menor que esse valor. Outra consideração importante é que os usuários estão conectados a melhor estação rádio base. Faça os mapas com resolução espacial de 50 m.

O gráfico pode ficar como ilustrado a seguir. Discuta no relatório a diferença entre os resultados para os vários casos.

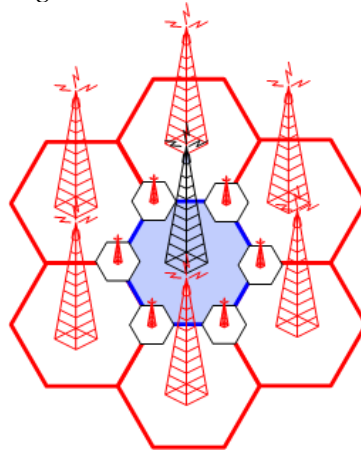


Atenção: somente os gráficos não serão pontuados com nota máxima. A sua discussão é parte essencial do trabalho.

Experimento 03: Modelagem e avaliação da inclusão de microcélulas

- Uma solução tecnológica para tratar problemas de cobertura é o uso de repetidores (microcélulas, picocélulas) com intuito de estender o alcance de uma estrutura macrocelular (torres altas e com alta potência). Considere o uso de microcélulas com as seguintes características:
 - Potência de transmissão: 5W
 - Perda de percurso: COST 231 Walfish-Ikegami NLOS
 - Altura da antena da estação base: 12,5m
 - Altura da antena da estação móvel: 1,5m
- Faça o mapa de cobertura considerando o uso de microcélulas posicionadas de forma, mais inteligentemente, para **otimizar o gasto de potência do sistema**;
- Posicione quatro (somente quatro) microcélulas em pontos estratégicos escolhidos por você. **Deve ficar claro no seu relatório a razão do posicionamento escolhido por você.** Sugestão: monte um REM somente de duas cores, identificando: (i) a área de *Outage* do mapa (cor 1); e (ii) área com

- potência maior que a mínima (cor 2). Analise esse gráfico e decida qual o melhor posicionamento da suas quatro microcélulas;
- d. A figura a seguir mostra um exemplo de posicionamento de seis microcélulas. Será que algumas dessas posições são realmente as mais aconselhadas para resolver o problema da *Outage*?



- e. Agora com as microcélulas inteligentemente posicionadas por você, faça um gráfico de barras (pode ser no Matlab ou no Microsoft Excel) contendo a potência de transmissão da macrocélula para um alvo de taxa de interrupção de 2% para os seguintes casos:
- (i) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 800$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;
 - (ii) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 1800$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;
 - (iii) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 1900$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;
 - (iv) Sistema somente com perda de percurso (sem shadowing), $f = 2100$ MHz, $h_t = 32$ m e $h_r = 1,5$ m, raio do hexágono 500m;

Considere -90 dBm como potência mínima de operação, i.e., um usuário (ou ponto no grid) é bloqueado se sua potência recebida for menor que esse valor. Outra consideração importante é que os usuários estão conectados a melhor estação rádio base. Faça os mapas com resolução espacial de 50 m. Se necessário, essa resolução pode ser diminuída, para melhor visualização da cobertura das microcélulas.

Compare os resultados com a situação sem a microcélulas. Quais as principais observações e diferenças?

- f. Faça o mapa de potência recebida com a adição das microcélulas (escolha um dos casos). Compare os resultados com a situação sem a microcélulas. Quais as principais observações e diferenças?
- g. Monte um mapa de duas cores, identificando: (i) área de Outage do mapa (cor 1); e (ii) área com potência maior que a mínima (cor 2), agora com a adição das

microcélulas (escolha um dos casos). Compare os resultados com a situação sem a microcélulas. Quais as principais observações e diferenças?

Dica: ver o seguinte documento: David Huo, C802.20-05-31, IEEE 802.20 Working Group on Mobile Broadband Wireless Access, Issues on Path Loss Model, 2005-05-16.