

Prova da Unidade I

1. Introdução

O objetivo desse relatório é apresentar e discutir os resultados obtidos na simulação de transmissão em células, realizada com o auxílio do Matlab. O trabalho foi dividido em dois experimentos. No experimento 1 simulamos inicialmente um ambiente com, apenas, perda de percurso, utilizando o modelo HATA COST 231 urban. Após isso, introduzimos também sombreamento no ambiente, modelado por uma variável aleatória e vimos o efeito dessas perdas na taxa de outage do ambiente. Ainda no primeiro experimento, introduzimos microcélulas para analisar como elas podem melhorar a transmissão e seu impacto na taxa de outage do sistema. No experimento 2, analisamos os efeitos de multipercurso no modelo de canal indoor do Wi-Fi. Verificamos o que acontece nas amostras no tempo, quando alteramos o delay spread e seu efeito na resposta em frequência do canal.

2. Experimento 1

No experimento 1 vamos mostrar os efeitos da perda de percurso e do sombreamento em um sistema de comunicações. O sistema é composto por sete antenas, sendo uma no centro e as outras seis formando um hexágono em volta desta. A distância de uma antena para sua vizinha é variável de 1km à 20km. Os outros parâmetros do sistema são: Altura das torres 30 metros, Altura do dispositivo móvel 1.5 metro e potência de transmissão de 20W. As considerações feitas são que todas as antenas transmitem na mesma frequência de 1900MHz e que a potência em um dado ponto é a maior potência devida a uma das sete antenas.

Considerando inicialmente um sistema onde só há perda de percurso, modelado pelo Okumura-Hata Cost 231, é mostrado na figura 1 o mapa de potências para o sistema com as características já citadas e raio da célula igual a 500 e 2000 metros.

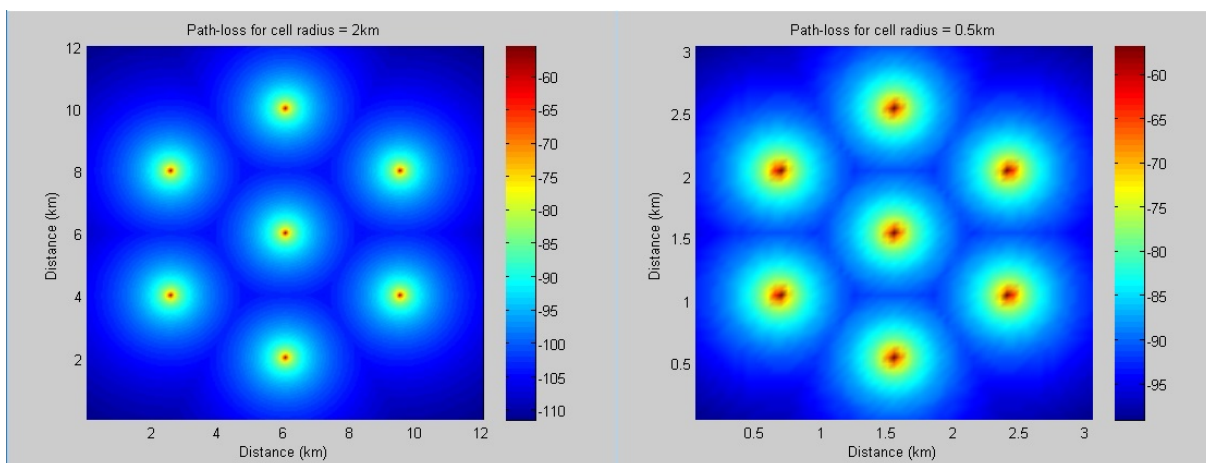


Figura 1: Mapa de potências do sistema apenas com perda de percurso. Raio da célula igual a 500 e 2000 metros.

Para tornar nosso modelo mais próximo da realidade, vamos incluir agora o efeito de sombreamento no mapa de potências. O sombreamento é causado por obstáculos que possuem tamanhos muito maiores que o

comprimento de onda. O efeito de sombreamento normalmente é modelado por uma variável aleatória de média zero e desvio padrão entre 6 e 12 dB. Para o nosso modelo, usaremos um desvio padrão de 10dB. O efeito do sombreamento pode ser visualizado na Figura 2. É importante notar que devido ao caráter aleatório do sombreamento, o mapa mostrado na Figura 2 foi gerado a partir da média de 100 mapas calculados.

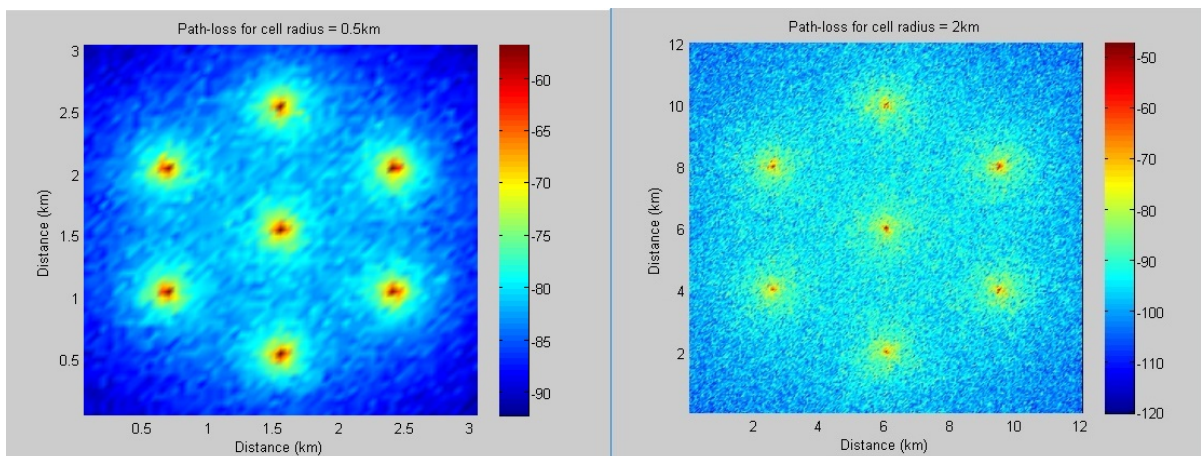


Figura 2: Mapa de potencias do sistema com perda de percurso e sombreamento. Raio da célula igual a 500 e 2000 metros.

Para medir os efeitos causados pelo sombreamento em um sistema, usaremos um parâmetro chamado *outage*. Definimos uma potencia de recepção mínima como sendo -90dB e calculamos o número de pontos, cuja recepção foi menor que esse valor. A razão entre esse número de pontos e o número total de pontos do sistema é a taxa de *outage* do sistema. A Figura 3 mostra um comparativo da taxa de *outage* para o sistema com e sem sombreamento. São usados três tamanho de células: 500 metros, 1000 metros e 10000 metros.

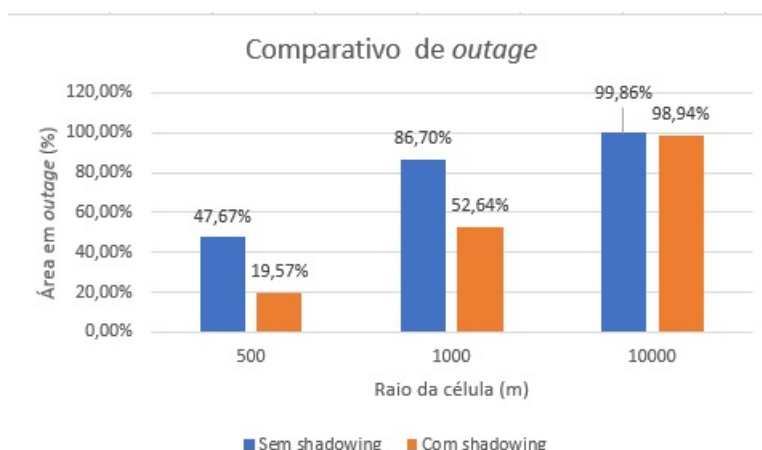


Figura 3: Tabela comparativa da taxa de *outage* para sistema com e sem sombreamento.

Analisando a Figura 3, podemos ver que o sombreamento afeta mais o *outage* de sistemas com células menores. Podemos atribuir esse comportamento ao fato de que, com células menores, os pontos em *outage* estão não muito longe da potência limite de -90dB. Assim, muitos desses pontos podem ter suas potencias somadas com um sombreamento positivo e ultrapassar a potência limite. Podemos ser levados a pensar que o mesmo aconteceria com as potencias que estão não muito acima da potência limite, o que de fato acontece. Porém analisando a Figura 3, vemos que sem sombreamento, a quantidade de pontos que estão acima da potência limite para células com raio de 500 metros é bem menor que a quantidade pontos abaixo. Seguindo

essa linha de pensamento, é possível imaginar por que o sombreamento não afeta o *outage* de sistemas com células maiores (célula com raio de 10000 metros, Figura 3). Muitos pontos que estão em *outage* nessa configuração, estão distantes demais para serem compensados por um possível sombreamento positivo (lembrando que aqui, modelamos o sombreamento com desvio padrão de 10dB).

Essa análise ficará mais clara com auxílio das próximas figuras. O que foi feito a seguir foi gerar os mapas de potência sem sombreamento para células com raio de 1000 metros e com raio de 10000 metros e unificar todos os pontos com potência recebida menor que -100dB. Ou seja, dado que o sombreamento tem 10dB de desvio padrão, pontos com potência menor que -100dB não podem ser lançados acima da potência limite por esse efeito. Os resultados podem ser vistos na Figura 4.

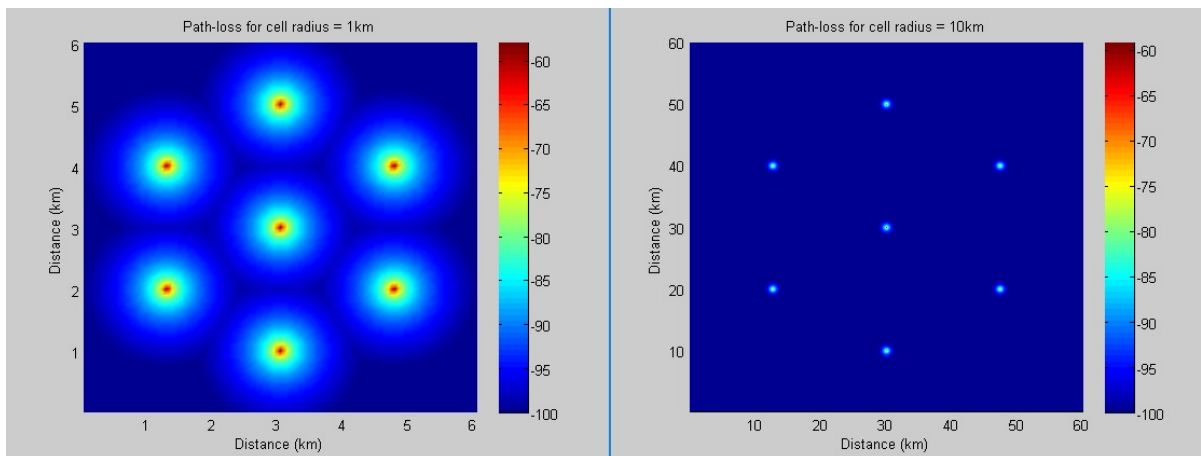


Figura 4: Comparativo da potência recebida para células com raio de 1000 e 10000 metros.

Para gerar os mapas, pegamos todos os pontos que tem potência recebida menor que -100dB e fizemos com que fossem -100dB. Assim, todos os pontos com potência de -100dB (pontos mais escuros do mapa) são pontos que o efeito de sombreamento modelado aqui não pode alçar para cima da potência limite. Perceba a diferença brutal da quantidade desses pontos, entre células com 1000 metros e 10000 metros.

Uma solução usual para esse tipo de efeito são as microcélulas. Normalmente as microcélulas servem para atender áreas menores melhorando a recepção em torno delas. No nosso sistema inserimos seis microcélulas ao redor da antena central. As microcélulas apresentaram certa influência no *outage* quando as macrocélulas são menores. Como já mencionado isso se deve ao fato de que a área atendida pelas microcélulas são bastante limitadas. Na figura 5 podemos ver o comparativo entre o *outage* do sistema com e sem microcélulas.

3. Experimento 2

No experimento 2 vamos analisar o modelo de canal indoor do Wi-Fi definido pelo IEEE 802.11b Task Group. Mostraremos a seguir os gráficos para PDP do modelo, variando o delay spread. Primeiro, usaremos o delay spread de 25 ns e depois alteraremos para 100 ns. Para ambos mostraremos também a resposta em frequência do modelo, assim poderemos falar também sobre a banda de coerência do canal.

Na Figura 6, temos a PDP para o modelo de canal com delay spread de 25 ns e tempo de amostragem 50 ns. Vemos que o modelo IEEE 802.11b segue uma PDP exponencial. Dado o caráter aleatório do canal, na Figura 7 mostramos três respostas em frequência para o modelo.

Podemos ver que o canal tem uma variação relativamente lenta na frequência, fazendo sua banda de coerência ser relativamente grande. A seguir vamos mostrar os mesmos gráficos para um delay spread de 100 ns. A figura 8 mostra a PDP e a Figura 9 mostra três respostas em frequência do modelo.

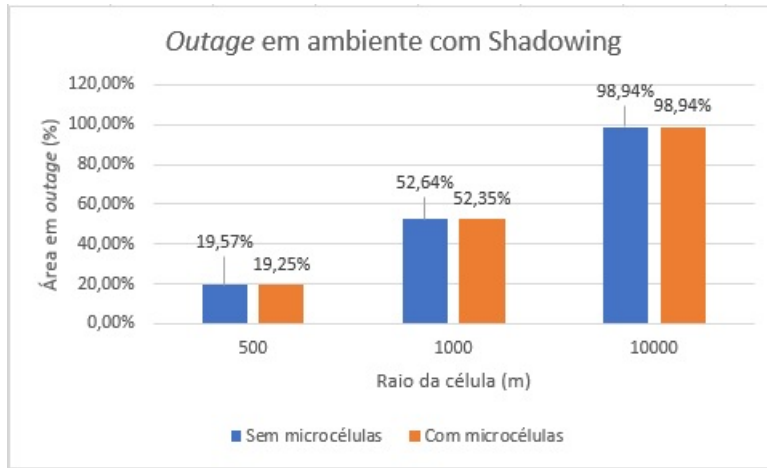


Figura 5: Comparativo da potencia recebida para células com raio de 1000 e 10000 metros acrescentando microcélulas

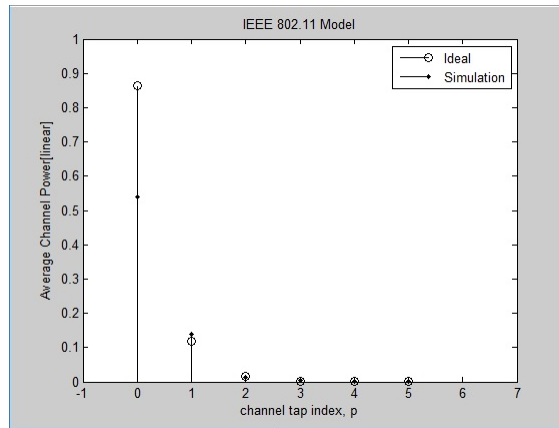


Figura 6: PDP de um canal com delay spread de 25 ns.

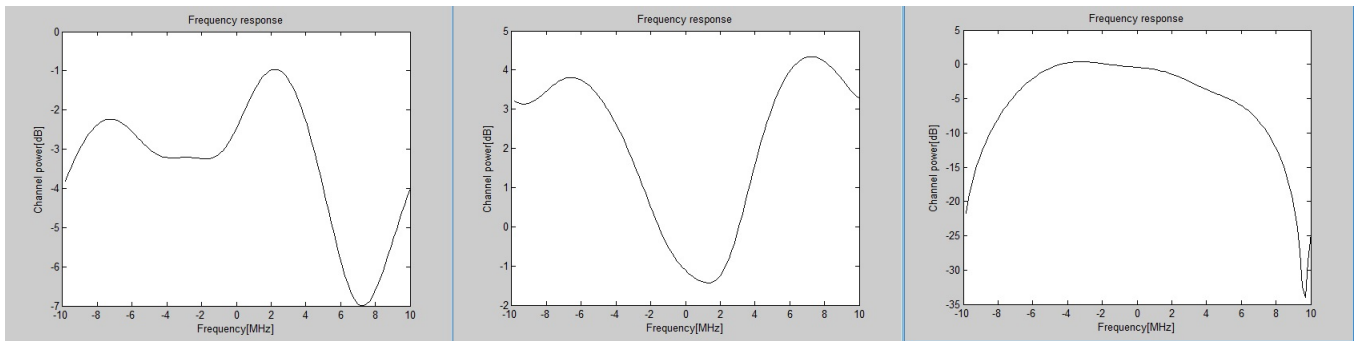


Figura 7: Resposta em frequência de um canal com delay spread de 25 ns.

Comparando a figura 6 com a figura 8 vemos que o decaimento da potencia das amostras é mais lento. Assim, amostras que chegam muito tempo depois da primeira ainda contém muita energia. Isso implica que o canal é mais severo e que na frequência o sinal estará mais deformado. Podemos visualizar esse comportamento comparando as figuras 7 e 9. Na figura 9 vemos um canal que varia muito mais na frequência, implicando em uma banda de coerência menor.

Usando a definição de Banda de coerência como sendo: $B_c = \frac{1}{2d_s}$ Onde d_s é o delay spread. Temos que a banda de coerência para o sistema com 25 ns é de 0.8 MHz, enquanto que para o sistema com 100 ns a banda de coerência é de 0.2 MHz. Isso reflete o efeito da mudança do delay spread e está de acordo com as figuras 6 e 8. Tanto para sistemas AMPS (0.03 MHz) quanto para GSM (0.2 MHz) ambos os canais são coerentes, embora o canal com delay spread de 100ns suporte o GSM com a banda de coerência no limite.

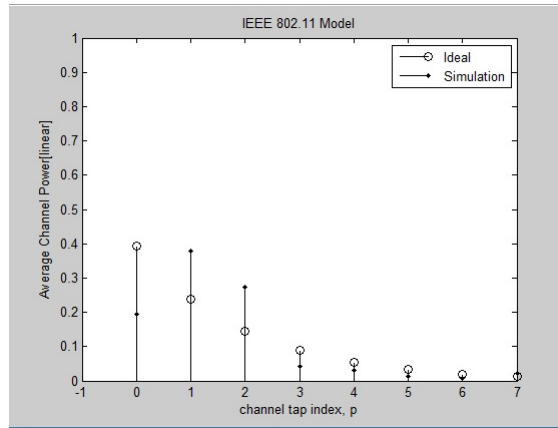


Figura 8: PDP de um canal com delay spread de 100 ns.

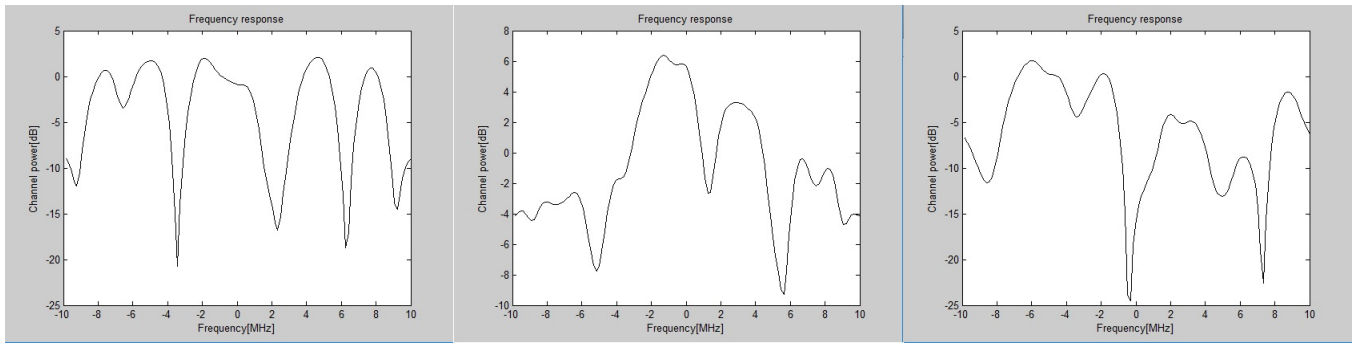


Figura 9: Resposta em frequência de um canal com delay spread de 100 ns.

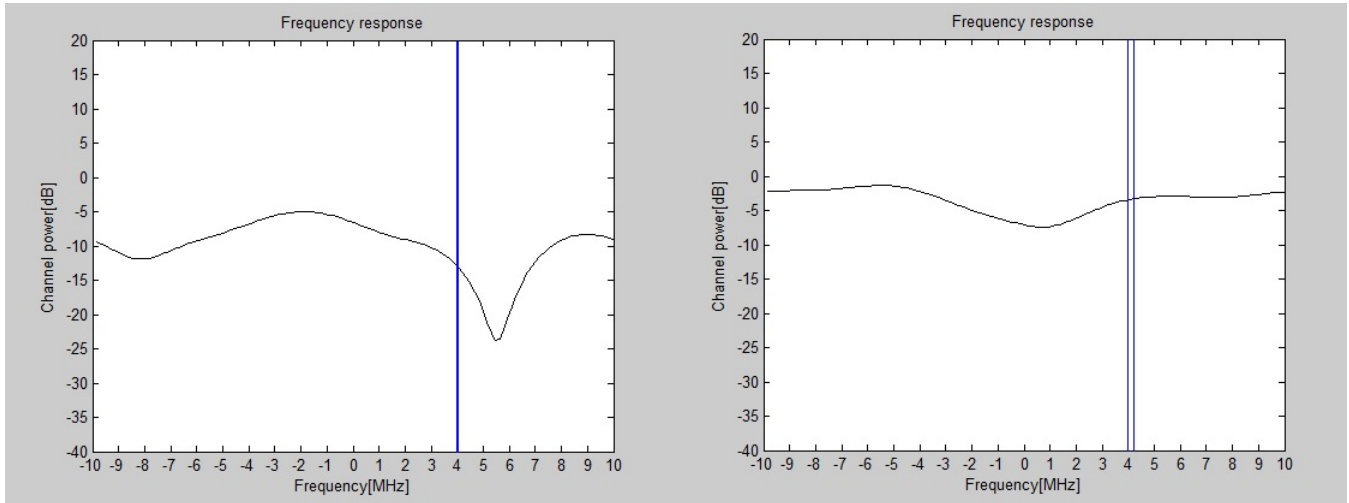


Figura 10: Bandas de sistemas AMPS e GSM em comparação com canal com delay spread de 25ns

Para visualizar melhor a banda de coerência de cada canal, plotamos a resposta em frequência do canal junto com a banda de cada sistema. Os resultados são mostrados nas figuras 10, para delay spread de 25ns, e 11, para delay spread de 100ns. Para as figuras 10 e 11, a figura à esquerda mostra a marcação da banda do AMPS e a da direita a marcação para a banda do GSM.

Podemos ver que para o sistema AMPS, a variação da banda para ambos os canais é bastante lenta. Dessa maneira, para esse tipo de sistema, o canal pode ser encarado como apenas uma atenuação e, portanto, o canal é coerente. Por outro lado, para o sistema GSM, vemos que em relação ao canal com delay spread de 25ns, a mesma afirmação pode ser feita, e considera-se que o canal coerente. Já para o canal com 100ns de delay spread, apesar de a banda de coerência ser numericamente igual a banda do sistema, visivelmente o

canal já não se apresenta apenas como uma atenuação uniforme. É possível notar um decaimento da potência dentro da banda de interesse do sistema. Isso acontece, por que a fórmula usada para cálculo da banda de coerência é uma aproximação, que considera uma autocorrelação de 90%. Como a banda está no limite, se considerassemos uma correlação maior, o canal seria considerado seletivo. Para uma aproximação, entretanto, pode se considerar esse canal coerente.

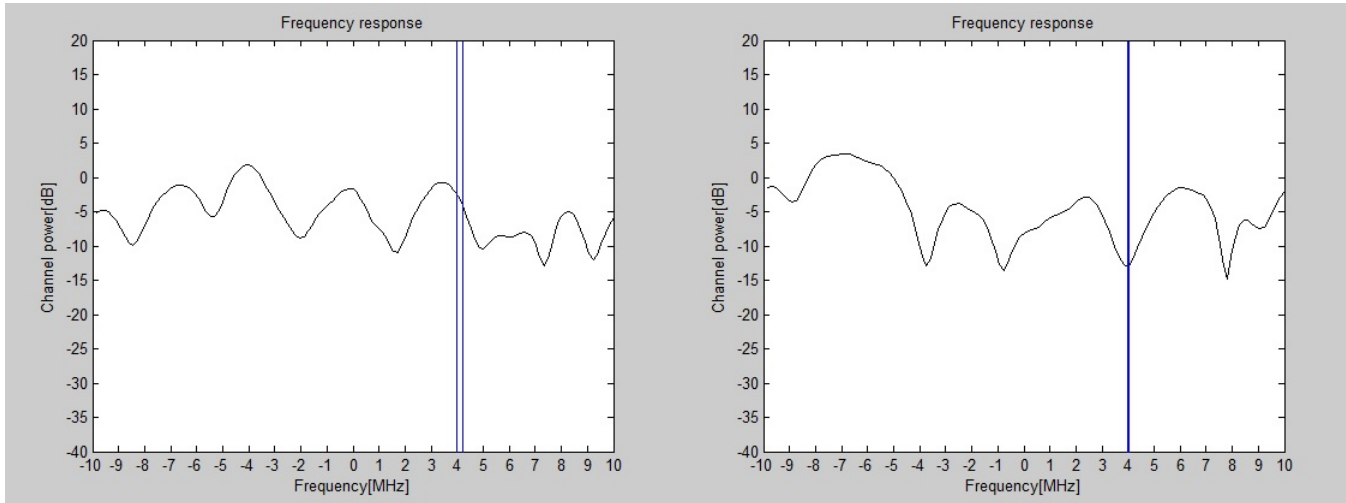


Figura 11: Bandas de sistemas AMPS e GSM em comparação com canal com delay spread de 100ns

Observando a figura 11 e a figura 9, é notável o porquê de o projetista precisar se preocupar tanto com a banda de coerência do canal. Tentar utilizar um sistema com uma banda duas vezes maior que a do GSM já tornaria a recepção bastante precária. Vale lembrar também, que esse é um modelo indoor. É de se esperar que a PDP e, conseqüentemente, a resposta em frequência piorem bastante, considerando um canal urbano.