

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMUNICAÇÕES
ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES
DCO 1020 – COMUNICAÇÕES MÓVEIS
DOCENTE: VICENTE ANGELO DE SOUSA JÚNIOR

**RELATÓRIO HANDS-ON 01 – USO DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA ANÁLISES
SISTÊMICAS**

NATAL/RN
2020

Introdução

Nesse trabalho da disciplina de Comunicações Móveis, faremos as análises e implementações solicitadas no Hands-on 01 que aborda o tema de uso de modelos de propagação para análises sistêmicas. Dentro do tema, aprendemos a criar desde grids hexagonais para simular mapas de cobertura celular até fazer modelagem e avaliação de inclusão de microcélulas para corrigir possíveis problemas de cobertura num determinado cenário, tudo isso usando a ferramenta do MATLAB e usando como base os códigos criados e compartilhados pelo professor da disciplina. As entregas propostas pelo professor, fez com que começássemos a nos familiarizar com a análise de situações e problemas encontrados no dia-a-dia de um engenheiro de radiofrequência que trabalha com otimização de rede, algo que possa estimular a ida de alguns alunos para essa área tão nobre da engenharia de telecomunicações. Tentaremos explicitar da forma mais clara possível, como foi feito o desenvolvimento das entregas propostas, aproveitando ao máximo os códigos para otimizar os recursos que nos foram entregues.

1. Entrega 01: Definição de raio celular para uma Outage planejada

Nessa primeira entrega, foi exigido que escrevêssemos um código para - determinar o raio celular aproximado para cada frequência das cinco portadoras (800, 900, 1800, 1900 e 2100 MHz) do exemplo dado, considerando uma Outage (taxa de interrupção) de potência máxima de 10%. Antes, aprendemos nas práticas e códigos compartilhados pelo professor, criar e desenhar grids hexagonais à partir de funções, construir uma matriz com os pontos de medição do grid, bem com o cálculo e plot e da potência recebida. Com isso foi possível obter os REMs (Radio Environment Maps) necessários para visualização do mapa de cobertura, como podemos ver abaixo:

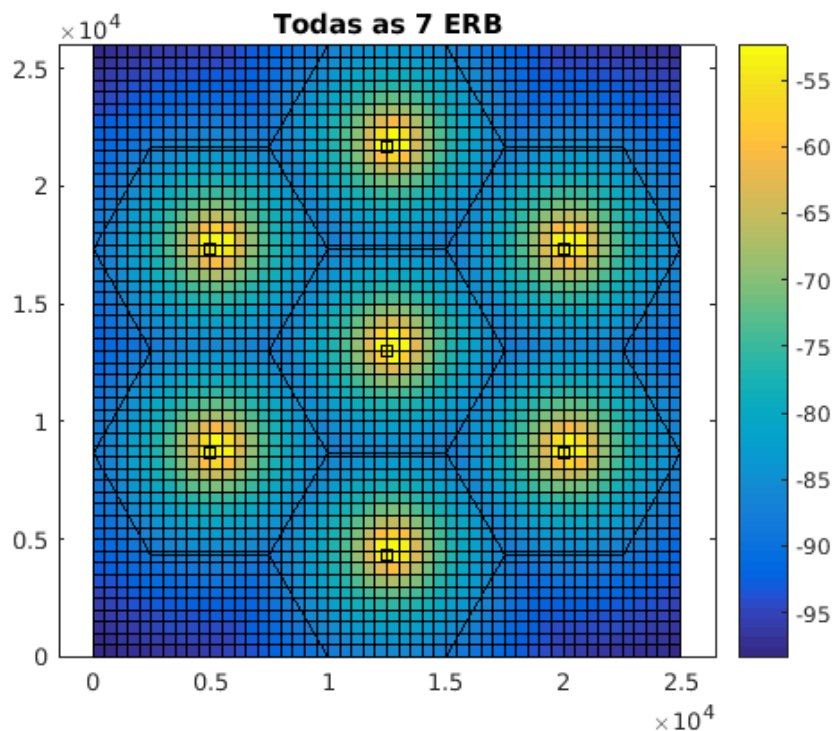


Figura 1 – REM de composição das 7 ERBs (Okumura-Hata)

Na última etapa da prática, testamos o código de cálculo da Outage para um cenário em que definimos a sensibilidade do receptor para -104 dBm e com o modelo de propagação Okumura-Hata (cidade urbana). À partir desse cenário e desse código (handson1_p41.m), foi preciso que a gente modificasse o código para calcular o raio de cobertura para uma Outage máxima de 10%. Depois disso, chegamos aos seguintes resultados:

Frequência da portadora	Raio de Cobertura	Taxa de Outage (%)
800	8040	9.9709
900	7360	9.966
1800	4390	9.8615
1900	4220	9.9409
2100	3910	9.8243

Tabela 1 – Resultados da Entrega 01 (Modelo Okumura-Hata)

Podemos observar que com o aumento da frequência da portadora e consequentemente com a diminuição do seu comprimento de onda (λ), o raio de cobertura vai diminuindo para a mesma exigência de Outage, o que era esperado nos resultados.

2. Entrega 02: Ajuste do modelo de propagação

Agora foi exigido que fizéssemos a mesma avaliação, agora considerando o modelo de propagação COST Hata model (COST 231), que é mais fiel para frequências acima de 900 MHz. Feita a modificação no código para usar o modelo COST Hata Model (cidade urbana), chegamos aos seguintes resultados expostos na tabela abaixo:

Frequência da portadora	Raio de Cobertura	Taxa de Outage (%)
800	6940	9.9219
900	6210	9.975
1800	3180	9.9006
1900	3020	9.9826
2100	2740	9.9615

Tabela 2 – Resultados da Entrega 02 (Modelo COST Hata)

Foi possível observar, que nesse modelo que é mais fiel para frequências acima de 900 MHz, o raio de cobertura é razoavelmente menor que o simulado no modelo anterior, nos mostrando que a escolha adequada do modelo de propagação num projeto como esse, evitará maiores problemas de custos, recursos e retrabalhos.

3. Entrega 03: Comprovação do fator de ajuste do desvio padrão do sombreamento correlacionado

Nessa etapa, que abordou o tema de Modelagem de Sombreamento, o tutorial tinha como meta ajudar o usuário na:

- Análise visual de potência recebida com sombreamento:
- Implementação do sombreamento correlacionado.

Vimos nas práticas como construir um código para criar um mapa de cobertura (REM) de 7 (sete) estações rádio base (ERBs), aprender como fazer o cálculo e plot da potência recebida com e sem shadowing (sombreamento) e com sombreamento correlacionado.

Aprendido tudo isso, nos foi exigido um código que comprovasse que o desvio padrão das amostras do sombreamento correlacionado, tem o mesmo desvio padrão de entrada **dSigmaShad** (desvio padrão do sombreamento lognormal), e que isso é verdade independente do valor de **dAlphaCorr** (coeficiente de correlação do sombreamento entre ERBs). Modificamos o código (handson2_p41.m) para calcular o desvio padrão (**mtShadowingCorr**) todas as vezes que o **dAlphaCorr** era alterado à um passo de 0.1 entre 0 e 1, e abaixo seguem os resultados:

dAlphaCorr	Desvio padrão mtShadowingCorr
0	8.1363
0.1	7.7916
0.2	7.821
0.3	8.0328
0.4	8.308
0.5	8.2329
0.6	8.5489
0.7	8.1688
0.8	7.699

0.9	7.7212
1.0	8.1282

Tabela 3 – Cálculo do desvio padrão alterando o dAlphaCorr

Esses valores foram obtidos correndo uma iteração mas vimos que se rodarmos novamente, os valores poderão não serem iguais aos da tabela, mas mesmo alterando o **dAlphaCorr**, o valor do desvio padrão flutua próximo à 8 (oito) que é o valor de **dSigmaShad**.

4. Entrega 04: Modelagem e avaliação da inclusão das microcélulas

Como falado pelo professor, uma solução tecnológica para tratar problemas de cobertura é o uso de repetidores (microcélulas, picocélulas e femtocells) com o intuito de estender o alcance de uma estrutura macrocelular (torres altas e de maior potência). Nessa etapa iremos calcular a potência recebida de um cenário com 7 macrocélulas sem shadowing (sombreamento) e plotar o REM para identificarmos possíveis pontos de Outage. Visualizado essas possíveis áreas/pontos de Outage, essas áreas já seriam potenciais candidatas para posicionamento das microcélulas, que é o solicitado nessa quarta etapa do projeto. Na primeira parte dessa etapa, vamos gerar o REM do cenário só com as macrocélulas sem shadowing para identificar as áreas de outage para as portadoras de 800, 1800 e 2100 MHz. Modificamos o código (handson2_p41.m) para atender os requisitos de projeto e foram gerados os seguintes REMs:

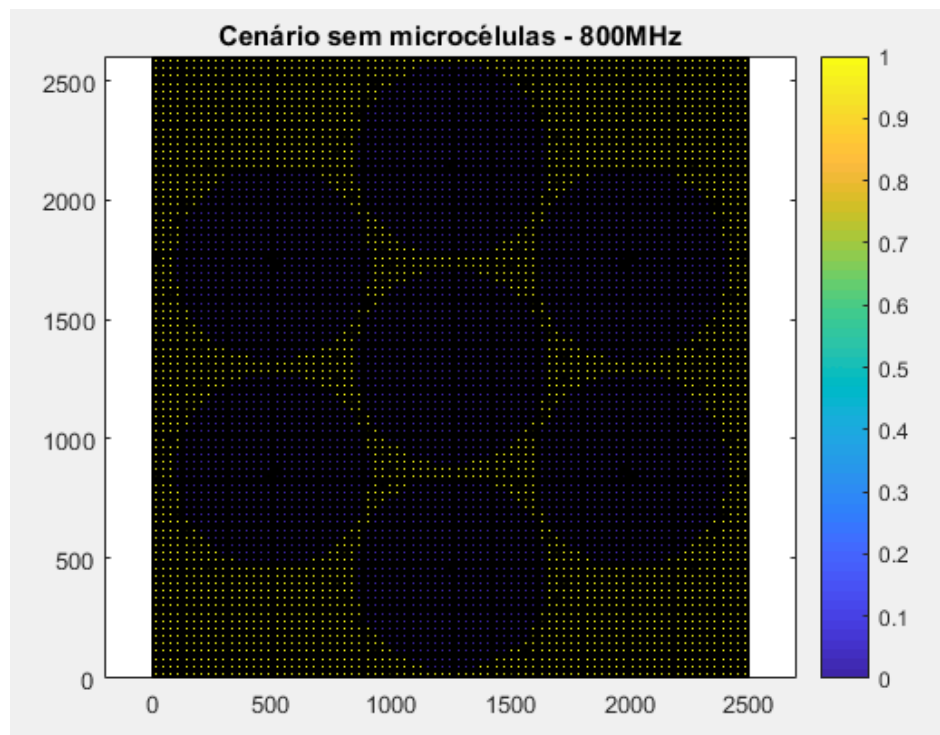


Figura 2 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing (800 MHz)

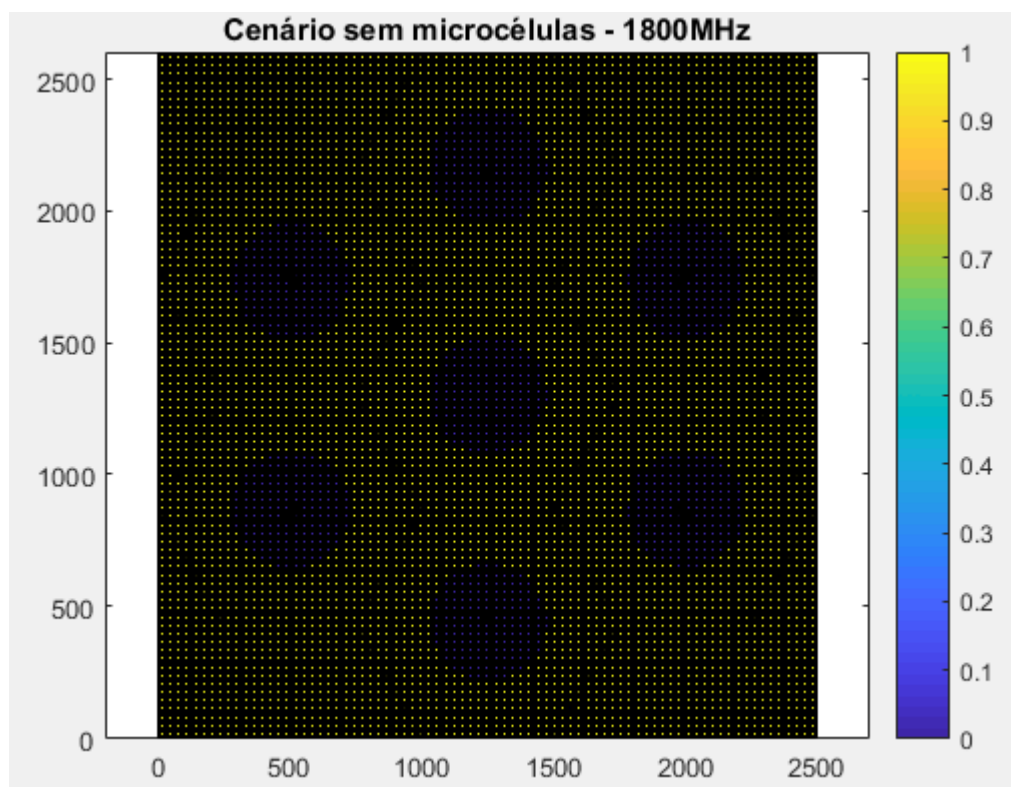


Figura 3 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing (1800 MHz)

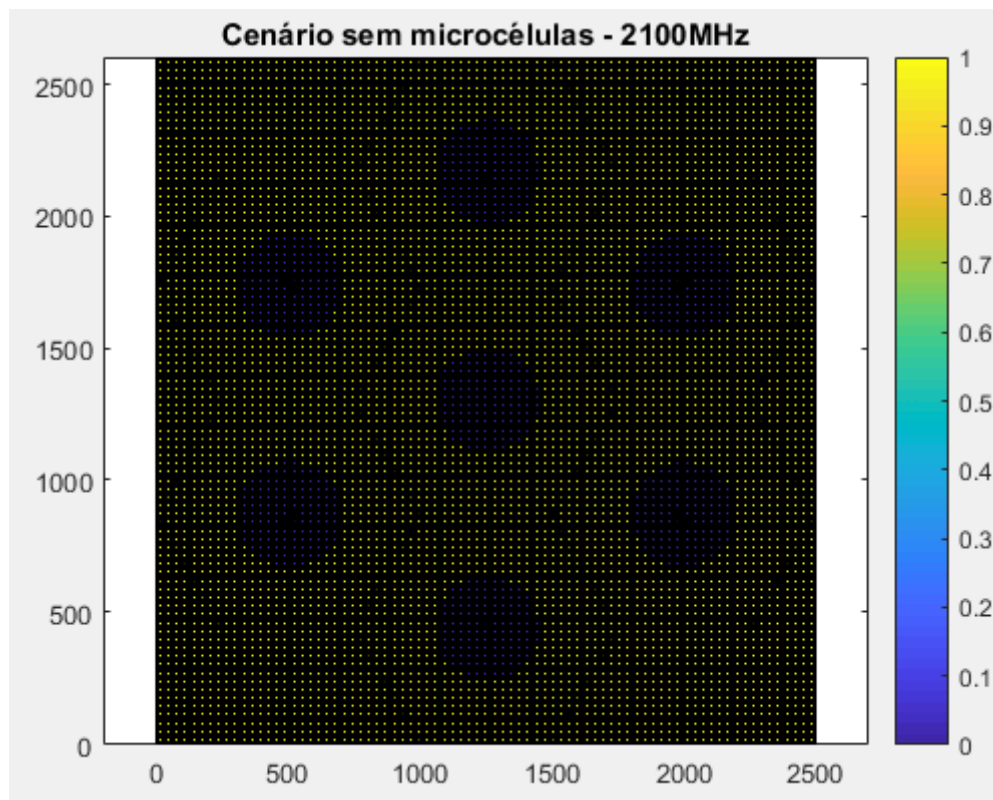


Figura 4 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing (2100 MHz)

Depois disso, agora identificadas as áreas de Outage e de posse do primeiro conjunto de resultados, vamos posicionar 6 (seis) microcélulas em pontos estratégicos para tentar mitigar as zonas de Outage. Uma vez posicionadas e atendendo os requisitos de projeto, vamos gerar os REMs para as 3 (três) portadoras, mas agora com a inclusão das microcélulas:

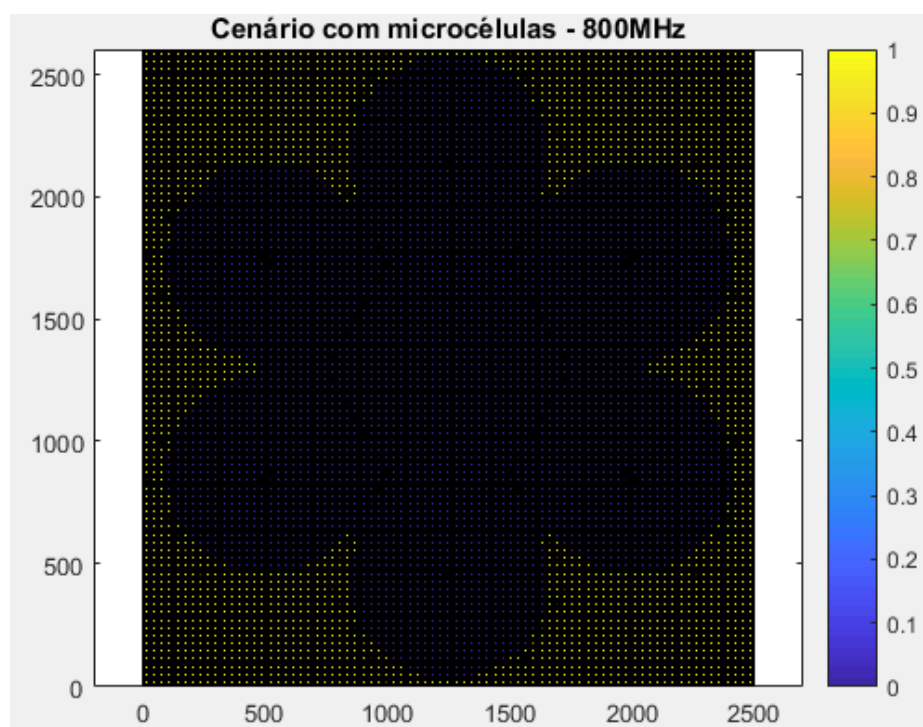


Figura 5 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing e com posicionamento de 6 microcélulas (800 MHz)

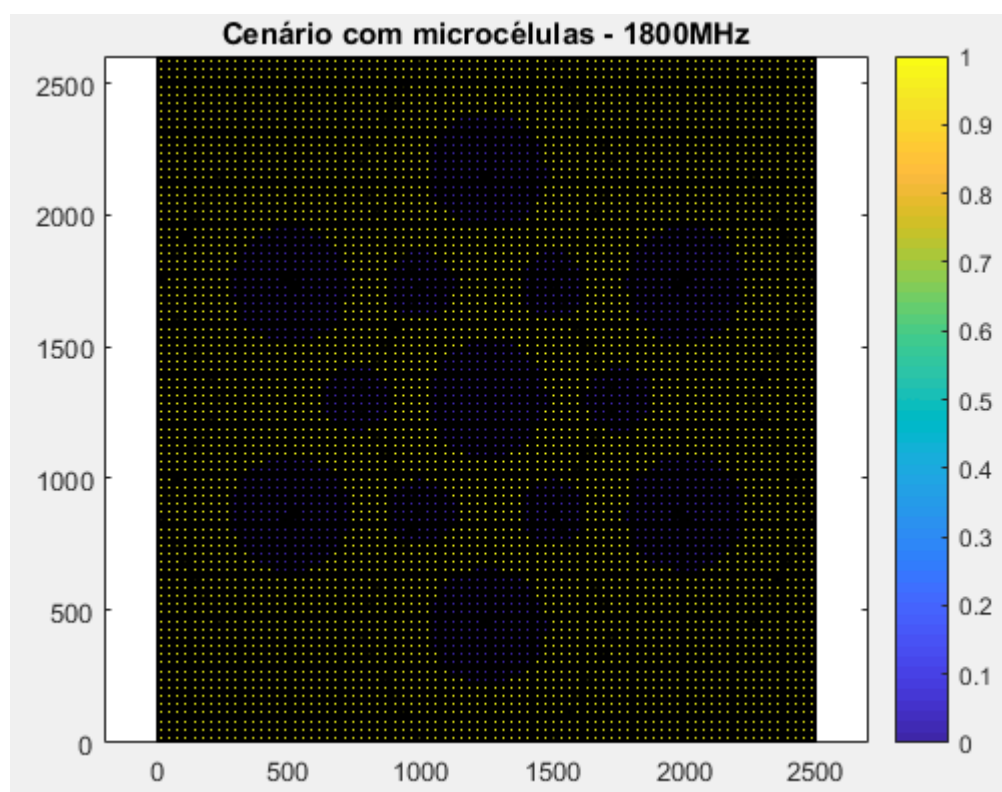


Figura 6 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing e com posicionamento de 6 microcélulas (1800 MHz)

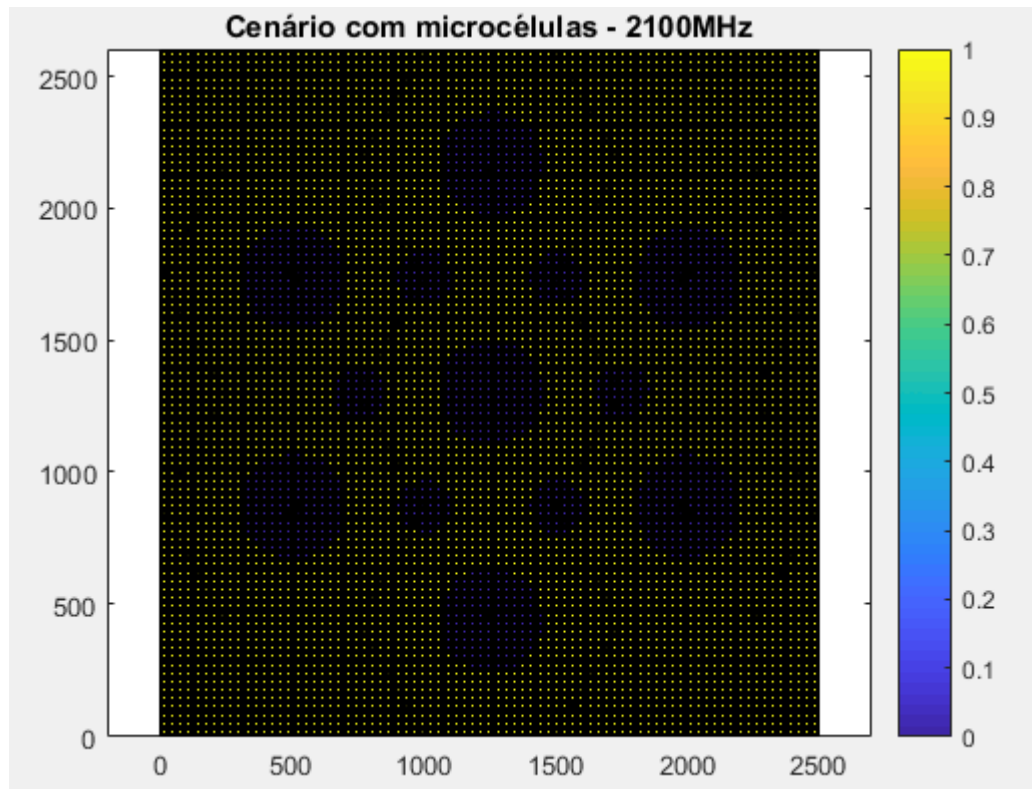


Figura 7 – REM de composição das 7 ERBs sem shadowing e com posicionamento de 6 microcélulas (2100 MHz)

Na prática, uma vez identificados pontos/áreas de outage naquele primeiro REM, essas áreas já seriam potenciais candidatas para posicionamento das microcélulas, porém é sempre bom fazer uma análise mais completa a fim de evitar que esse tipo de problema volte a acontecer, principalmente porque a outage depende da mudança das cidades e suas novas e frequentes construções que podem mudar significativamente o REM de determinada região. Analisando e comparando os resultados, vimos que apenas no cenário de 800 MHz (menor frequência, maior comprimento de onda e maior alcance), a inserção de microcélulas resolveu boa parte da outage, restando apenas “bordas de sombreamento”. Nos cenários em que subimos bem a frequência (1800 e 2100 MHz), a inserção das microcélulas mitigou o problema em alguns pontos, mas ainda temos áreas significativas de outage. Os requisitos de projeto não permitiam, mas em discussão chegamos à conclusão que o aumento nos valores de potência das macrocélulas para valores praticados nas operadoras (de 43 à 47 dBm), eliminaria a outage. O projeto não pedia, mesmo assim simulei o cenário com o dPtdBm=43dBm, para efeito de comparação, e a outage foi 0 (zero) %.

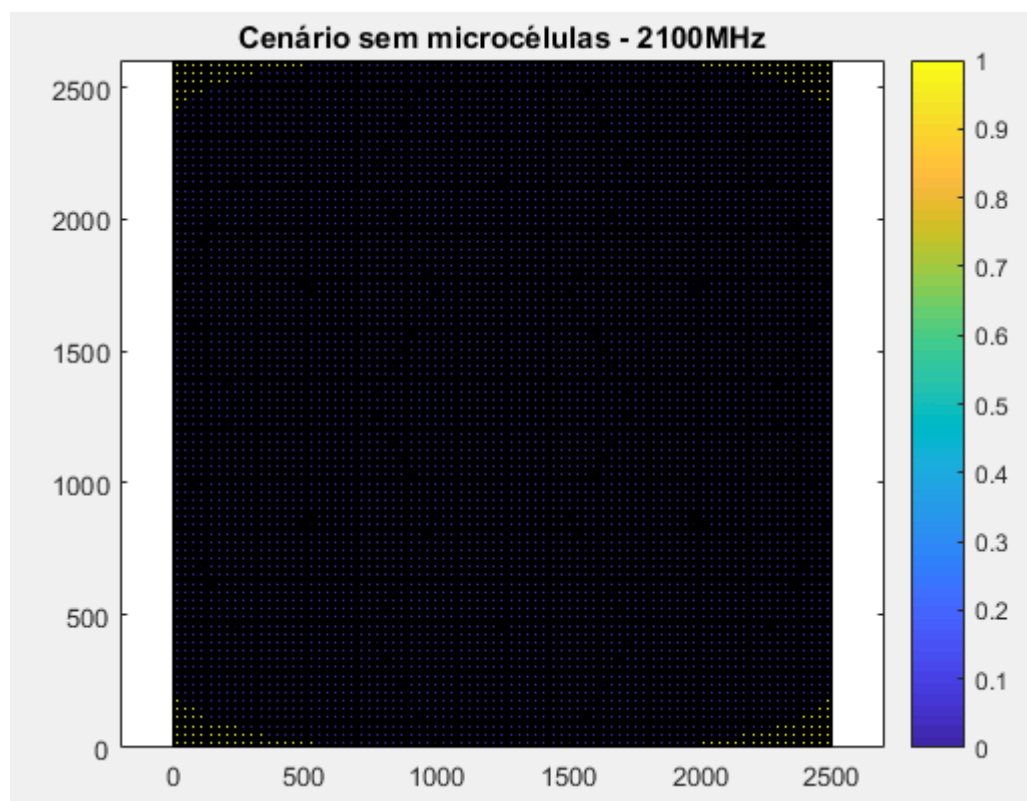


Figura 8 – REM de simulação com 7 ERBs sem shadowing e sem microcélulas, com o $mtPtdBm=43dBm$ (2100 MHz)

Conclusão

Apesar da minha extrema dificuldade com os códigos, pela minha deficiência em programação, pude começar a dar um passo de evolução na ferramenta do MATLAB. A maior dificuldade era justamente transformar as soluções em código. Em relação ao assunto abordado, os trabalhos propostos nos fizeram resolver na prática, problemas de engenharia, como simulação de cobertura celular, ajustes de parâmetros, interpretação de gráficos, e os fóruns de certa forma, simulou um dia-a-dia de engenheiros de otimização de rede.

Referências Bibliográficas

[1] JUNIOR, V.A.S. – DCO 1020 Comunicações Móveis. Natal, 2020. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Link do Vídeo - https://www.youtube.com/watch?v=pg_UyBgaLqM