

Planejamento do Sistema Celular

Bruno William Wisintainer
bruno.wisintainer@ifsc.edu.br

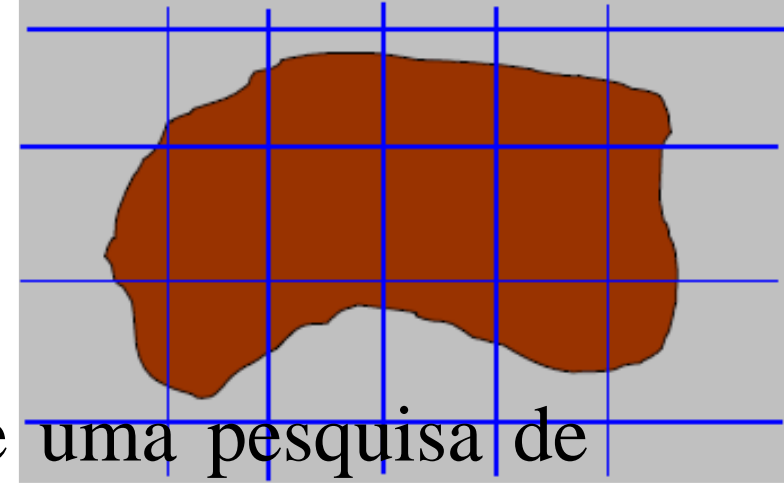
Planejamento

- O planejamento celular demanda uma grande quantidade de informação relacionada com a demografia e com o mercado. O projeto propriamente dito é multidisciplinar, envolvendo todas as áreas de telecomunicações.
- Como na concepção do sistema, as informações disponíveis são principalmente baseadas na melhor estimativa possível no momento, o projeto pode não refletir as reais condições a serem experimentadas pelo sistema. A maturidade das redes será adquirida com ajustes necessários em campo.
- Os passos principais no projeto celular são descritos a seguir:

Definição da Área de Serviço (Área de cobertura)

- Em geral, esta tarefa fica a cargo da companhia operadora, que baseia sua decisão em pesquisa de mercado e em quanto ela estará disposta a investir.
- Um plano de prioridades é utilizado pela operadora para definir a região onde o serviço celular será oferecido. As áreas inicialmente cobertas são geralmente de grande densidade populacional e interesse político, uma vez que o serviço pode ser levado a áreas menos importantes de acordo com uma expansão modular do sistema.

Definição do Perfil de Tráfego

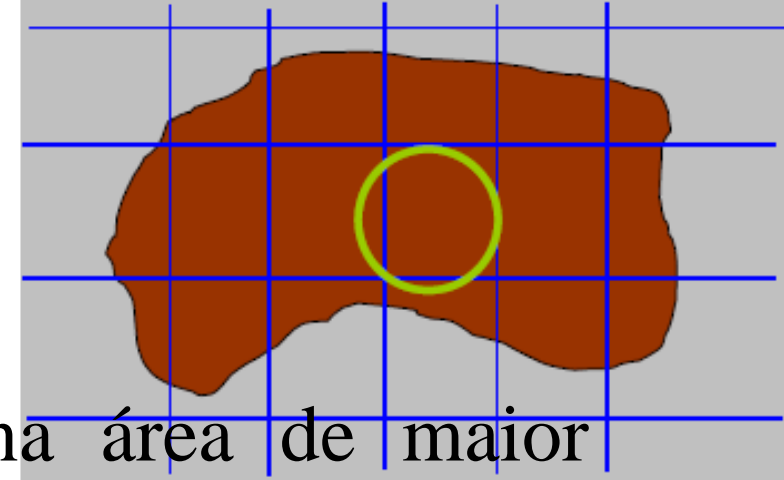


- Como no caso anterior, este passo depende de uma pesquisa de mercado e do perfil do assinante de cada região a ser servida.
- A quantidade de canais em cada ERB é definida dividindo-se a região de cobertura em pequenos quadros onde serão realizadas pesquisas de distribuição de tráfego. Em cada um destes quadros deverá ser determinado o tráfego esperado para a hora de maior movimento (HMM).

Escolha do Padrão de Reuso

- Dada a distribuição de tráfego e os requisitos de interferência, escolhe-se o padrão de reuso. O padrão de 7 células por *clusters* tem sido largamente utilizado. No caso de sistemas CDMA, onde o fator de reuso é unitário, esta etapa do projeto não é prevista.

Localização das ERBs



- Em geral a primeira ERB será localizada na área de maior relevância da região a ser servida. Dados como a infraestrutura disponível no local e as regulamentações vigentes são certamente relevantes neste passo.
- Normalmente a primeira ERB é instalada no centro da região de maior densidade populacional e/ou maior intensidade de tráfego. Evidentemente é necessário que se encontre um terreno disponível para a instalação da ERB.

Localização das ERBs

- O raio da célula pode ser determinado a partir de duas situações:
 - Quando a disponibilidade de canais não é problema adota-se raios grandes para as células. A limitação neste caso vem dos níveis de potência e interferência.
 - Quando a disponibilidade de canais é crítica adota-se raios pequenos. A limitação neste caso é a demanda.
- Em áreas urbanas, onde a concentração do tráfego é maior, as células devem ser pequenas e atender à demanda com os canais disponíveis. Em áreas suburbanas e rurais, células grandes são utilizadas, economizando-se, assim, em infraestrutura. Uma vez que a primeira ERB é posicionada, as demais passam a ser acomodadas no *grid* de acordo com o padrão de reuso escolhido.

Localização das ERBs

- Para sistemas analógicos e digitais TDMA o padrão mais comum é $N = 7$ com utilização de antenas tri-setorizadas. Para um *cluster* de 7 células é necessário determinar a localização das 6 células restantes.
- O raio destas células deve ser aproximadamente igual. A localização das ERBs deve ser feita de maneira tal que células de mesmo raio estejam localizadas sobre uma circunferência cujo centro é a primeira ERB. Em regiões de menor tráfego pode-se utilizar células de raio maior.

Predição de Cobertura

- Na prática, o planejamento de um sistema celular não é tão simples como parece. A localização e o tamanho das células depende de um número muito grande de variáveis, como a topografia e a morfologia do terreno (em geral os mapas disponíveis são desatualizados, não correspondendo a realidade), presença de vegetação, área urbana, rios, lagos, montanhas, necessidade e distribuição de tráfego, disponibilidade e preço de terrenos onde serão instaladas as ERBs, interesses políticos, entre outros.

Predição de Cobertura

- A solução para o planejamento é a utilização de programas de computador especialmente desenvolvidos para o cálculo da área de cobertura. Os programas são alimentados com mapas topográficos, previsão da distribuição do tráfego e a suposta localização das ERBs.
- A partir destes dados, utilizando modelos matemáticos de propagação de ondas de rádio os programas apresentam como resultados mapas de cobertura. Os resultados das simulações são utilizados para identificar problemas como áreas sem cobertura ou com alta interferência de outras células.
- A grande vantagem do uso de simulação é que várias posições de ERBs podem ser testadas de maneira rápida e relativamente barata até que se consiga a cobertura desejada.

Verificação do Projeto

- Neste ponto, verifica-se se os parâmetros de projeto satisfazem os requisitos de sistema. Poderá ser necessário reavaliar a localização das ERBs, altura da antena, etc.

Medidas de Campo

- Para uma melhor sintonia dos parâmetros utilizados nos *softwares* de predição, medidas de campo deverão ser incluídas no projeto.
- A qualidade dos resultados de simulação depende principalmente da precisão e atualidade dos mapas utilizados.
- Geralmente, após a simulação ainda são realizados testes de campo, para os quais são instalados transmissores e receptores provisórios nos locais definidos pela simulação.
- Nestes testes são coletados dados em toda a região onde espera-se ter cobertura.

Aumento da Capacidade

- A maneira mais óbvia e mais comum de se admitir mais assinantes na rede é permitir uma degradação do desempenho do sistema. A questão é a definição de “tolerável”.
- Sistemas operando com níveis muito distantes dos requisitos inicialmente especificados são comuns. As técnicas mais triviais de expansão da capacidade do sistema são descritas a seguir.

Degradação do Grau de Serviço (Aumento da Taxa de Bloqueio)

- A degradação do Grau de Serviço é a primeira investida das operadoras para acomodar novos assinantes. É fácil perceber pelos modelos de tráfego, que quando o número de usuários de um sistema aumenta, para um mesmo número de canais disponíveis, a consequência é o aumento da taxa de bloqueio.
- Mas observe que esta atitude deve ser apenas temporária, pois a degradação da qualidade do serviço prestado, detectada pelo usuário pelo aumento da ocorrência de insucessos ao tentar acessar o sistema (aumento da probabilidade de bloqueio), é fator de desânimo e que muitas vezes faz o usuário trocar de operadora em busca de um serviço melhor.

Adicionando novos canais

- Em geral, na concepção inicial do sistema, quando a demanda de tráfego é ainda baixa, algumas ERBs são equipadas com um número de canais menor que o máximo possível.
- À medida que a demanda vai aumentando, novos canais podem ser adicionados. Logo, a adição de novos canais nas células de um sistema só pode ser feita se o projeto inicial não contemplou todos os possíveis canais de um subgrupo em um certo Padrão de Reuso.
- Infelizmente, são raras as situações em que existem canais disponíveis, tornando esta solução pouco prática.

Mudança no Padrão de Reuso

- *Clusters* com menos células operam com mais canais por célula e, portanto, com uma maior eficiência de troncalização. Por outro lado, devido à menor separação entre co-células, a qualidade de transmissão poderá ficar comprometida, isto é, um controle mais rigoroso da interferência deve ser exercitado.
- A diminuição do tamanho do *cluster* utilizado, por exemplo de 12 para 7 células, ou de 7 para 4 células, dá ao sistema uma maior capacidade de atender ao tráfego, porém aumenta os níveis de interferência.
- Para se conseguir a diminuição do fator de reuso é necessário todo um replanejamento, levando em conta o problema de tráfego, interferência e a necessidade de muitas alterações de *hardware*, cujo custo pode ser elevado.

Empréstimo de Frequências (Canais)

- O empréstimo de frequências é feito quando uma ERB precisa oferecer um tráfego maior que o oferecido pelo número de canais máximo definido pelo Padrão de Reuso. Neste caso o projetista do sistema atropela o Padrão de Reuso e aloca frequências a esta ERB fora de seu subgrupo original. Logo as células co-canais cedentes mais próximas desta ERB não pode utilizá-las.
- Não há grandes alterações de *hardware*. Basta a ERB possuir rádio disponível para sintonizar as novas portadoras. Na verdade o projetista pode fazer isto com quantas células quiser dependendo da distribuição geográfica do tráfego. O empréstimo atende apenas a uma determinada região do sistema de maior tráfego, por isto constitui uma alternativa temporária aguardando expansão a física do sistema.

Divisão Celular

- Quando é detectado um aumento inesperado de tráfego em determinada região do sistema já implantado, por exemplo, pela inauguração de um *shopping center* não prevista para a região, o projetista pode fazer da técnica de *Cell Splitting*.
- Esta técnica consiste em dividir um pequeno grupo de e células em células bem menores mas ainda obedecendo o Padrão de Reuso. Assim, para novas células de raio k vezes menor que as originais teremos uma redução da área coberta e aumento de ERBs de ambos de k^2 .
- Na verdade existem alguns fatores que limitam a aplicação desta técnica como: a distância mínima de reuso em função da degradação da qualidade de voz, a possibilidade de locação das novas ERBs e os aspectos econômicos envolvidos.

Divisão Celular

- A divisão celular normalmente é feita a partir do centro da área congestionada e é planejada de tal forma a manter as ERBs existentes.
- Em geral, a divisão de células é uma solução cara, pois implica na mudança da localização de ERBs e/ou instalação de novas ERBs e antenas. Existe ainda o problema da distância de reuso dos canais.

Setorização

- Nesta técnica a área celular é dividida em setores servidos por diferentes frequências. Tipicamente há 3 ou 6 setores (120° ou 60°) os arranjos mais comuns, com cada setor iluminado por uma antena direcional e servido por um conjunto distinto de canais.
- Efetivamente cada setor se comporta como uma célula. A divisão de células leva a um aumento da capacidade através de um reescalonamento do sistema. Diminuindo o raio da célula R e mantendo a razão de reuso D/R , aumenta-se o número de canais por unidade de área.
- O uso de antenas direcionais diminui a interferência co-canal, permitindo que as co-células possam ser espaçadas com distâncias menores, aumentando, assim, a eficiência espectral.

Setorização

- O quanto da interferência que será reduzida vai depender da quantidade de setores implementados (3 ou 6).
- Não há despesas de infraestrutura, pois mantêm-se as mesmas ERBs. A expansão é muito facilitada pela característica modular das ERBs e da CCC. Desta forma esta técnica se apresenta com custo bem mais baixo que o *Cell Splitting*.

Algoritmos de Alocação de Canais

- Com a aplicação apropriada de algoritmos de alocação de canais, um ganho substancial de desempenho pode ser obtido.
- Provê a melhor eficiência de utilização de canais.
- Uma alocação adequada de canais poderá otimizar melhor os recursos, levando o sistema a oferecer melhores serviços e, por consequência, auferir melhores retornos financeiros.