

Capítulo 1

Introdução

A telefonia fixa caracteriza-se pela associação de uma identidade numérica ao terminal telefônico, entretanto o propósito maior de uma ligação é alcançar pessoa determinada ou um grupo de pessoas de uma entidade. Para alcançá-las, procuramos atingir inicialmente seus telefones.

Há uma grande diferença entre alcançar o telefone e alcançar a pessoa. Quando a pessoa procurada não está próxima do seu telefone, não se atinge o objetivo de se comunicar com o indivíduo. Originam-se daí frustrações, negócios suspensos e tentativas posteriores geradoras de tráfego e custos adicionais. Há muitas profissões e atividades que não preenchem durante grande parte do dia, ou mesmo durante dias, a condição de proximidade do assinante e seu telefone. Mesmo quando o local de visita eventual de uma pessoa possui um telefone fixo, há a dificuldade, ou mesmo impossibilidade, de localizá-la, por exemplo, dentro de um amplo canteiro de obras ou durante seu deslocamento.

Devido ao fato de a telefonia fixa associar o telefone a um LOCAL e não a uma PESSOA, surgiram sistemas complementares para localizá-la. O advento dos sistemas de busca-pessoa (paging systems) possibilitou advertir as pessoas que há alguém a sua procura. Os sistemas paging, entretanto, não têm recursos para a conversação e se limitam a emitir um sinal simples ou no máximo um código, ou curta mensagem com um “display”. Foi o recurso imposto pela imobilidade do telefone convencional, enquanto o telefone móvel não entrasse em cena.

A própria evolução da telefonia móvel mostrou que não bastava ao indivíduo ter o telefone instalado no automóvel. A miniaturização do terminal móvel foi também um dos fatores propulsores da telefonia celular. O telefone fixo no automóvel (versão veicular) e mesmo o telefone transportável (do tamanho de uma pasta de executivo), como era o cenário no início da década de setenta, representam hoje cenas de um passado recente. Os telefones portáteis representam hoje a preferência quase unânime dos usuários.

Entretanto, as pessoas continuam ainda a ter seu telefone residencial, outro no trabalho e pelo menos um terceiro - o celular- para usar quando não estiver presente nestes dois locais. O telefone residencial continua a ser o telefone do local antes de ser o telefone da pessoa. Todos os membros da família são alcançáveis através desse número coletivo. Isso não corresponde ao objetivo final de se comunicar com uma pessoa específica em qualquer lugar que ela se encontre, por meio de uma identidade numérica única!

A telefonia móvel caminha para o objetivo final e maior que é a COMUNICAÇÃO PESSOAL em que o indivíduo tem um número telefônico pessoal e não vinculado ao aparelho e local e pode ser alcançado por esse número pessoal no seu telefone residencial, comercial ou móvel. A TIM, por exemplo, possui um serviço chamado TIM Casa, onde o usuário de telefonia celular paga tarifas de telefone fixo quando estiver em casa.

Atualmente a evolução dos telefones celulares está mudando muitos conceitos. Este “aparelhinho” está sendo utilizado cada vez mais com novas funções, inclusive como computador de mão.

Histórico

Primeiros sistemas

Por volta de 1946 surgiu o primeiro sistema, o Mobile Telephone System (MTS), o qual apresentava as seguintes características:

- Os transmissores eram instalados em locais altos e possuíam uma alta potência para atender a área de cobertura solicitada
- Existia uma única frequência para transmissão e recepção (half duplex)
- Devido ao consumo da bateria era necessário a instalação do telefone no carro
- Era necessário procurar um canal livre para fazer a chamada

Em 1969 surgiu o Improved Mobile Telephone System (IMTS), com as seguintes características:

- Alta potência dos transmissores para atender a área de cobertura solicitada
- Chamadas que caíam ao passar da área de cobertura de um transmissor para outra
- Escassez de canais, o que tornava o sistema insuficiente para atender aos usuários
- A busca de canais já era automática

O sistema IMTS foi introduzido no Brasil em 1972, na cidade de Brasília, e operou por vários anos.

Sistemas celulares

Os sistemas centralizados tinham uma séria de problemas, como a baixa eficiência espectral e dificuldade em prover um bom sinal em determinadas áreas. Dessas necessidades surgiu o Sistema Móvel Celular (SMC), onde a área geográfica em que se quer cobrir é dividida em sub-regiões denominadas células, cada uma com seu próprio equipamento rádio e controlado por uma central telefônica. Este sistema entrou em funcionamento em 1984, em Chicago. Era o nascimento do sistema AMPS, considerado como a geração 1 dos sistemas celulares.

Aqui no Brasil o sistema AMPS iniciou a operação em dezembro de 1990, com a seguinte configuração:

- 1 CCC (central telefônica do sistema celular)
- 16 ERBs (conhecidas como antenas pelos leigos)
- Capacidade para 10 mil usuários
- Projetado para telefones veiculares

Com a entrada da tecnologia do SMC, a distância entre a Estação Rádio Base (ERB) e a Estação Móvel (telefone celular) passou a ser menor, necessitando de menor potência de transmissão. As frequências

puderam ser reutilizadas em células diferentes, respeitando algumas regras, resolvendo os problemas de escassez de canais.

Principais Características dos Sistemas Móveis	
Sistemas Móveis Convencionais	Sistema Móveis Celulares
Baixa densidade de usuários	Alta densidade de usuários
Não reutilizam frequências	Utilizam reuso de frequências
Alta potência de transmissão	Baixa potência de transmissão
Antenas Elevadas	Antenas pouco elevadas
Grande área de cobertura	Área de cobertura dividida em pequenas células

MOMENTO DE REFLEXÃO O que são células?

Breve histórico no Brasil

1990: Primeira geração de telefonia celular. Analógica, com sistema AMPS

1997: Digitalização das empresas que utilizavam o sistema AMPS e abertura para a banda B

2002: Entrada das novas operadoras da banda B

2007: 3G

Evolução dos Sistemas Celulares

Os sistemas celulares, quanto à interface aérea, podem ser classificados como analógicos ou digitais. Esta classificação depende exclusivamente da interface aérea. Atualmente todos os sistemas utilizados no Brasil são digitais.

MOMENTO DE REFLEXÃO O que é interface aérea?

De acordo com o avanço da tecnologia os sistemas de telefonia móvel celulares são classificados pelas suas gerações. Segue abaixo um descritivo com as principais características de cada geração e a data de introdução no Brasil.

1ª geração – 1990 - AMPS

Sistemas analógicos, sem acesso à internet, sem mensagens de texto, com caixa postal e com a inteligência toda na CCC. Nesta categoria se enquadra o sistema AMPS.

2ª geração – 1997 – TDMA e CDMA

Sistemas com interface aérea digital, com transmissão de mensagens de texto, identificador de chamada, caixa postal e acesso à internet em páginas de texto. Maior eficiência espectral, ou seja, com as mesmas frequências é possível colocar mais pessoas falando num sistema celular. Ainda neste sistema os aparelhos telefônicos puderam ser conectados a computadores, permitindo-lhes o acesso à internet sem fio, com taxas de transmissão de até 14,4 Kbps.

Geração 2,5 – CDMA1X

Após os planejamentos para o desenvolvimento da terceira geração observou-se que a economia mundial estava em plena recessão e a implementação das redes 3G foi adiada por ser extremamente dispendioso para as empresas de telefonia celular. Devido a isso os fabricantes desenvolveram as redes 2,5G, que permitem todos os serviços da rede 2G, porém com maior velocidade de transmissão, de até 350 Kbps, viabilizando o download de músicas, a transmissão e o recebimento de fotos etc.

3ª geração - 2007

Este sistema está em fase de implementação no Brasil a partir do ano de 2007. A sua principal característica é a transmissão de dados a, no mínimo, 2 Mbps, o que permite ainda maior gama de serviços, como transmissão ao vivo de imagens em movimento e outros conteúdos.

As operadoras, para implementarem novos sistemas com características de 3G, precisam de novas faixas de frequências.

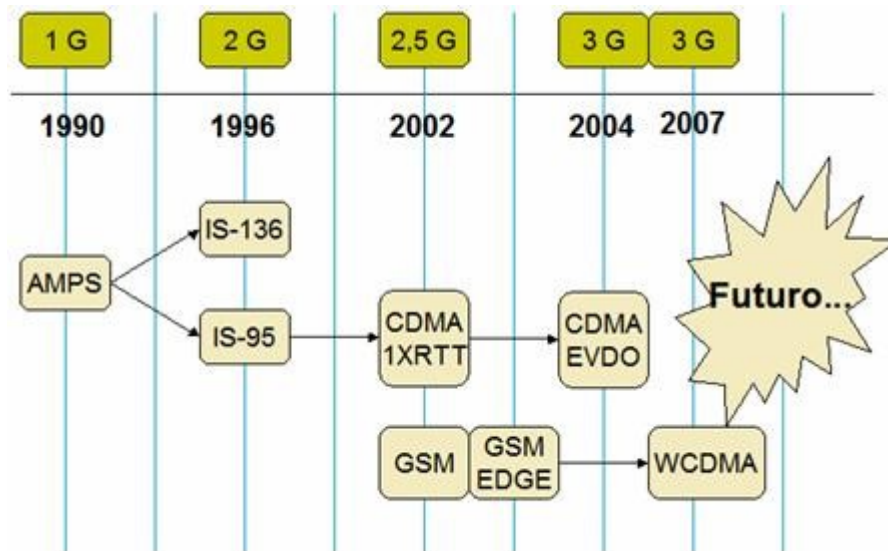


Figura 1 – Evolução dos sistemas celulares no Brasil - Cronograma

Na figura 1 é possível ver a cronologia dos fatos. O AMPS entrou no mercado em 1990, enquanto as tecnologias TDMA (IS-136) e a CDMA (IS-95) foram introduzidas em 1996/1997.

Do AMPS houve duas evoluções, o IS-136 (TDMA) e o IS-95 (CDMA). O TDMA não possuía mais condição de evoluir, mas o sistema CDMA, mais moderno, passou por várias evoluções.

A evolução do sistema CDMA original se chama CDMA 1XRTT. É um nome complicado, mas tem seu motivo de ser, que veremos mais adiante. Permite taxas de transmissão de dados de até 144Kbps. Depois houve outra evolução e passou a se chamar CDMA EVDO, que possibilita taxas de transmissão de dados de até 2Mbps.

Quando o GSM entrou aqui no Brasil o sistema CDMA já estava implementado. Inicialmente estas empresas começaram a funcionar com um sistema 2G, o GSM. Em seguida a evolução ocorreu e estas redes começaram a oferecer o GSM GPRS, que permite taxas de até 138Kbps.

Neste momento (dezembro de 2007) as empresas GSM estão fazendo trial (testes) com a tecnologia WCDMA, que é a evolução do GSM. A Claro é a única empresa que já está com a sua rede 3G operando, porém ainda distante da implantação total.

Componentes do SMC

O sistema móvel celular possui basicamente três componentes: EM, BTS E CCC.

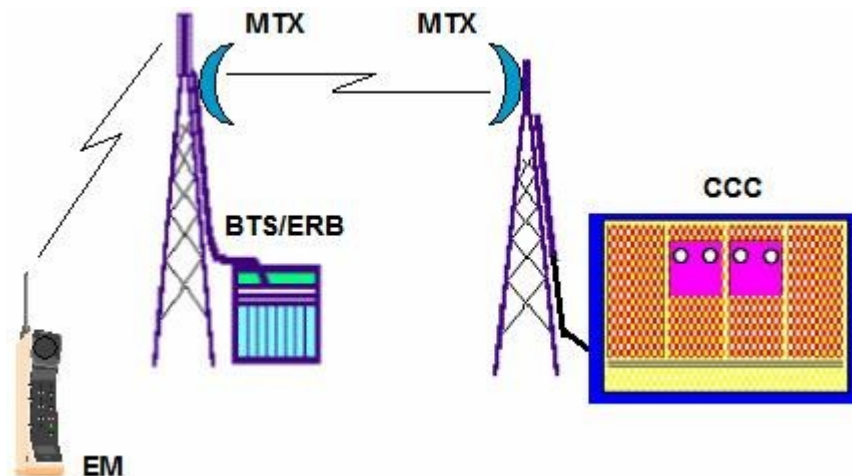


Fig. 2 – Componentes do SMC

Central de Comutação e Controle – CCC (Mobile Switching Center – MSC):

A CCC é a responsável pela coordenação das atividades relacionadas ao estado das chamadas e do sistema. É ela quem controla e interliga várias ERBs, supervisiona e administra o sistema, monitora e comuta chamada originadas/terminadas de/para a EM, prove interface entre a Rede Telefônica Pública Comutada – RTPC e o sistema celular, e comanda e controla o handoff (handover).



Fig. 3 – CCC

Base Transceiver Station – BTS (Estação Rádio Base – ERB)

Proporciona a interface entre a central de comutação celular (CCC) e a estação móvel (EM) transmitindo e recebendo sinais de controle e voz para o estabelecimento de chamadas. Realiza a “tradução” das mensagens dos protocolos proprietários (entre a Central de Comutação e Controle e a Estação Rádio Base) para os protocolos abertos, fazendo com que estações móveis de modelos/fabricantes diferentes acesse o sistema de Telefonia Móvel Celular.



Fig. 4 - BTSs

Estação Móvel – EM (Mobile Station – MS)

A estação móvel consiste de um transceptor, que é responsável pela interface entre o usuário e a ERB. Transmite e recebe sinais de controle e voz para o estabelecimento de chamadas, além de permitir a transmissão de dados quando conectada a um elemento externo, como um notebook. Algumas EMs possuem até funções de computador de mão.

Sistema de Células

O sistema celular leva este nome porque é dividido em células que fazem a transmissão de radiofrequência para os telefones celulares.

Chamamos de célula a região que é atendida por uma BTS (ERB). Esta região pode ser grande ou pequena e varia de acordo com alguns fatores que veremos mais adiante.

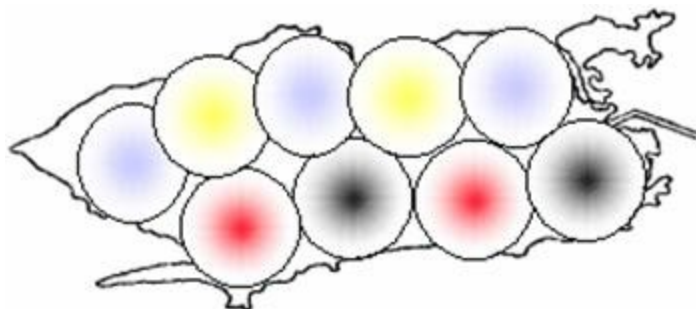


Fig. 5 - Região coberta por varias células

Como a quantidade de frequências a ser utilizada é limitada, há a repetição das mesmas, porém em locais distantes para que não haja interferência. As células que possuem as mesmas frequências, possuem as mesmas cores. A figura 5 representa esta repetição.

Como exemplo, consideremos que ao todo possuímos 40 frequências para usar em um sistema celular. Resolvemos, então, distribuí-las nas células (ERBs) da figura 5. Colocamos 10 frequências em cada célula, portanto cada célula destas atende até 10 usuários.

Como dito antes, no nosso sistema temos apenas 40 frequências, mas a reutilização das mesmas permite a conversação de até 90 pessoas simultaneamente graças à reutilização de frequências.

Representamos as células na figura 3 com círculos. Na verdade, na sua concepção básica, a área de cobertura pode ser também dividida em células hexagonais de mesmo tamanho, de forma que as ERBs se localizem no centro das mesmas. Entretanto, em situações práticas, esta configuração não é possível, pois devem ser levados em conta outros fatores como relevo do terreno e obstáculos (morros, matas, prédios, etc.). Portanto, o formato real das células é irregular e o tamanho das mesmas também difere de uma para outra, sendo função das condições de propagação e densidade de tráfego telefônico.

O tamanho das células

A grande meta quando se planeja um sistema de telefonia móvel celular é atingir uma grande capacidade de tráfego. Em outras palavras, o objetivo é garantir o funcionamento de um grande número de terminais móveis por quilômetro quadrado, mantendo um nível aceitável de grau de serviço e qualidade de voz, com a menor quantidade de ERBs possível.

Quando o tráfego telefônico de uma região aumenta além do que uma determinada ERB tem capacidade, torna-se necessário incluir mais uma ERB na área. Para esta inclusão é necessário diminuir a área de cobertura de cada BTS (ERB).

Alguns fatores que influenciam no tamanho de uma célula são:

- Potência do transmissor
- Sensibilidade do receptor
- Altura e localização das antenas
- Down tilt das antenas
- Tipo de antena
- Topografia da área

O processo de diminuição das células de uma área com incremento de novas células com o objetivo de aumentar a capacidade de tráfego chama-se *cell splitting*, e é retratado na figura 6. Nela, as linhas sólidas representam as células originais e as linhas tracejadas representam a nova configuração.

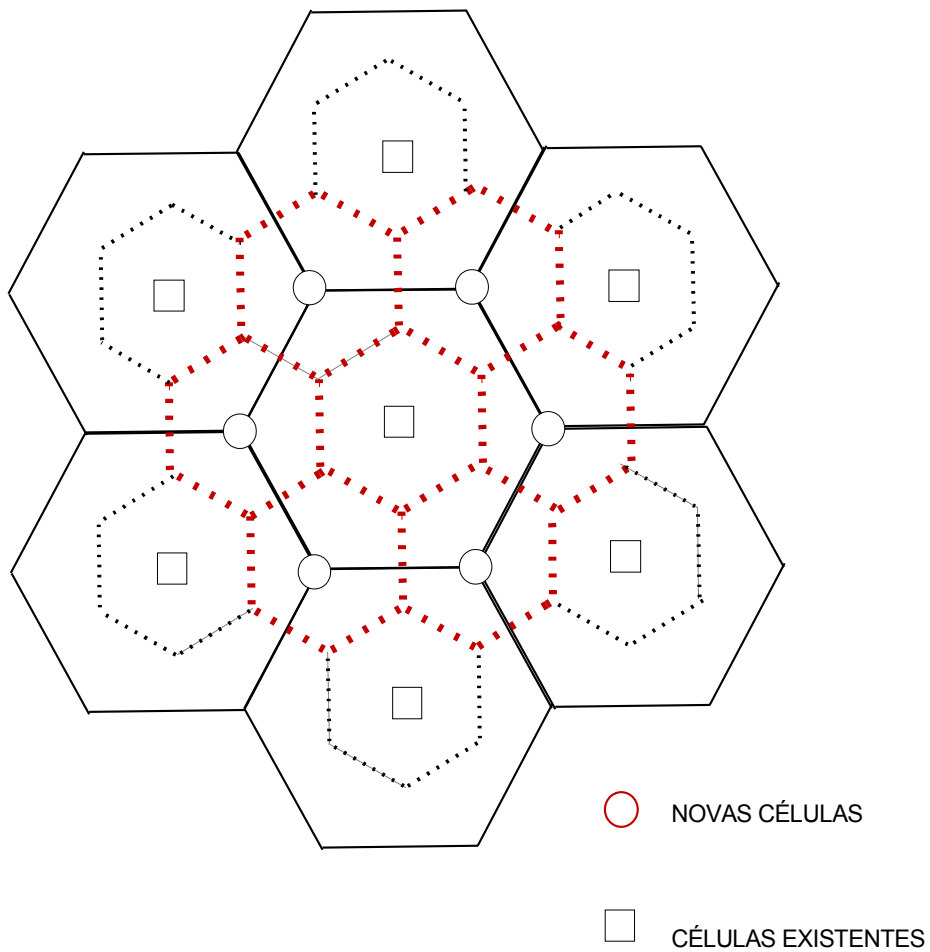


Fig. 6 – Inserção de novas células em uma área (cell splitting)

Interferência co-canal

Os sistemas celulares, nos locais onde há mais de uma BTS com a(s) mesma(s) freqüência(s), funcionam com interferência controlada, já que sempre existe a possibilidade de uma BTS interferir em outra de mesmo canal. Esta interferência deve ser mantida sob controle, pois, caso isso não ocorra, muitos usuários podem ficar insatisfeitos com o serviço.

A interferência intra-celular co-canal ocorre quando uma EM recebe ao mesmo tempo uma freqüência desejada para conversação (C=carrier) e outra indesejada (I=Interference). Esta relação deve ser sempre considerada no projeto de sistemas celulares.

Existem algumas condições críticas que propiciam a existência de interferência. Estas condições, bem como as soluções, serão abordadas mais adiante.

Atividades

Mapeamento de cobertura nas dependências do Colégio Graham Bell

Nesta atividade inicial você irá fazer medições em diversos locais sugeridos pelo seu professor e várias outras observações baseadas em pesquisas até chegar às conclusões finais. Seu professor será o orientador das atividades, que poderão ser feitas em grupo. As etapas são as seguintes:

1. Medições de intensidade de sinal recebida no telefone celular através da leitura e verificação da quantidade de barras indicadoras de sinais no display. Em cada local deverá ser anotada a quantidade de barras.
2. Após as anotações, será criada uma tabela ponderada com a intensidade de sinal encontrada por cada um dos terminais, das diversas operadoras. A ponderação deve-se ao fato de cada terminal celular possuir diferentes quantidades de barras para indicar o sinal máximo. Um terminal, por exemplo, pode ter no máximo 4 barras indicadoras de sinais enquanto outro pode ter 5.
3. Após a criação da tabela ponderada será feita a média dos sinais recebidos por operadora em cada local. Assim será possível verificar a intensidade de sinal média de sinal em cada local por cada operadora.
4. De posse das informações haverá uma pesquisa na internet, no site da Anatel (abaixo), para procurar os endereços dos sites de cada operadora mais próximos do colégio.
5. Com os endereços em mãos haverá uma pesquisa nas ruas do bairro para descobrir os motivos das diferentes intensidades de sinais de cada operadora nas dependências do Colégio Graham Bell.
6. Ao final desta pesquisa você pode ser convidado a fazer comentários para a turma a respeito da experiência e trocar idéias sobre a possível estratégia de atendimento ao usuário por parte de cada operadora.

Endereço eletrônico de busca para BTSs (Anatel):

<http://sistemas.anatel.gov.br/stel/consultas/ListaEstacoesLocalidade/tela.asp?pNumServico=010>

Exercícios

1. No site da Anatel nem todas as empresas concessionárias de telefonia celular possuem o mesmo nome divulgado nos anúncios de TV, rádio e jornais. Por que?
2. Diferencia site de BTS.
3. Explique o motivo de, na secretaria, o sinal ser bem diferente do encontrado na sala de aula.
4. Qual a operadora com menor nível de sinal na secretaria? Por que?
5. Qual o motivo da inclinação das antenas dos sites para baixo?
6. O que é “luz de balizamento”?
7. Defina polimonte.
8. Quantos setores costumam compor uma BTS nos centros urbanos?
9. Defina célula.
10. Quais são as principais partes que compõem um site de uma BTS?

11. Quais as diferenças básicas entre os sistemas de telefonia móvel celulares e os centralizados?

12. O que significa alta ou baixa densidade de usuários?

13. O que são células?

14. Defina interface aérea.

15. Correlacione as colunas

- | | |
|--------------------|---|
| a) Geração 1 | () Inteligência de processamento na CCC |
| b) Segunda geração | () Download de imagens e sons |
| c) Geração 2,5 | () Transmissão de dados até 14Kbps |
| | () Acesso à internet, com figuras |
| | () Acesso à internet apenas com páginas de texto |

16. Correlacione as colunas

- | | |
|---------------------|---|
| a) Primeira geração | () Inteligência de processamento na CCC |
| b) Segunda geração | () Download de imagens e sons |
| c) Geração 2,5 | () Transmissão de dados até 14Kbps |
| | () Acesso à internet, com figuras |
| | () Acesso à internet apenas com páginas de texto |
| | () CDMA |
| | () GSM |
| | () AMPS |
| | () TDMA |
| | () WCDMA |

17. BTS, ERB e RBS são sinônimos. Quais as principais partes deste equipamento?

18. Defina cell splitting.

19. Explique o que é um celular em roaming.

20. Quais são os principais fatores que afetam o tamanho da célula?

21. Por que algumas regiões dos sistemas celulares precisam de células pequenas e outras precisam de células grandes?