

1

Introdução

A possibilidade de se fazer comunicação de longa distância utilizando um satélite que permanece parado em relação a um observador na superfície da Terra motivou fortemente o desenvolvimento das comunicações comerciais por satélite nas décadas de 60, 70 e 80. Entretanto esta possibilidade é restrita a uma única órbita, circular, no plano do equador, de raio aproximadamente igual a 42.000Km, denominada Órbita de Satélites Geoestacionário (OSG). Assim esta órbita é um recurso limitado.

Sendo a órbita de satélites geoestacionários um recurso limitado, existe motivação para a elaboração de planejamentos a priori deste recurso de modo a garantir, na prática, para todos os países, acesso eqüitativo à esta órbita. Esses planejamentos envolvem estudos, análises e modelagens de características específicas dos sistemas envolvidos, além do desenvolvimento de técnicas e algoritmos adequados a síntese do planejamento.

As técnicas aplicáveis a um determinado planejamento dependem diretamente do tipo de sistema e do tipo de serviço a ser planejado e devem levar em consideração as interferências produzidas e sofridas por cada um dos sistemas planejados. Os níveis de interferência devem ser adequados de modo a permitir a operação conjunta dos diversos sistemas. O cálculo da interferência depende basicamente das características dos sistemas envolvidos e da geometria do problema (posições orbitais dos satélites, posições das estações terrenas, direção de apontamento da antenas, etc.).

No âmbito da União Internacional de Telecomunicações, durante Conferências Mundiais de Comunicações, diversos planejamentos de serviços de comunicações por satélite foram feitos a nível internacional. Estes planejamentos tiveram início em 1977 [1] com a elaboração do Plano do Serviço de Radiodifusão por Satélite (BSS) da Europa e Ásia para a Banda *Ku*(11-14 GHz). Uma revisão deste planejamento foi feita na Conferência

Mundial de Comunicações de 2000 [7]. Em 1983 [2], este planejamento foi complementado para incluir os países das Américas. Em 1988, o planejamento elaborado pela Conferência Mundial de Radiocomunicações neste ano chegou ao Serviço Fixo por Satélite para partes das bandas *C* e *Ku* (4-6 GHz e 11-14 GHz)[3],[4],[6]e [5]. Todos esses planejamentos citados foram feitos com o auxílio de ferramentas computacionais não automatizadas que, por este motivo, requeriam bastante a intervenção do planejador que, com base nas análises de interferência obtidas modificavam manualmente as posições orbitais dos satélites de modo a otimizar o planejamento. Nessa época em que esses planejamentos foram feitos, a maior restrição à utilização de técnicas automatizadas era o tempo computacional requerido para a elaboração do planejamento. Observa-se que essa restrição é bem menor hoje em dia.

Sendo assim, torna-se óbvio o interesse pelo desenvolvimento de ferramentas e metodologias (incluindo modelagem e algoritmos de otimização) que pudessem reduzir a participação direta do planejador através da síntese, mesmo que parcial, de planejamentos. Nesse sentido, o presente trabalho visa desenvolver algoritmos de otimização que possam ser utilizados no planejamento de serviços de comunicação por satélite.

Neste trabalho foram desenvolvidos algoritmos para determinação das posições orbitais mais adequadas para os sistemas envolvidos no planejamento a priori de serviços de comunicação por satélite. A idéia inicial é escolher as posições orbitais dos diversos sistemas de modo a reduzir ao máximo o percentual da órbita utilizado, respeitando as restrições de convivência impostas pelo ambiente interferente por eles produzido. A eficiência desta técnica é ilustrada através de exemplos, nos quais a técnica é aplicada a situações específicas envolvendo o serviço fixo por satélite.

As etapas de desenvolvimento deste estudo estão refletidas na seguinte seqüência dos capítulos: No Capítulo 2 é definido o problema a ser examinado. No Capítulo 3 a geometria do problema é caracterizada, e são definidos alguns parâmetros e variações que são utilizados pelo modelo de otimização proposto. No Capítulo 4 é sugerida uma técnica de otimização no qual uma função objetivo é minimizada através da "Técnica de Minimização Seqüencial sem Restrições" - SUMT. Neste capítulo também são desenvolvidas expressões analíticas para o Vetor Gradiente e a Matriz Hessiana associado as variáveis do problema, necessárias para a aplicação desta

técnica. No Capítulo 5 são apresentados alguns resultados obtidos com a implementação do modelo proposto a situações específicas. E, finalmente, no Capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões obtidas a partir desse trabalho.