

1

Introdução

Quando diversos sistemas de comunicação compartilham uma determinada faixa de frequências, cada um dos sistemas envolvidos opera sujeito às interferências geradas pelos demais. Dentro de este panorama, cresce a importância de uma avaliação precisa dos efeitos de interferência. Dada a complexidade do problema, o cálculo de interferências é usualmente feito considerando diversas situações de pior caso. Considera-se, por exemplo, que as degradações devidas a chuvas e à atmosfera estão presentes apenas nos enlaces desejados, não afetando os enlaces interferentes. Similarmente, considera-se que as estações terrenas envolvidas estão localizadas nos pontos mais desfavoráveis (em termos de interferência) de suas área de serviço. Obviamente, estas hipóteses implicam num cálculo de interferências conservador, nos quais os níveis de interferência obtidos são maiores do que os níveis reais de interferência.

O crescimento acentuado da utilização de sistemas por satélite, aliado ao fato dos recursos da órbita de satélites geoestacionários e do espectro de frequências serem limitados, motivou, já na década de 1980, estudos e análise técnicas de possíveis métodos alternativos de cálculo de interferência visando à obtenção de resultados mais precisos. No época, a comunidade envolvida em comunicações por satélite já identificava a necessidade de se proceder a uma reavaliação dos procedimentos utilizados no cálculo de interferências que dava suporte ao processo de coordenação entre redes de comunicações por satélite. Verificou-se em determinados segmentos da órbita de satélites geoestacionário que em algumas das faixas de frequência utilizadas pelo Serviço Fixo por Satélite (FSS), o processo de coordenação entre redes podia experimentar problemas graves de congestionamento independentemente do fato dos recursos órbita/spectrum serem capazes de suportar uma capacidade bem maior do que a capacidade até então explorada. Além disso, ficou claro que os procedimentos de coordenação poderiam levar a coordenações difíceis e demoradas.

Identificou-se na época que uma das possibilidades para melhorar o processo de coordenação seria a utilização de um cálculo estatístico de interferências no processo de coordenação. Neste tipo de cálculo, alguns dos

diversos parâmetros envolvidos seriam modelados por variáveis aleatórias. Os primeiros trabalhos sobre o assunto surgiram em 1987 [9, 11]. Os trabalhos que se seguiram sobre o assunto, resumidos em [12], motivaram o Grupo de estudos 4 (Serviço Fixo por Satélite) do Setor de Radiocomunicações (BR) da UIT, a criar uma questão visando ao estudo e o desenvolvimento de novos procedimentos de coordenação para redes de comunicações por satélite do serviço fixo, na qual o cálculo estatístico de interferências era contemplado. Desde então o cálculo estatístico de interferências vem sendo utilizado em diversos estudos e análises do ambiente interferente gerado por sistemas de comunicações que compartilham a mesma faixa de frequências.

Exemplos destes estudos podem ser encontrados em [13] a [21]. Entretanto devido à complexidade envolvida no cálculo de interferências quando considera-se a modelagem probabilística de múltiplos parâmetros, todos estes estudos utilizaram a modelagem probabilística em, no máximo, 2 parâmetros. Alguns dos exemplos de estudo citados consideram apenas a modelagem estatística da posição dos satélites em sistema de satélites não-geoestacionário [13] a [17].

A análise em [18] além da aleatoriedade da posição dos satélites, modela as emissões dos satélites nas diversas direções como variáveis aleatórias. As análises em [19, 20] consideram a modelagem estatística do erro de apontamento de antenas de estações terrenas instaladas em veículos. Já os estudos em [21] modelam como variáveis aleatórias as degradações devidas a chuvas e a interferências externas.

Além dos parâmetros técnicos modelados probabilisticamente em [13] a [21] existem, naturalmente, muitos outros parâmetros de enlace possíveis de uma modelagem probabilística.

Nos cálculos de interferências entre sistemas por satélite, os ganhos das antenas, a localização das estações terrenas e a distribuição de portadoras nos transponders constituem exemplos desses parâmetros. Nos cálculos envolvendo interferências entre sistemas por satélites e sistemas terrestres, parâmetros adicionais como, por exemplo, a distribuição geográfica de transceptores terrestres (no caso do serviço fixo) ou a distribuição de terminais de recepção (no caso de serviço de radiodifusão).

No presente trabalho, são consideradas duas possibilidades para as densidades de probabilidade dos ganhos de potência nos lóbulos laterais das antenas: funções densidade de probabilidade exponenciais e funções densidade de probabilidade Gama. Inicialmente, no Capítulo 2 é apresentada uma descrição sucinta do problema a ser analisado. Em seguida, no Capítulo 3, a modelagem

matemática utilizada é desenvolvida. São obtidas expressões para o cálculo das razões portadora-interferência num ambiente envolvendo múltiplos sistemas via satélite e expressões analíticas que permitem calcular a função densidade de probabilidade da razão portadora-interferência a partir das funções densidade de probabilidade dos ganhos das antenas das estações terrenas envolvidas. Estas expressões são particularizadas para as duas modelagens consideradas para os ganhos nos lóbulos laterais das antenas: Caso Exponencial e Caso Gama. No Capítulo 4, a modelagem desenvolvida é aplicada a um ambiente interferente envolvendo satélites multi-feixe operando na Banda Ka. Finalmente, as conclusões resultantes da análise realizada são apresentadas do Capítulo 5.