

# 1

## Introdução

Nas comunicações via rádio, é comum que diversos sistemas de comunicações compartilhem uma mesma faixa de frequências. Neste caso, cada um dos sistemas opera sujeito às interferências geradas pelos demais. É neste ambiente que cresce a importância de uma avaliação precisa dos efeitos de interferência. Devido à sua complexidade, o cálculo de interferências é geralmente feito considerando-se simplificações e situações de pior caso. Considera-se, por exemplo, que as degradações produzida pela chuvas e pela atmosfera estão presentes somente no enlace vítima, não afetando os enlaces interferentes. Além disso, no caso de comunicações por satélite, é usual considerar que as estações terrenas envolvidas estão localizadas nas posições mais desfavoráveis de suas áreas de serviço. Uma outra hipótese simplificadora consiste em considerar que os ganhos nos lóbulos laterais das antenas são dados por um diagrama de referência. 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. Na 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, 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 de isso, 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 [1, 2]. Os trabalhos que se seguiram sobre o assunto, resumidos em [3], motivaram o Grupo de estudos 4 (Serviço Fixo por Satélite) do Setor de Radiocomunicações (BR) da ITU, 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 [4] a [10]. Entretanto devido à complexidade envolvida no cálculo de interferências quando considera-se a modelagem probabilístico de múltiplos parâmetros, todos estes estudos utilizaram a modelagem probabilístico em, no máximo, 2 parâmetros. Algum dos exemplos de estudo citados consideram apenas a modelagem estatística da posição dos satélites em sistema de satélites não-geoestacionário [4] a [8]. A análise em [9] além da aleatoriedade da posição dos satélites, modela as emissões dos satélites nas diversas direções como variáveis aleatórias. As análises em [11, 12] consideram a modelagem estatística do erro de apontamento de antenas de estações terrenas instaladas em veículos. Já os estudos em [10] modelam como variáveis aleatórias as degradações devidas a chuvas e a interferências externas.

Além dos parâmetros técnicos modelados probabilisticamente em [4] a [10] existem, naturalmente, muitos outros parâmetros de enlace possíveis de uma modelagem probabilístico. 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, o efeito conjunto da modelagem probabilística das posições geográficas das estações terrenas e dos ganhos nos lóbulos laterais de suas antenas é considerado. 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. Estas expressões são também particularizadas para situações que consideram apenas a modelagem probabilística dos ganhos das antenas ou apenas a modelagem probabilística das posições das estações terrenas. No Capítulo 4 as expressões analíticas desenvolvidas são aplicadas a cenários particulares envolvendo diversos satélites multi-feixe operando na Banda Ka. Finalmente, as conclusões resultantes da análise realizada são apresentadas do Capítulo 5.