



## Sumário

I. Introdução .....	1
II. Descrição das atenuações provocadas pela chuva .....	1
III. Consequências das atenuações de chuvas no site de recepção .....	2

### I. Introdução

Com a recente migração dos sistemas de banda C para banda Ku, os usuários de banda C que já tiverem feito a migração passarão a notar que sua recepção de sinais de satélite em banda Ku poderá cair sob chuvas fortes. Isso é consequência da mudança de frequência de recepção da faixa em torno de 4 GHz (banda C), para a faixa em torno de 11 GHz (banda Ku). Usuários antigos de banda Ku já conhecem, e estão familiarizados com esse inconveniente.

### II. Descrição das atenuações provocadas pela chuva

Tecnicamente falando, as atenuações de sinais eletromagnéticos por chuvas é um fenômeno conhecido, e os estudos mostram que ele deve ser mais considerado em frequências acima de 8 GHz. A Figura 1 e a Tabela 1 mostram, de forma geral, como se comportam as atenuações de ondas eletromagnéticas em função da precipitação pluviométrica, em função da frequência. Os resultados da figura são apenas indicativos, pois uma avaliação mais detalhada necessita do conhecimento da estatística pluviométrica do local de recepção, da extensão da chuva, das características de enlaces do sistema, da polarização do sinal e, evidentemente, da frequência de utilização. Mas é visível na Figura 1 que nas frequências em torno da banda C (4 GHz), as atenuações

podem ser desprezíveis, aumentando rapidamente quando a frequência aumenta. Apenas para comparações, a partir da Figura 1, nota-se que em banda C a atenuação não ultrapassa 0,02 dB/km com chuva pesada (aproximadamente 25 mm/h, curva azul claro na Figura 1), enquanto em banda Ku pode chegar a quase 2 dB/km. O que isso significa?

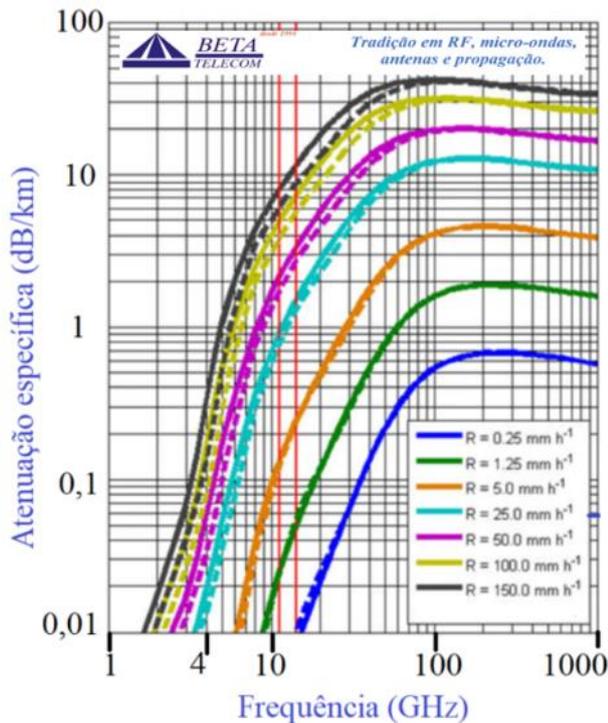
Se a chuva tem uma extensão de 10 km, a atenuação em banda C será de 0,2 dB. Mas em banda Ku será de 20 dB! Esse valor de atenuação já é difícil de ser compensado pelas margens de transmissão e recepção dos sistemas de satélites. Mas quando a precipitação atinge valores da ordem de 50 mm/h, ou mais, as atenuações ficam muito grandes, e impossíveis de serem compensadas pelos sistemas de transmissão e recepção em banda Ku.

Durante as transmissões em banda Ku, o sistema de transmissão pode aumentar sua potência de até 10 vezes (10 dB), se a chuva estiver no site de transmissão. Mas mesmo essas atuações não são suficientes para compensar perdas provocadas por chuvas torrenciais, e a recepção de sinal no satélite pode cair completamente.

**Tabela 1 – Classificação de chuvas**

Classificação de chuvas	
mm/h	Tipo de chuva
2,5	fraca
12,5	média
25	pesada
50	forte
100	torrencial (tropical)

A disponibilidade D de um sistema é definida pela porcentagem de tempo anual em que o sistema fica em funcionamento. Por exemplo, um sistema com D=100% não para de funcionar. Já um sistema com D=99,99 % fica fora do ar aproximadamente 52 minutos por ano (veja o cálculo [aqui](#)).



**Figura 1 – Valores de atenuações de chuva, de acordo com a frequência e precipitação pluviométrica.**

### III. Consequências das atenuações de chuvas no site de recepção

A condição de atenuação por chuva pode não estar ocorrendo no site de transmissão, mas pode estar ocorrendo no site de recepção.

A melhor condição de recepção em banda Ku é o chamado “céu azul”, totalmente limpo. Mesmo umas poucas nuvens carregadas já podem produzir alguma atenuação do sinal em banda Ku. Essa atenuação aumenta, à medida que a chuva cai, e se torna mais forte.

Sistemas de recepção bem instalados, com especificações verificadas, e garantidas, sofrem menos influência, ou seja, aguentam mais tempo no ar do que o sistema desconhecido, com instalação precária, e erros de apontamento das antenas.

Por isso, é necessário que o sistema de recepção que fica na casa do usuário seja dimensionado corretamente, para poder lidar com as chuvas, e

não ser desconectado precocemente. É importante conhecer as principais características da antena e dos LNBFs utilizados, para poder avaliar qual a quantidade de precipitação vai tirar o sinal fora do ar.

A Beta Telecom desenvolveu um sistema de análise, baseado nas características dos sistemas de recepção, na estatística pluviométrica de cada região, e apontamento da antena, de forma a poder avaliar a chamada disponibilidade do sistema em cada local do país.

Sistemas em banda C tem disponibilidade de aproximadamente 100%, pois não são afetados por chuvas. Mas sistemas em banda Ku terão a disponibilidade diminuída, dependendo da qualidade do sistema de recepção. Quanto pior for o sistema de recepção, mais cedo o sistema sai do ar com a precipitação da chuva em aumento progressivo.

Locais situados nas bordas de iluminação do satélite (veja Figura 2) são os mais prejudicados, por já terem potência de sinal menor que as regiões centrais do feixe.



**Figura 2 – Exemplo de iluminação do território brasileiro por um satélite em banda Ku (footprints). As cores mais escuras indicam maior nível de sinal.**

**Obs: referências na NT BT72 completa.**