

4 Análise de Resultados Numéricos

Neste capítulo, apresentar-se-ão os dados de entrada da simulação, as bases de dados de edificações utilizadas, os dados das constelações utilizadas e o número de observadores por base de dados, entre outros. Em seguida, são analisados os resultados das simulações, realizadas para o período de 30 dias, com 5 segundos de intervalo entre passos consecutivos. No presente estudo, foram considerados apenas os satélites com elevações superiores a 10° .

4.1. Bases de Dados de Edificações e Número de Observadores:

Conforme fora dito anteriormente, adotaram-se nas simulações quatro diferentes regiões da cidade do Rio de Janeiro. São elas: Ipanema, Copacabana, Tijuca e Colégio / Irajá.

O critério para a escolha destas regiões foi baseado na distribuição das alturas das edificações presentes em cada uma destas bases. Optou-se por escolher regiões que apresentassem diferentes distribuições de alturas (figura 4-1) e que fossem representativas de cenários com graus de urbanização diferentes, uma vez que, entre os objetivos das simulações em questão, está o estudo da influência do fator urbanização.

A figura 4.1 mostra que a distribuição de altura de prédios de Copacabana é fortemente concentrada de forma aproximadamente simétrica entre as alturas de 35m e 55m, sendo mais provável a altura de 44m. Observa-se, ainda, uma distribuição secundária de alturas aproximadamente uniforme entre 7m e 35m e uma componente residual entre as alturas de 55m e 70m.

A distribuição correspondente à região de Ipanema apresenta uma componente assimétrica principal entre as alturas de 17m e 50m, com o valor mais provável de 23m. Adicionalmente, apresenta um pico secundário centrado em 9m e de largura total igual a 12m e uma componente residual entre as alturas de 50m e 70m.

Por outro lado, a distribuição de alturas da Tijuca apresenta um pico aproximadamente simétrico centrado em 8m e de largura total igual a 10m. A este pico se superpõe uma distribuição secundária aproximadamente uniforme entre 14m e 30m. Em seguida a distribuição decresce continuamente até a altura de 60m.

Finalmente, a distribuição correspondente à região de Colégio / Irajá apresenta uma componente assimétrica principal entre as alturas de 1m e 14m, com o valor mais provável de 4m. A esta componente se soma uma distribuição secundária aproximadamente uniforme entre 15m e 25m. Em seguida, a distribuição decresce continuamente até a altura de 50m.

A tabela 4-1 reapresenta o número de edificações e o número de observadores existentes em cada região.

Região	Número de Edificações	Número de Observadores
Copacabana	8831	373
Ipanema	5454	307
Tijuca	13275	347
Colégio / Irajá	12946	286

Tabela 4-1 – Número de observadores e prédios para cada região simulada.

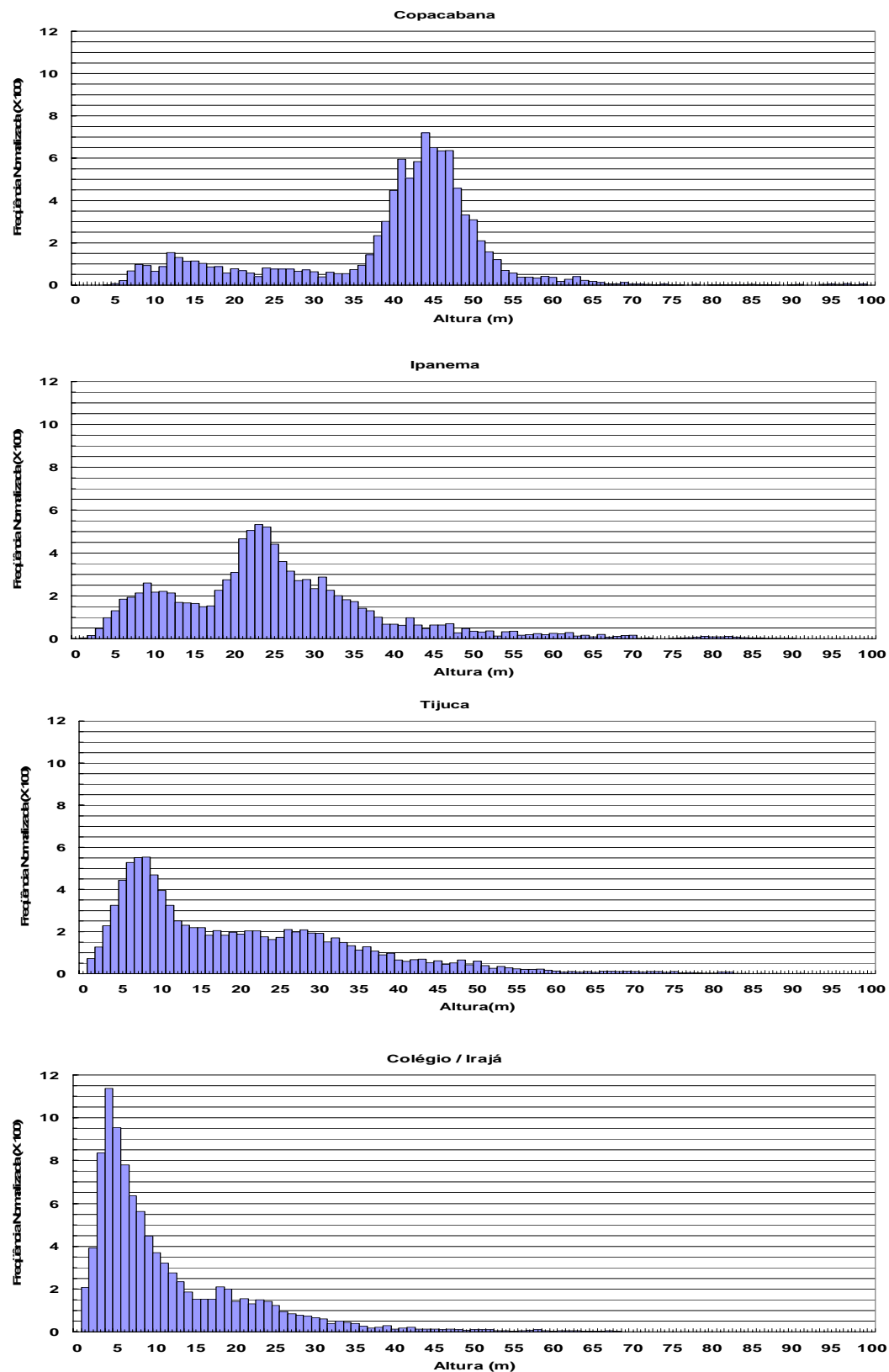


Figura 4-1 – Perfis de distribuição de alturas para os bairros de Copacabana, Ipanema, Tijuca e Colégio / Irajá, respectivamente e do alto para baixo.

4.2.

Constelações de Satélites:

Adotaram-se três constelações de satélites para estudo de caso: Globalstar, Iridium e ICO. As duas primeiras são constelações de satélites de órbitas baixas e a terceira apresenta uma órbita intermediária. A intenção ao se escolher constelações com características orbitais diferentes foi observar o comportamento das estatísticas apresentadas, em cada uma das regiões simuladas, para tipos diferentes de constelações e não uma comparação entre constelações de naturezas orbitais diferentes. Apresentam-se, na tabela 4-1, algumas das características das constelações citadas.

Órbitas e suas Geometrias	ICO	Globalstar	Iridium
Classe Orbital	Intermediária (MEO)	Baixa (LEO)	Baixa (LEO)
Altitude (Km)	10390	1410	780
Número Total de Satélites	10	48	66
Número de Planos Orbitais	2	8	6
Inclinação do Plano Orbital	45°	52°	86.4°
Período (min)	360,9	114,0	100,1
Tempo que cada Satélite fica visível (min)	115,6	16,4	11,1

Tabela 4-2 – Dados a respeito de órbitas e geometrias das constelações de satélites em estudo.

Para efeito de simplificação, adotou-se em todas as constelações órbitas com excentricidade nula (circulares). Cabe ressaltar aqui que, dentre as constelações adotadas, mesmo as que não possuem órbitas circulares, como é o caso da constelação Iridium, possuem excentricidades de suas órbitas com valores próximos de zero.

4.3. Estatísticas de Disponibilidade:

Analisam-se a seguir as estatísticas de disponibilidade referentes aos casos selecionados. Serão apresentadas e analisadas distribuições de combinação de estados de percurso, distribuições de desvanecimento para quatro esquemas de diversidade, distribuições cumulativas de número e duração de eventos e inter-eventos de desvanecimento. Espera-se, nestas análises, estimar a influência da distribuição das alturas de prédios das regiões e geometria orbital das constelações na disponibilidade dos sistemas em estudo.

4.3.1. Combinação de Estados de Percursos:

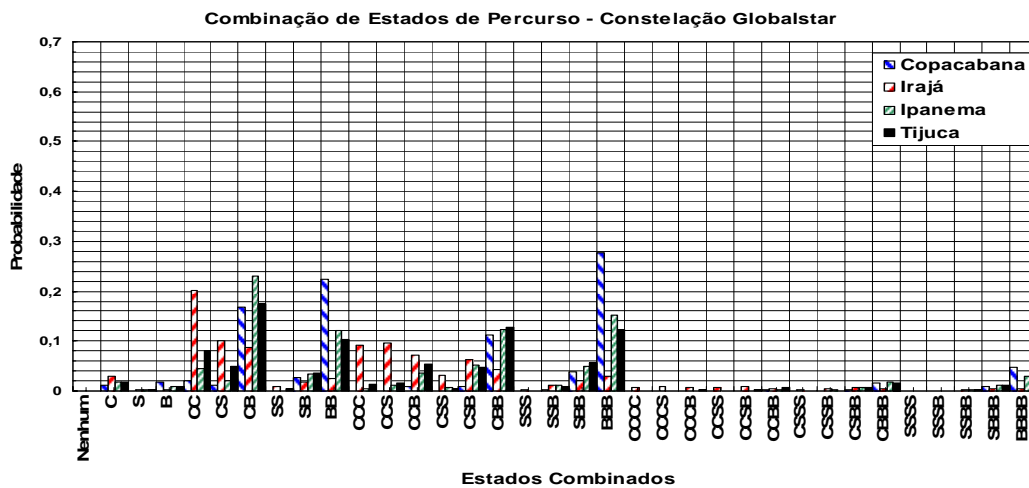
O conhecimento do número de satélites com elevações superiores ao limiar e seus respectivos estados de percursos (livre, sombreado ou bloqueado) é um dado importante na análise de esquemas de diversidade e modelamento de procedimentos de *handover*.

Espera-se que constelações que apresentem percentuais de ocorrência de estados combinados com desempenho melhor, para uma dada região geográfica, exijam também menores margens de desvanecimento. Espera-se, também, que constelações que apresentem maiores números de satélites visíveis simultaneamente apresentem maiores ganhos de diversidade, quando comparados à recepção utilizando um satélite apenas. Nesse caso, o sinal do satélite mais elevado tem sido adotado como referência [1],[2],[6] e [7].

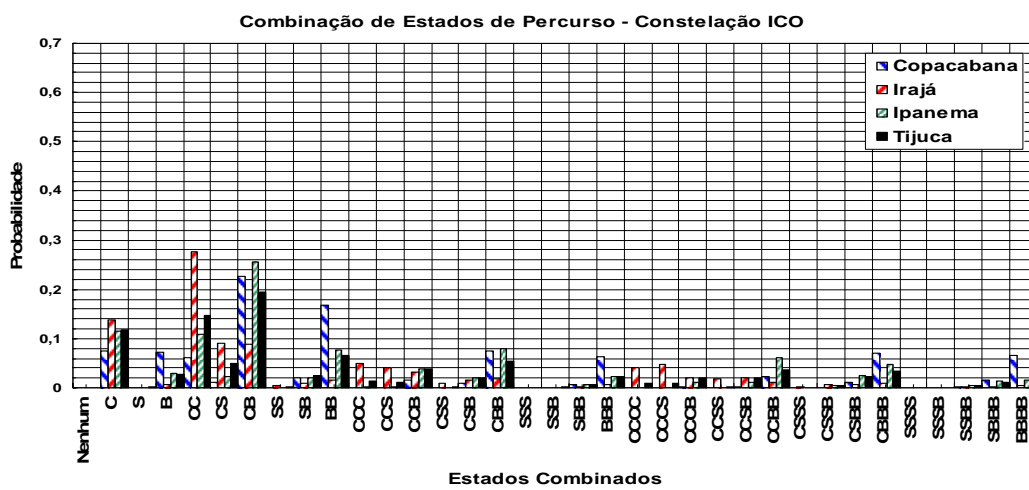
Ao se confrontarem os dados fornecidos pela figura 4-2, observa-se que a influência de cada região analisada guarda uma influência direta com a presença de estados com melhor desempenho.

Observa-se que bairros como Copacabana e Ipanema, que apresentam perfis mais elevados de edificações, apresentam maiores percentuais de ocorrências de estados com desempenhos piores, quando comparados com regiões como Tijuca e Irajá, que apresentam perfis mais baixos de edificações.

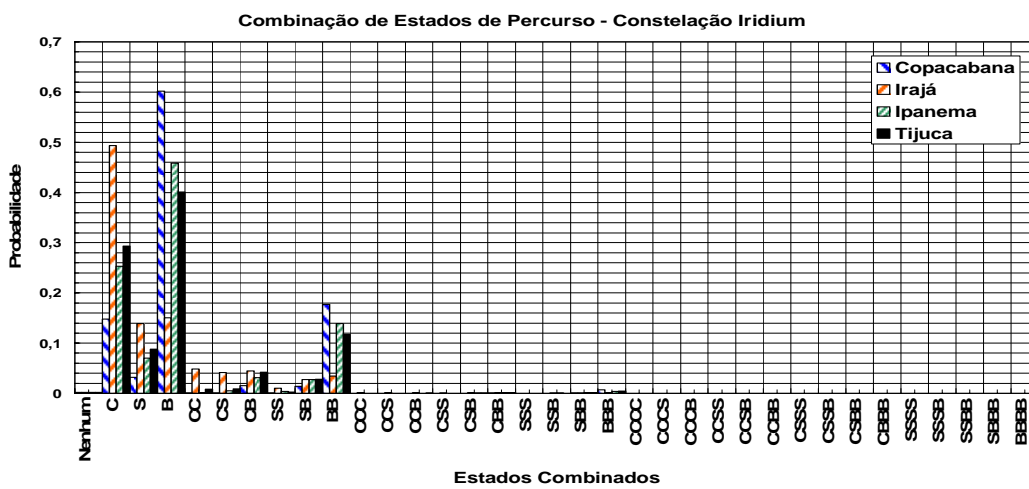
Em média, o observador que se encontre em uma dada região com maior probabilidade de ocorrência de edificações com alturas mais elevadas também terá maiores chances de se encontrar em um estado com desempenho inferior [1], [2], [6] e [7].



(a)



(b)



(c)

Figura 4-2 – Comparação entre as constelações: (a) Globalstar, (b) ICO e (c) Iridium; Levando-se em consideração todas as regiões em estudo.

4.3.2. Influência da Distribuição de Alturas de Prédios e da Combinação de Estados:

Ainda conforme [1], [2], [6] e [7], regiões geográficas que apresentaram maiores ocorrências de estados combinados com melhores desempenhos também apresentaram maiores reduções nas margens de desvanecimento necessárias ao se adotarem esquemas de diversidade. Em nenhuma das referências são apresentadas, senão qualitativamente, análises da influência topográfica nas distribuições de desvanecimento.

Copacabana:

Pode-se observar que, para o caso de Copacabana (painel superior da figura 4-3):

1. Globalstar e ICO possuem distribuições de estados semelhantes, Globalstar apresentando maiores ocorrências de estados combinados que ICO e esta última apresentando um percentual mais elevado de ocorrência de estados simples;
2. Iridium apresenta em torno de 80% de suas ocorrências de estados, concentradas em estados simples (apenas um satélite com elevação superior ao limiar).

O reflexo dos fatores citados acima pode ser visualizado nos três painéis inferiores da figura 4-3. Nos casos das constelações ICO e Globalstar:

3. ICO apresenta desempenho ligeiramente melhor, quando comparada a Globalstar e Iridium, ao se analisar a recepção utilizando-se o satélite de ordem um e o satélite de maior elevação. Isto pode ser justificado pelo item um;
4. Globalstar apresenta melhores ganhos de diversidade e, conseqüentemente, exige margens de desvanecimento inferiores, ao se considerarem esquemas de diversidade de combinação coerente e comutação, quando comparada a ICO e Iridium.
5. Em ambos os casos, a utilização do esquema de diversidade por combinação coerente se apresenta como melhor opção de esquema de recepção. No entanto, no caso de ICO, a diferença entre os ganhos resultantes do uso das diversidades de combinação coerente e de comutação é relativamente pequena.

No caso da constelação Iridium, em função do elevado percentual de ocorrência de estados simples, a diferença entre a recepção considerando esquemas utilizando apenas um satélite e a recepção que faz uso de esquemas utilizando mais de um satélite é muito pequena. Apesar destes fatos, conserva-se a tendência de uma redução maior nas margens de desvanecimento ao se utilizar o esquema de diversidade por combinação coerente em detrimento dos demais esquemas de recepção.

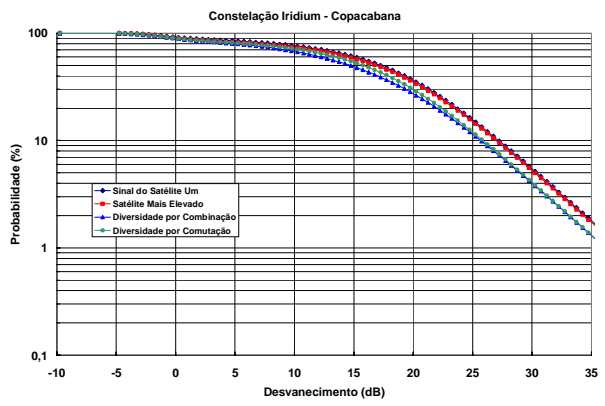
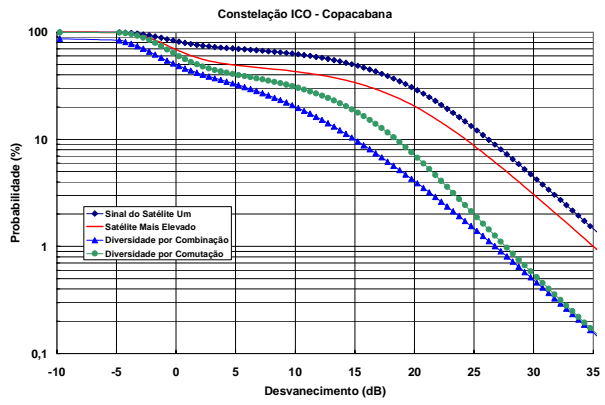
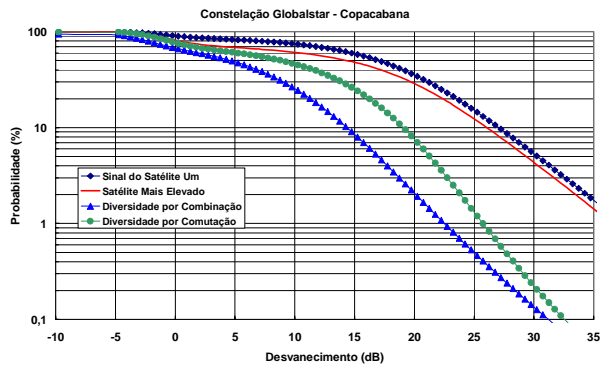
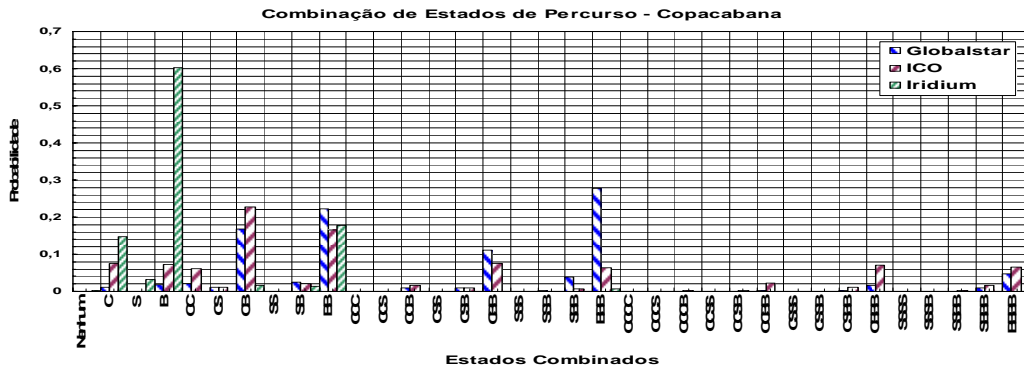


Figura 4-3 – Comparação, para a região de Copacabana (1º gráfico), entre as constelações Globalstar, ICO e Iridium (2º , 3º e 4º gráficos, respectivamente e do alto para baixo).

Irajá:

Pode-se observar, para o caso de Irajá (figura 4-4), que:

1. Globalstar possui sua distribuição de ocorrência de estados mais uniformemente distribuída ao longo de estados combinados, com predominância nos estados em que ocorrem dois e três satélites simultaneamente;
2. ICO apresenta uma maior concentração de ocorrência de estados simples e estados combinados com 2 satélites;
3. Iridium mantém a tendência observada no caso de Copacabana, de suas ocorrências de estados estarem concentradas em estados simples (apenas um satélite).

O reflexo dos fatores citados acima pode ser visualizado na figura 4-4. Nos casos das constelações ICO e Globalstar:

4. ICO apresenta um melhor desempenho global ao se considerar todos os esquemas de diversidade e todas as constelações;
5. Globalstar apresenta maiores ganhos de diversidade e conseqüentes diminuições de margens de desvanecimento mais elevadas, ao se considerar esquemas de diversidade de combinação coerente e comutação, se comparada à constelação ICO e Iridium;
6. Em ambos os casos a utilização do esquema de diversidade por combinação coerente se apresenta como melhor opção de esquema de recepção.

A constelação Iridium, conserva a tendência observada no caso de Copacabana de uma pequena diferença de desempenho observada entre os esquemas de diversidade avaliados, conservando-se, também, a tendência de uma redução maior nas margens de desvanecimento ao se utilizar o esquema de diversidade por combinação coerente em detrimento dos demais.

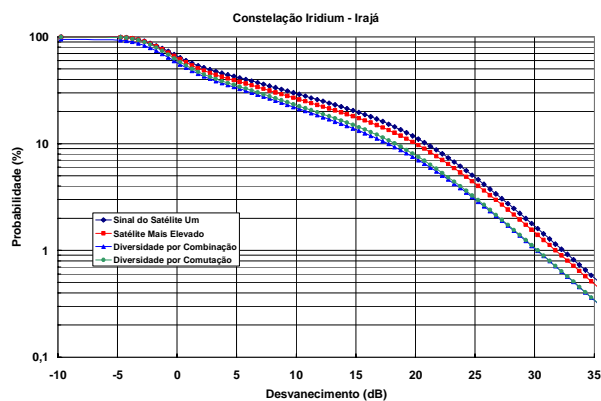
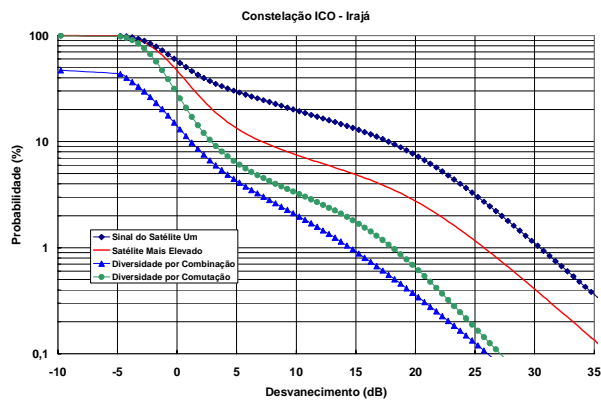
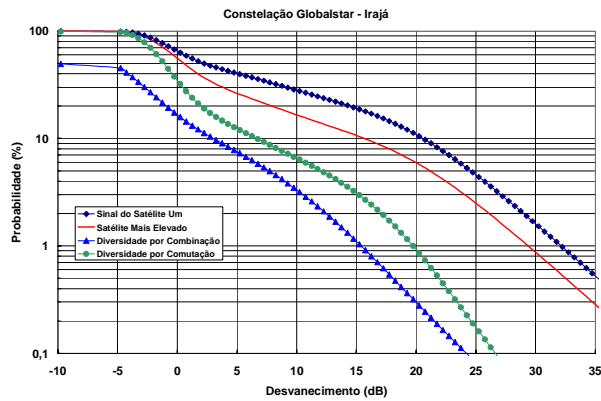
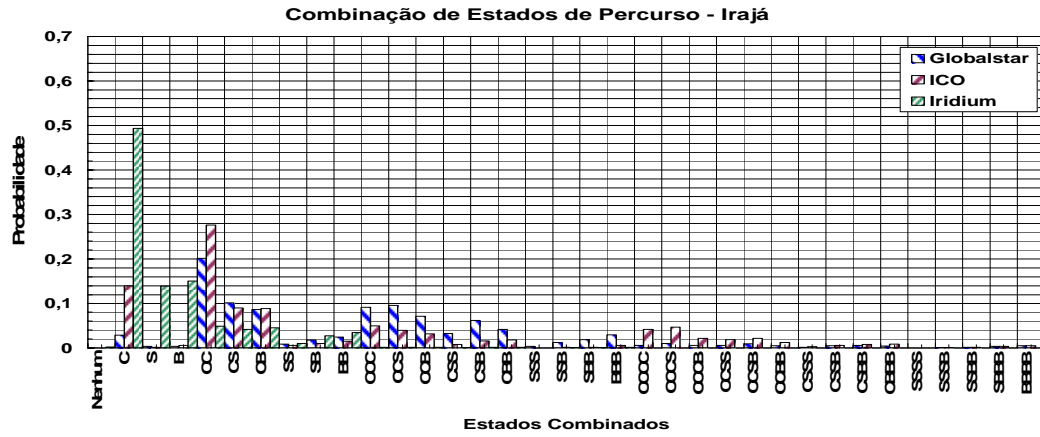


Figura 4-4 – Comparação, para a região de Irajá (1º gráfico), entre as constelações Globalstar, ICO e Iridium (2º , 3º e 4º gráficos, respectivamente e do alto para baixo).

Ipanema:

No caso do bairro de Ipanema, as mesmas tendências observadas entre as três constelações em análise nos casos anteriormente citados se conservam. Portanto, os resultados correspondentes serão apresentados sem comentários adicionais (figura 4-5).

Tijuca:

No caso do bairro da Tijuca, também se observam as mesmas tendências encontradas em todos os demais casos, quando analisados os desempenhos das três constelações em conjunto. Mais uma vez, os resultados correspondentes serão apresentados sem comentários adicionais (figura 4-6).

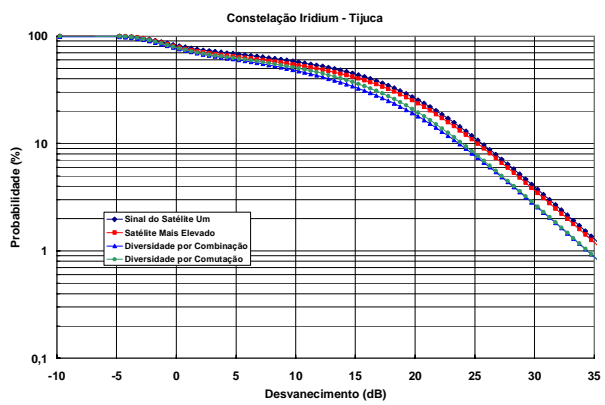
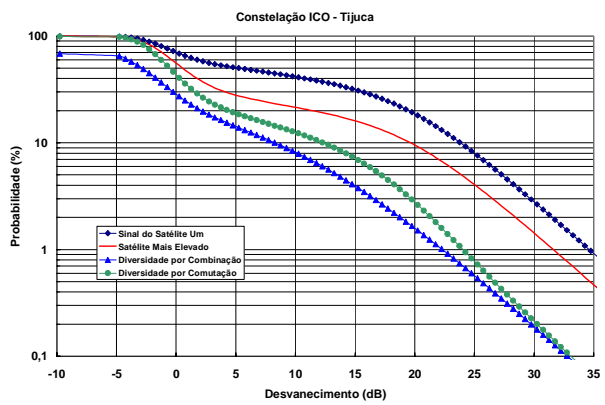
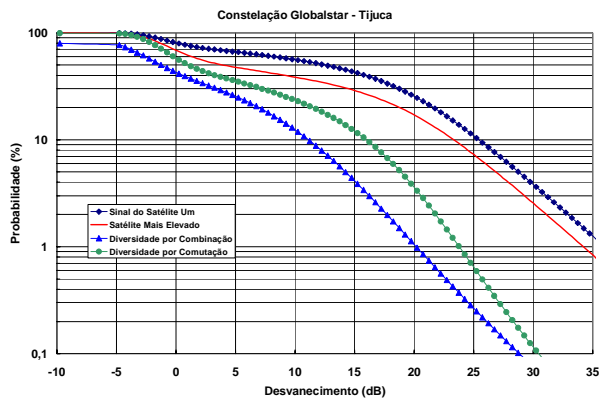
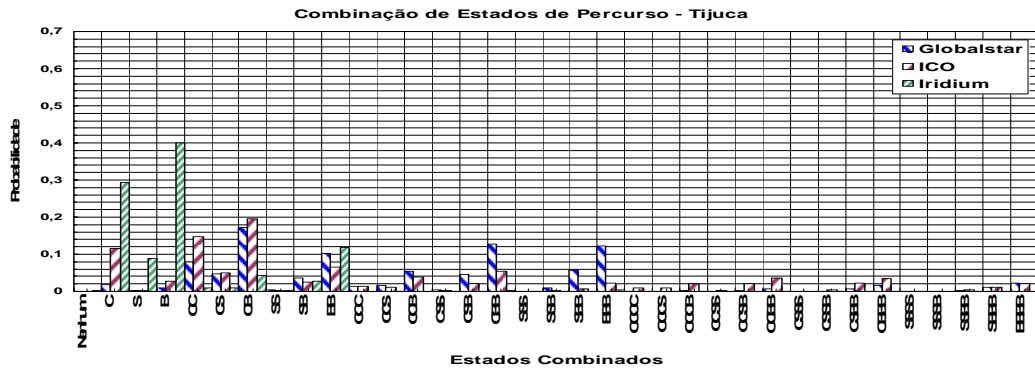


Figura 4-6 – Comparação, para a região de Tijuca (1º gráfico), entre as constelações Globalstar, ICO e Iridium (2º , 3º e 4º gráficos, respectivamente e do alto para baixo).

Ao se analisarem as diferenças obtidas entre as quatro regiões em estudo no tocante às distribuições de desvanecimento, observa-se que um melhor desempenho na recepção é obtido no bairro de Irajá, seguido por Tijuca, Ipanema e Copacabana, respectivamente e em ordem decrescente de desempenho. As diferenças entre os resultados correspondentes às três últimas regiões são relativamente pequenas, entretanto. A mesma seqüência se observa na figura 4-1, quando da análise dos perfis de alturas de edificações, já que Irajá apresenta um perfil mais baixo de alturas de edificações e Copacabana um perfil mais elevado, entre todos os casos de estudo.

Os resultados observados acima estão de acordo com os resultados apresentados em [1], [2], [6] e [7], onde encontraram-se distribuições cumulativas de desvanecimento que representavam condições de propagação mais desfavoráveis em cidades com maior grau de urbanização e conseqüentemente, edificações com maiores elevações.

4.4. Estatísticas de Número de Eventos de Desvanecimento:

Passa-se agora à análise das distribuições cumulativas de número de eventos de desvanecimento. Para obter os resultados apresentados na presente e nas seguintes seções, as durações dos eventos foram classificados em intervalos múltiplos de 10 s e em desvanecimentos múltiplos de 1 dB. O interesse por tais tipos de estatísticas reside na determinação e análise da indisponibilidade dos sistemas satélites em estudo.

Cabe aqui apresentar a influência de certos fatores tais como a topografia local e as ocorrências de combinações de estados de percursos. Não é intenção deste estudo o modelamento, segundo distribuições estatísticas previamente conhecidas, dos dados obtidos por meio das simulações [6], [7]. A grande quantidade de resultados apresentados na presente e nas seguintes seções não permite uma análise individualizada. Portanto, os mesmos serão inicialmente apresentados sem comentários na grande maioria dos casos e, nas seções 4.8 e 4.9, discutidos de forma geral.

Entre os casos analisados um não será apresentado: o caso da recepção utilizando-se o satélite um. Neste caso, como utilizou-se um satélite de ordem fixa, obtiveram-se estatísticas que representavam valores elevados de probabilidades de ocorrências de eventos e inter-eventos com durações muito extensas e limiares muito profundos de atenuação. Este fato se deve

principalmente ao fato deste satélite encontrar-se, em grande parte do tempo, fora de visibilidade para um dado observador, em uma base de dados qualquer. Na figura 4-7 pode-se observar um exemplo de resultado para o esquema de recepção utilizando-se o satélite um.

Os resultados serão apresentados segundo uma mesma seqüência, separados por:

- tipo de distribuição;
- constelação;
- esquema de recepção e;
- em grupos de quatro gráficos, um para cada região em estudo.

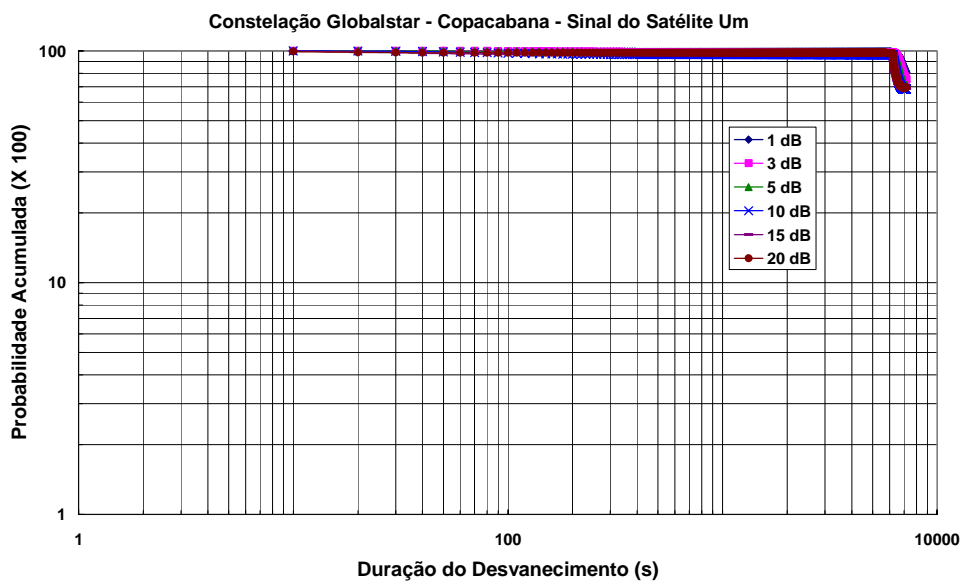


Figura 4-7- Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para o satélite um, da Constelação Globalstar, na região de Copacabana.

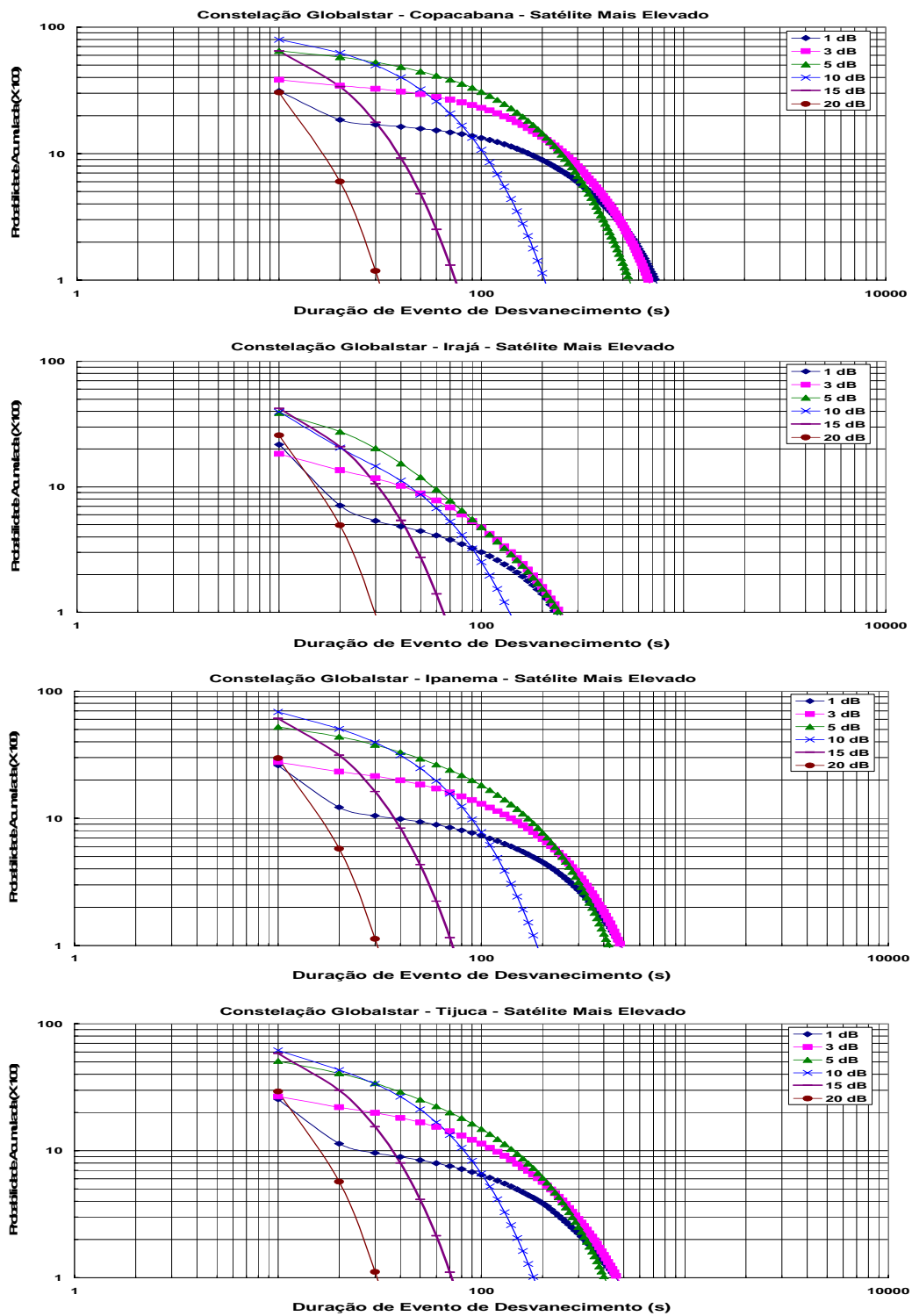


Figura 4-8 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

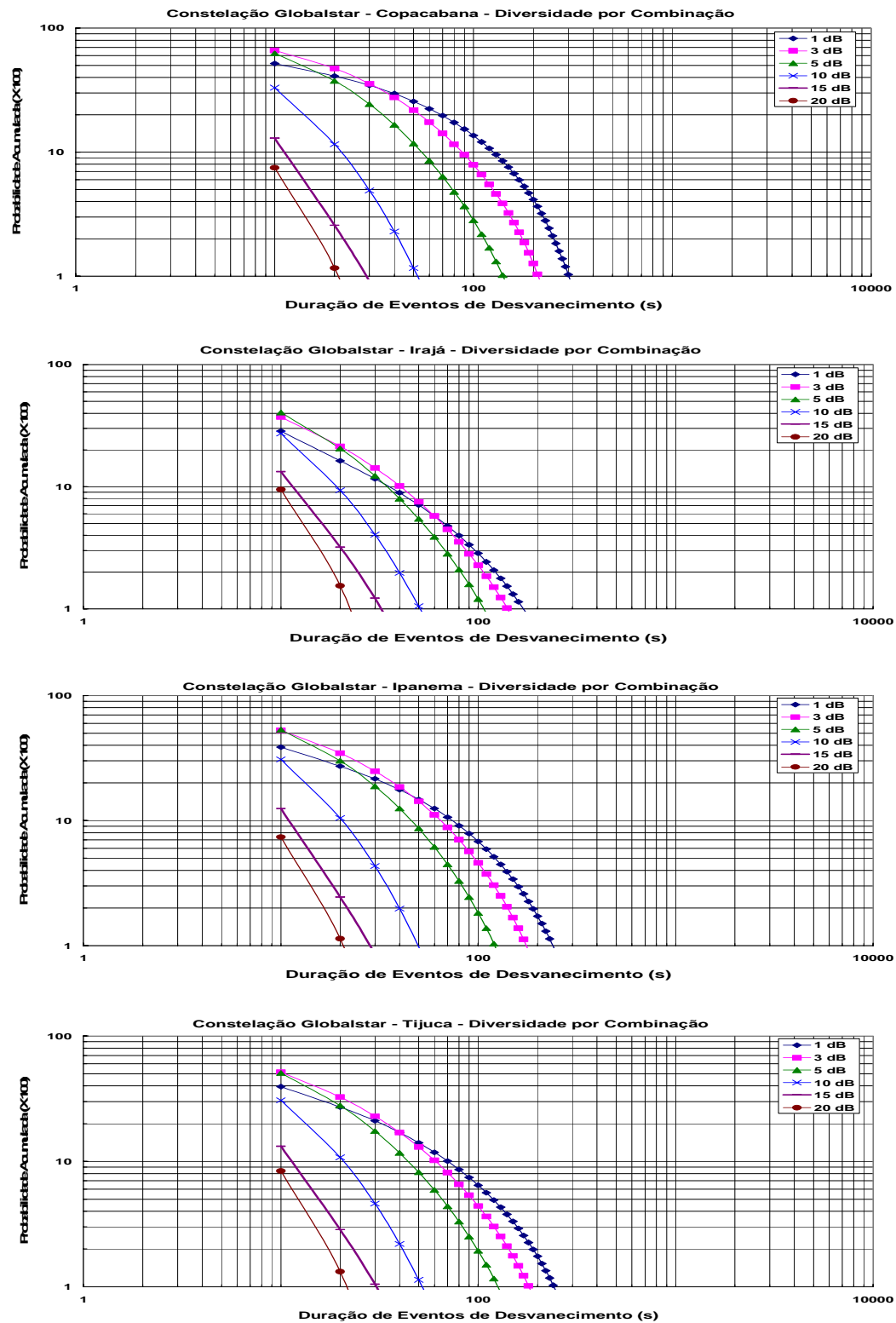


Figura 4-9 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

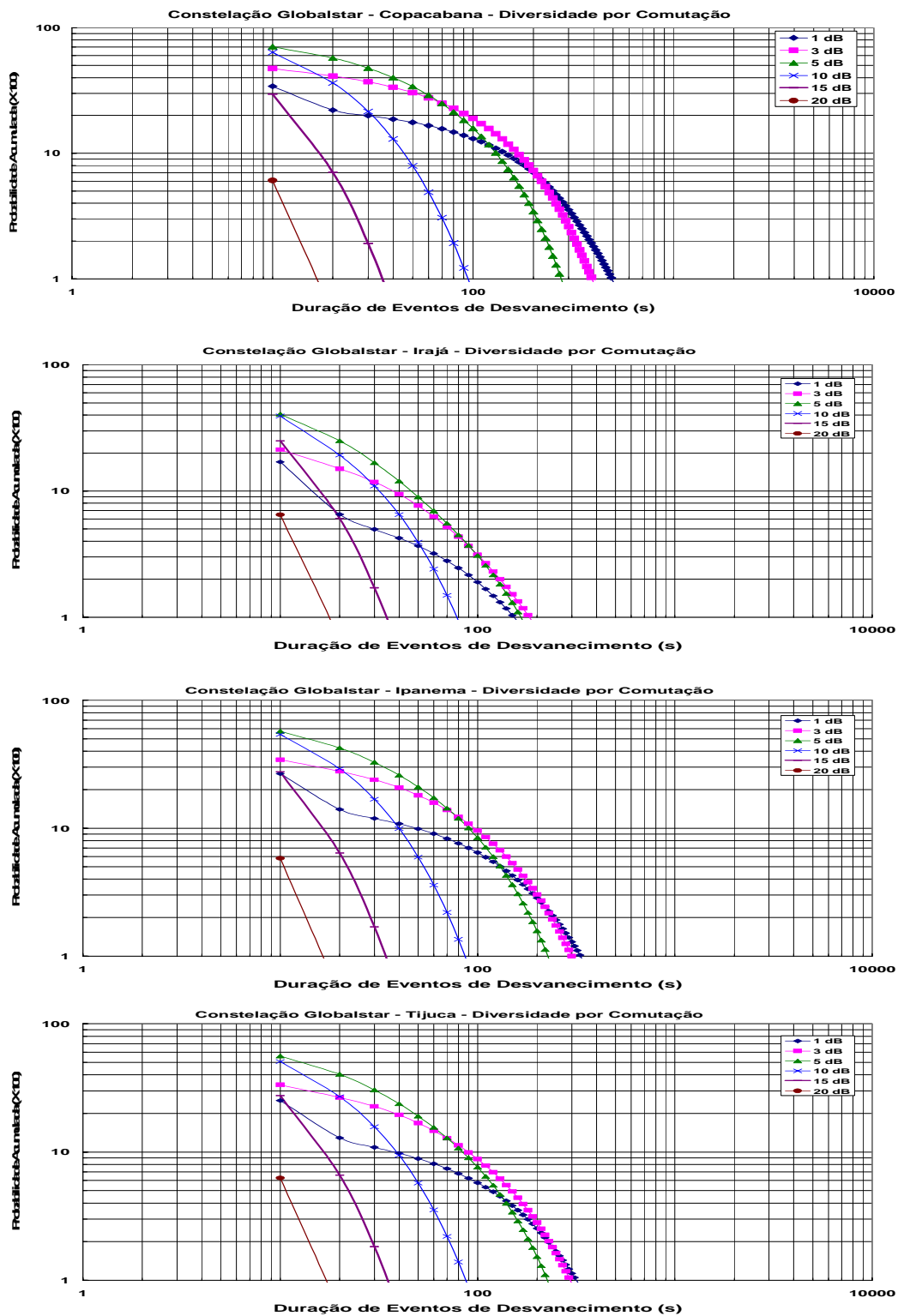


Figura 4-10 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

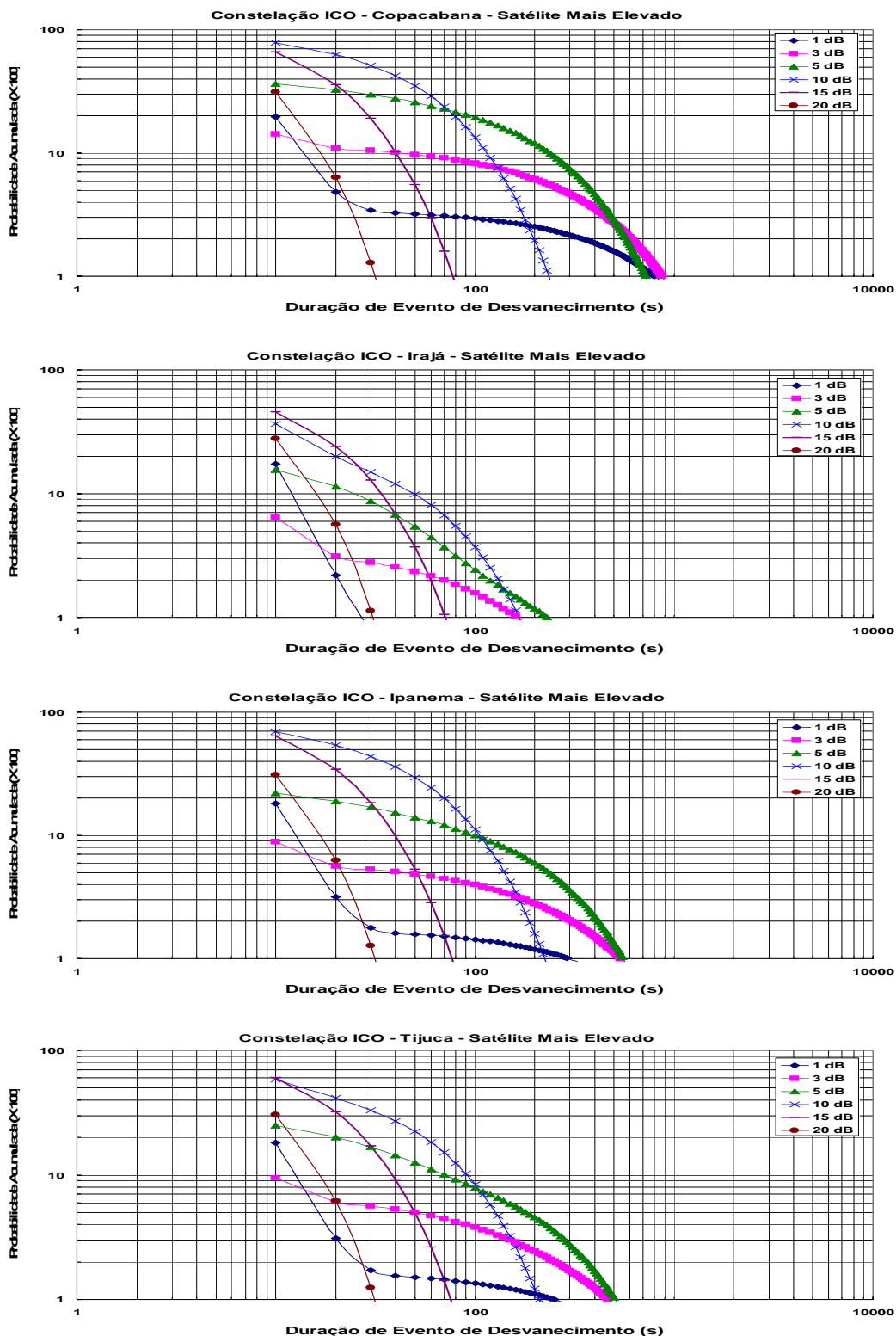


Figura 4-11 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

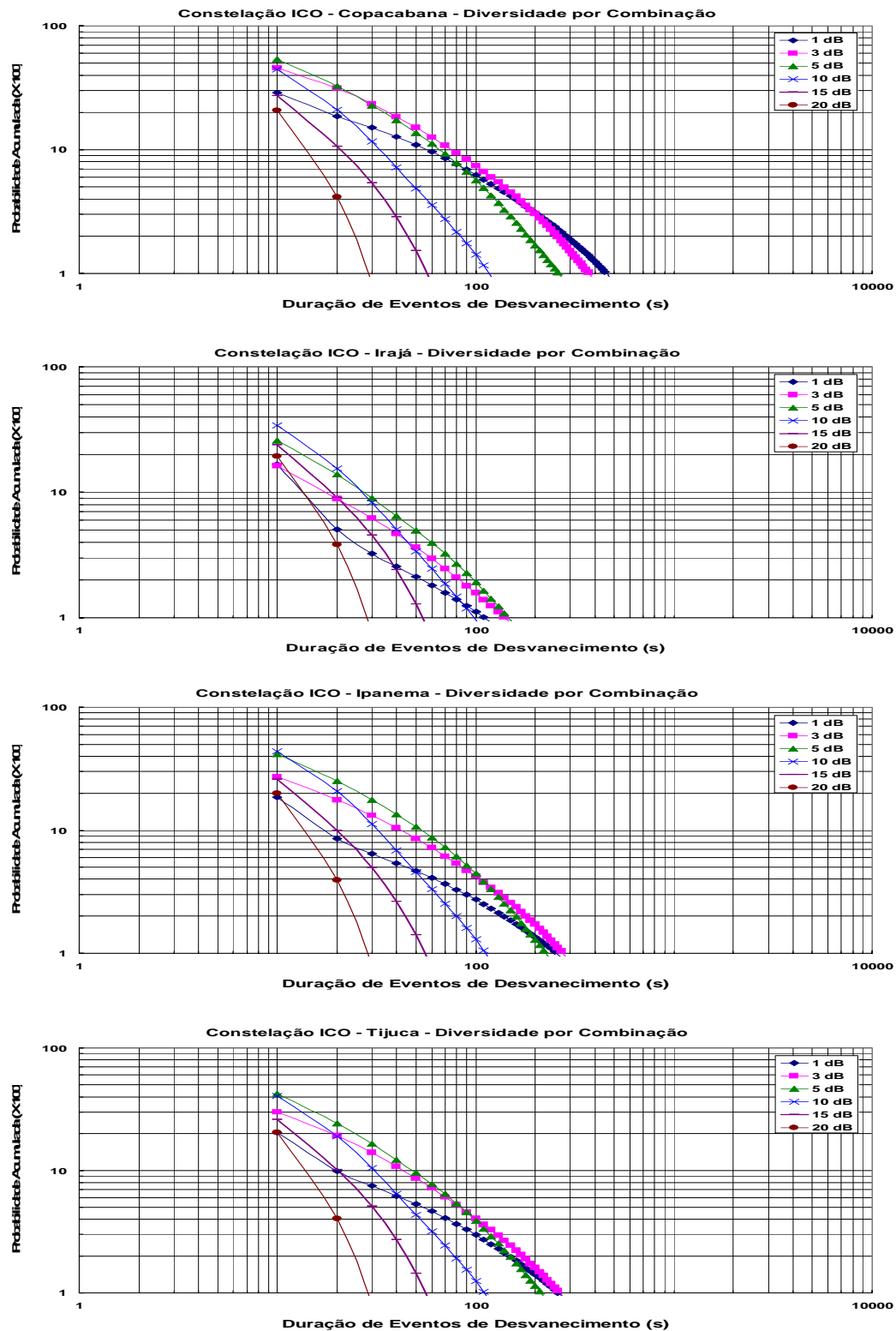


Figura 4-12 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

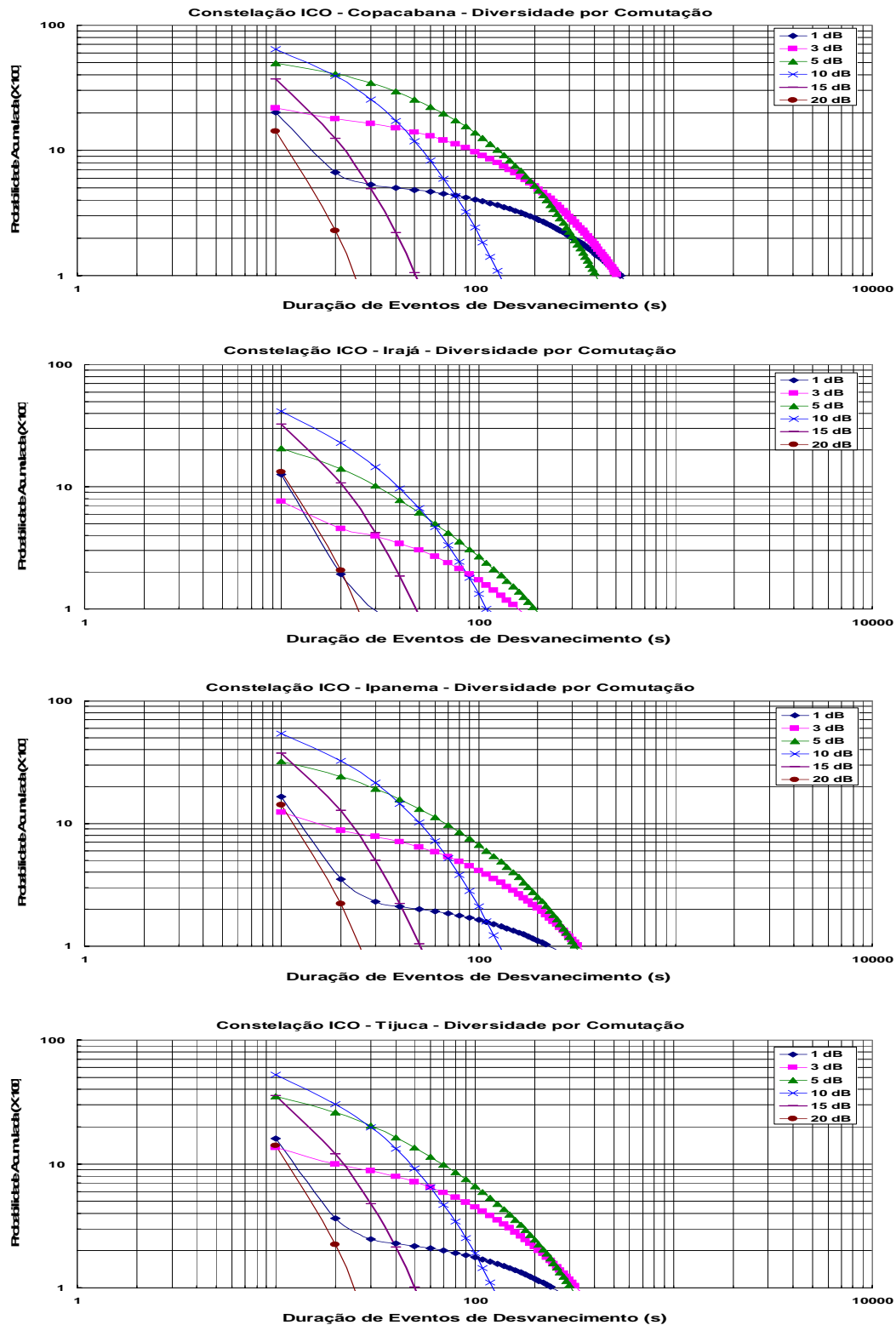


Figura 4-13 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

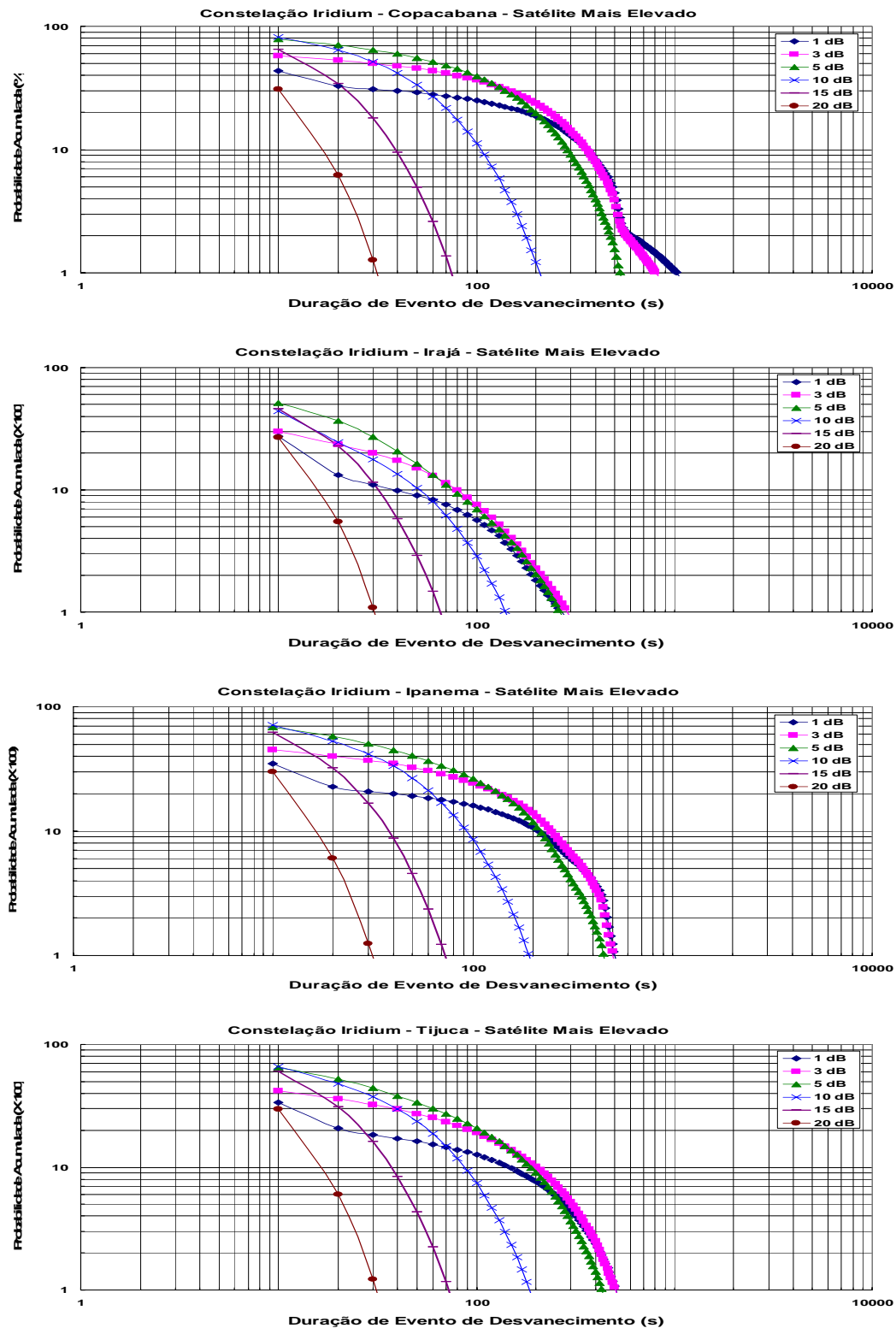


Figura 4-14 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

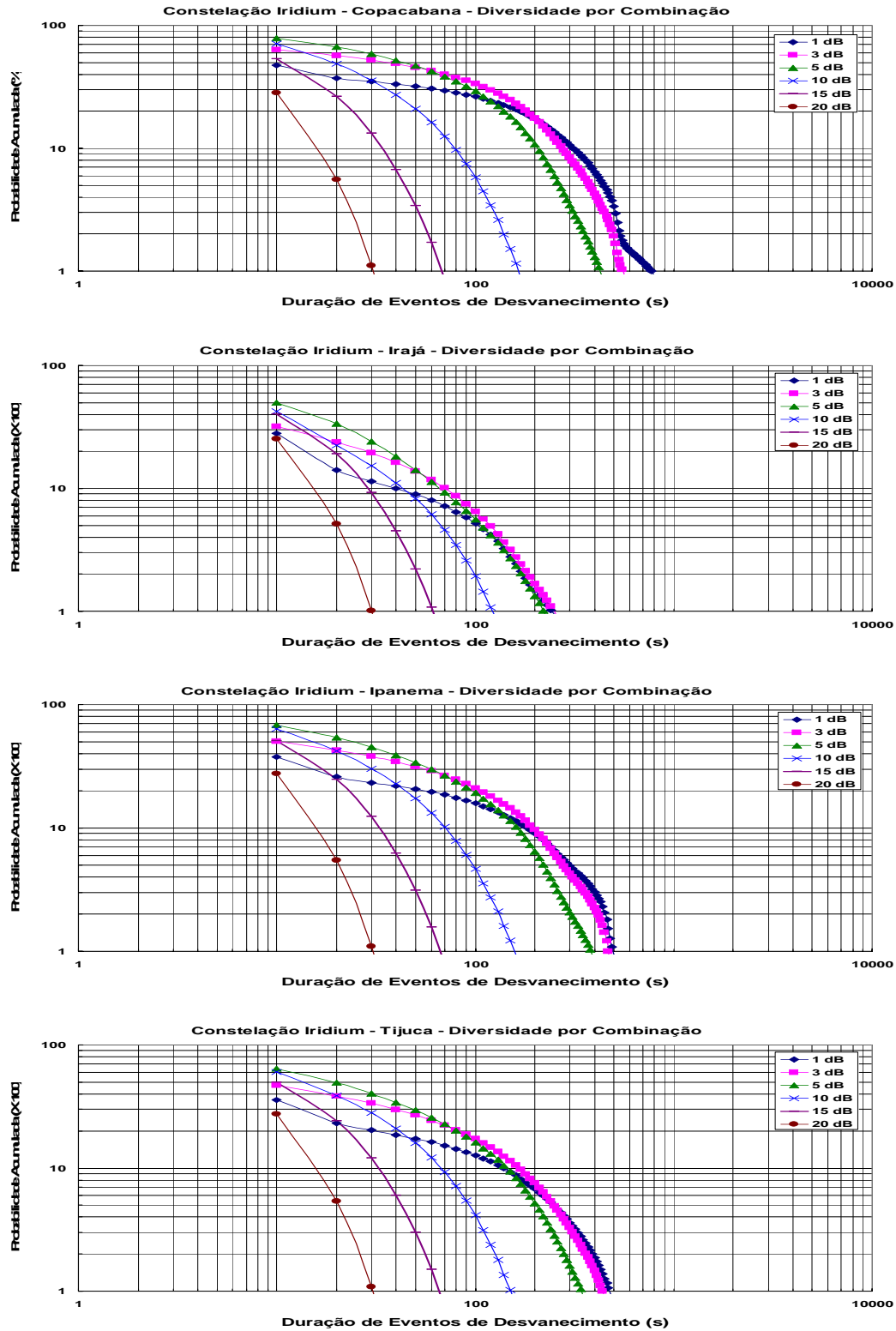


Figura 4-15 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

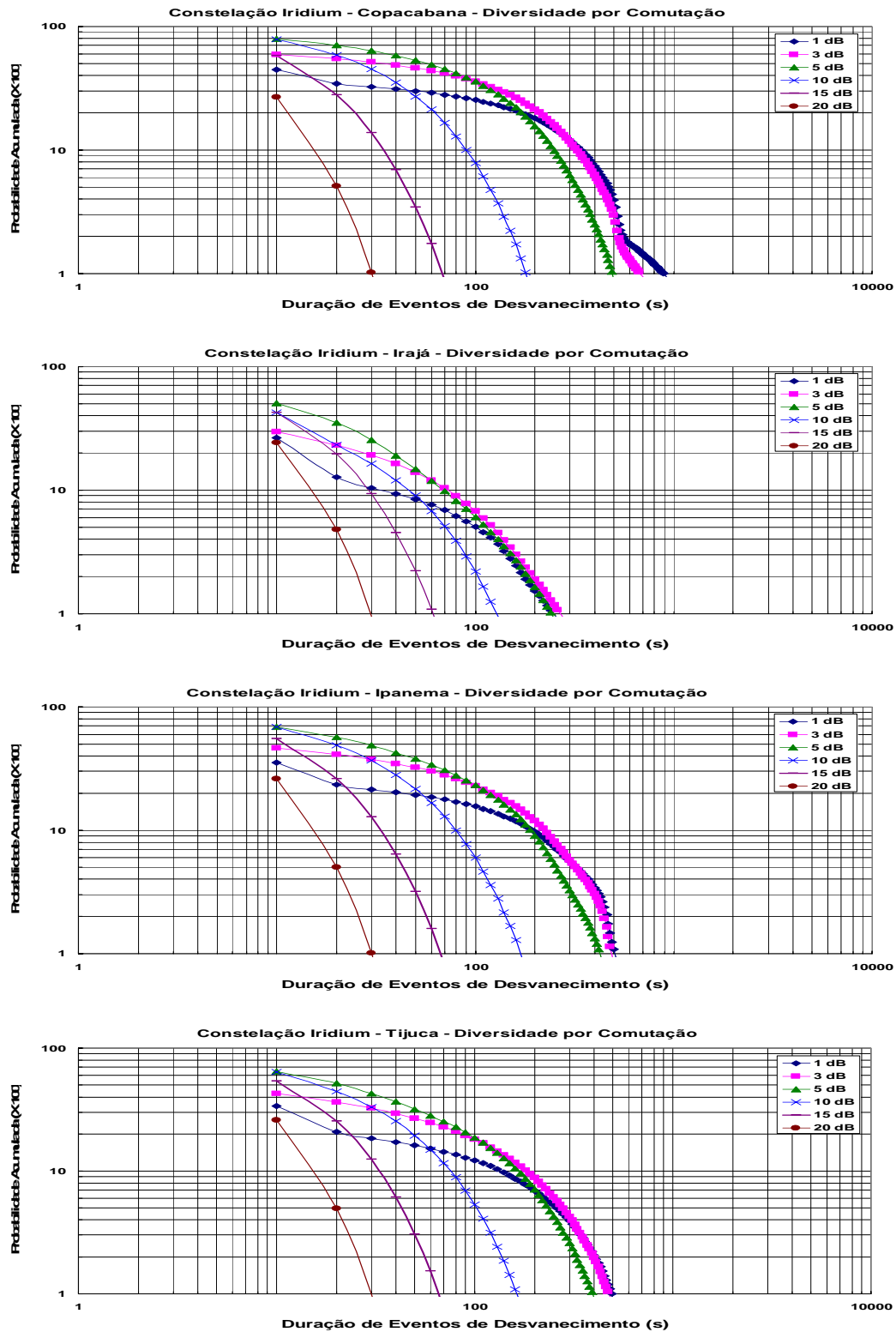


Figura 4-16 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

4.5. Estatísticas de Duração de Eventos de Desvanecimento:

Nesta seção, apresentam-se, segundo os mesmos critérios já expostos, a influência de fatores como a topografia local ao observador e a constelação satélite a ser simulada, nas distribuições cumulativas estimadas para duração de eventos de desvanecimento.

A apresentação dos resultados segue o mesmo padrão já adotado na seção anterior.

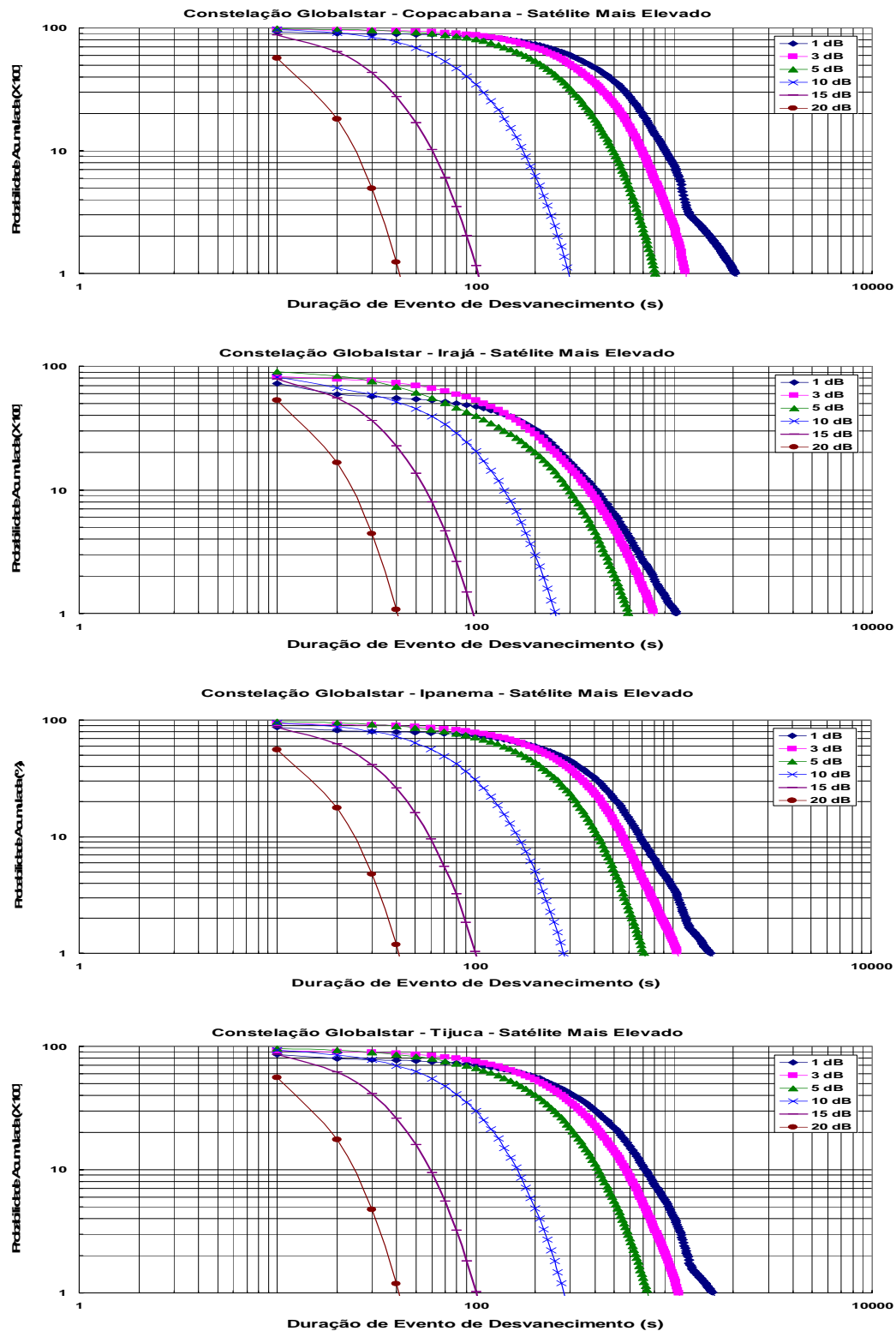


Figura 4-17 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

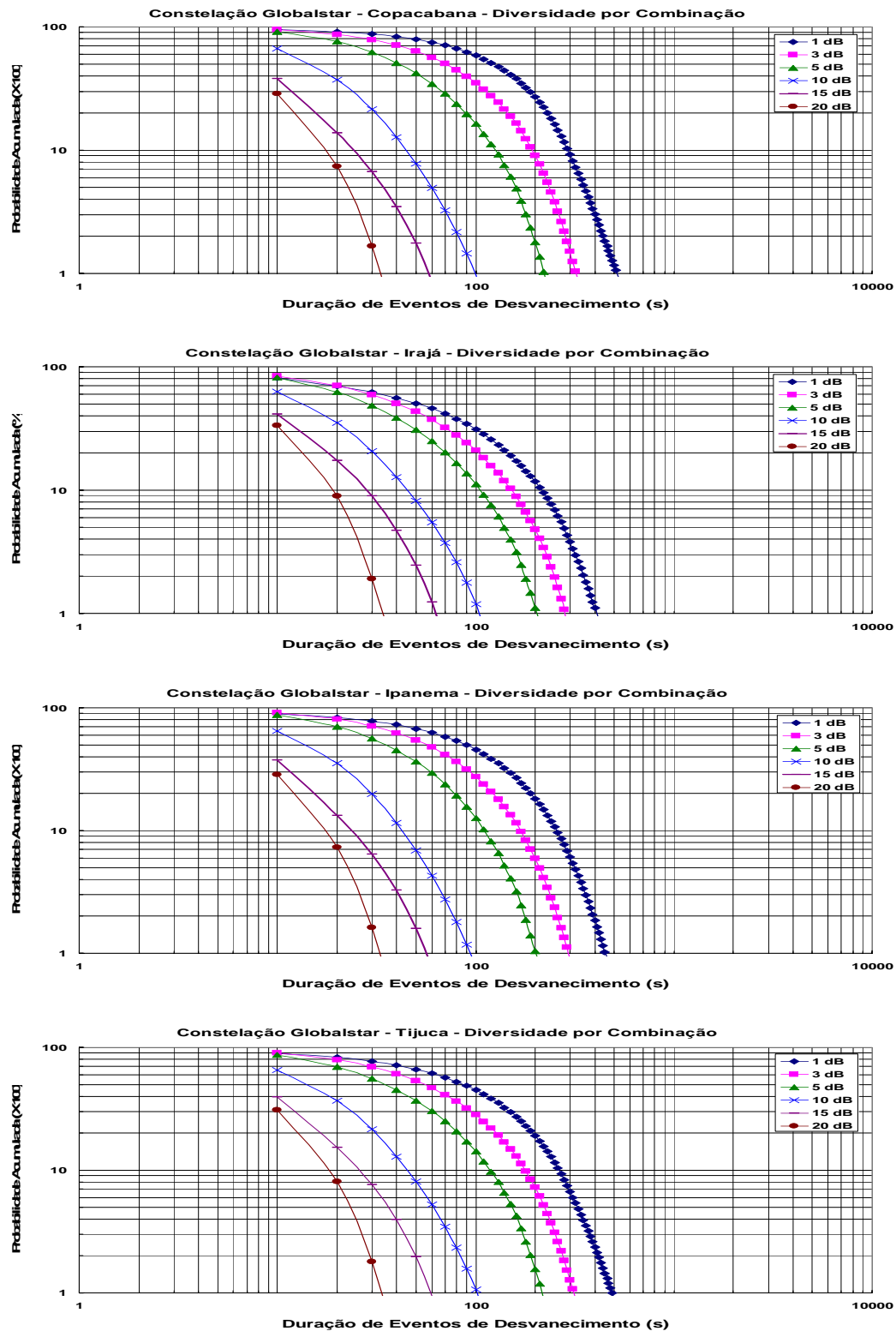


Figura 4-18 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

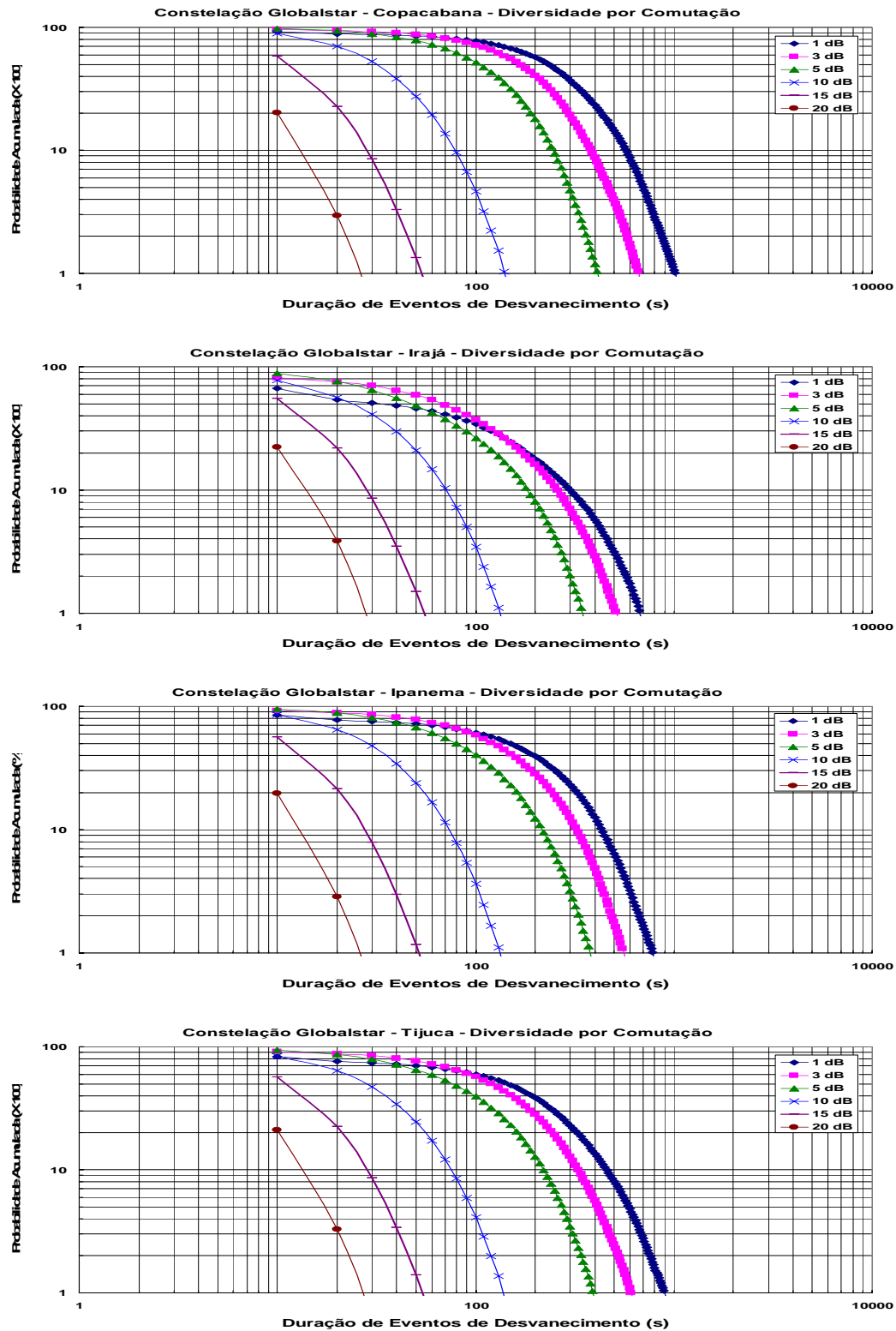


Figura 4-19 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

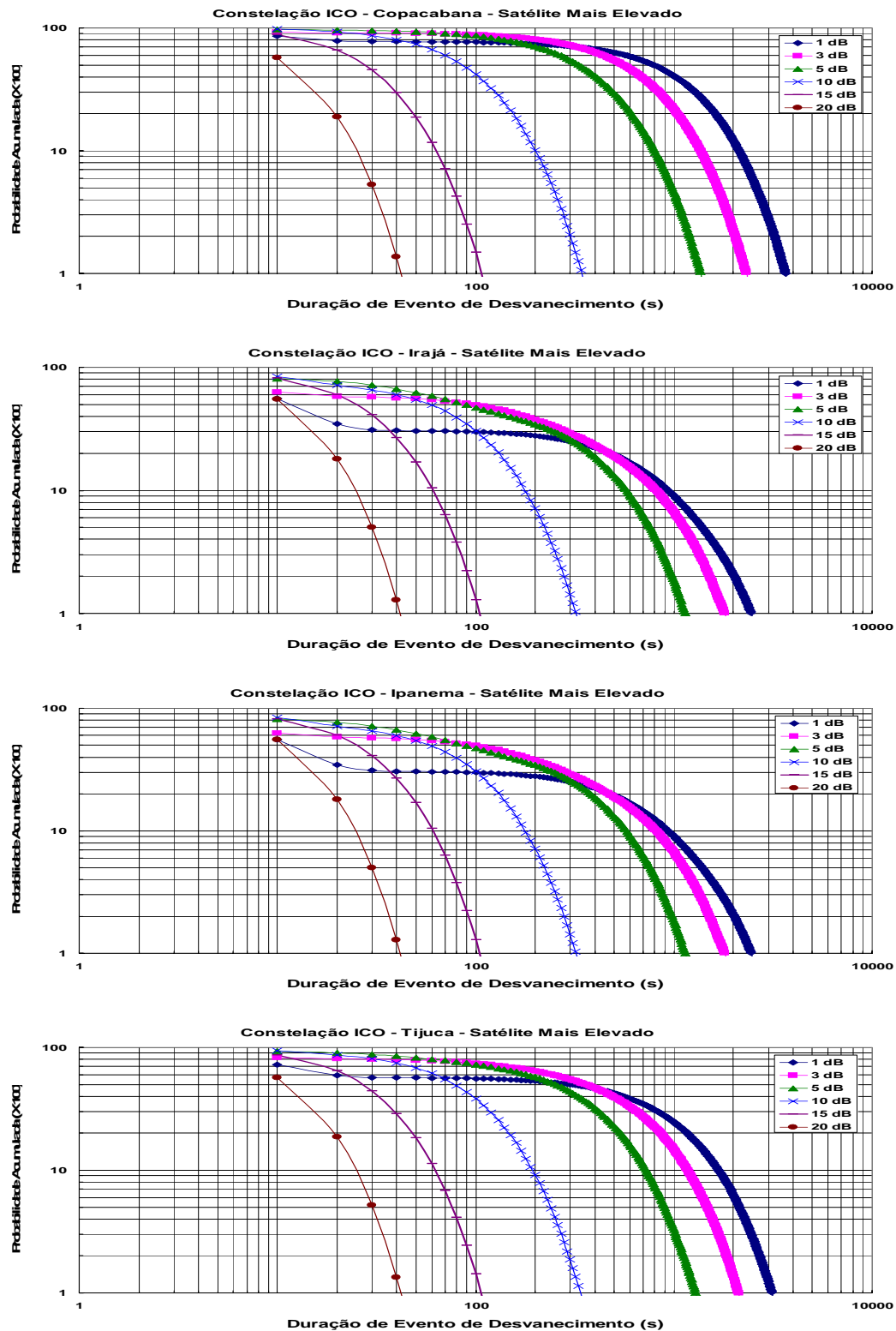


Figura 4-20 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para o satélite mais elevado, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

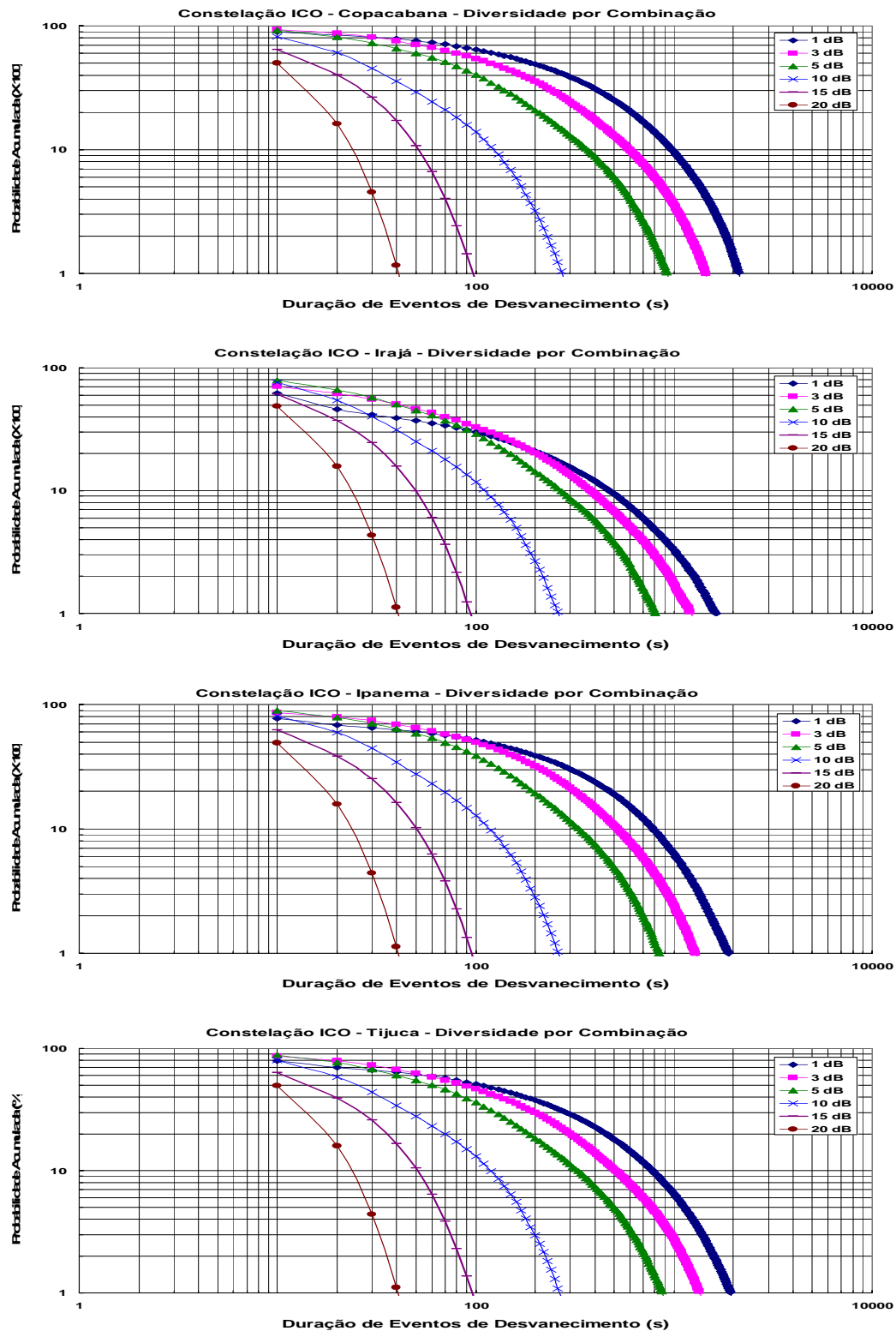


Figura 4-21 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

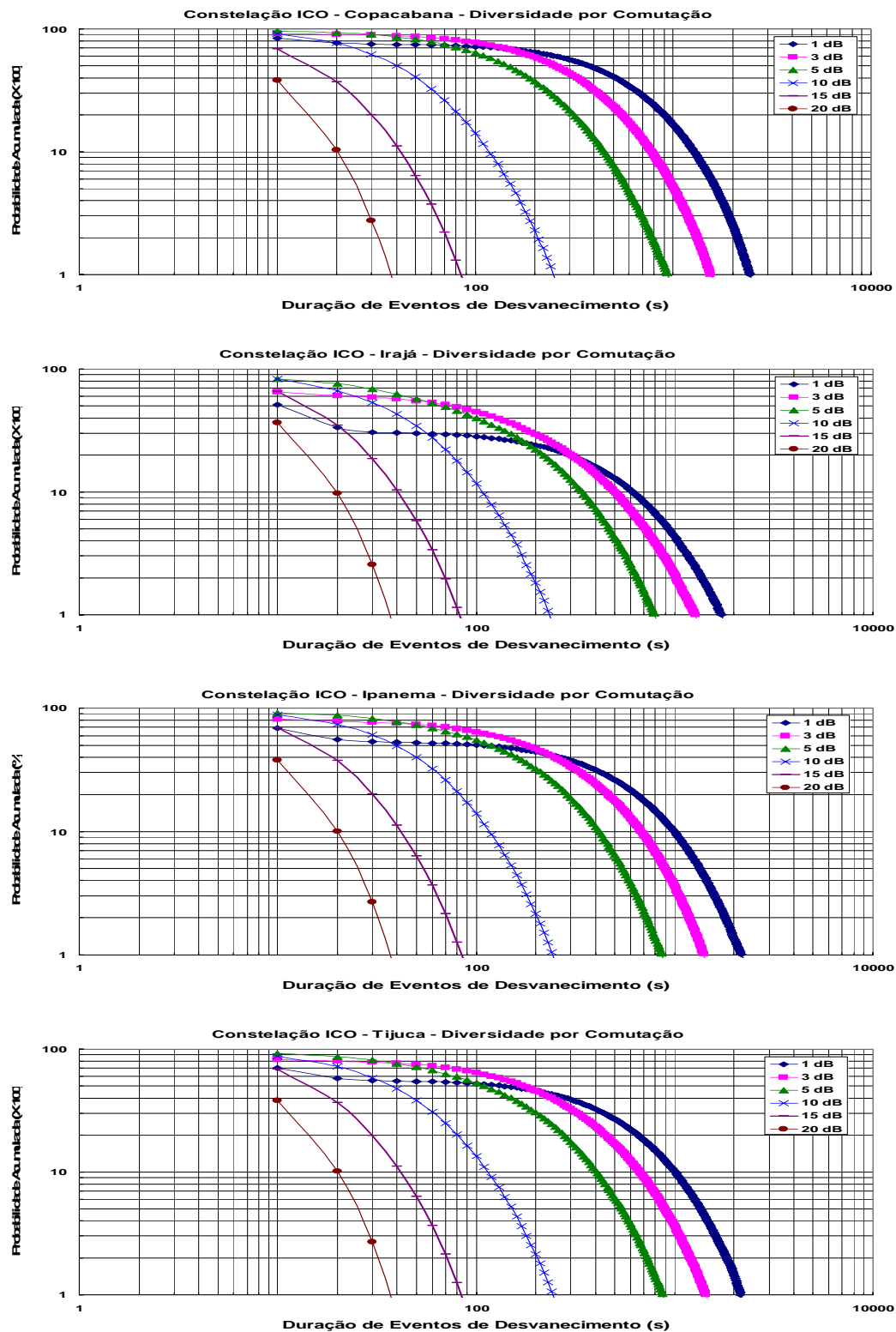


Figura 4-22 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

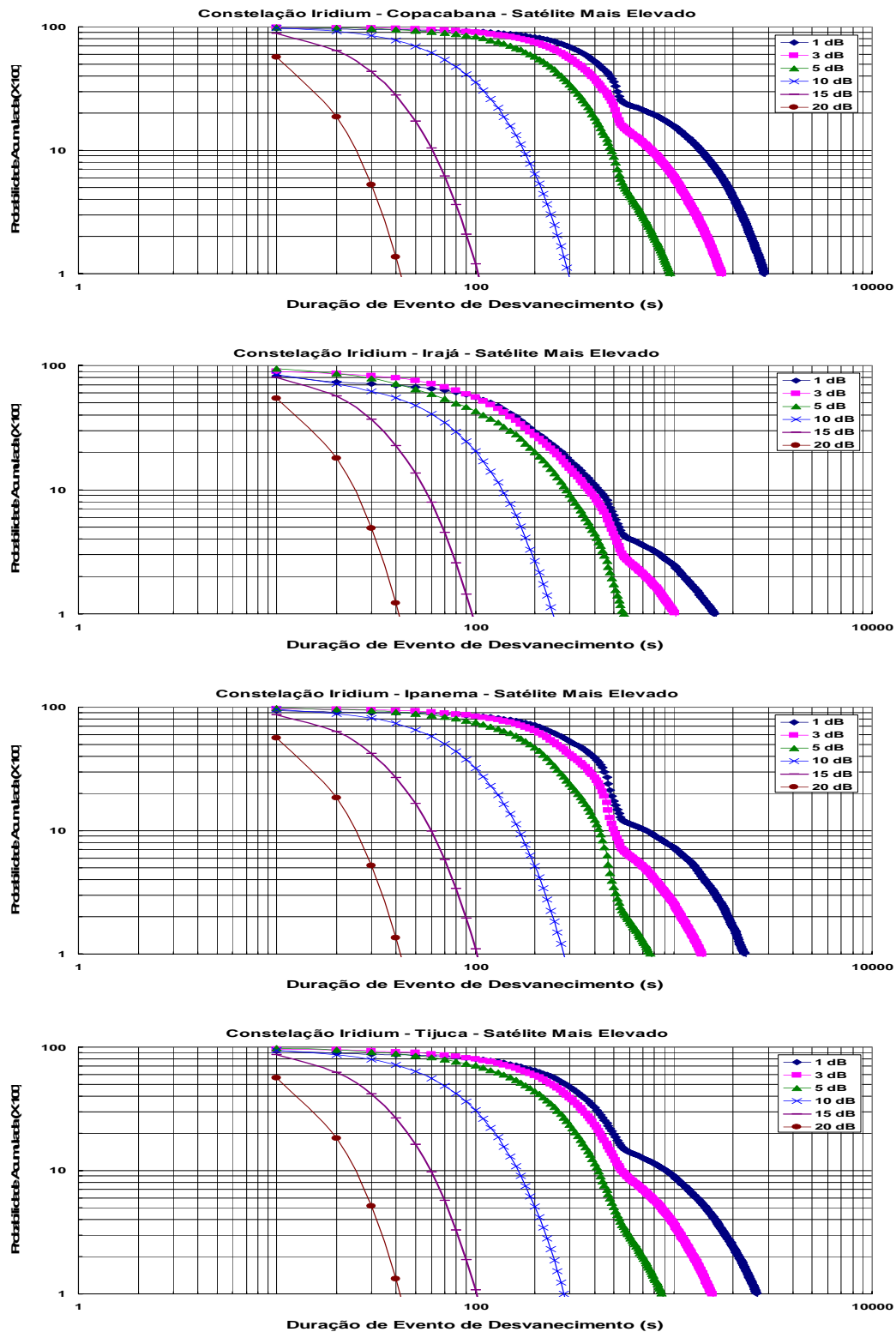


Figura 4-23 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para o satélite mais elevado, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

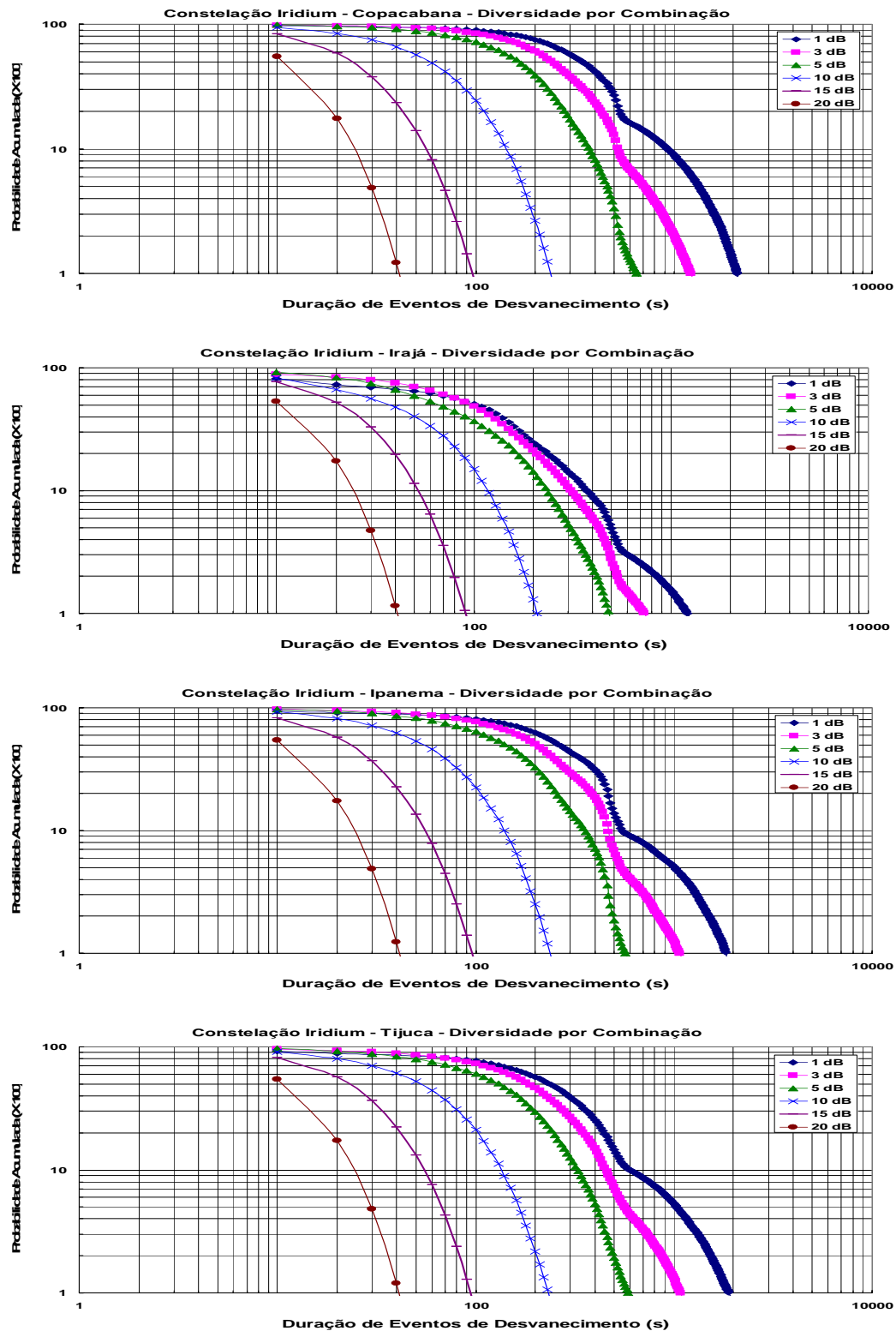


Figura 4-24 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

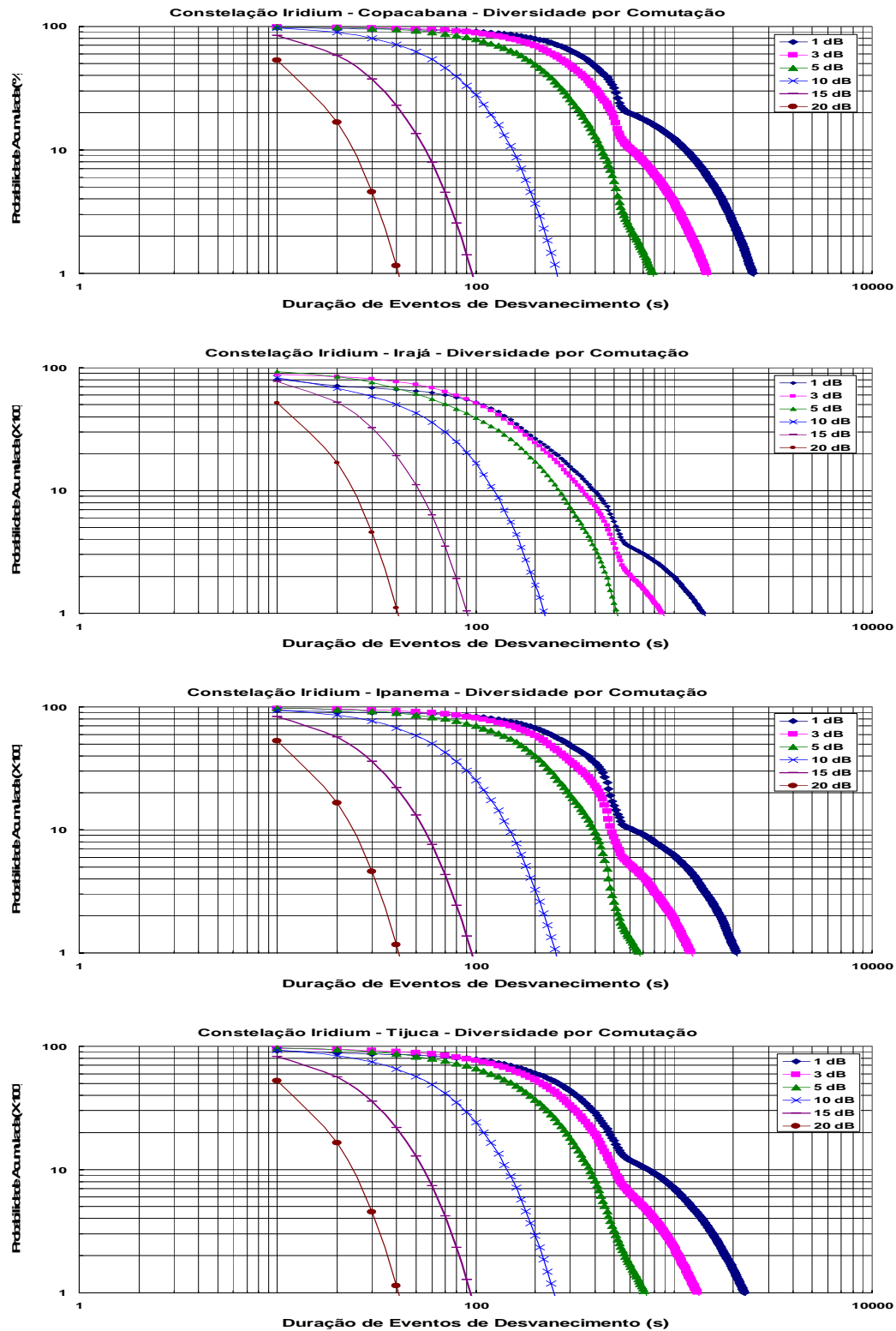


Figura 4-25 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

4.6. Estatísticas de Número de Inter-Eventos de Desvanecimento:

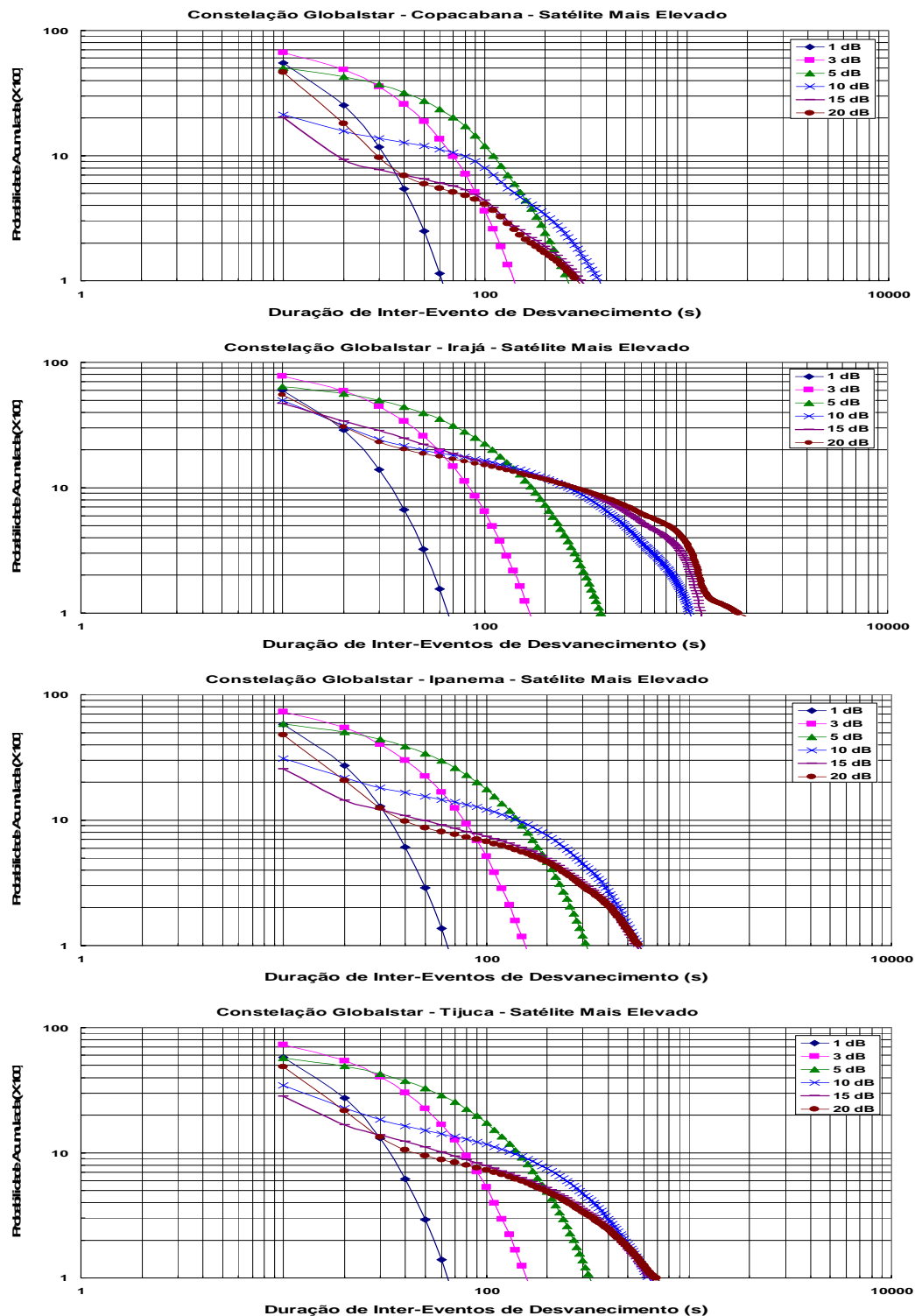


Figura 4-26 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para o satélite mais elevado, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

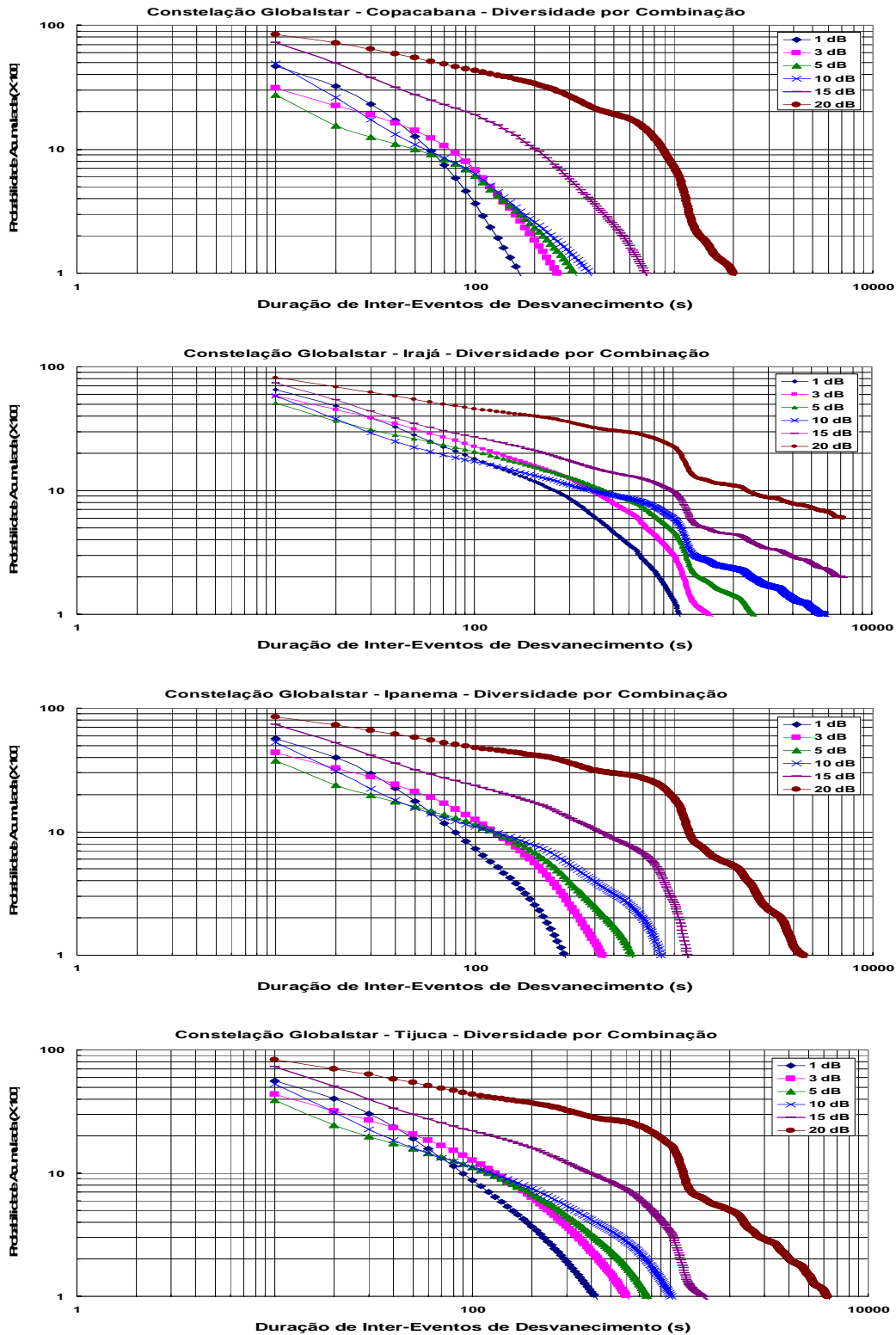


Figura 4-27 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

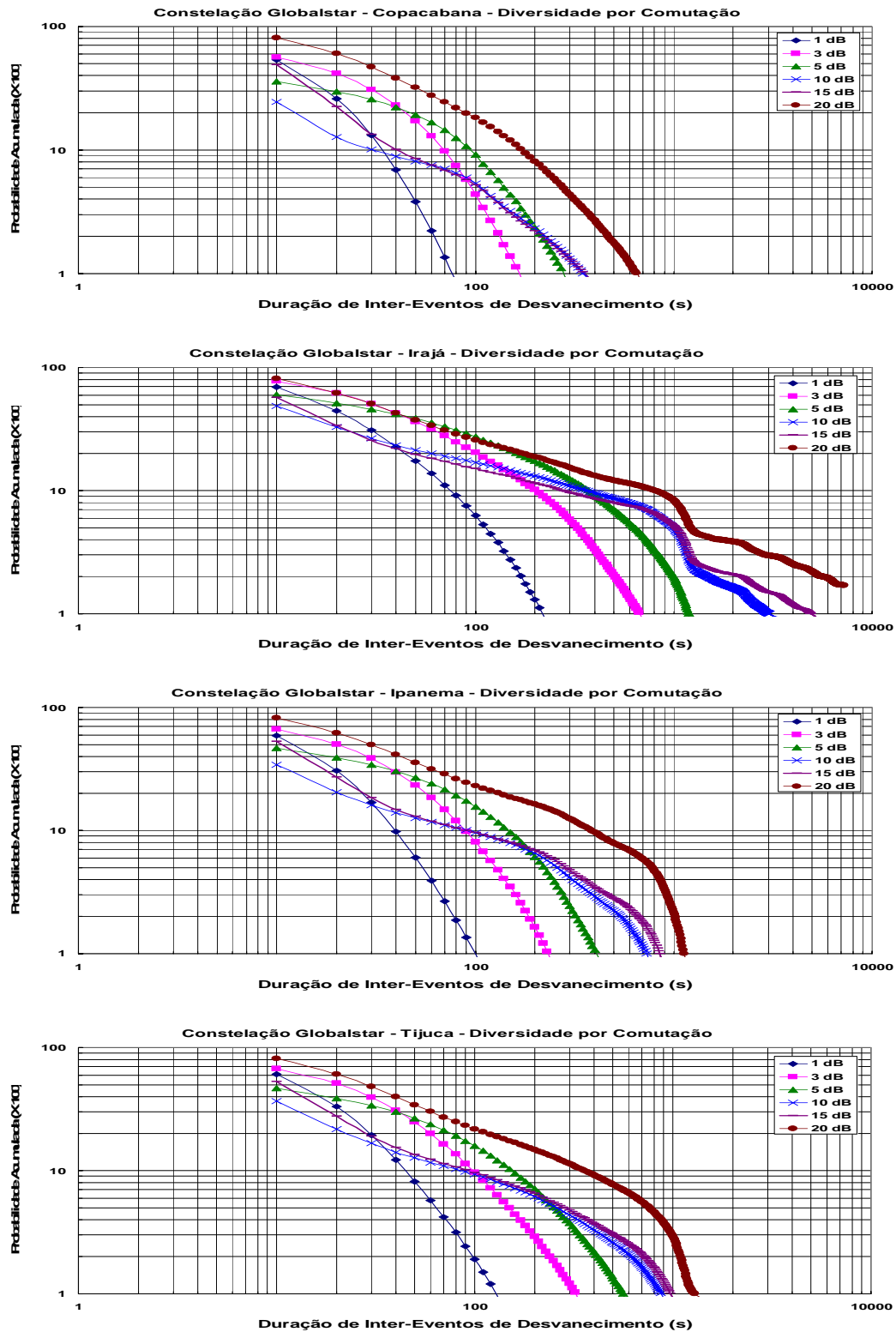


Figura 4-28 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

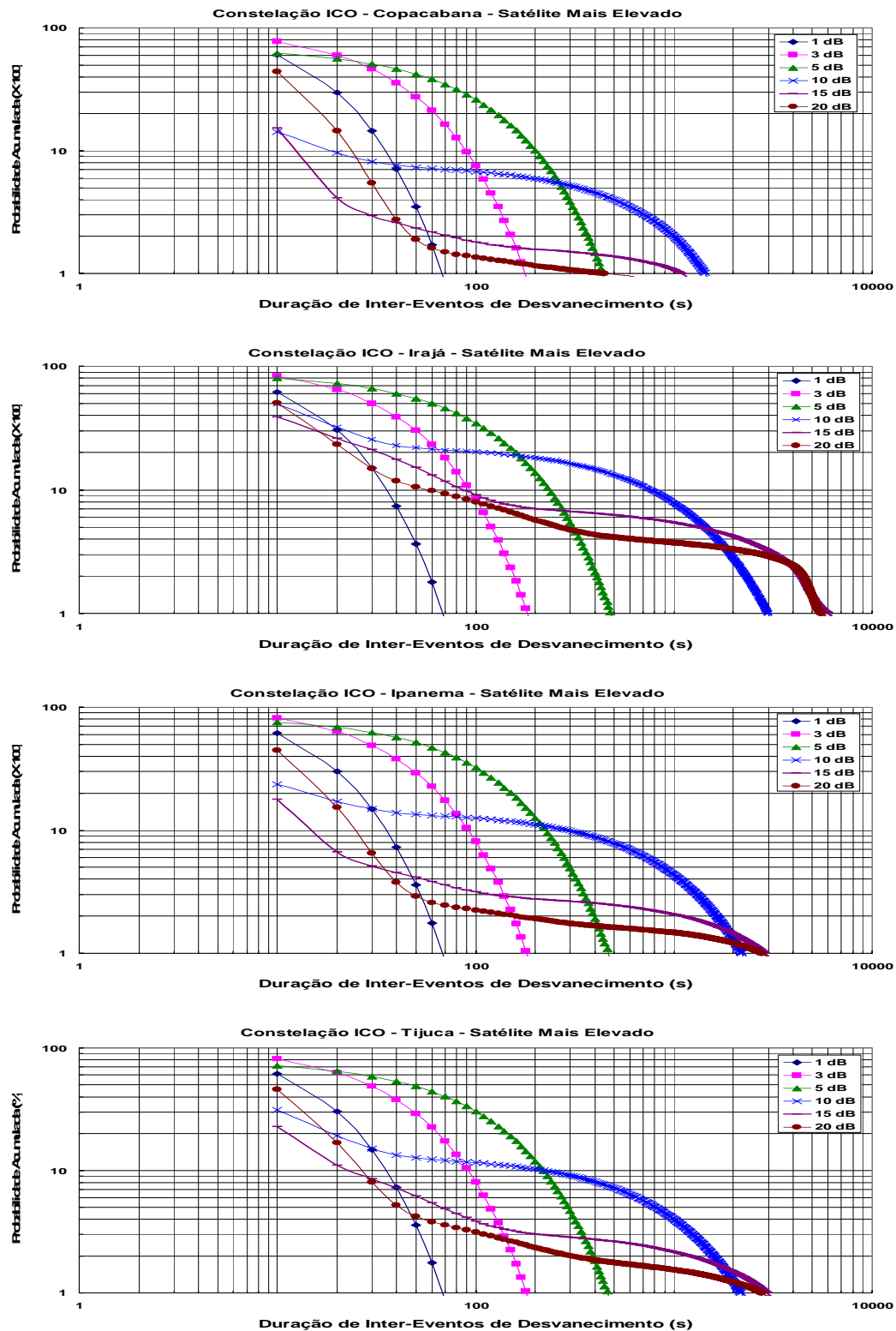


Figura 4-29 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-
eventos de desvanecimento, para o satélite mais elevado, da Constelação ICO. De cima
para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

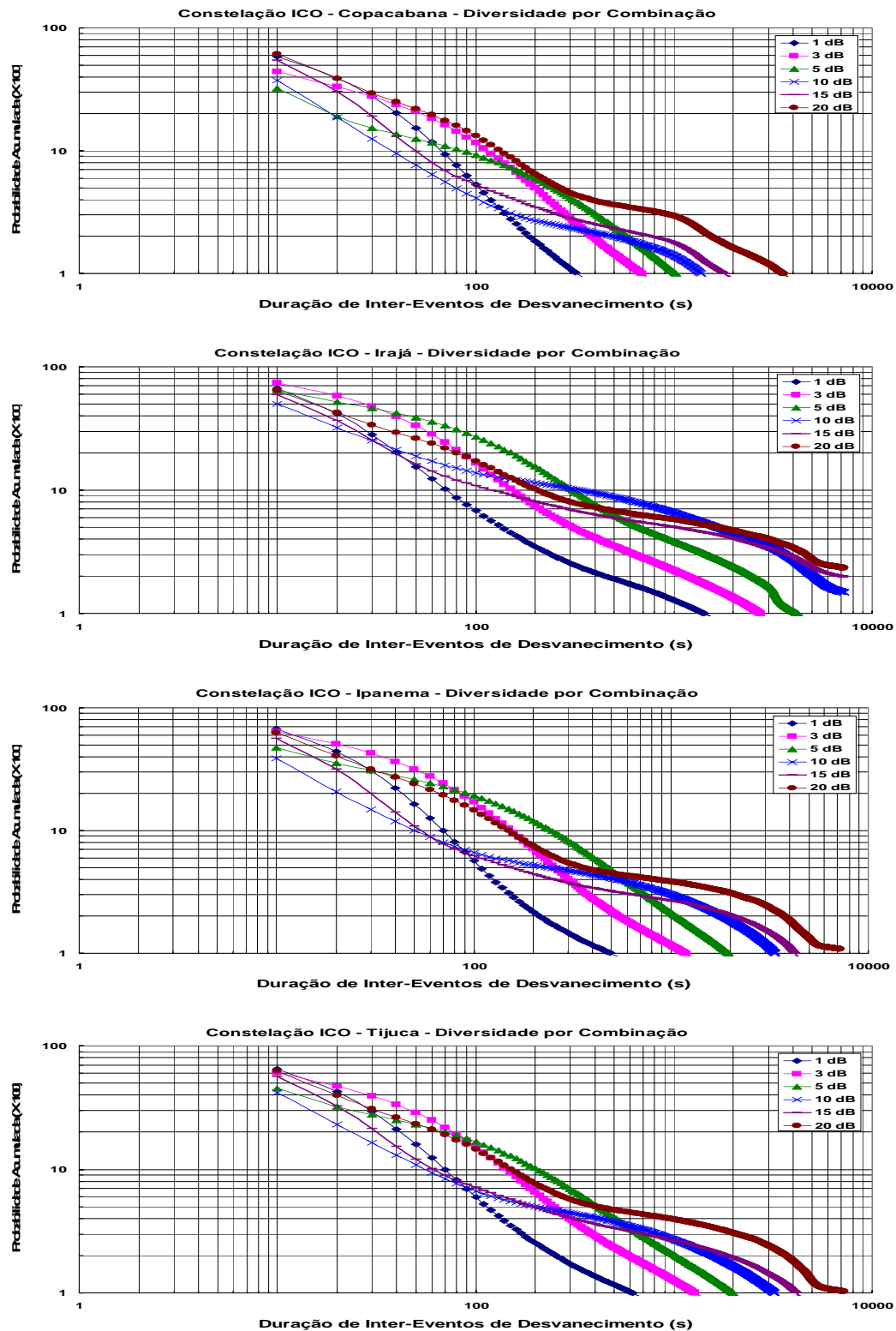


Figura 4-30 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-
eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação ICO. De
cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

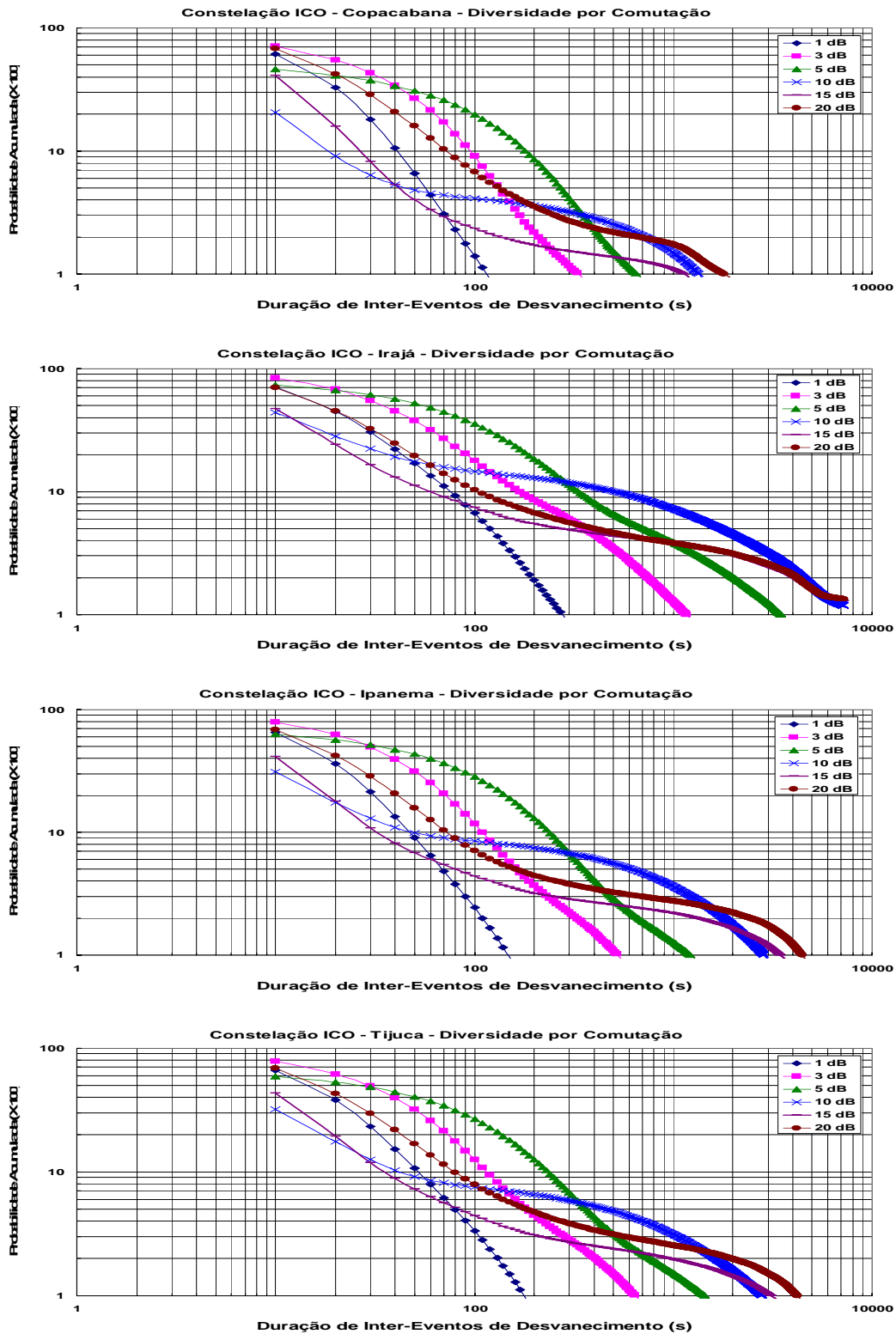


Figura 4-31 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

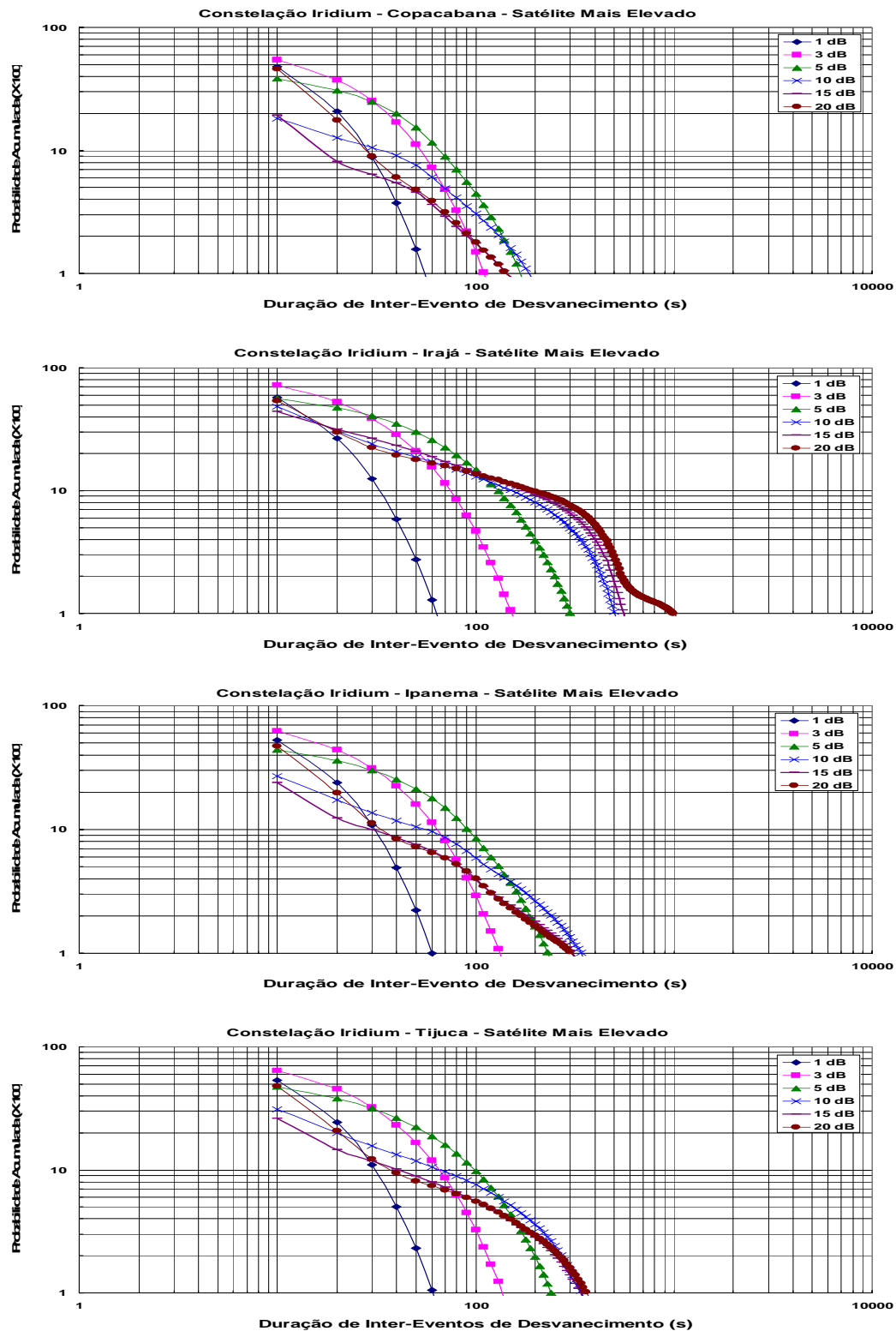


Figura 4-32 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-
eventos de desvanecimento, para o satélite mais elevado, da Constelação Iridium. De
cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

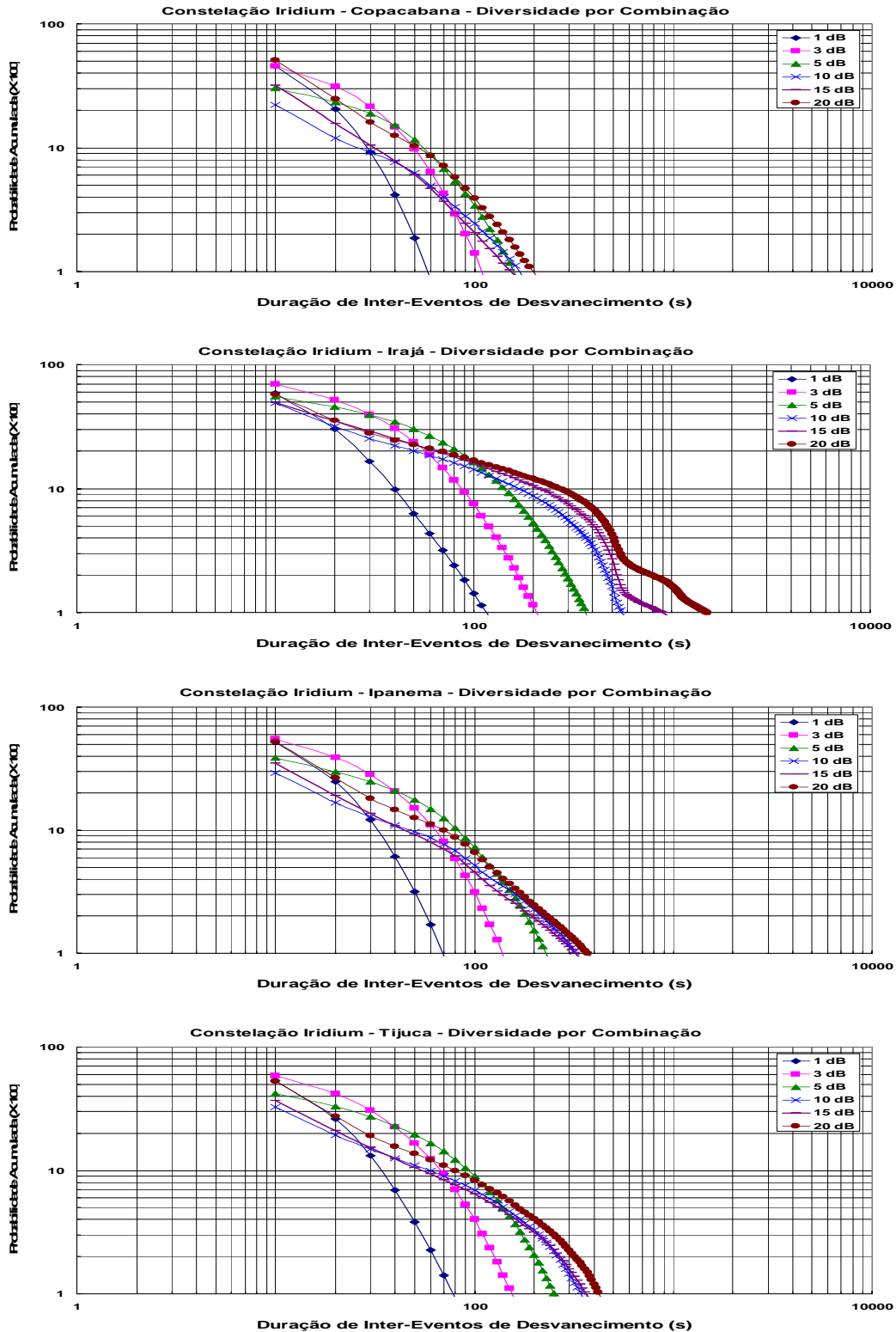


Figura 4-33 - Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Iridium.

De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

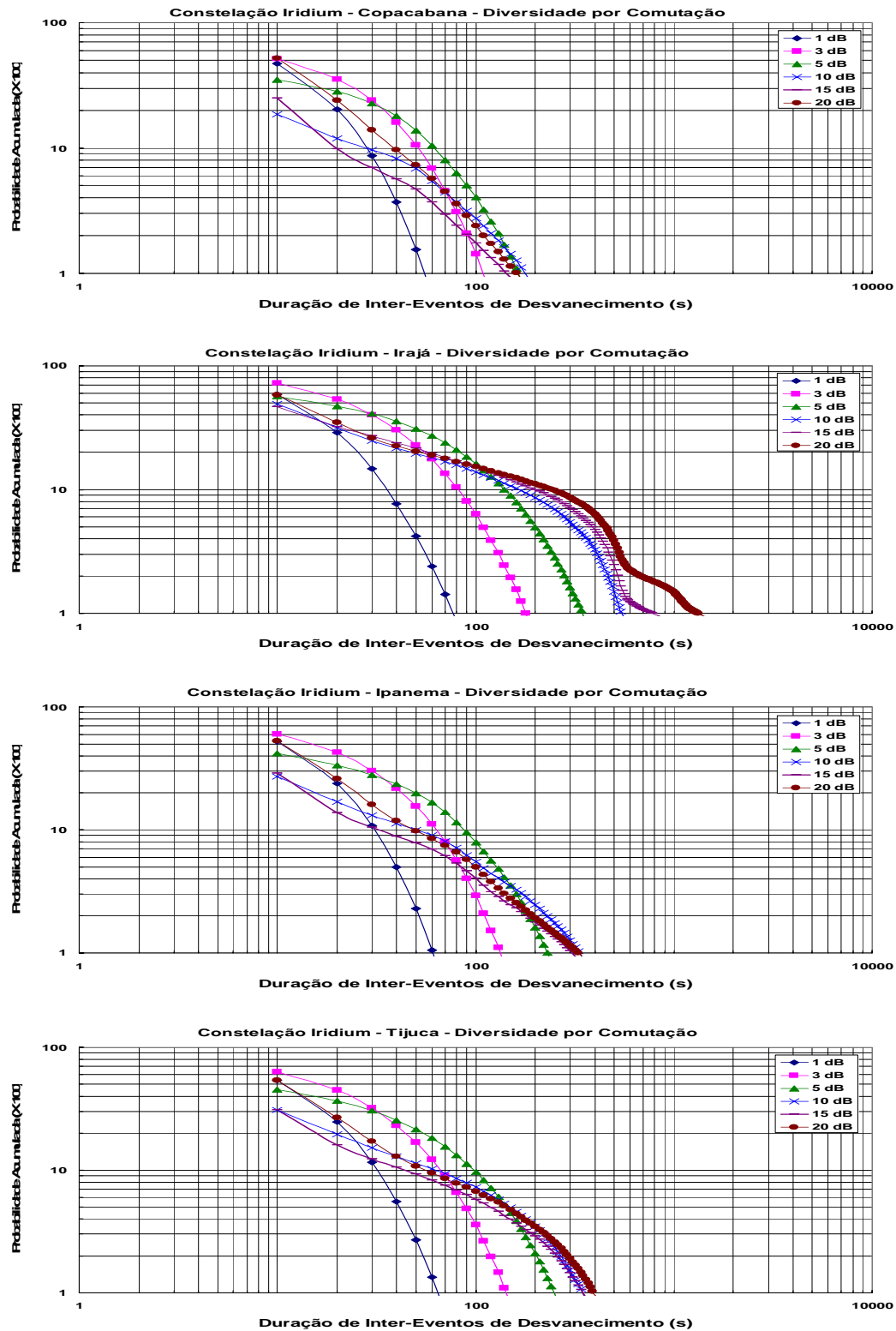


Figura 4-34- Distribuição cumulativa complementar estimada para número de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Iridium.

De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

4.7. Estatísticas de Duração de Inter-Eventos de Desvanecimento:

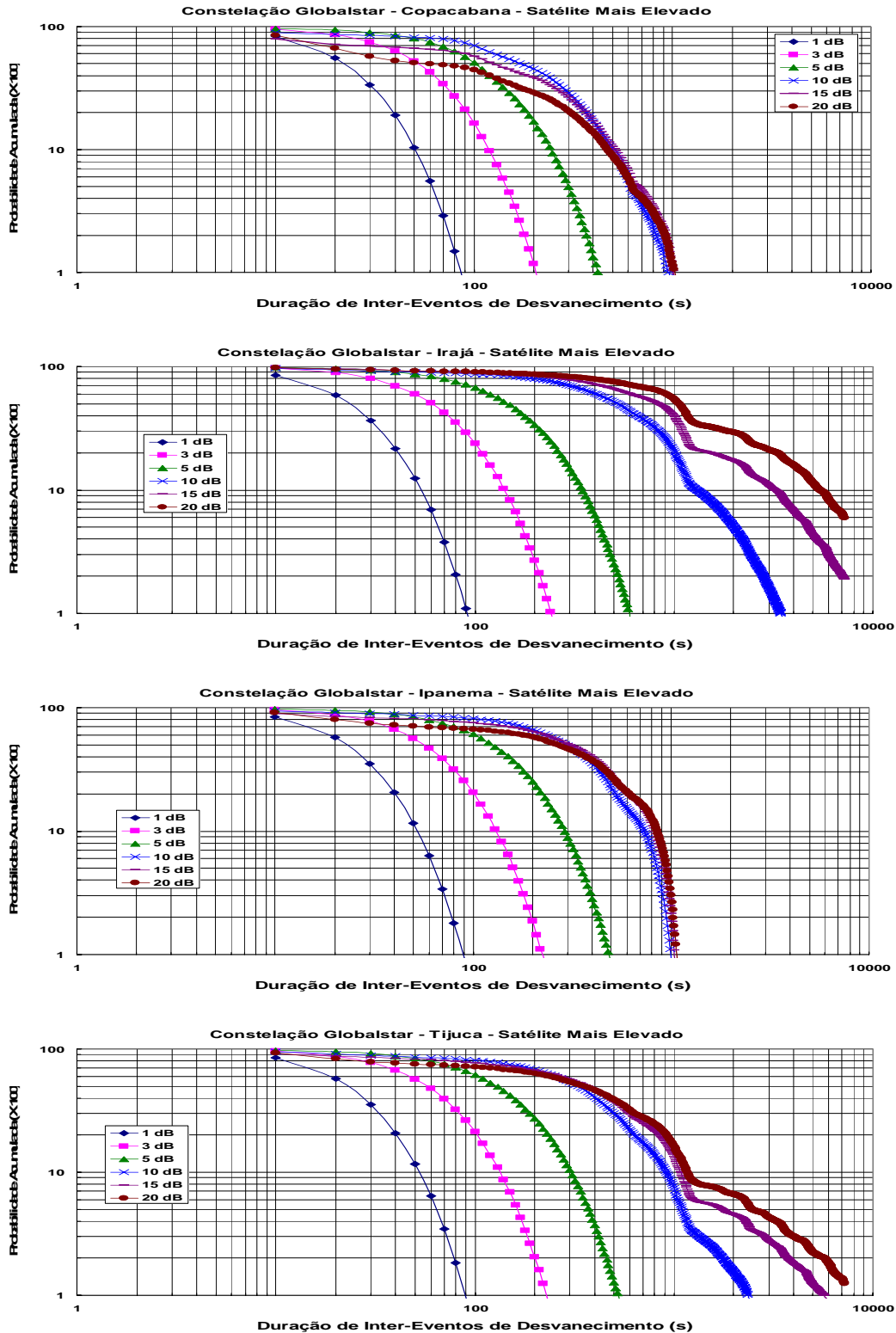


Figura 4-35 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

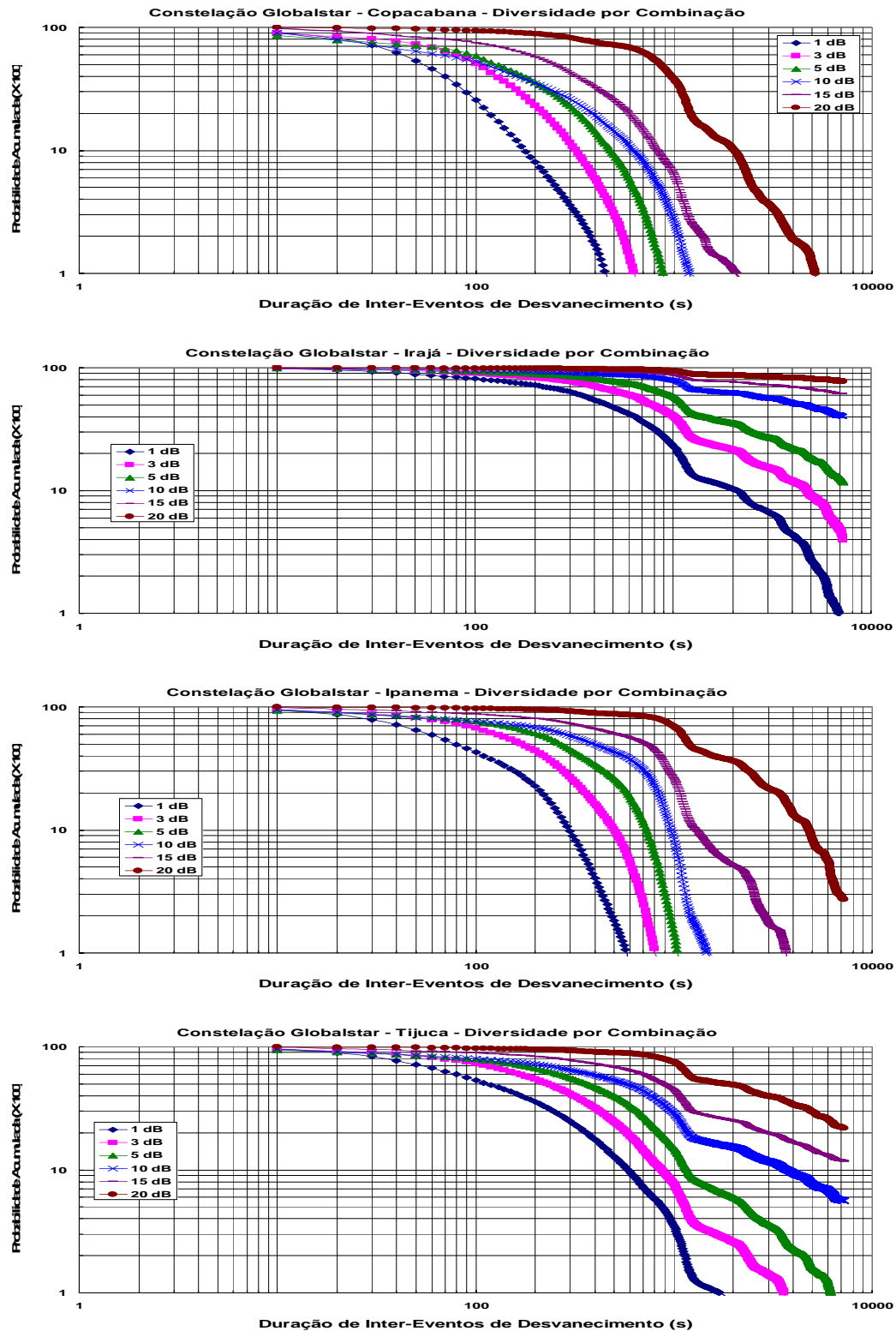


Figura 4-36 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

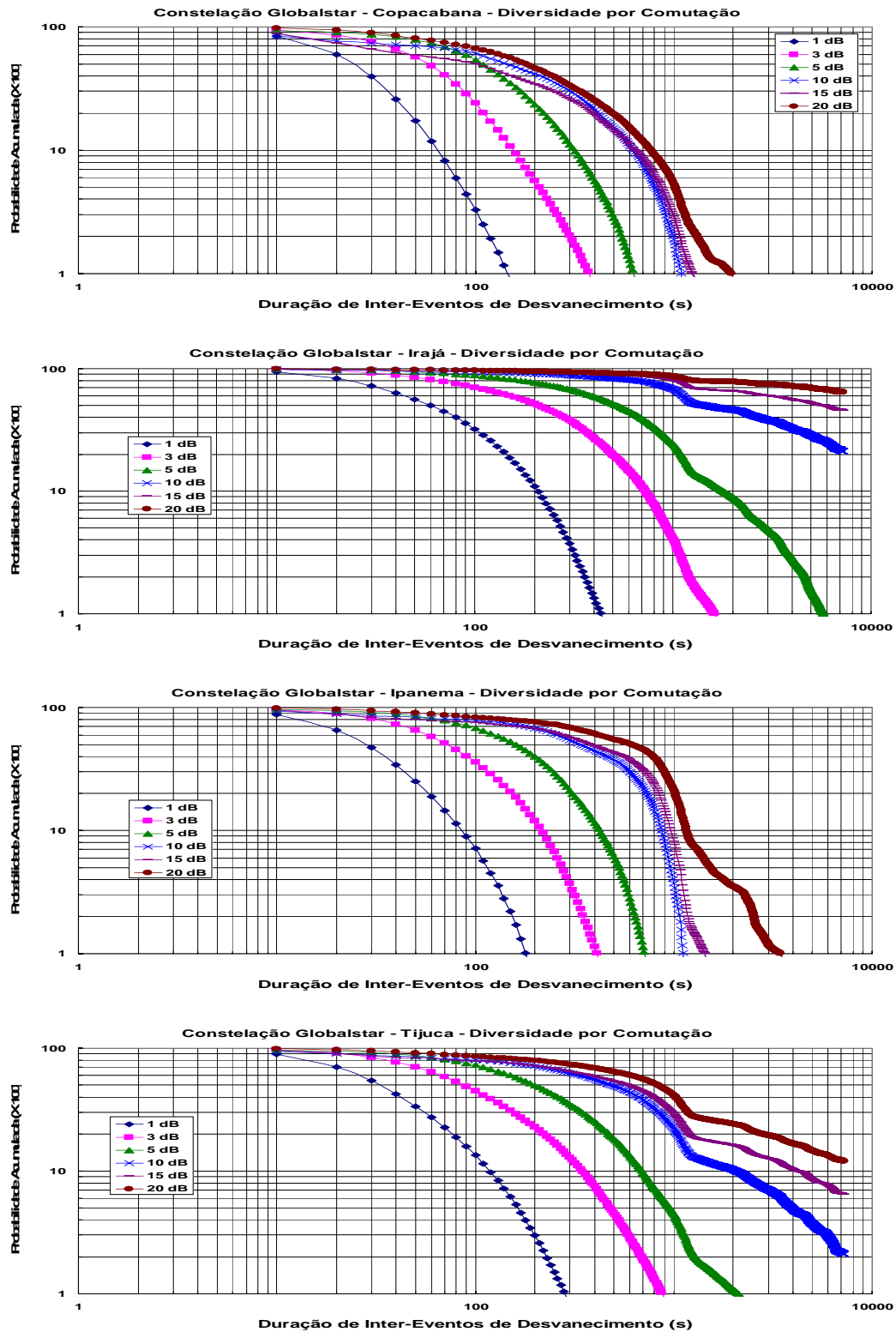


Figura 4-37 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Globalstar. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

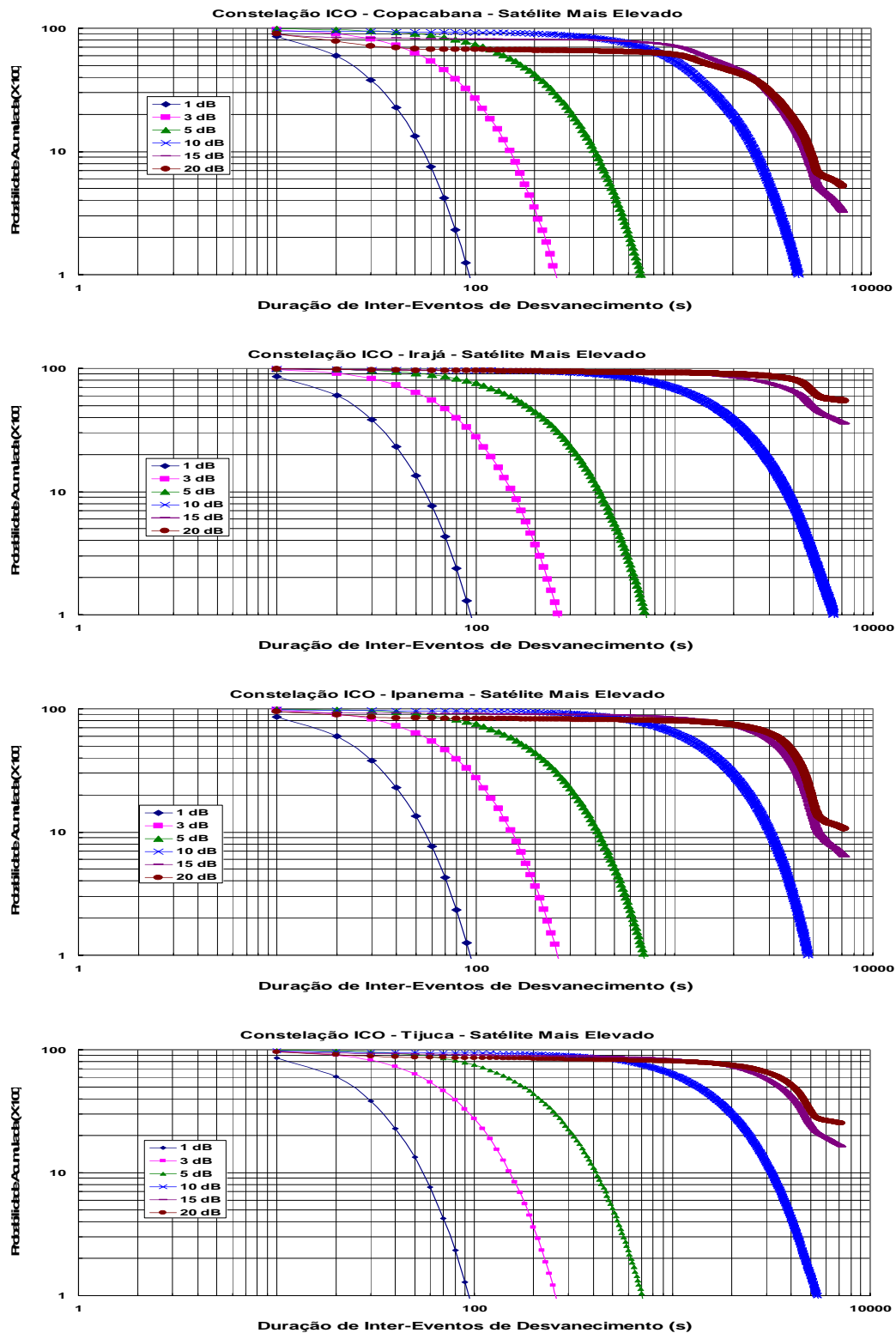


Figura 4-38 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

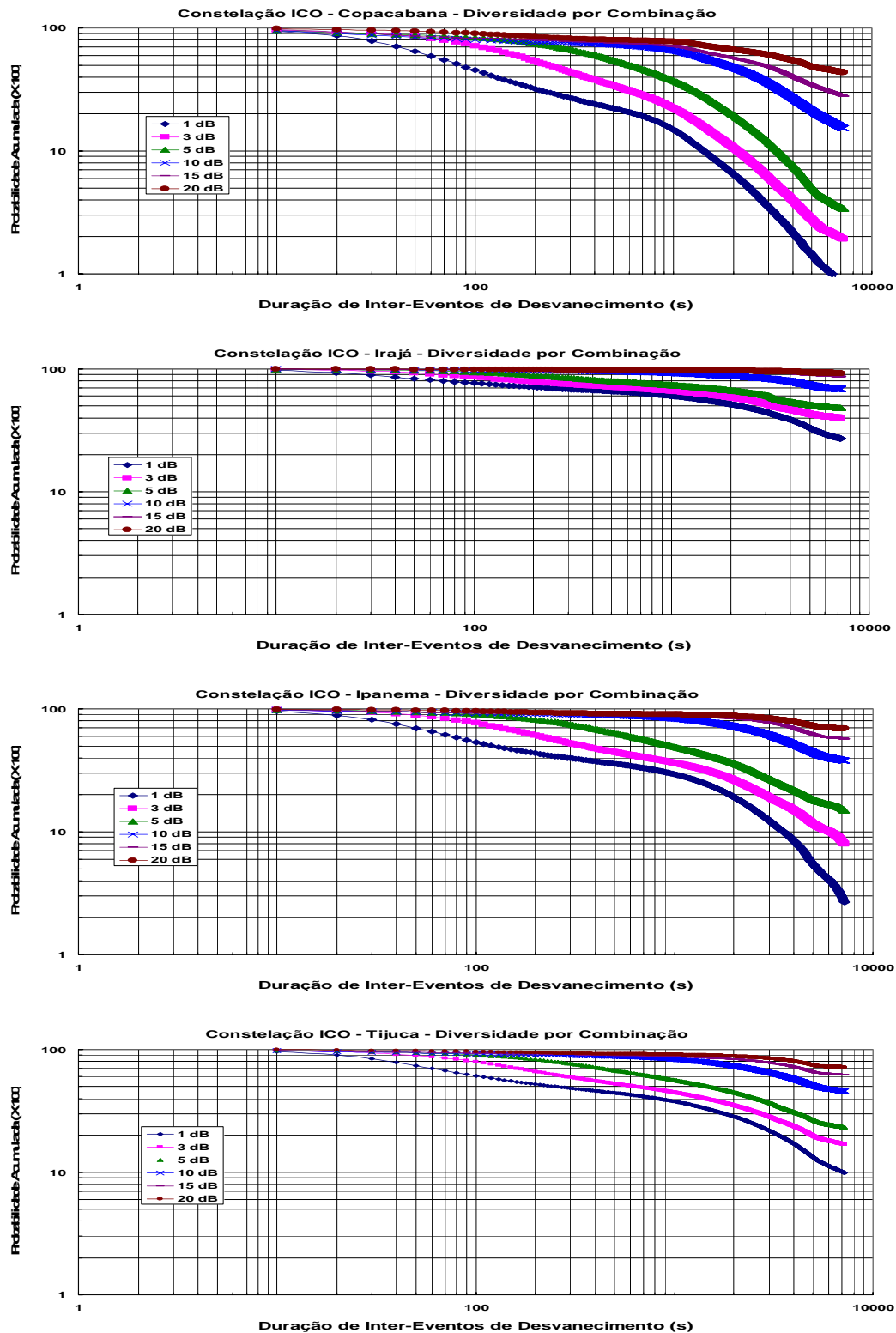


Figura 4-39 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-
eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação ICO. De
cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

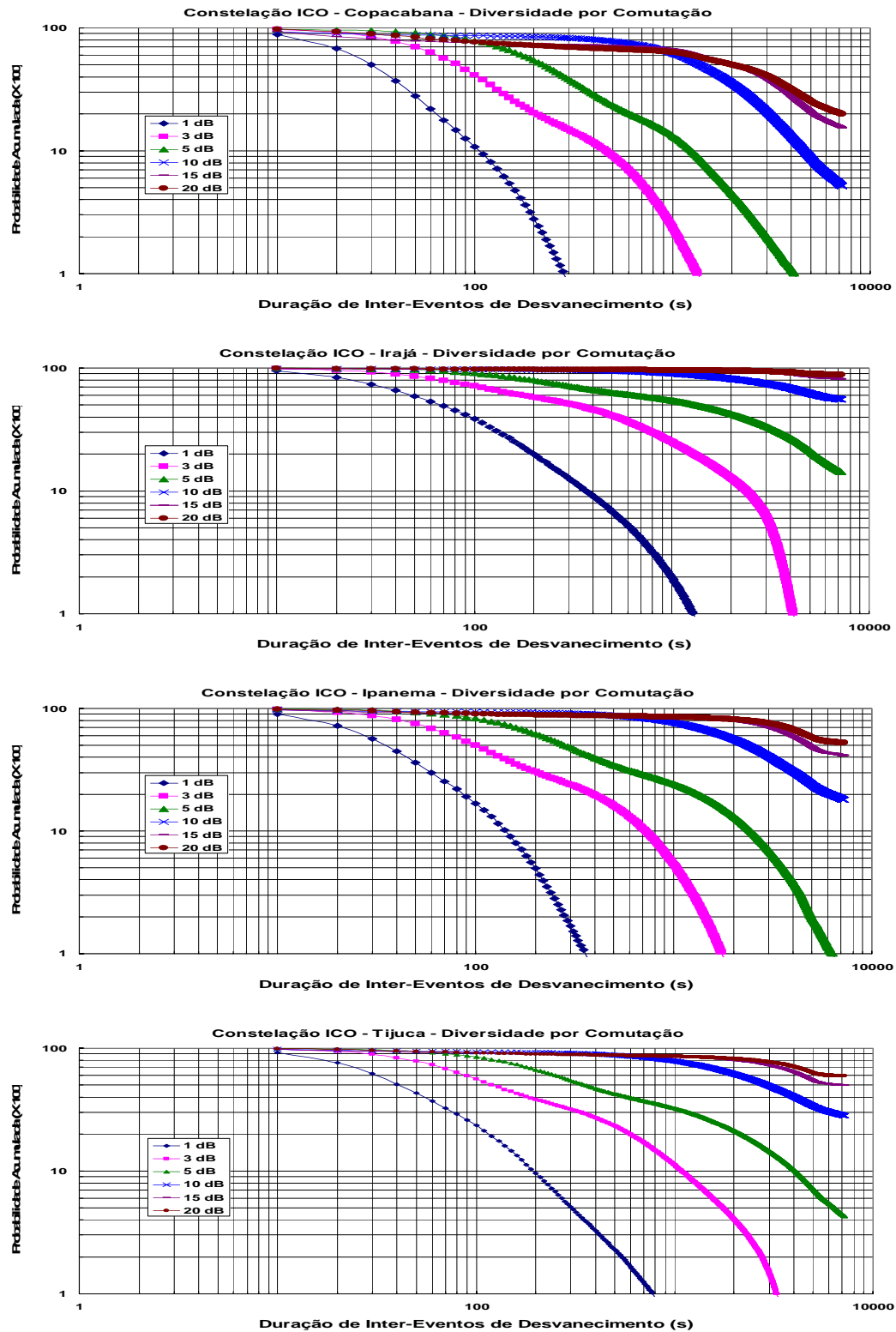


Figura 4-40 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação ICO. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

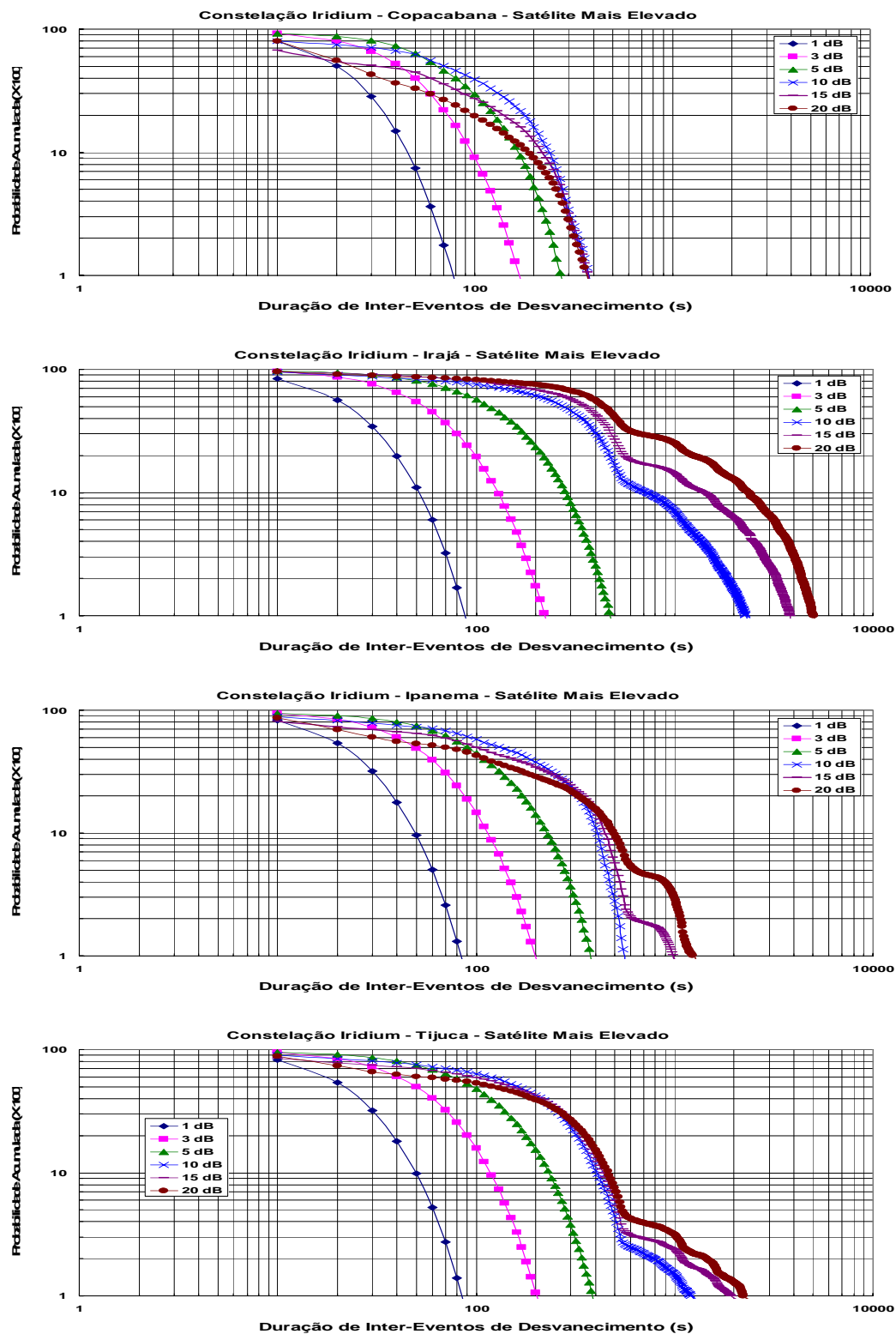


Figura 4-41 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para satélite mais elevado, da Constelação Iridium. De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

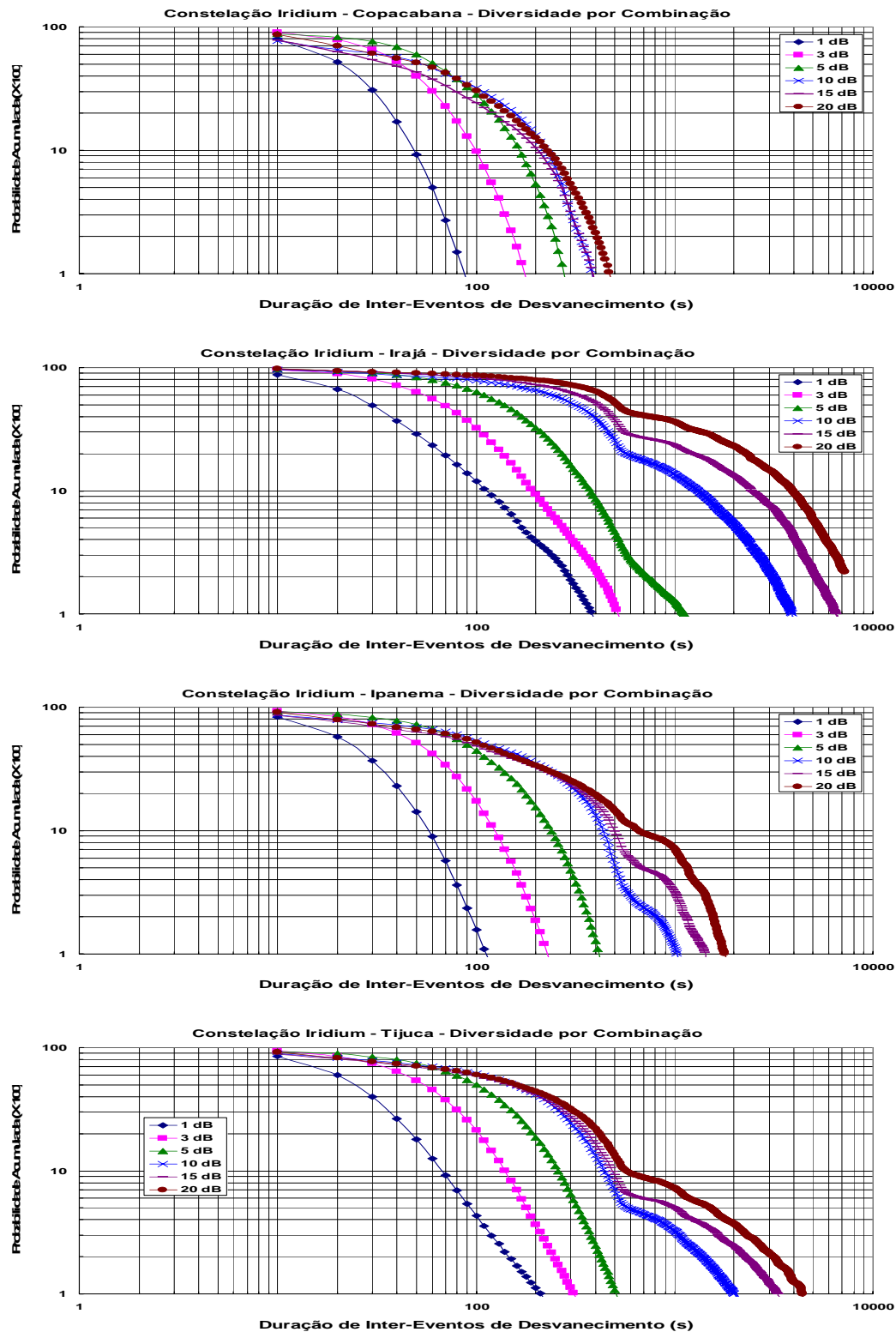


Figura 4-42 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-
eventos de desvanecimento, para diversidade por combinação, da Constelação Iridium.

De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

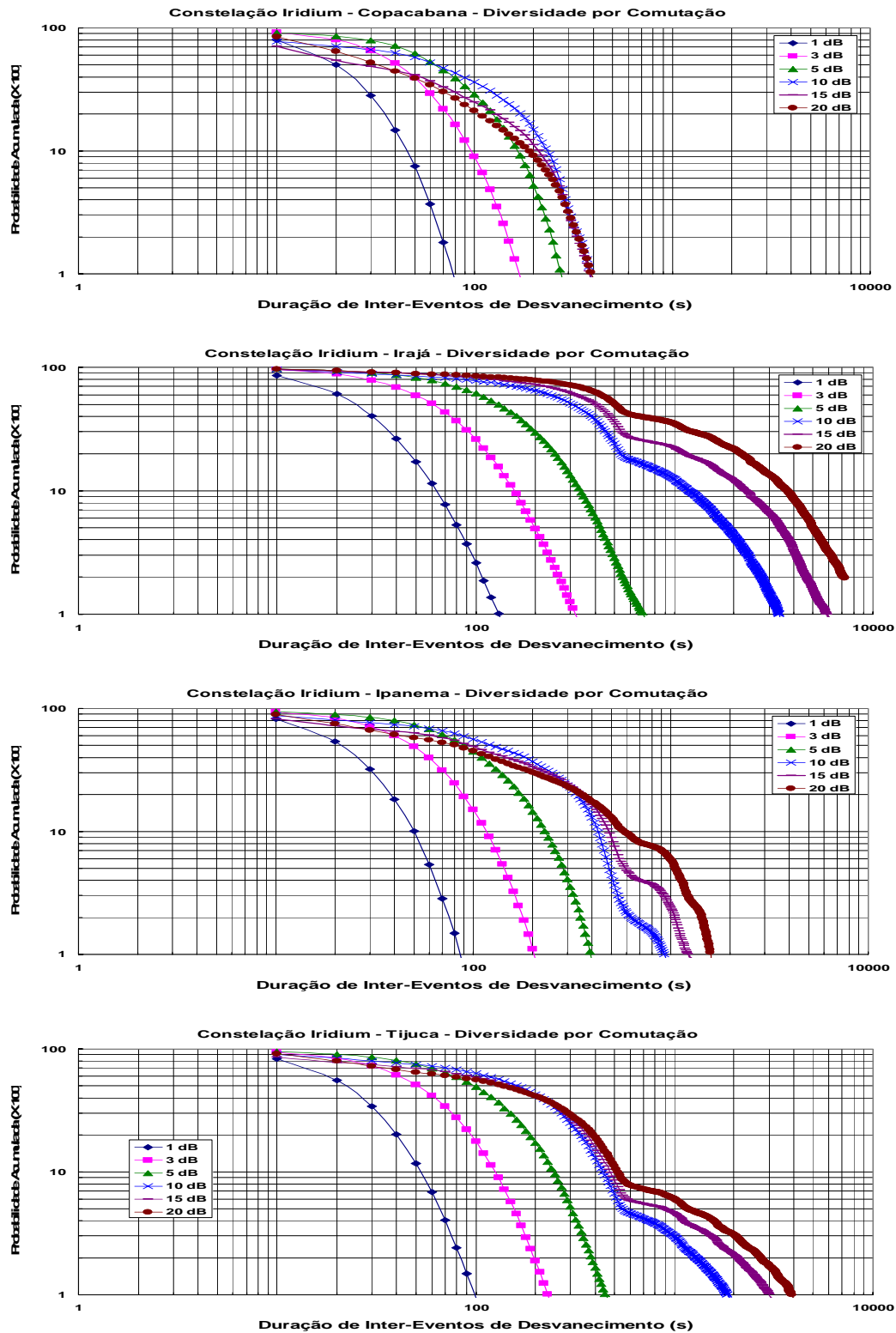


Figura 4-43 - Distribuição cumulativa complementar estimada para duração de inter-eventos de desvanecimento, para diversidade por comutação, da Constelação Iridium.

De cima para baixo: Copacabana, Irajá, Ipanema e Tijuca.

4.8. Análise Comparativa das Distribuições de Número e Duração de Eventos:

Da análise comparativa das distribuições cumulativas de número e duração de eventos correspondentes às constelações, podem-se ressaltar os seguintes pontos:

1. a constelação Globalstar é a que apresenta menores probabilidades de ocorrência de número e duração de eventos;
2. a constelação ICO apresenta probabilidades menores de ocorrência de número e duração de eventos, quando comparada à constelação Iridium e levando-se em consideração os esquemas de diversidade por combinação e comutação. Contudo, a constelação ICO apresenta maiores probabilidades de ocorrência de desvanecimentos longos que a Iridium, considerando-se estes mesmos esquemas de recepção em diversidade;
3. ao se considerar a recepção utilizando o satélite mais elevado, a constelação Iridium passa a apresentar menores probabilidades de ocorrência de número e duração de eventos, considerando-se todos os limiares apresentados;
4. as maiores diferenças entre as distribuições são sentidas nos limiares mais baixos considerados (1, 3 e 5 dB) e para eventos com durações maiores, para as diferentes constelações;
5. há poucas diferenças nos comportamentos das distribuições de eventos, quando se consideram limiares mais elevados de atenuação (10, 15 e 20 dB);
6. para a constelação Iridium, a influência dos esquemas de recepção em diversidade é pouco sentida.

Da análise da influência das bases de dados de edificações, pode-se ressaltar os seguintes aspectos:

1. a região de Copacabana apresenta as maiores probabilidades de ocorrência de número de eventos e de eventos com uma dada duração, não importando o limiar adotado;
2. as regiões de Ipanema e Tijuca apresentam comportamentos e valores de probabilidade muito semelhantes para ambos os tipos de distribuições cumulativas, sendo que Ipanema apresenta probabilidades maiores de ocorrência de eventos (em número e duração) ao se considerar as constelações ICO e Iridium e todos os

esquemas de diversidade. A região da Tijuca apresenta probabilidades ligeiramente maiores para o caso da constelação Globalstar e considerando-se os esquemas de recepção em diversidade;

Analisando-se globalmente as distribuições de eventos, observa-se que:

1. as probabilidades decrescem com os limiares de atenuação, para as distribuições de duração de eventos;
2. as maiores durações de eventos ocorrem no limiar de 1 dB de atenuação, sempre quando se considera a região de Copacabana, que por sua vez apresenta o perfil de alturas de edificações mais elevado entre todos os casos estudados.
3. o esquema de recepção em diversidade por combinação apresentou o melhor desempenho, seguido pelo da diversidade por comutação;
4. as maiores diferenças, ao se considerarem os diversos esquemas de recepção e os eventos com durações mais longas, são encontradas entre os limiares de 1 dB, 3 dB e 5 dB.

4.9.

Análise Comparativa das Distribuições de Número e Duração de Inter-Eventos:

Analisando-se as distribuições para o número e para a duração dos inter-eventos de desvanecimento, observa-se que:

1. as probabilidades diminuem com os limiares;
2. o esquema de recepção em diversidade por combinação apresenta maiores probabilidades que os demais esquemas de recepção, sendo seguido pelo esquema de diversidade por comutação;
3. a região de Irajá apresenta as maiores probabilidades, considerando-se todos os limiares, seguido pelas regiões da Tijuca, de Ipanema e de Copacabana, respectivamente. Este fato evidencia a influência do fator urbanização nestas estatísticas;
4. as diferenças de valores de probabilidade e de comportamento de distribuições, que eram pouco sensíveis nos casos das regiões de Ipanema e da Tijuca para as distribuições de eventos, ficam mais claras nas estatísticas de inter-eventos, apontando um melhor desempenho para a região da Tijuca;

5. no caso da constelação ICO, as diferenças entre as distribuições de duração de inter-eventos são mais sentidas nos limiares de 10 dB, 15 dB e 20 dB, sendo muito pequenas nos demais limiares;
6. no caso da constelação Iridium, de forma semelhante à observada nas estatísticas de eventos, os resultados obtidos são pouco sensíveis às diferenças entre os esquemas de diversidade;
7. o efeito da adoção de esquemas de diversidade é mais sentido nas regiões com perfis de alturas de edificações mais baixos.