

A

Conjunto de Diagramas de Azimutes

Os resultados apresentados neste apêndice refletem a proteção dada por cada uma das máscaras de densidade de fluxo de potência analisadas aos receptores do Serviço Fixo Terrestre em três situações distintas, caracterizadas por sistemas HEO interferentes com diferentes características técnicas e diferentes parâmetros orbitais (sistemas USAKU-H2, USAKA-H1 e NSATHEO-2), e para dois casos considerados: sem levar em conta o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO, e levando em conta o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO para $\theta_{min} = 20^\circ$.

Os resultados estão dispostos em cinco conjuntos associados, respectivamente, às latitudes -20° , -10° , 0° , 10° e 20° . Cada um desses conjuntos contém os diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado em longitudes iguais a 0° , 30° , 50° e 100° .

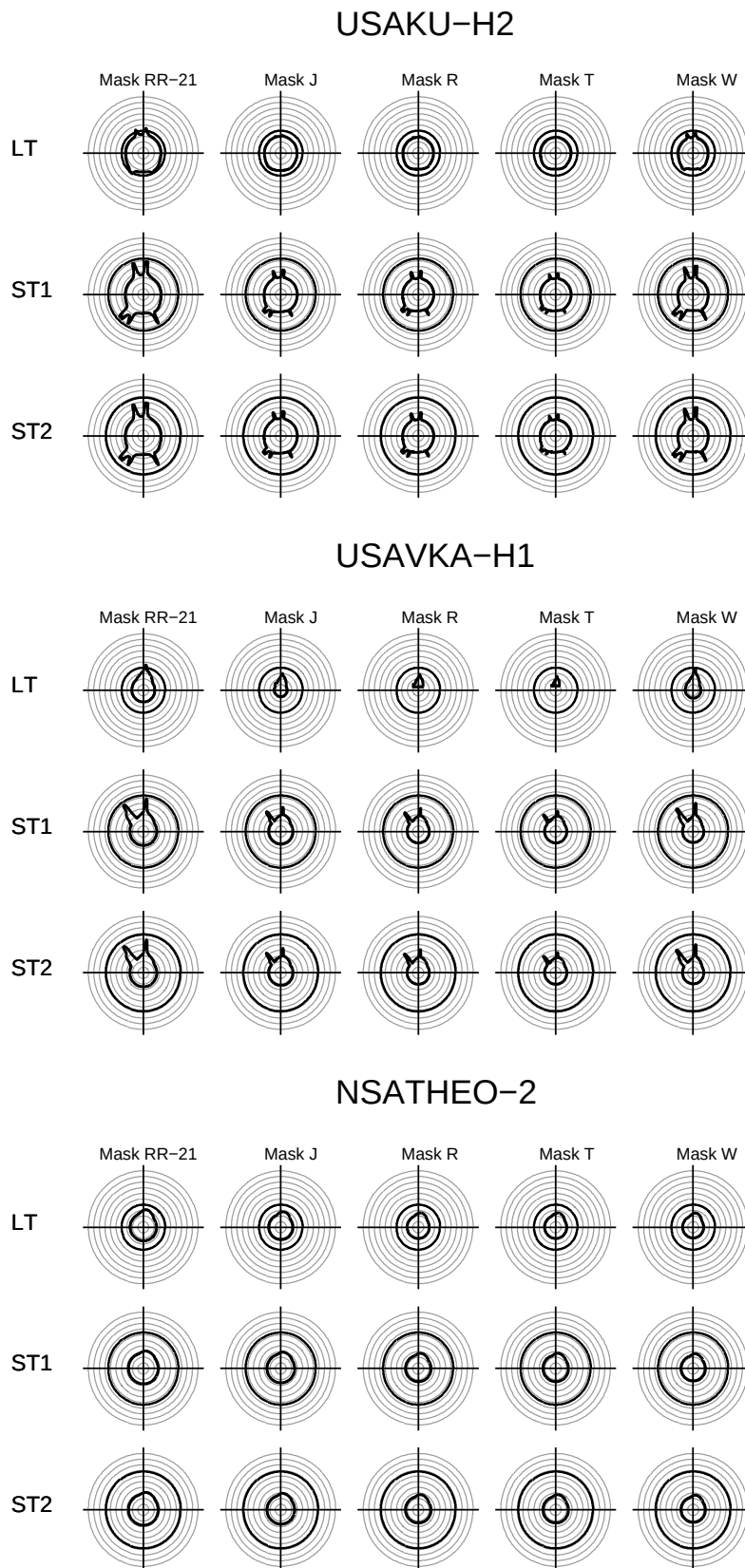


Figura A.1: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-20^{\circ}\text{S}, 0^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

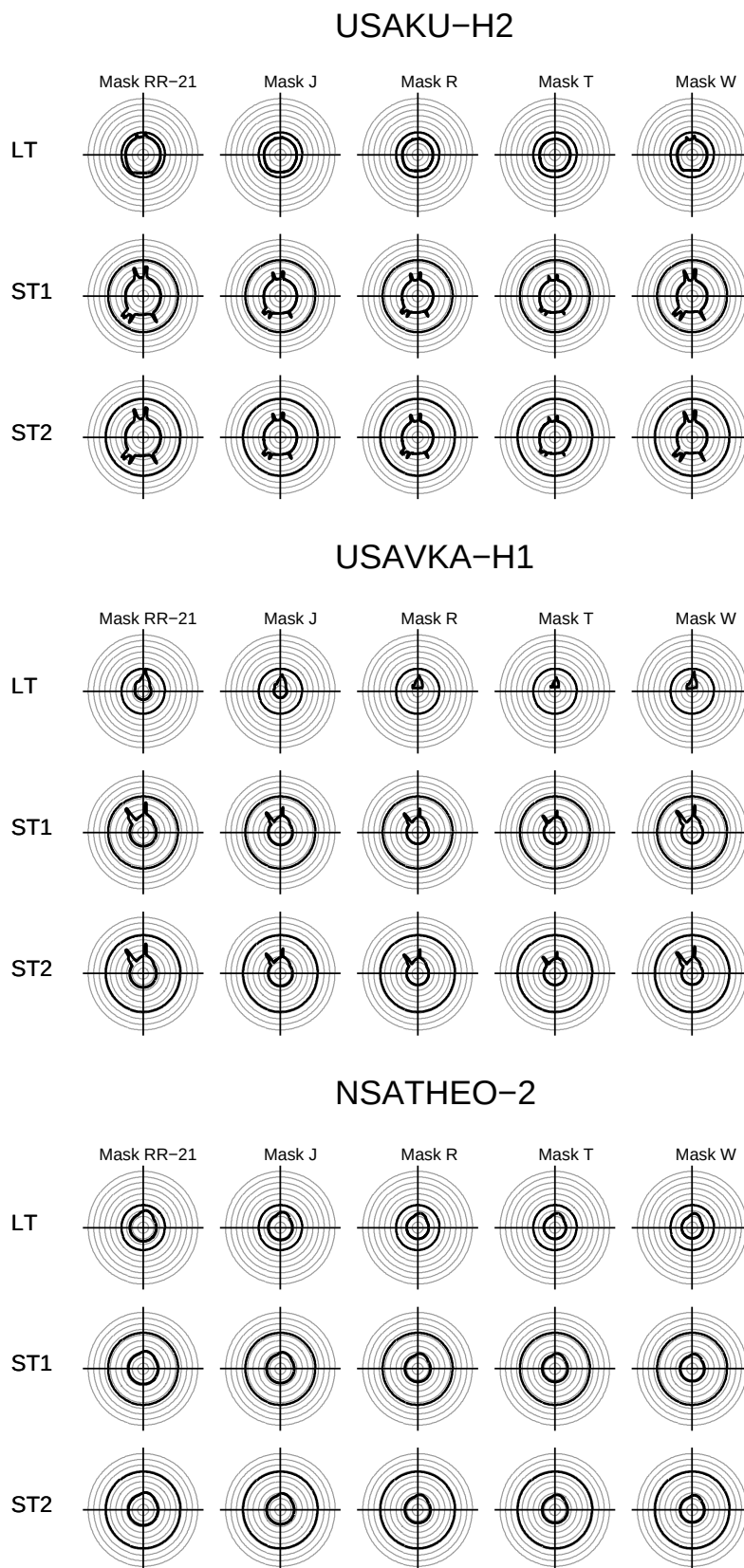


Figura A.2: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-20^{\circ}\text{S}, 0^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

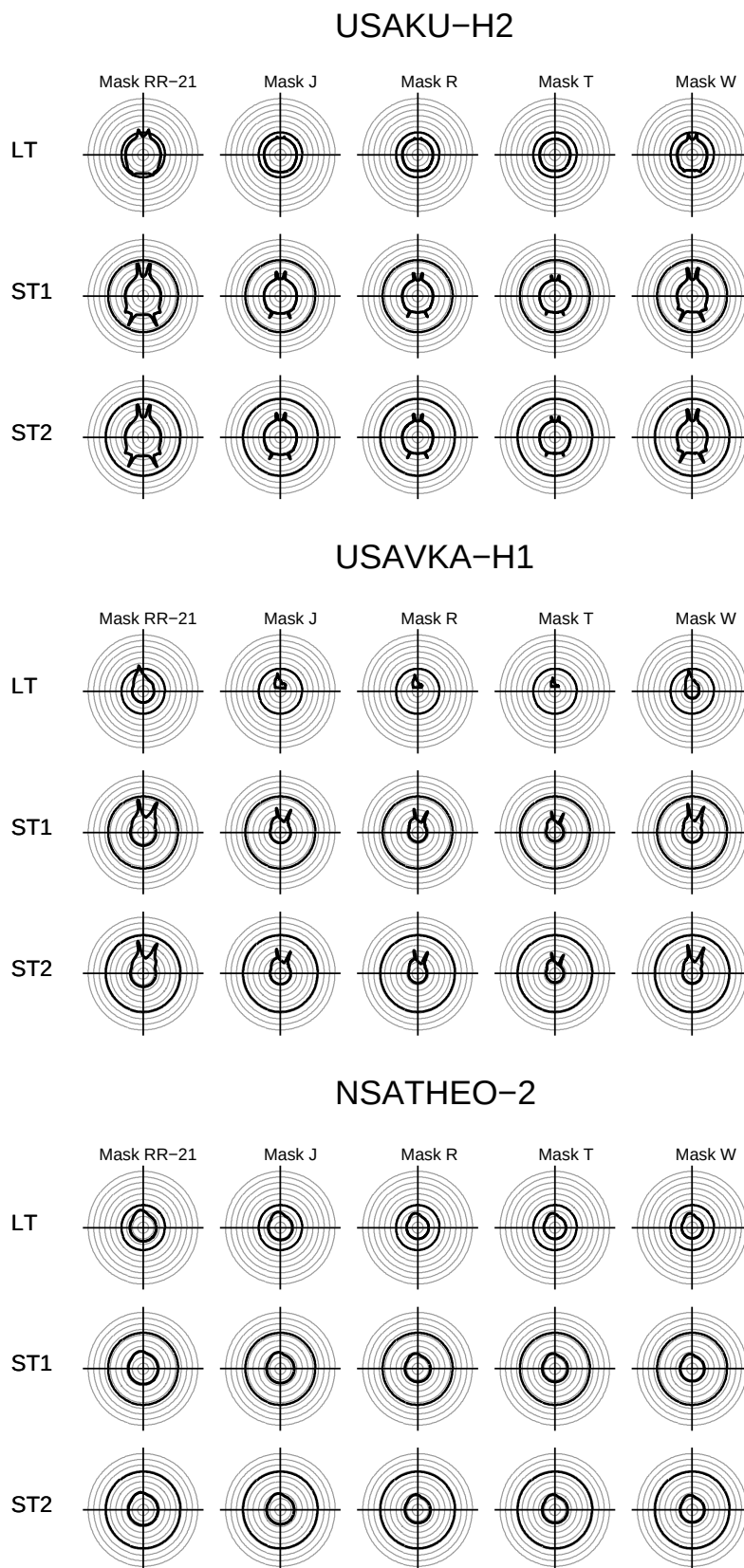


Figura A.3: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-20^{\circ}\text{S}, 30^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

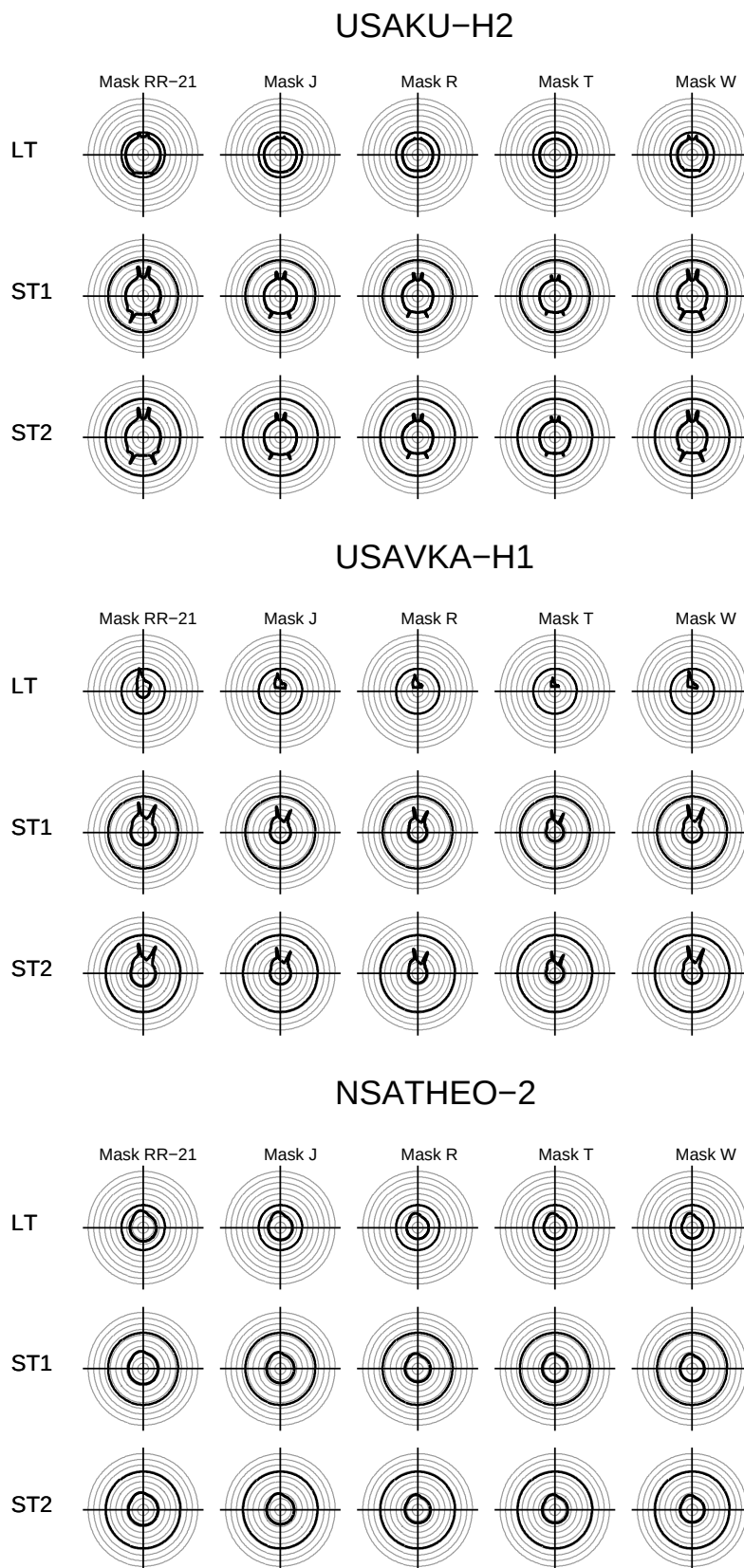


Figura A.4: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-20^{\circ}\text{S}, 30^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

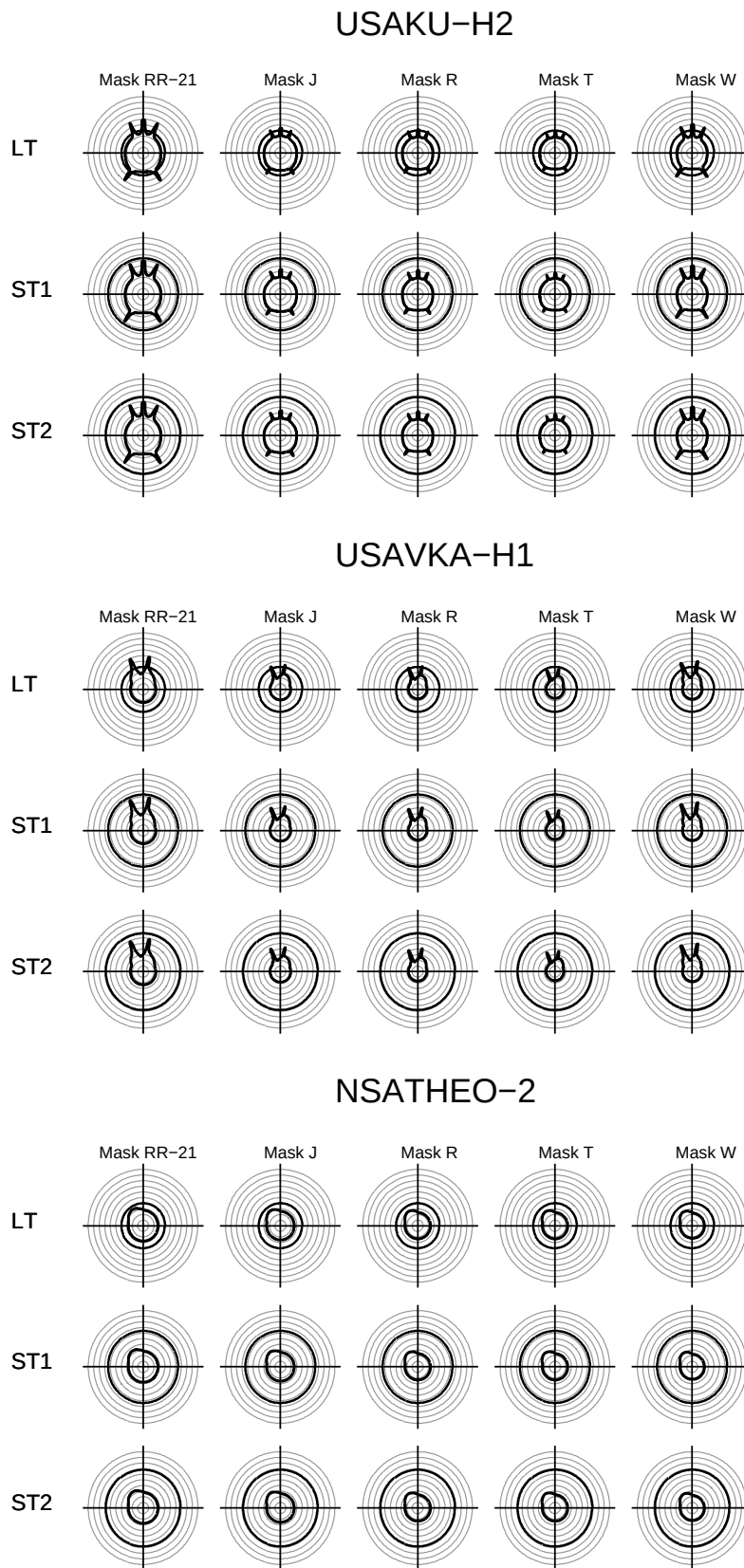


Figura A.5: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-20^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

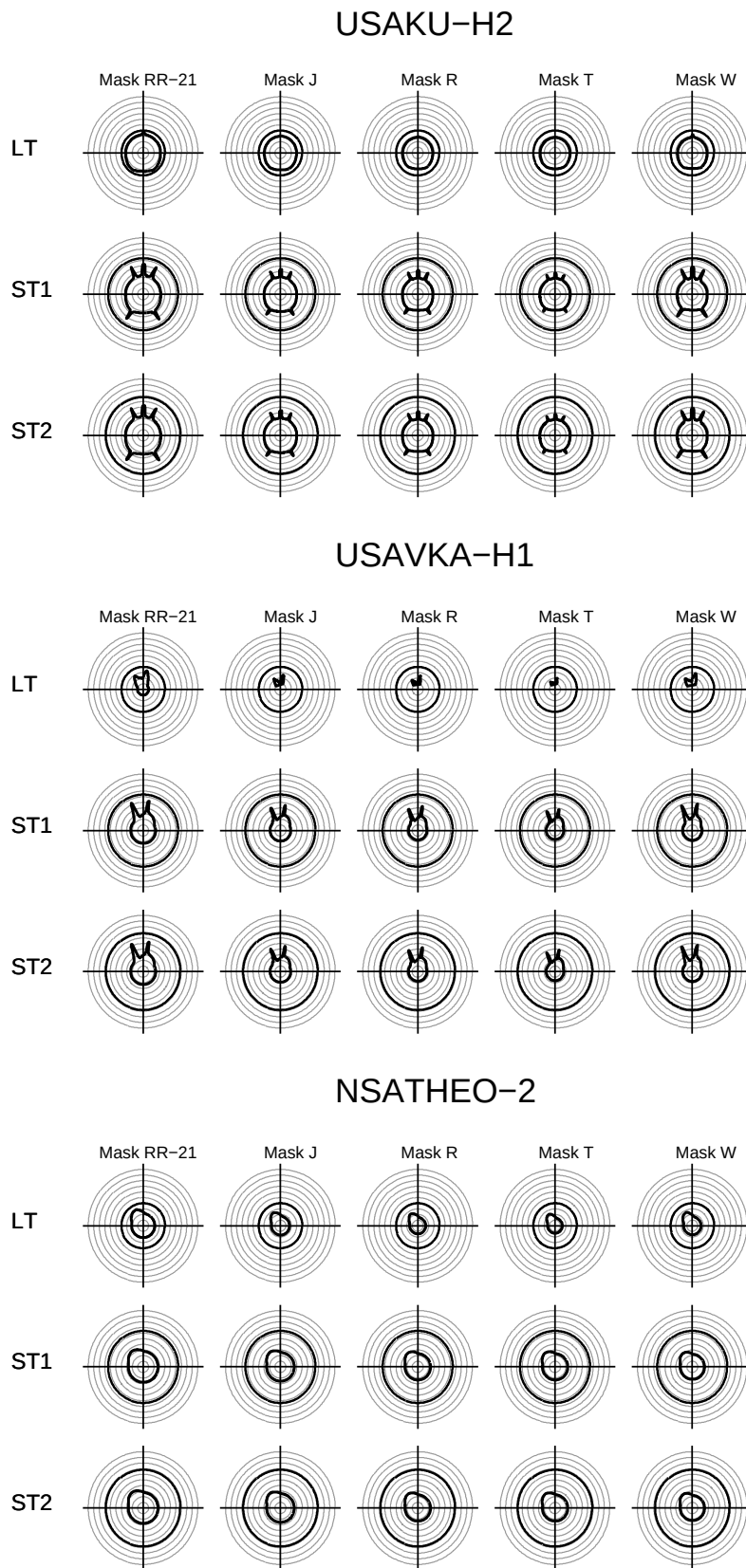


Figura A.6: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-20^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

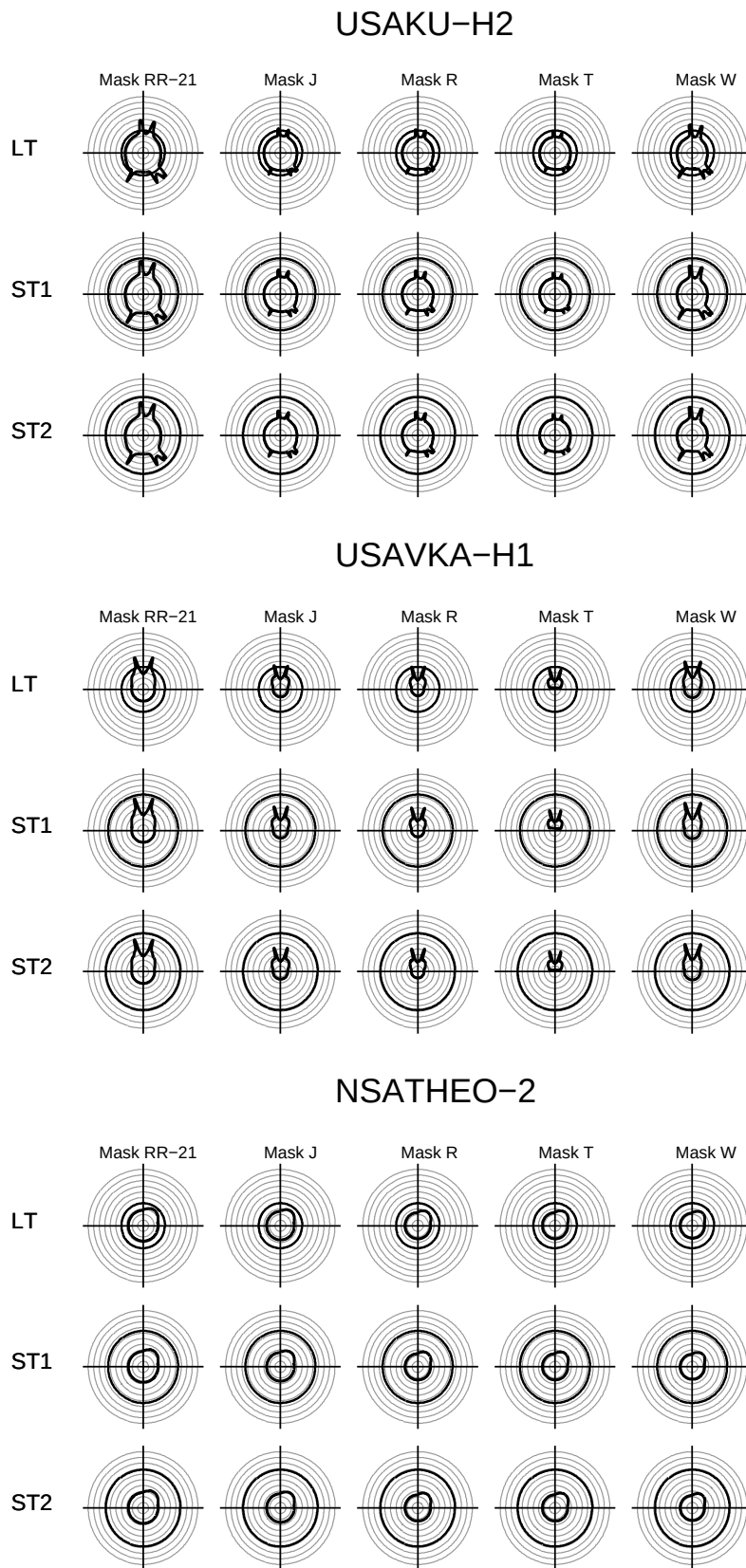


Figura A.7: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-20^{\circ}\text{S}, 100^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

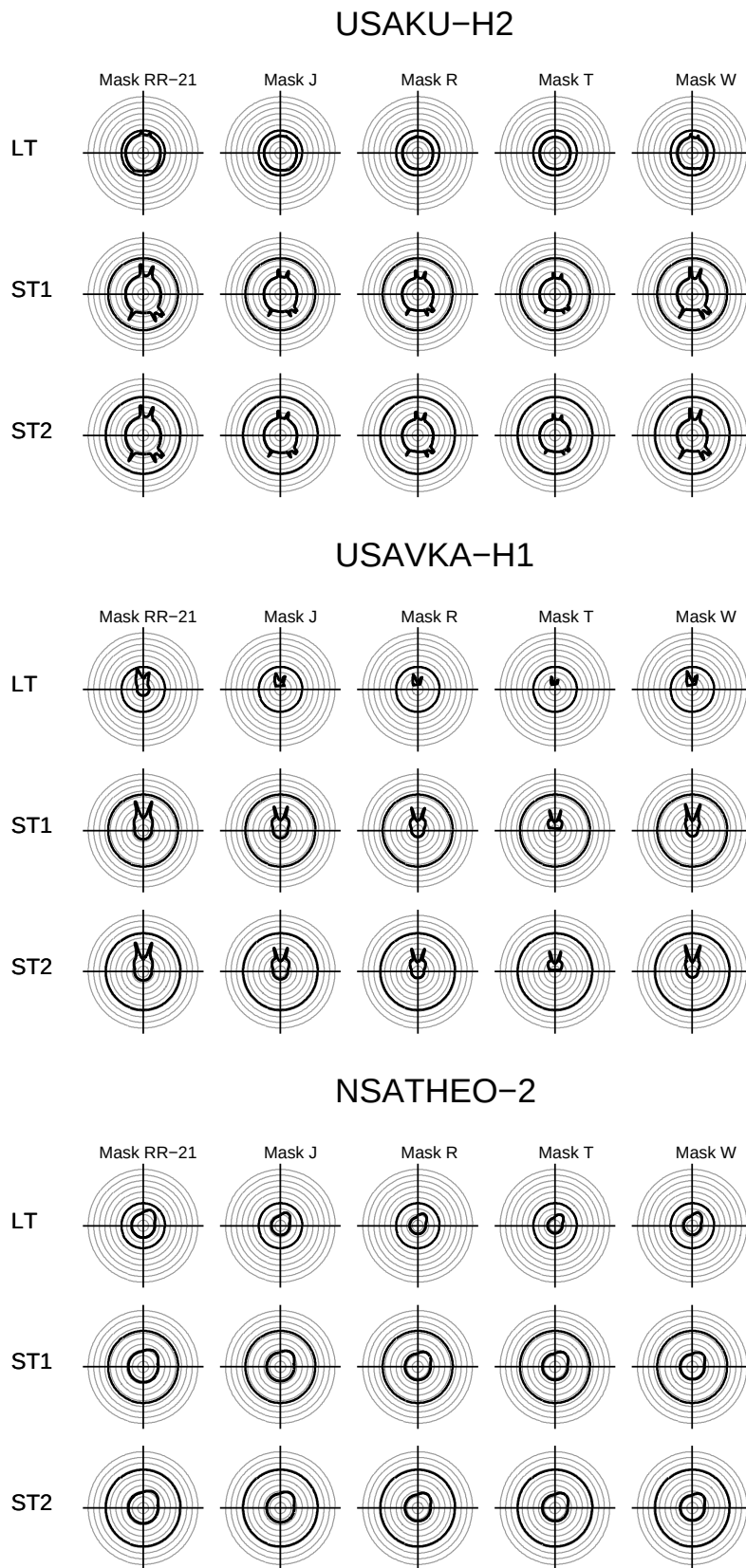


Figura A.8: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-20^{\circ}\text{S}, 100^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

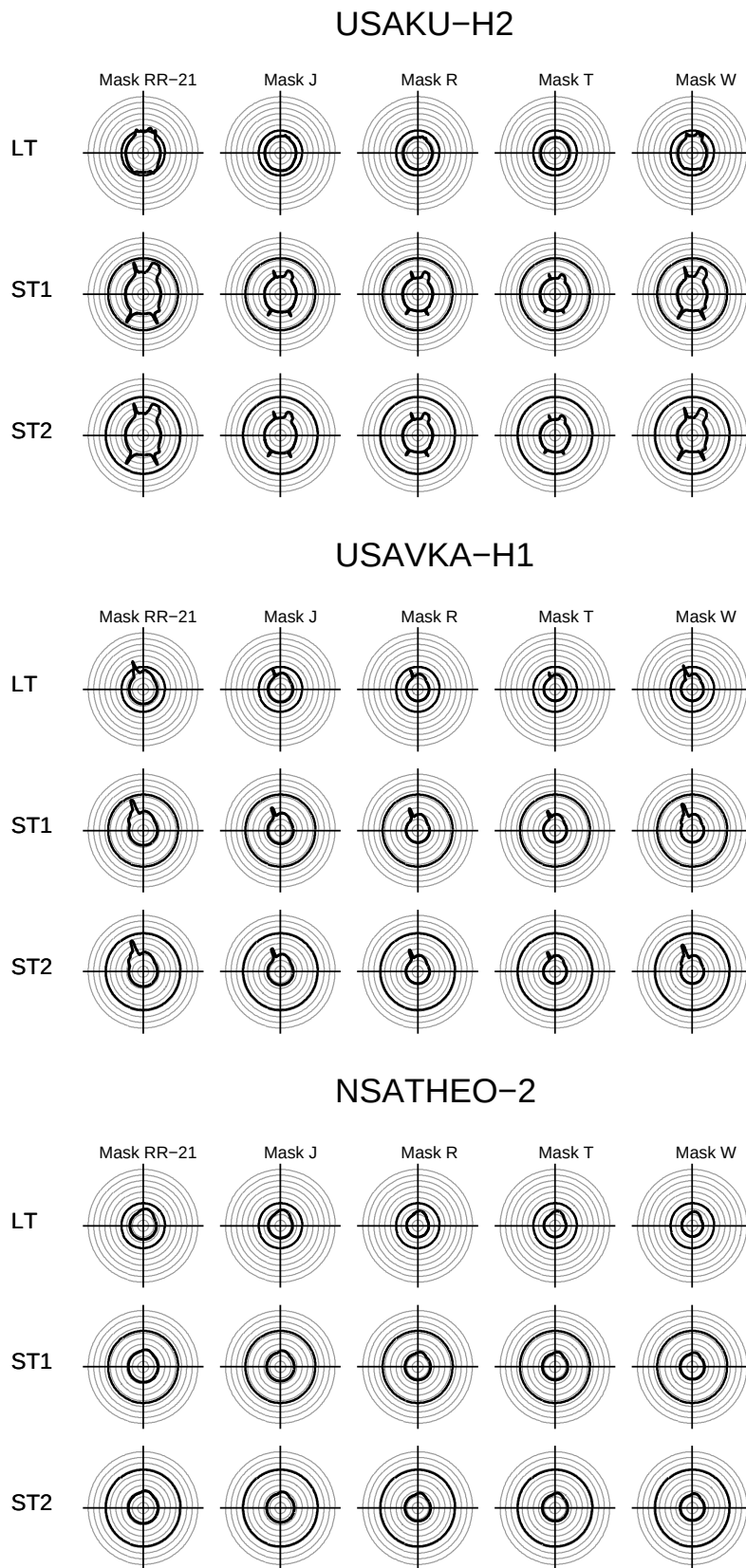


Figura A.9: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-10^{\circ}\text{S}, 0^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

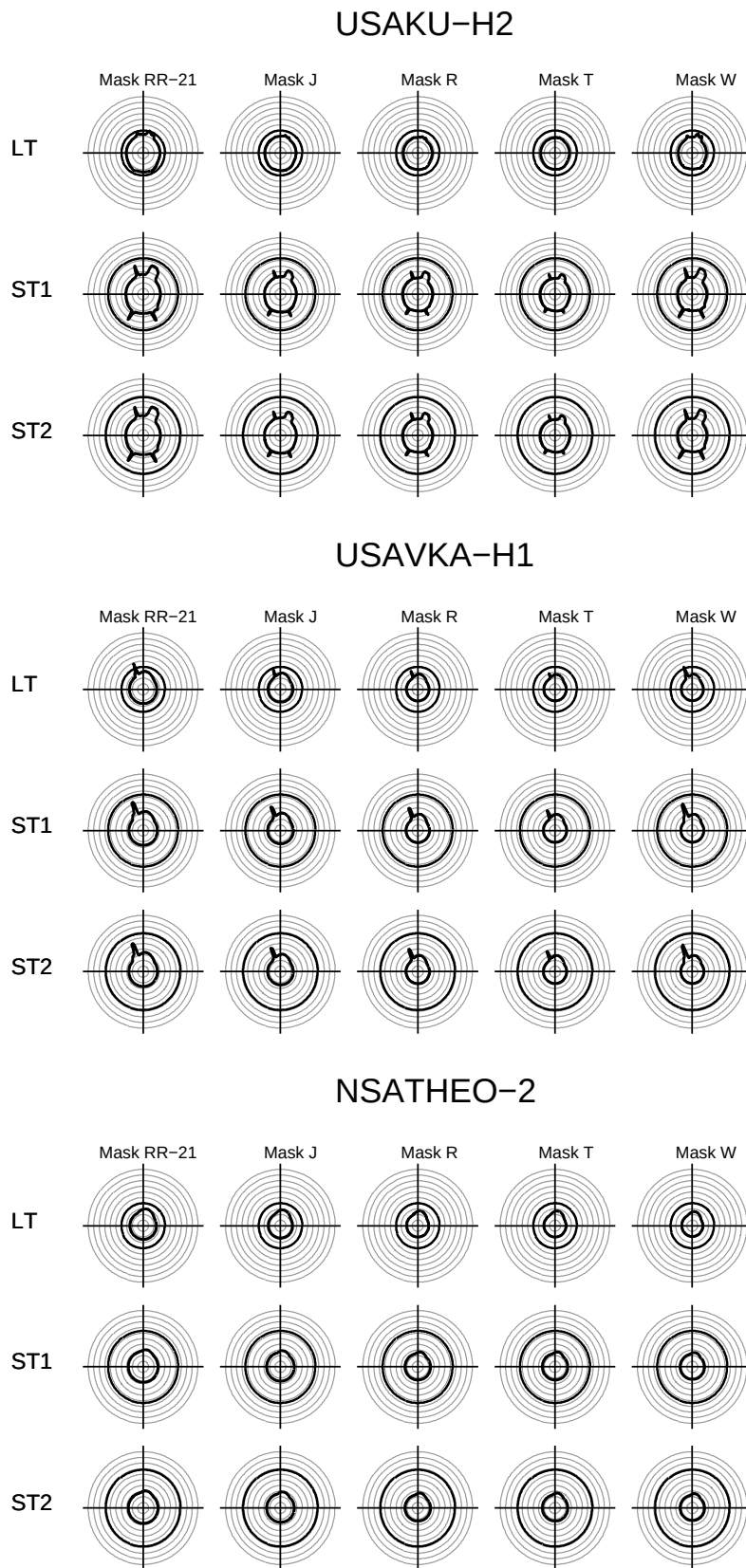


Figura A.10: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-10^{\circ}\text{S}, 0^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

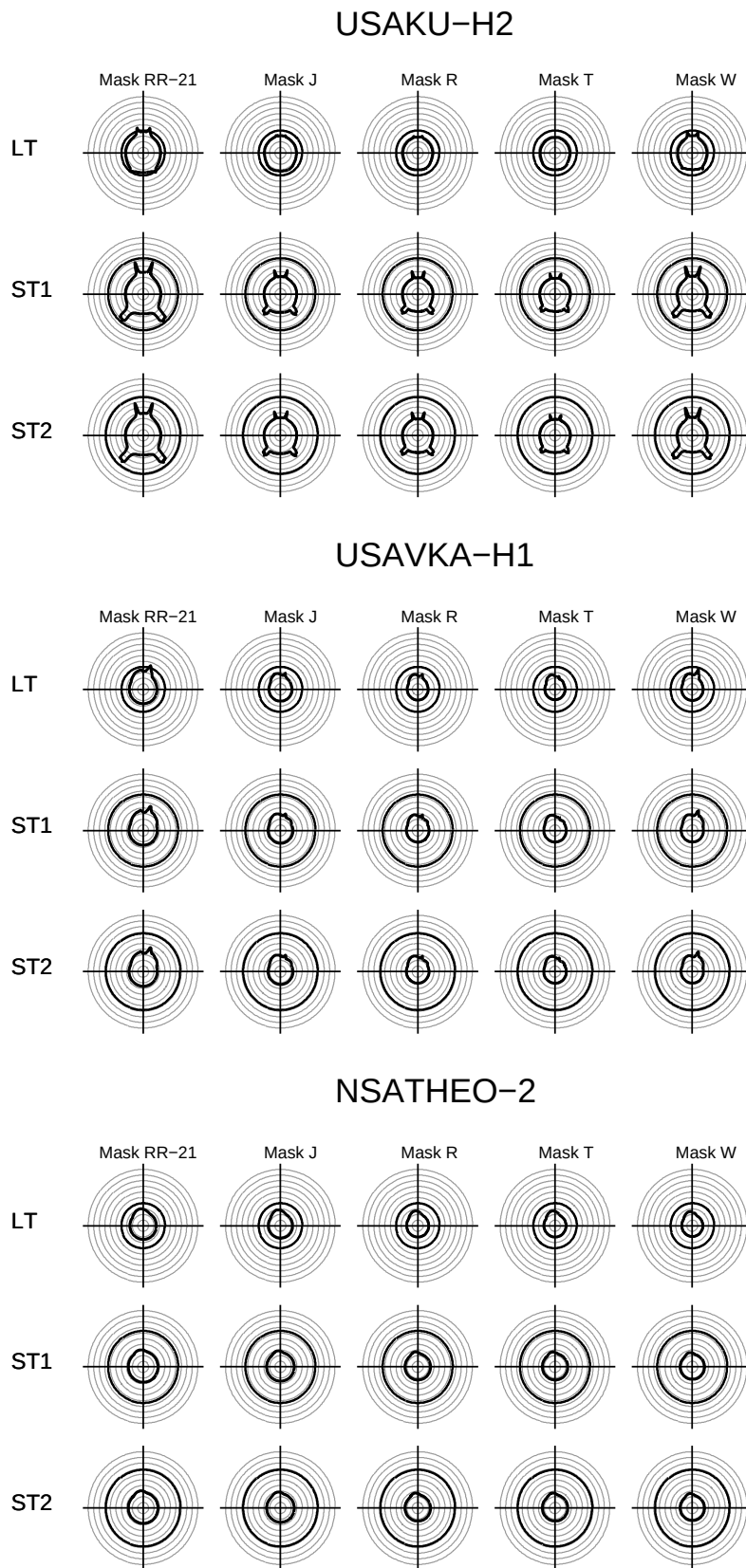


Figura A.11: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-10^{\circ}\text{S}, 30^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

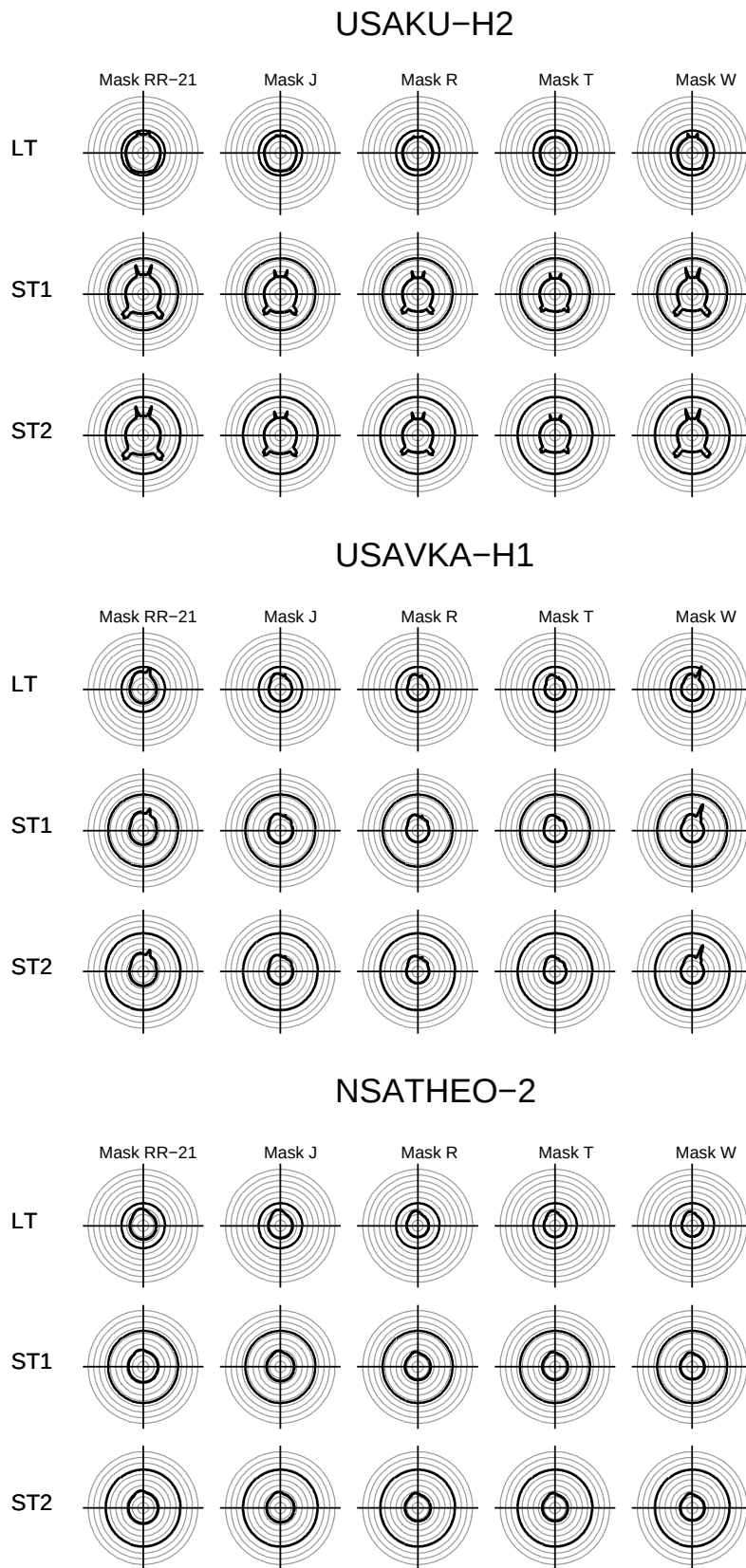


Figura A.12: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-10^{\circ}\text{S}, 30^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

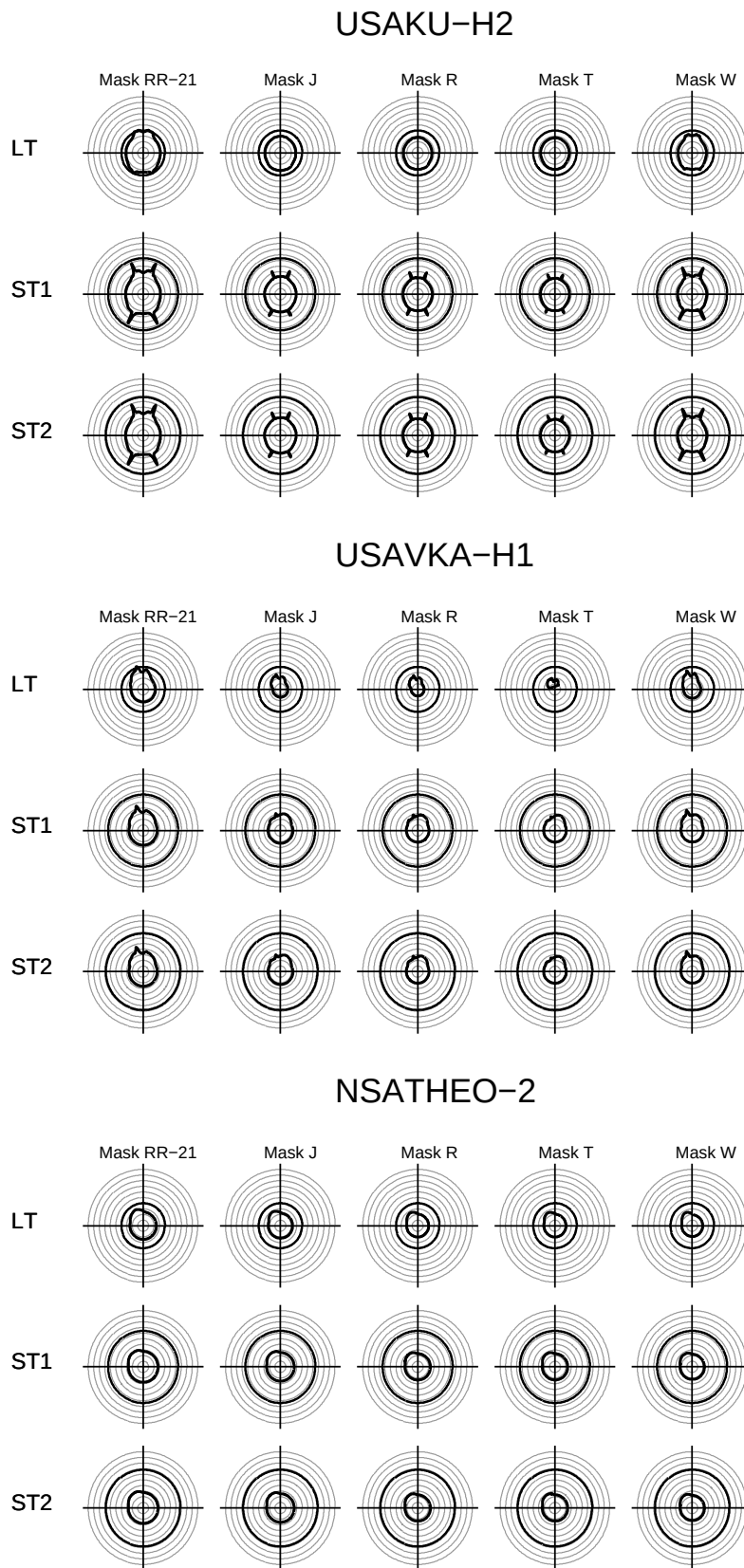


Figura A.13: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-10^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

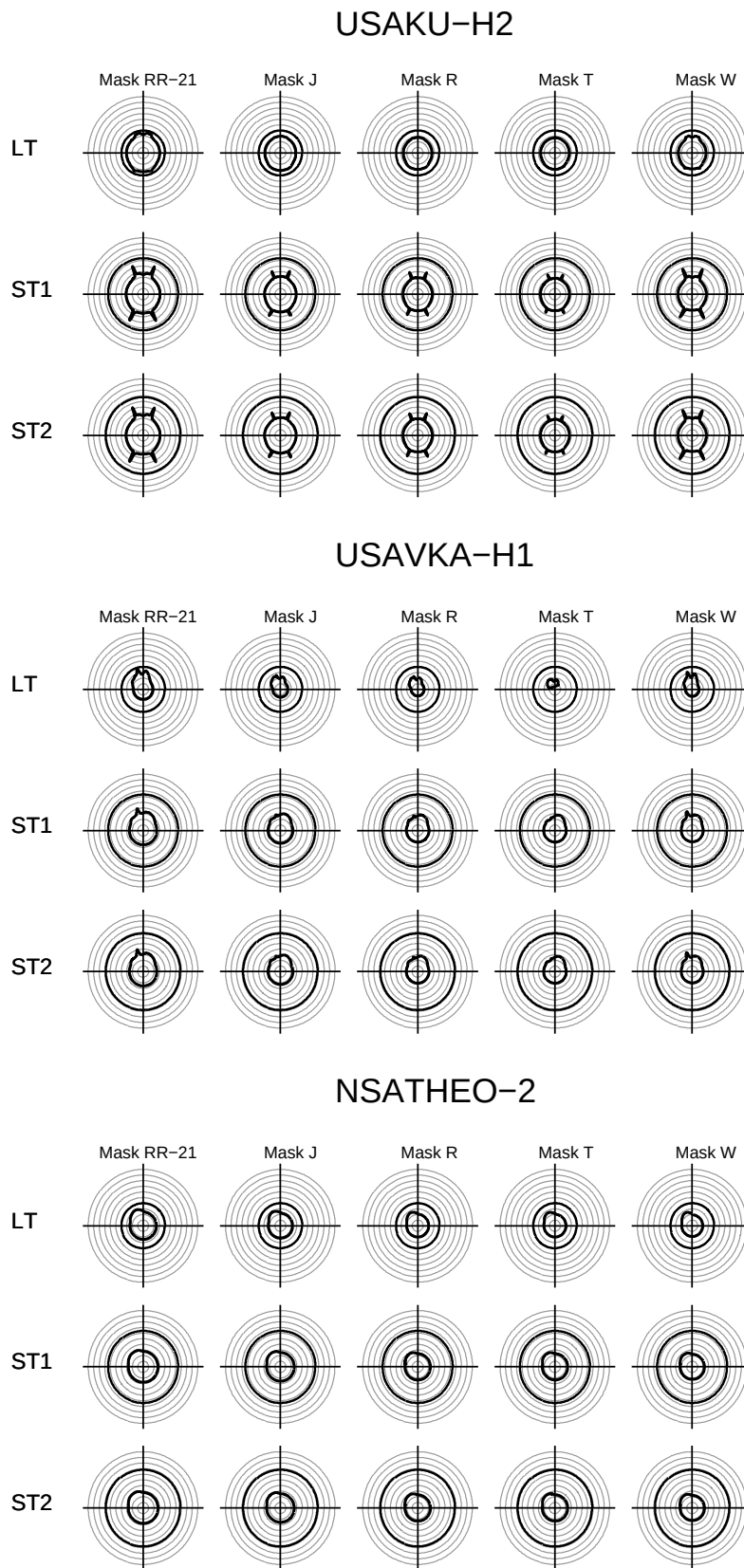


Figura A.14: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição ($-10^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{W}$). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

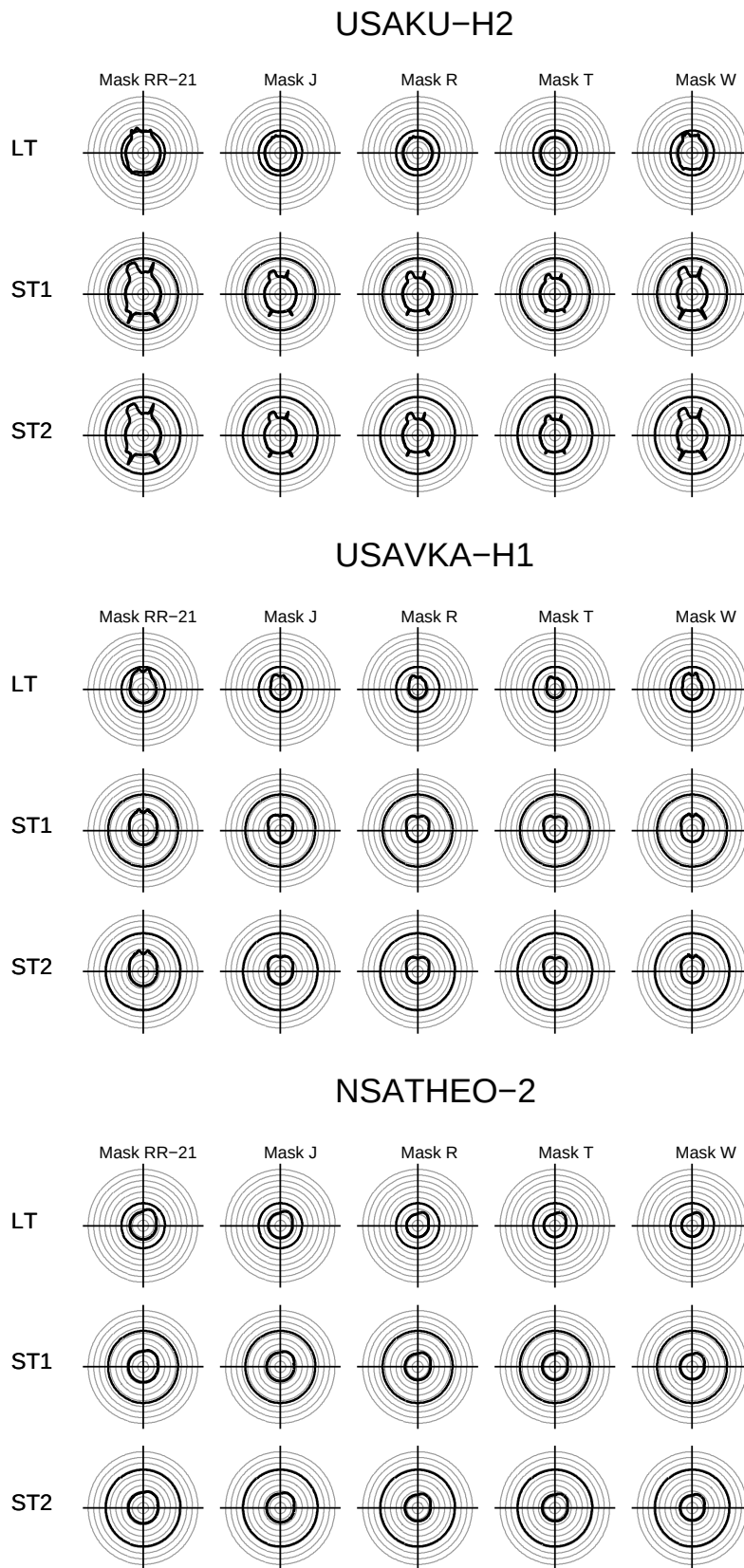


Figura A.15: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-10^{\circ}\text{S}, 100^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

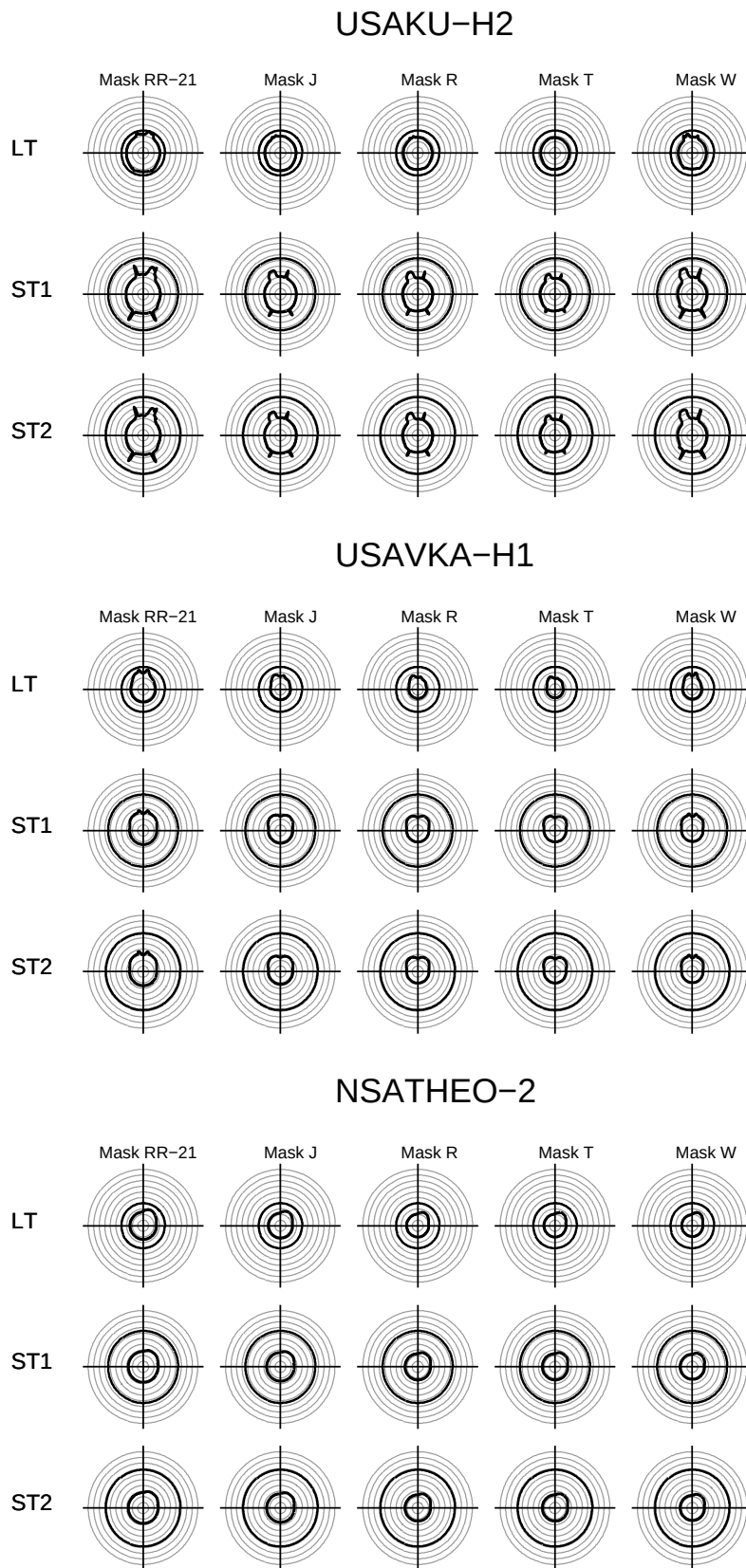


Figura A.16: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição $(-10^{\circ}\text{S}, 100^{\circ}\text{W})$. A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0° . Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

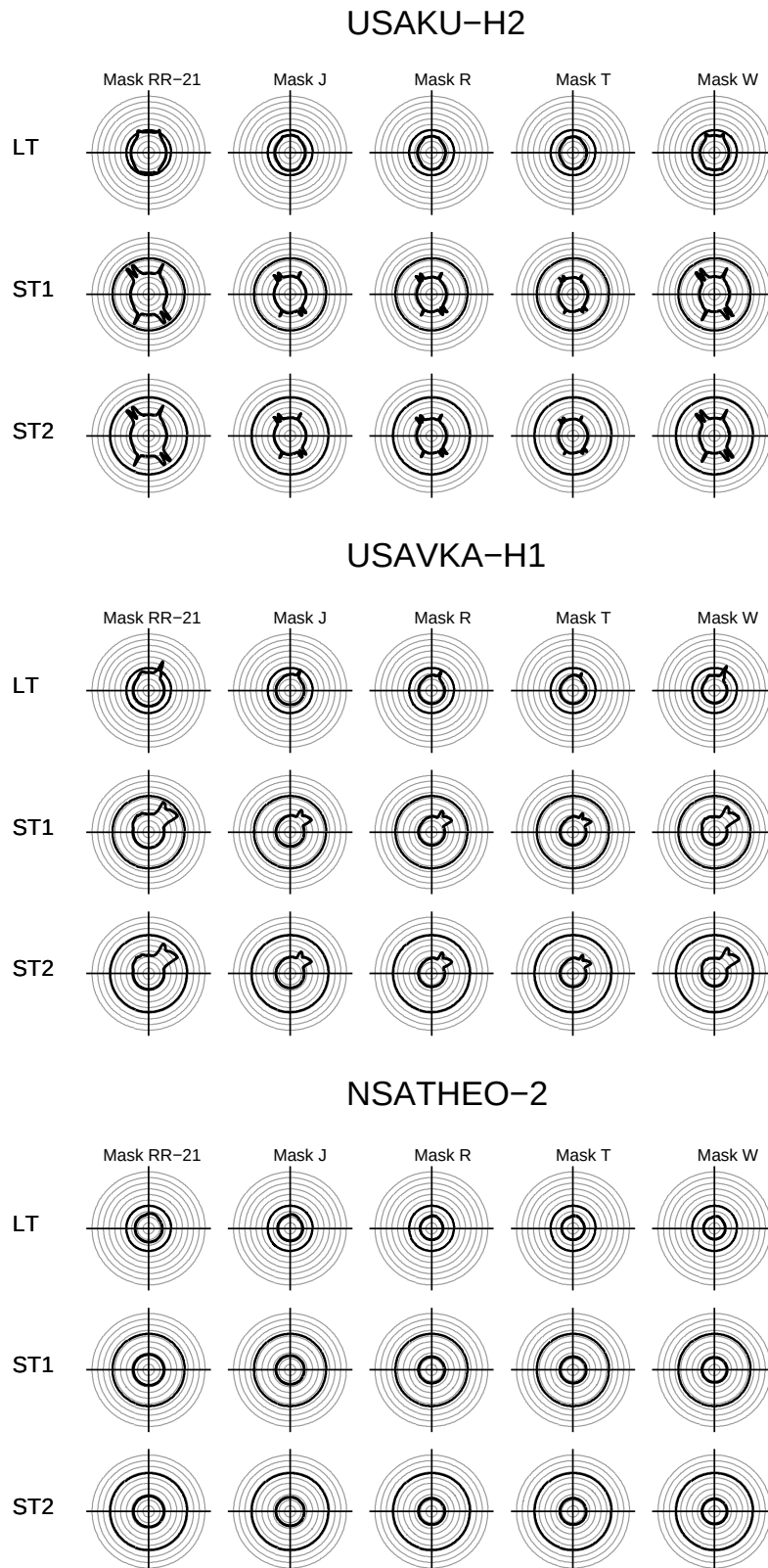


Figura A.17: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

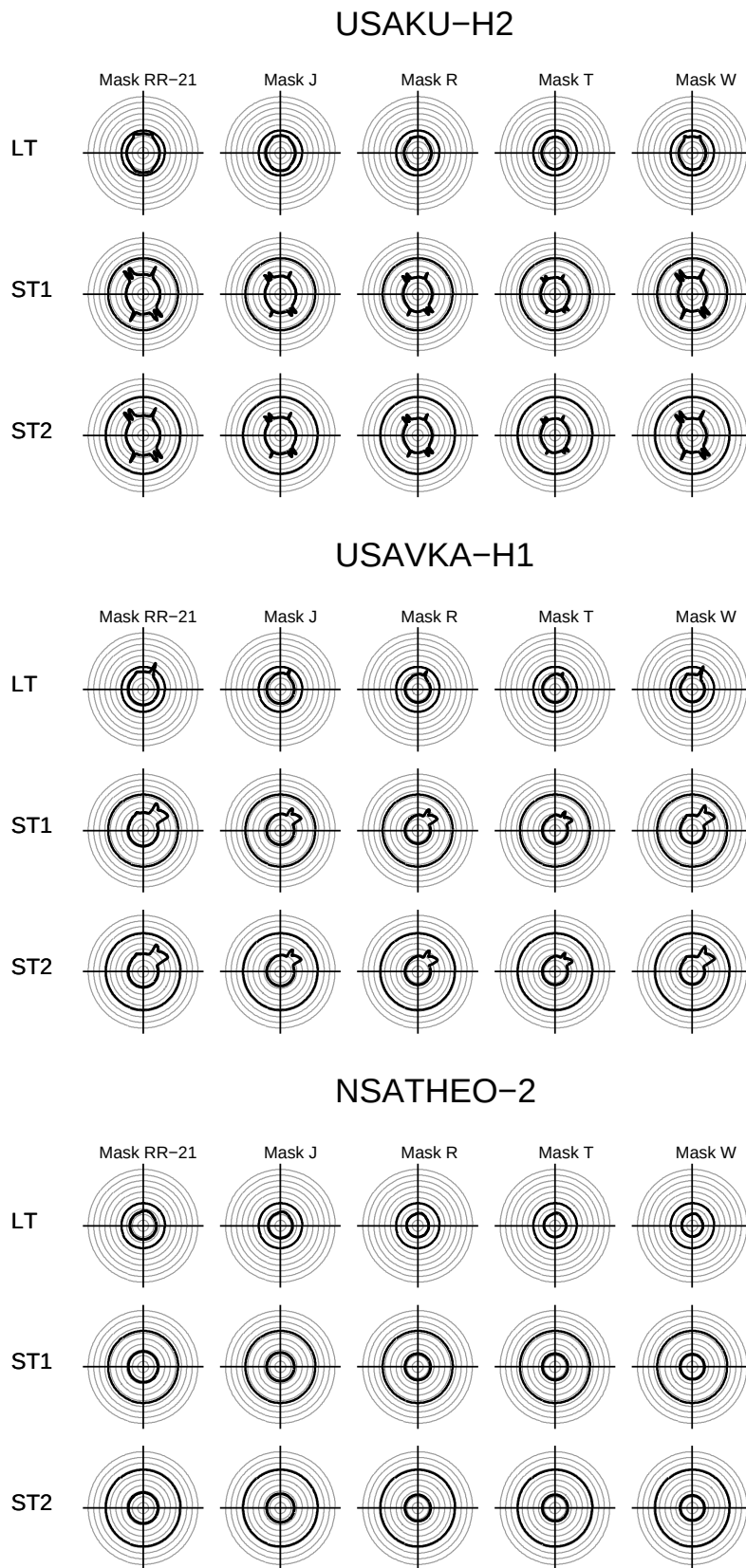


Figura A.18: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

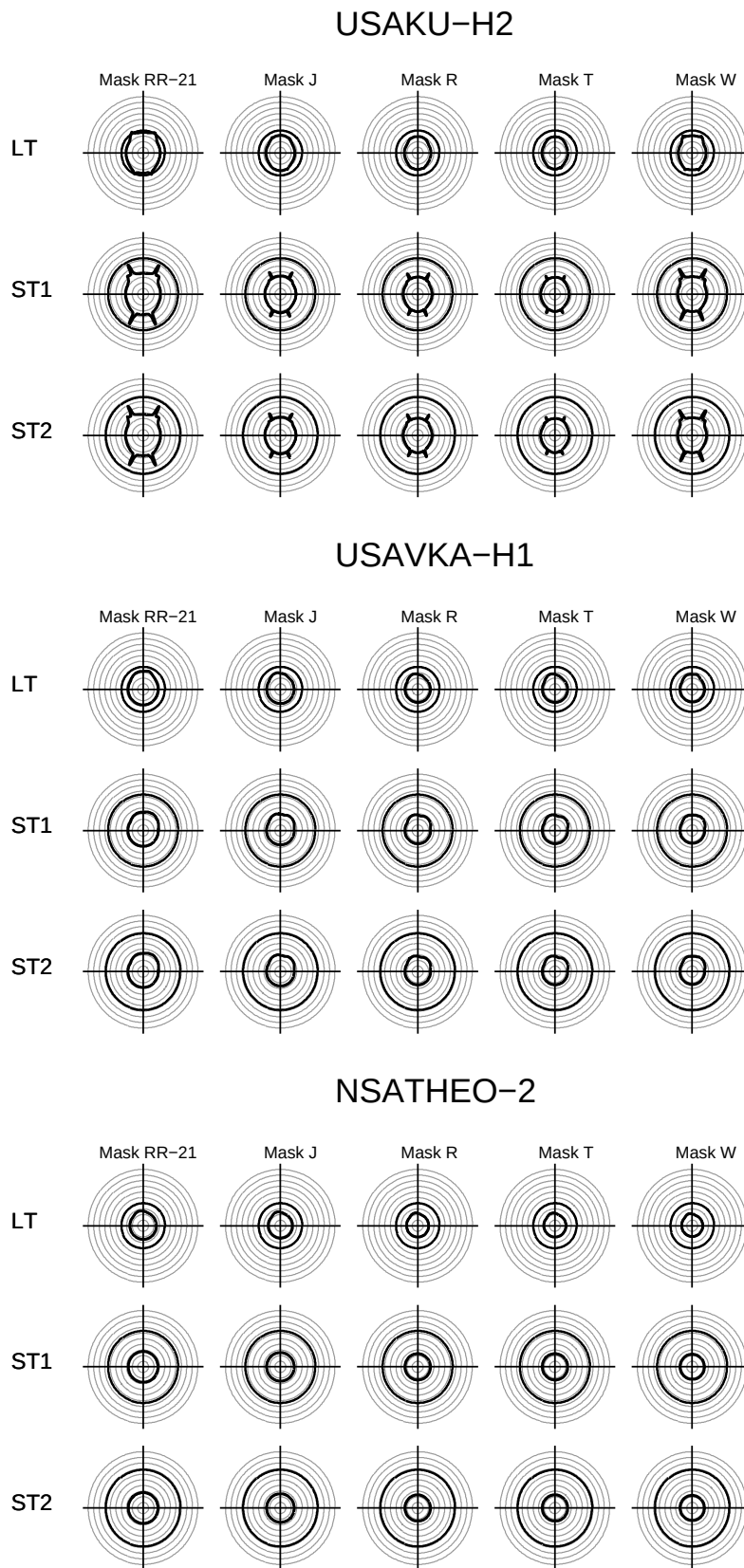


Figura A.19: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

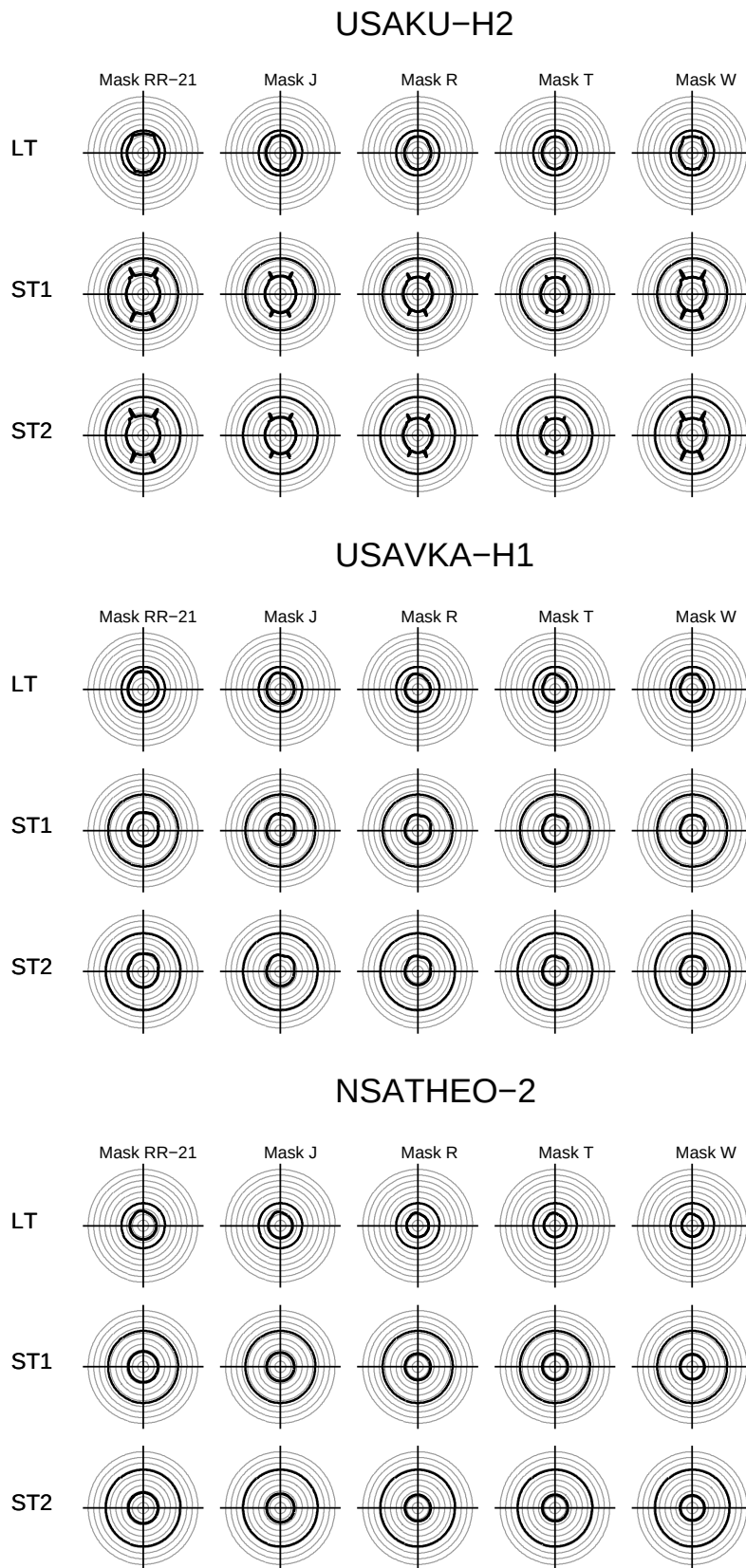


Figura A.20: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

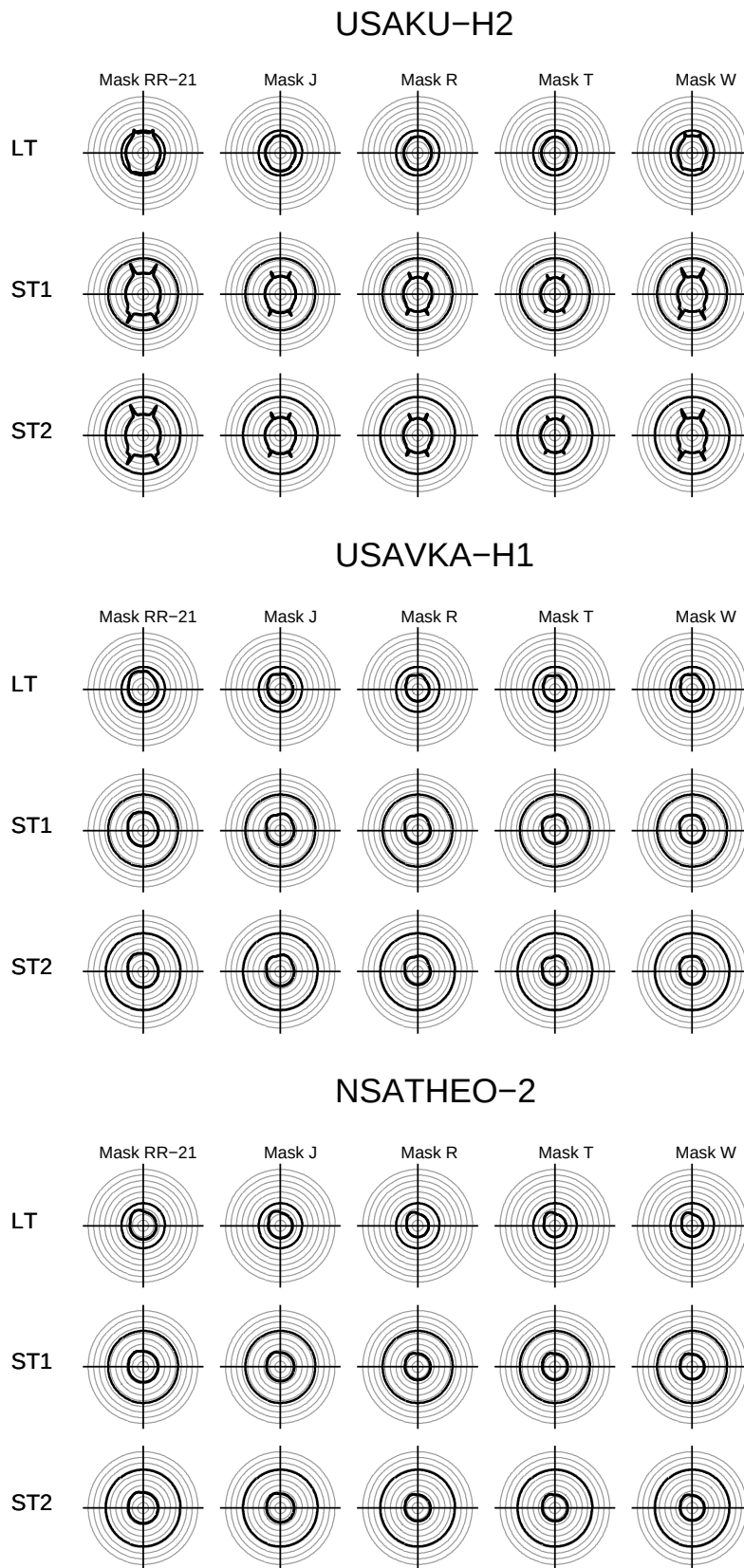


Figura A.21: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

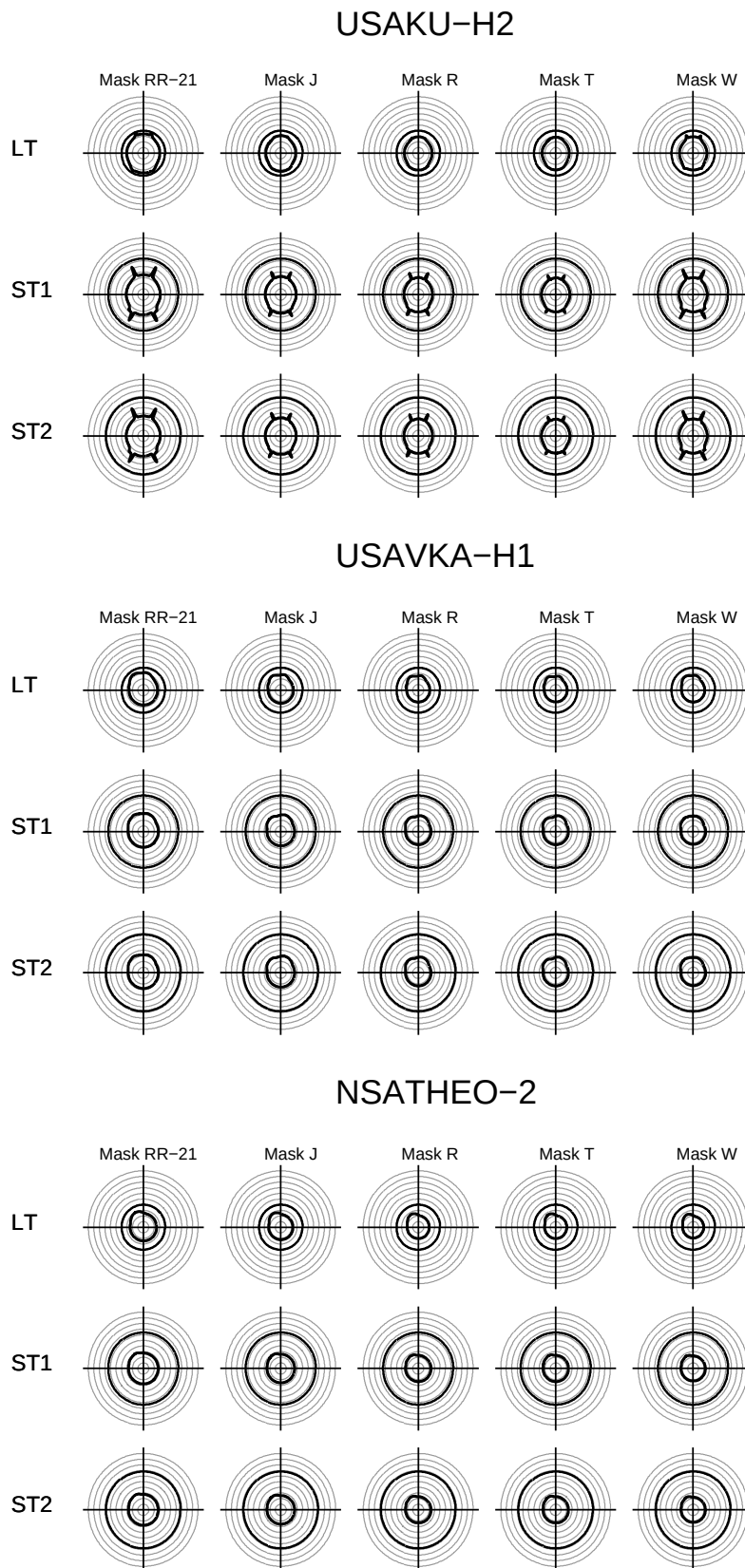


Figura A.22: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

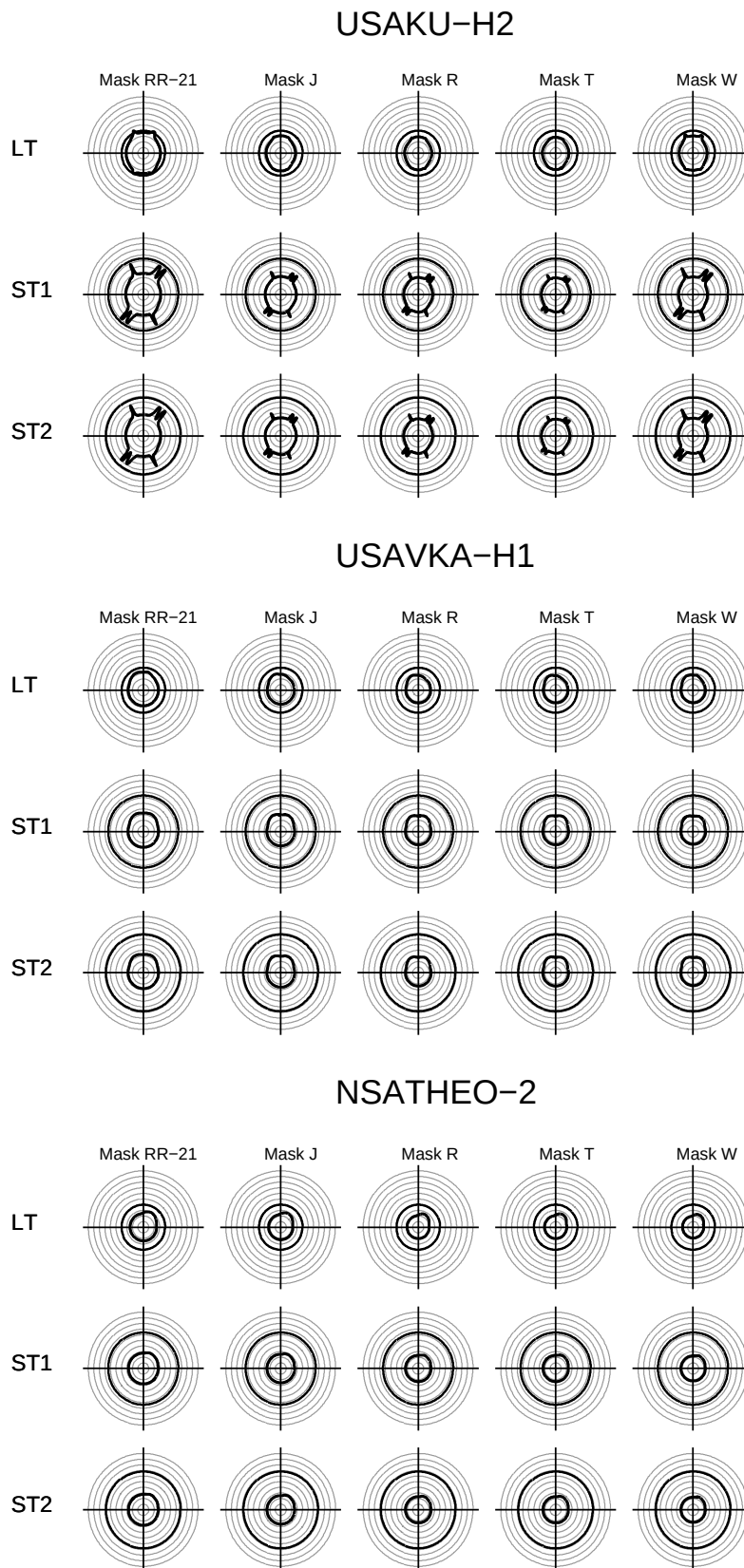


Figura A.23: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

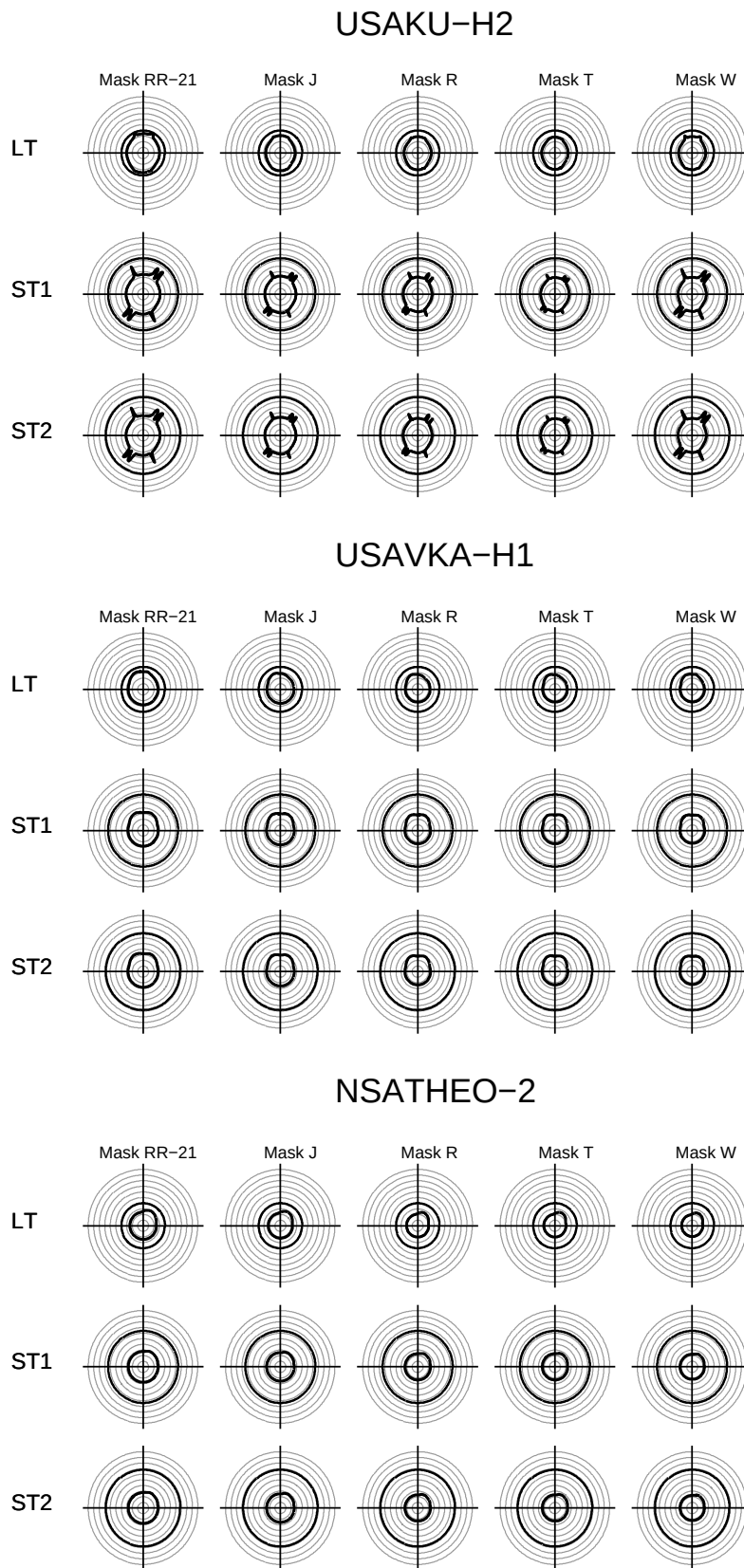


Figura A.24: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (0°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

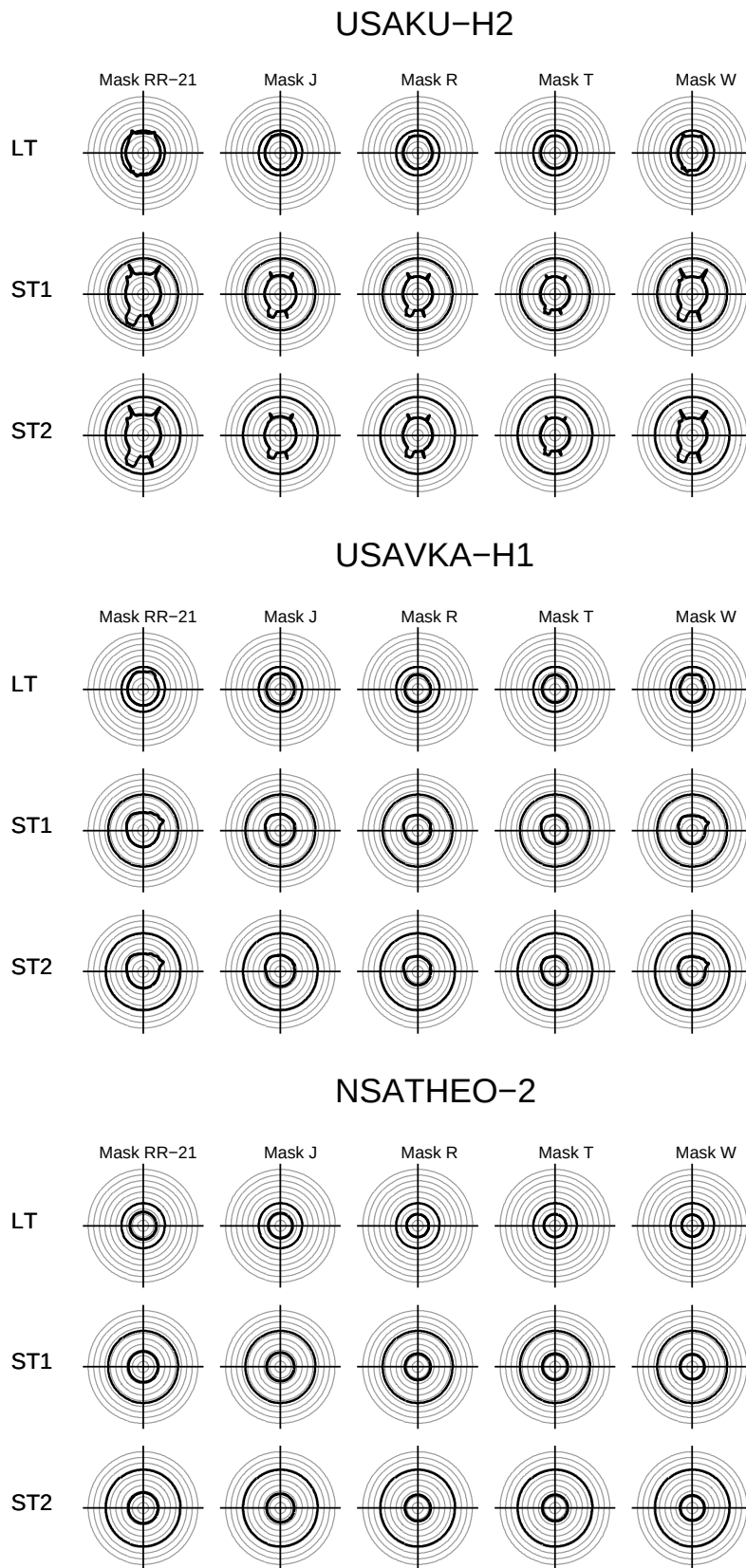


Figura A.25: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

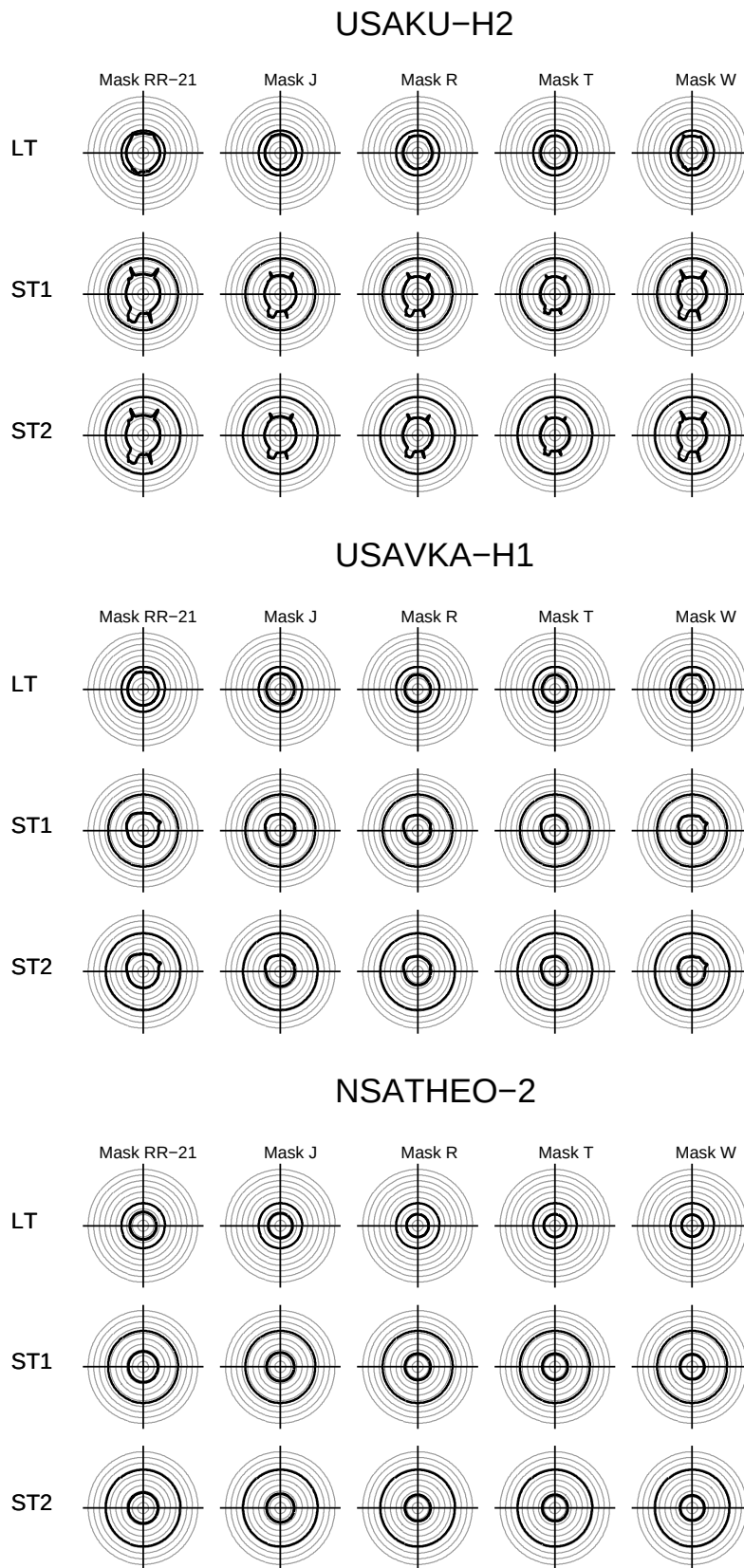


Figura A.26: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

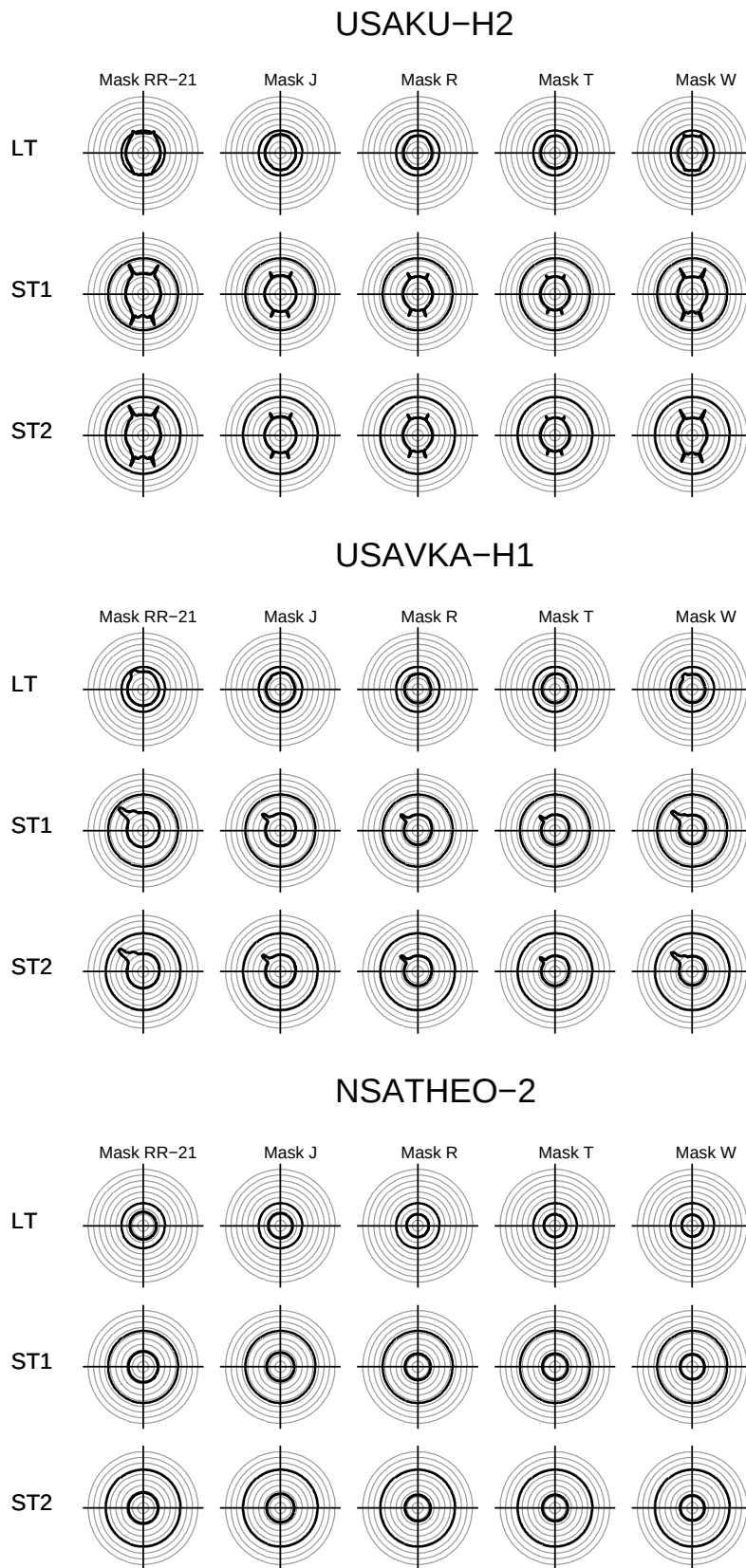


Figura A.27: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

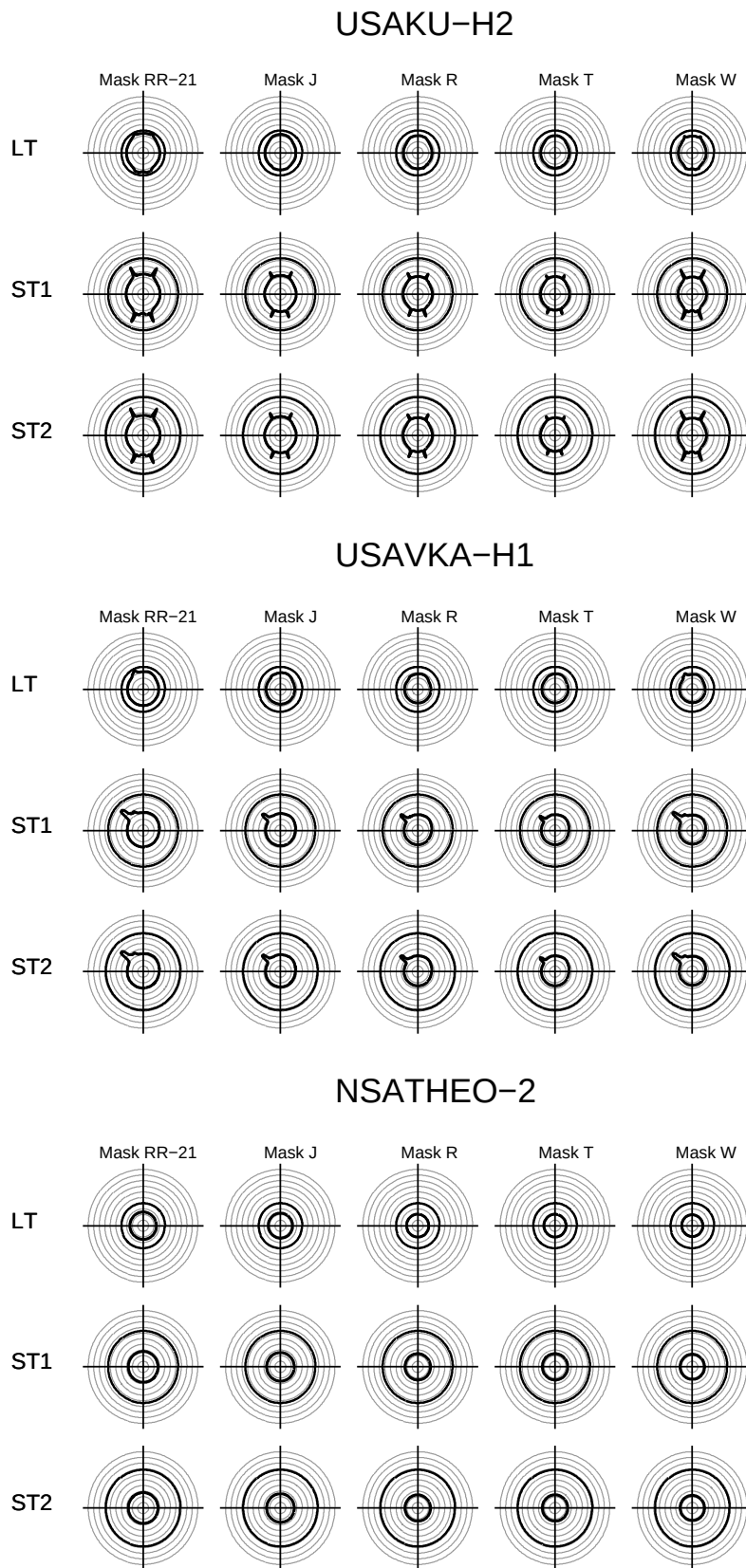


Figura A.28: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

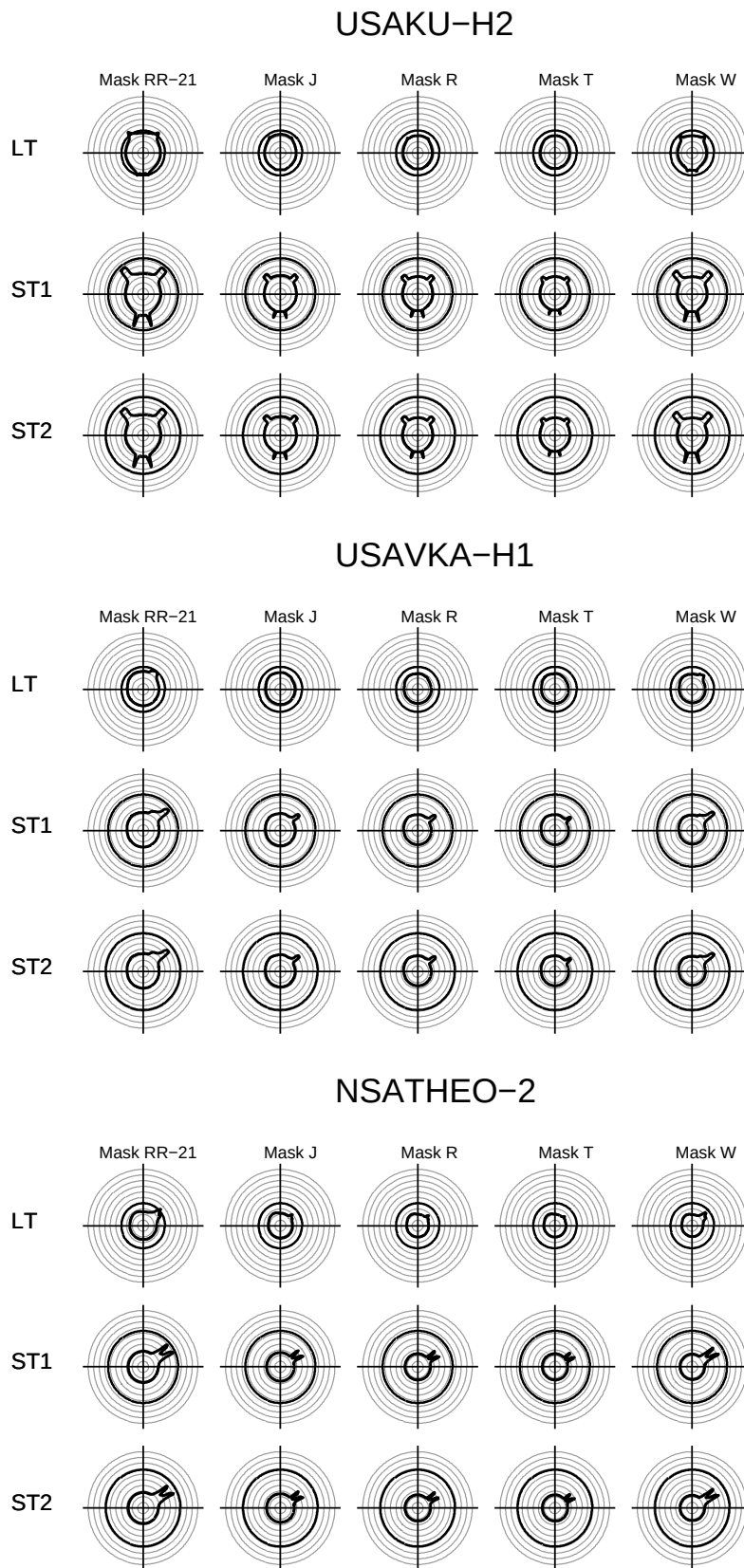


Figura A.29: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

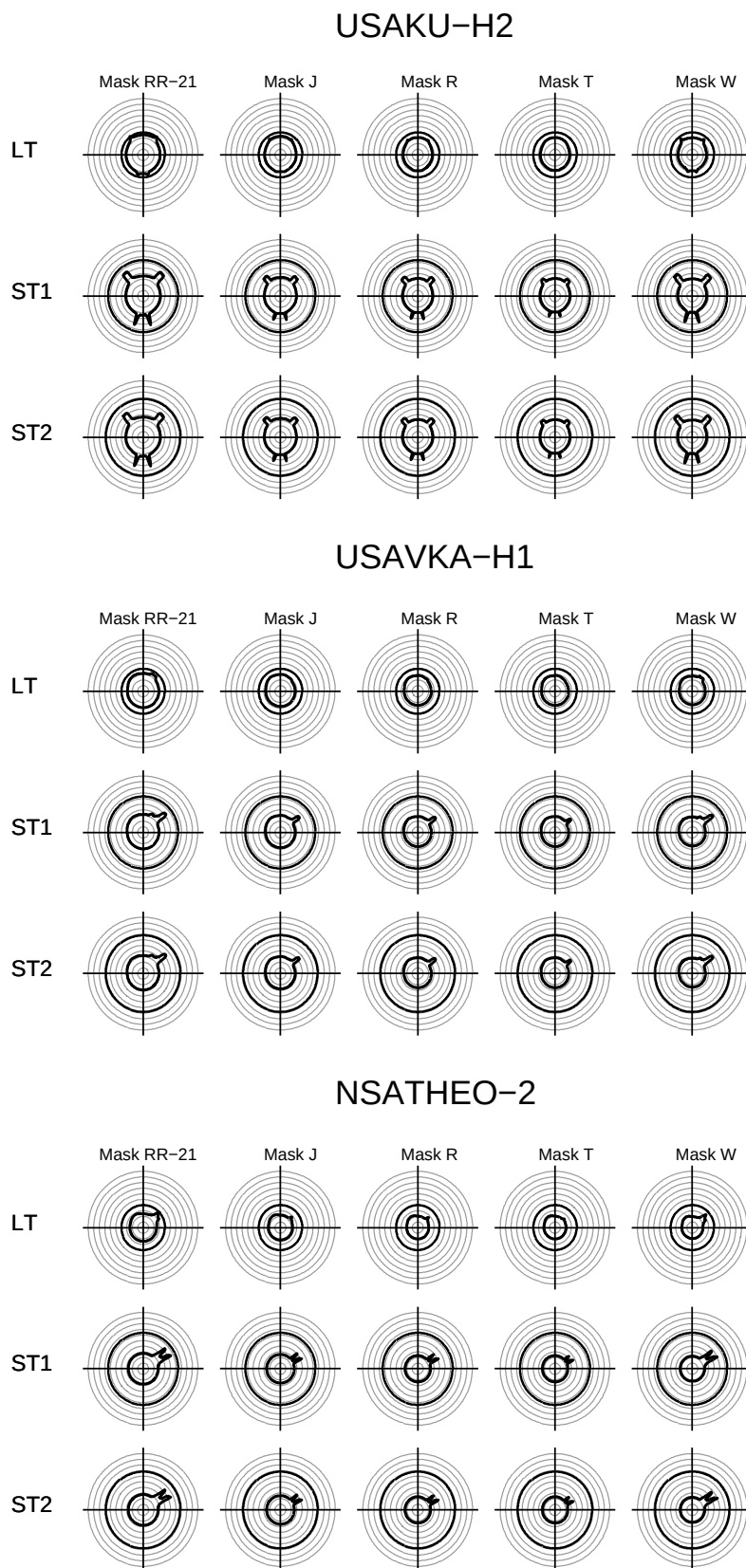


Figura A.30: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

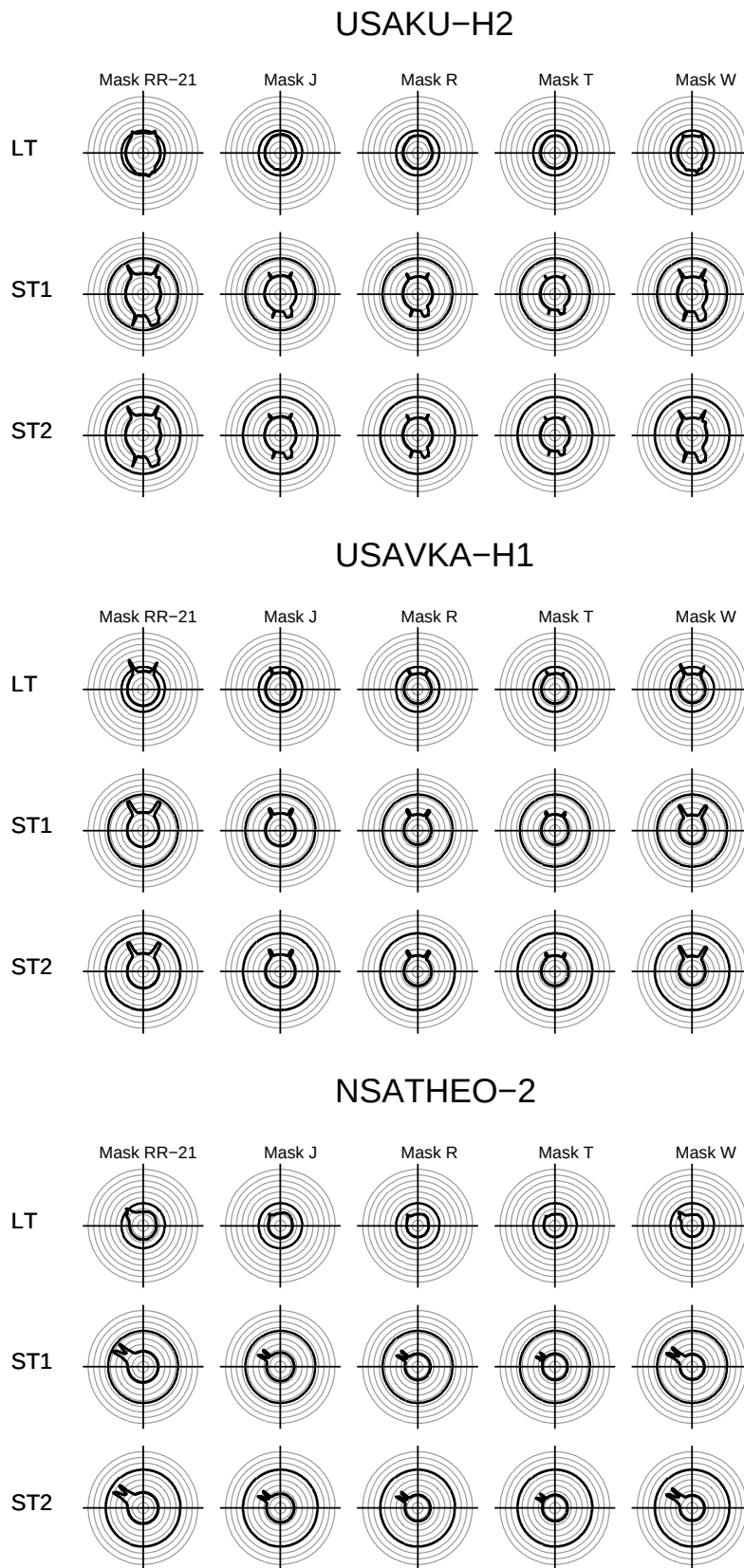


Figura A.31: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

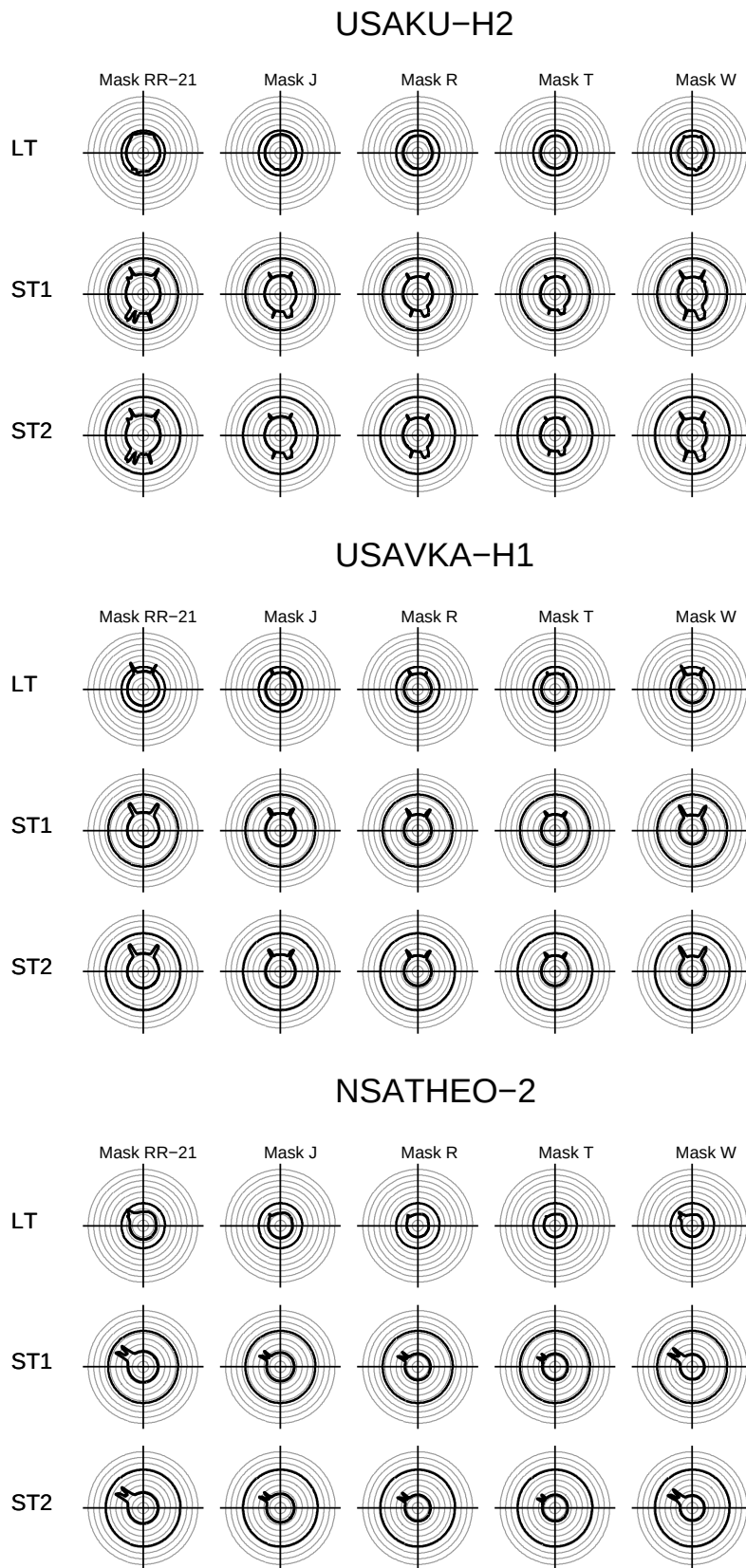


Figura A.32: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (10°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

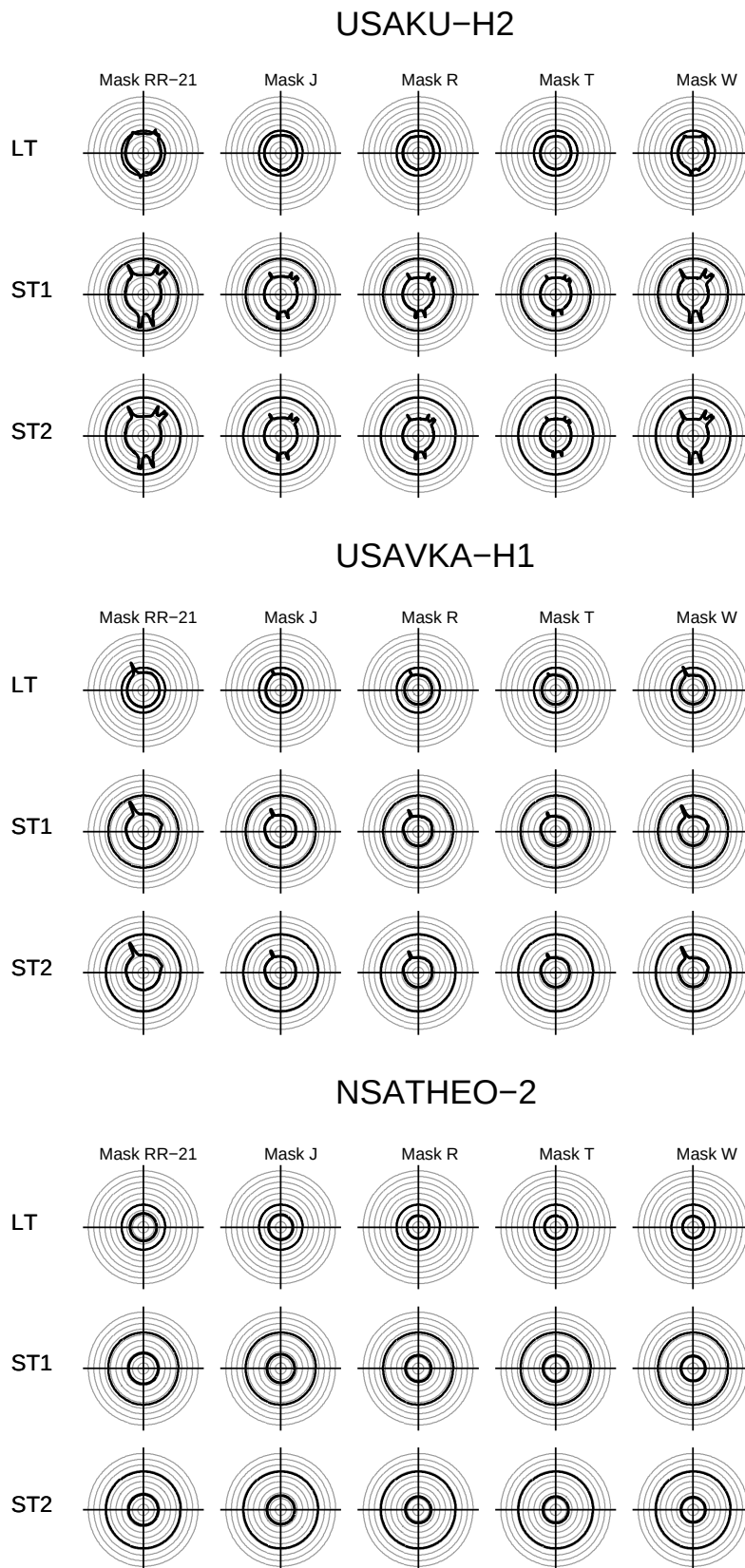


Figura A.33: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

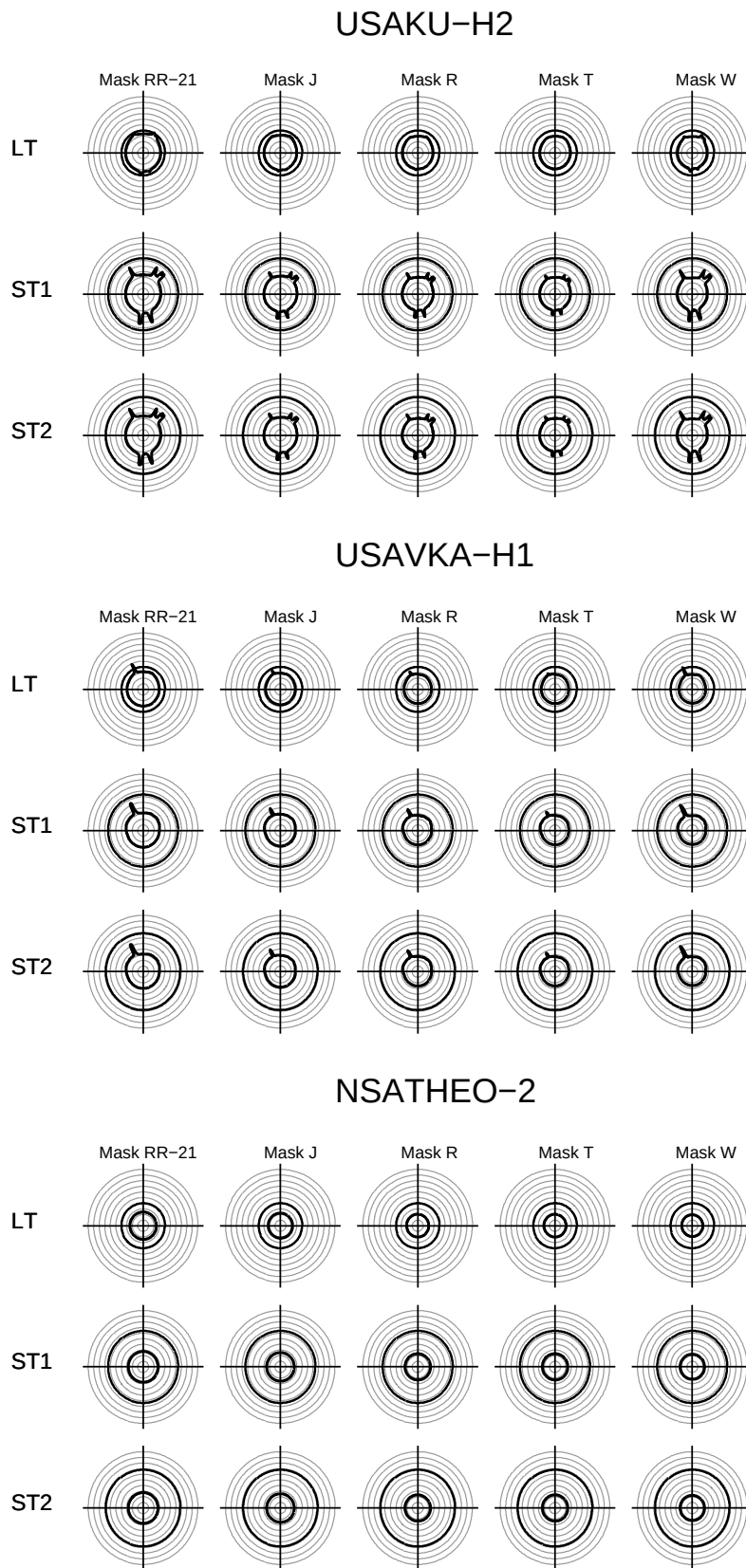


Figura A.34: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,0°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

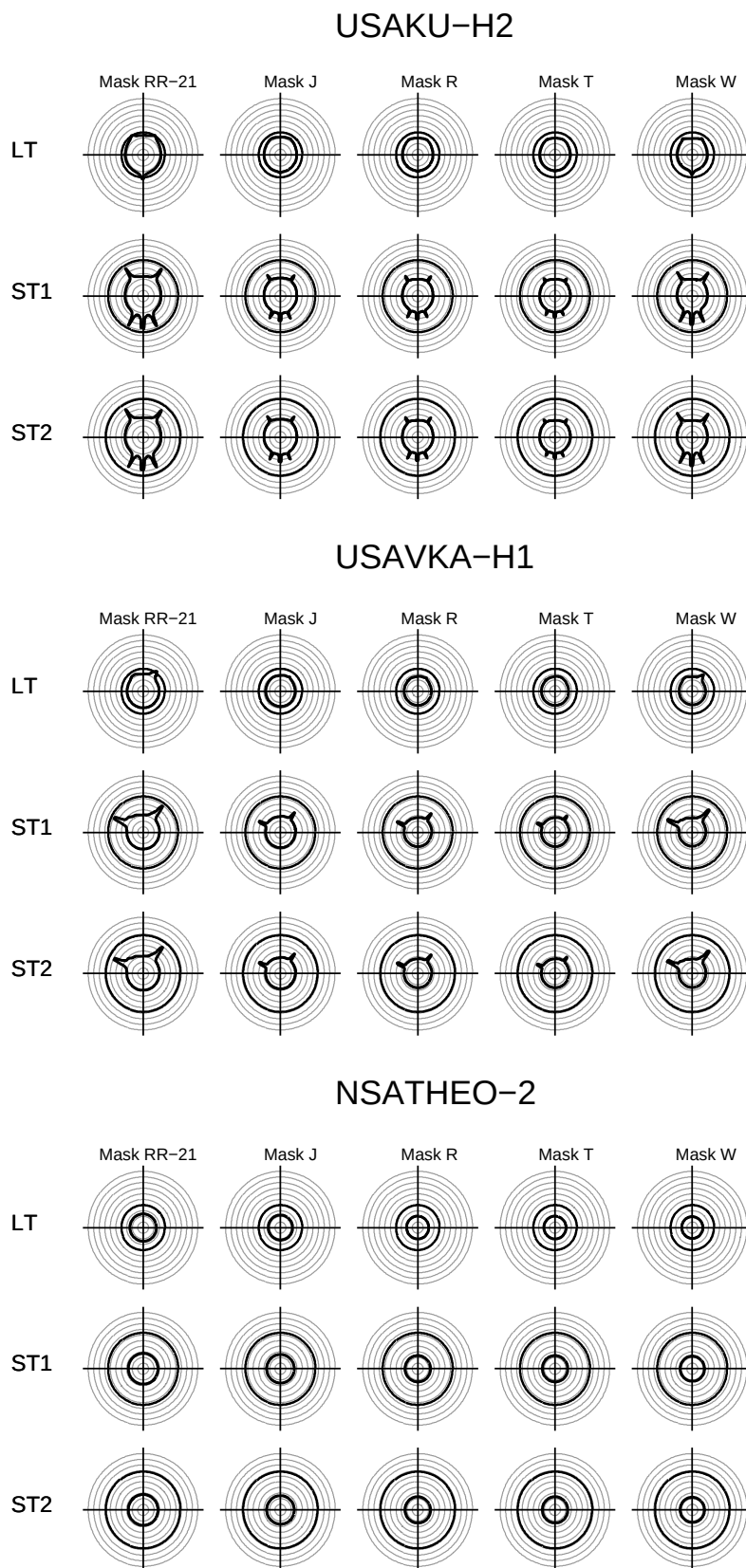


Figura A.35: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

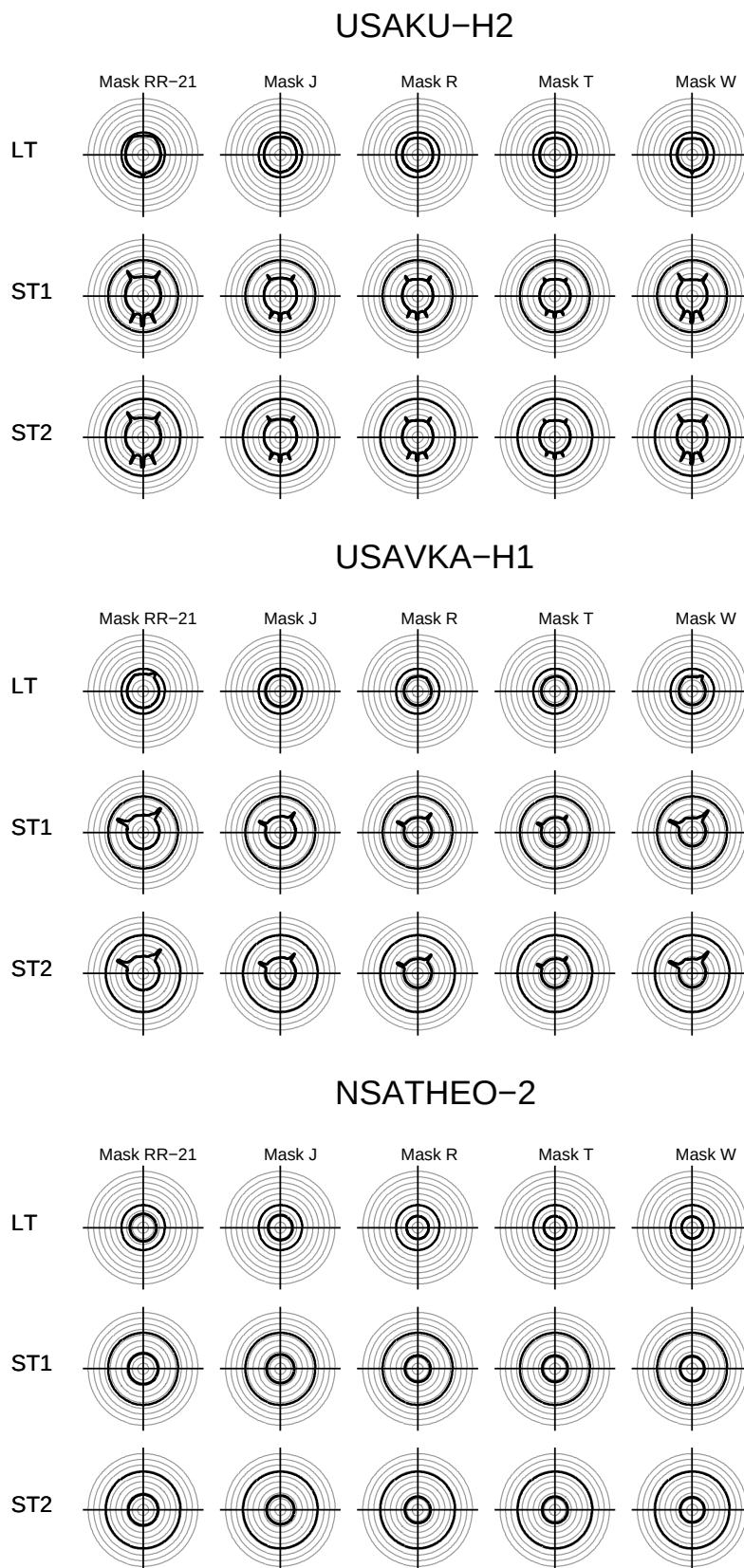


Figura A.36: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,30°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

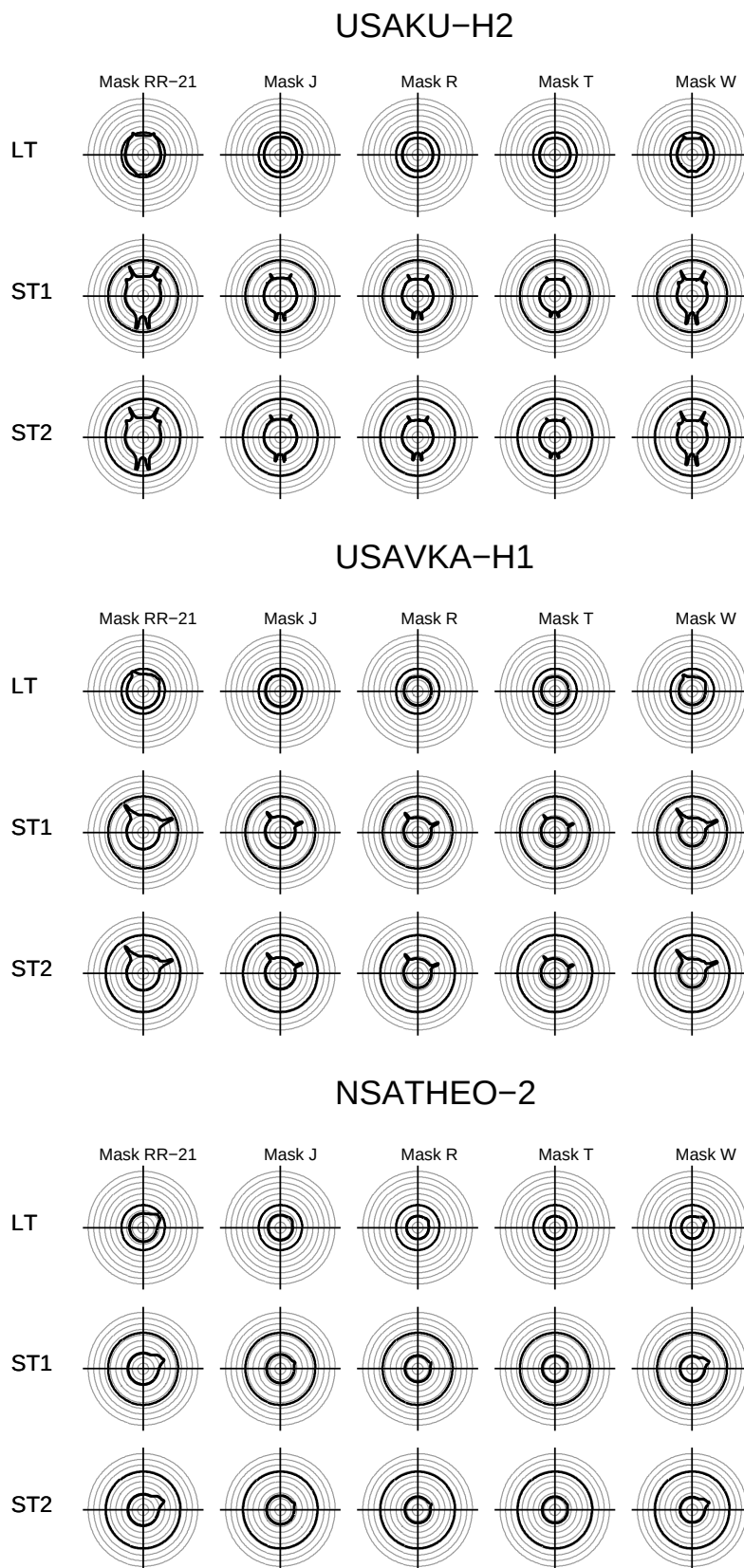


Figura A.37: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

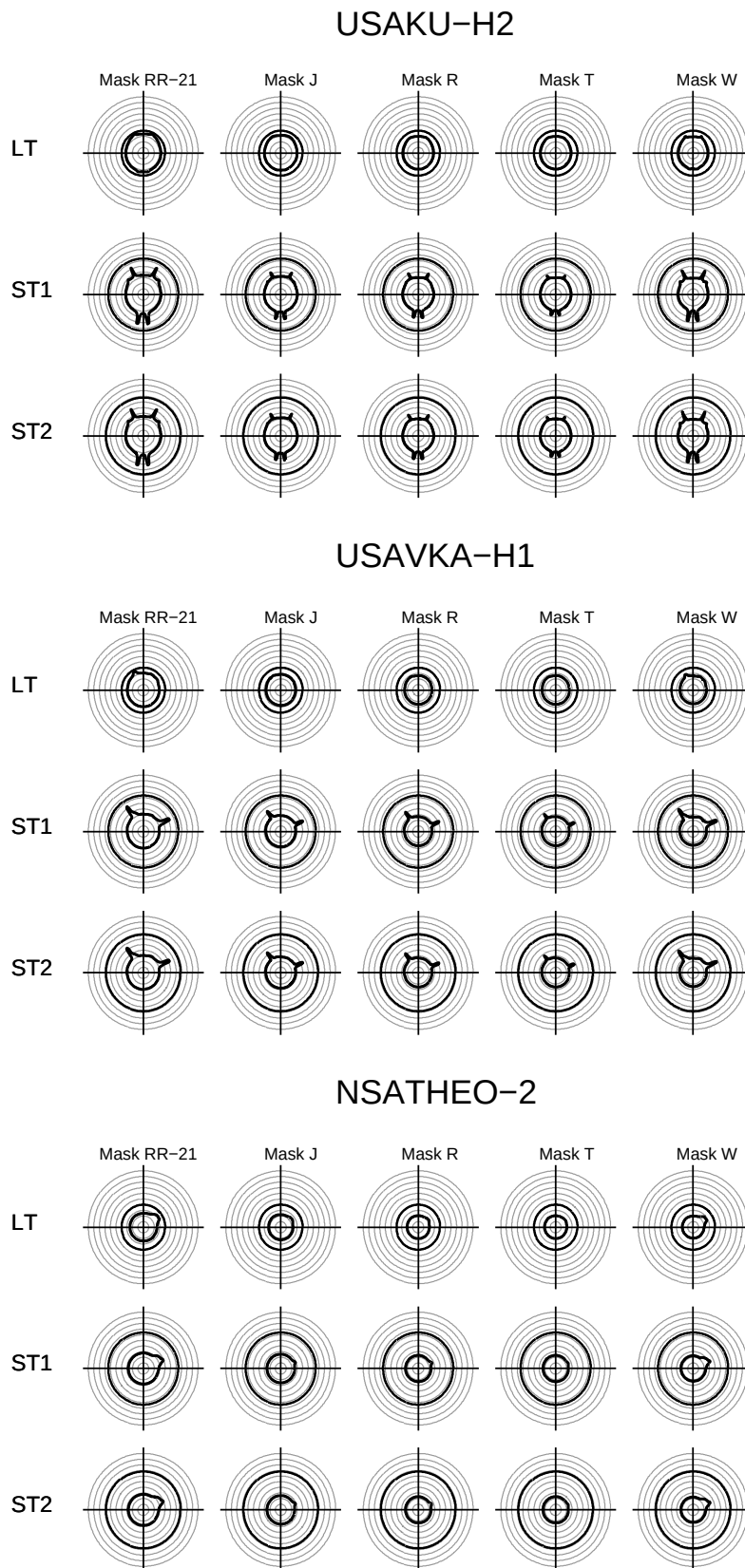


Figura A.38: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,50°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

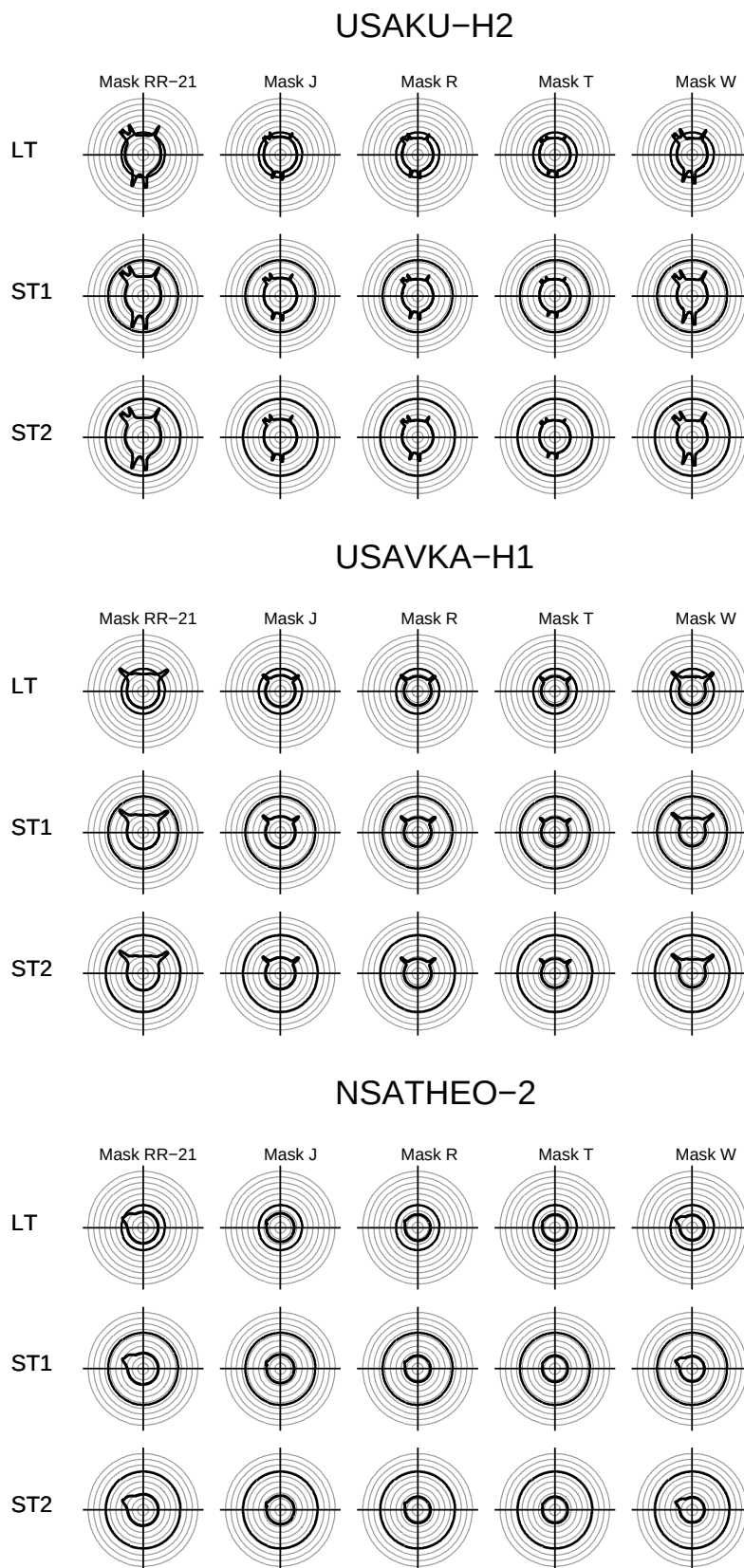


Figura A.39: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso SEM considerar o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

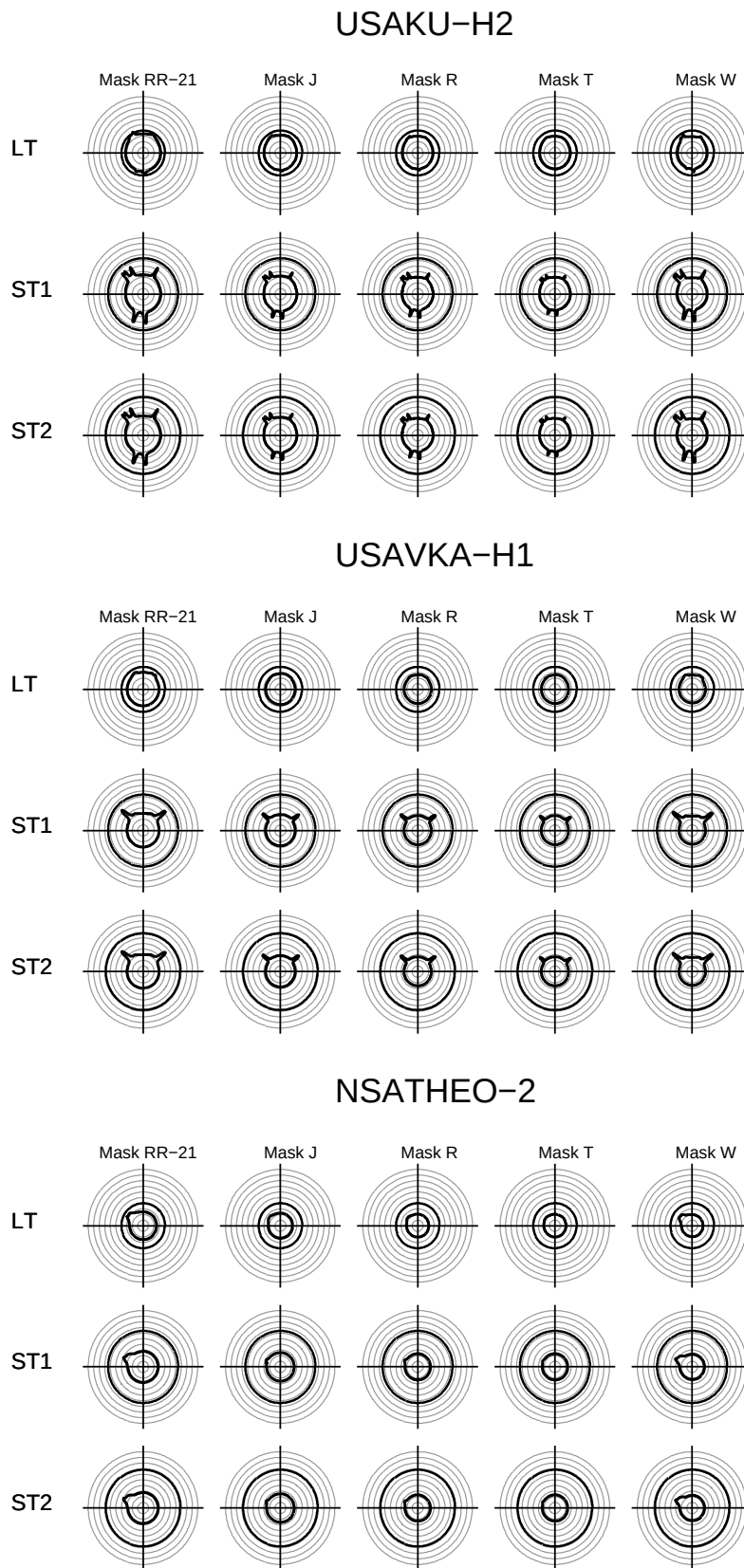


Figura A.40: Diagramas de azimuth correspondentes à proteção de um receptor FS localizado na posição (20°S,100°W). A antena do receptor FS tem Ganho de 39 dB e elevação de 0°. Caso considerando o diagrama de radiação das antenas dos satélites dos sistemas HEO.

B

Alguns Aspectos da Mecânica Orbital

Para que se faça a simulação de órbitas de satélites, é necessário um conhecimento prévio de mecânica orbital, o que é muito bem explicado em [24,25,26]. A mecânica orbital é aplicada aos sistemas satélites, baseada nos princípios de gravitação universal e na lei de movimento de Newton , como vê-se neste Apêndice.

Seja $\underline{r}$ o vetor com origem em um corpo de massa M que aponta na direção de um corpo de massa m , com $M \gg m$. Será convencionado que $\underline{r}_N$ será um vetor unitário com origem em M que aponta na direção de m .

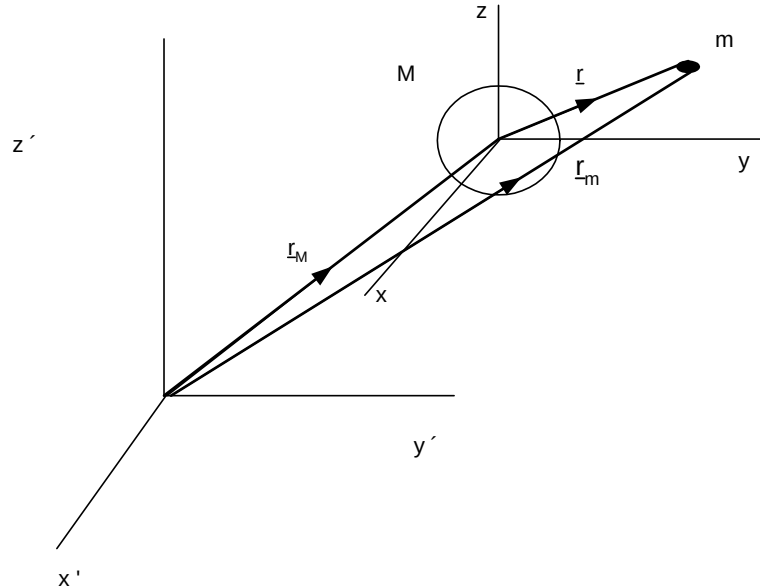


Figura B.1: Interação gravitacional entre dois corpos de massas M e m .

$$\underline{r}_N = \frac{\underline{r}}{|\underline{r}|} \quad (\text{B-1})$$

A lei da gravitação universal é dada por:

$$\underline{F} = -\frac{GMm}{r^2}\underline{r}_N \quad (\text{B-2})$$

A força está agindo sobre m , pois $\underline{r}$ é um vetor com origem em M que aponta para m , o que justifica o sinal negativo em (B-2).

E a segunda lei do movimento é dada por:

$$\underline{F} = m\frac{dv}{dt} = m\dot{v} = m\ddot{r} \quad (\text{B-3})$$

Utilizando a equação (B-3) para M e para m , diminuindo uma equação da outra e levando em consideração que $M \gg m$ e por isso $G(M+m) \cong GM$, chega-se a seguinte equação:

$$\ddot{r} = -\frac{GM}{r^3}\underline{r} \quad (\text{B-4})$$

Onde GM é uma constante gravitacional. Se M for assumido como sendo a massa da Terra, tal constante, denominada por constante gravitacional da Terra, assume o valor de $\mu = 398601,8 \frac{km^3}{s^2}$.

Adota-se agora um novo sistema de coordenadas polares, baseado em $\underline{r}$ e ν , que é descrito por:

$$\underline{r} = \begin{bmatrix} r \cos(\nu) \\ r \sin(\nu) \end{bmatrix} \quad (\text{B-5})$$

Acha-se a segunda derivada das componentes deste vetor para substituir em (B-4), e encontra-se:

$$(\ddot{r} - r\dot{\nu}^2 + \frac{\mu}{r^2}) \cos(\nu) = (2\dot{\nu}\dot{r} + r\ddot{\nu}) \sin(\nu) \quad (\text{B-6})$$

ou seja:

$$a \cos(\nu) = b \sin(\nu) \quad (\text{B-7})$$

Faz-se o mesmo procedimento para a segunda componente e encontra-se:

$$(\ddot{r} - r\dot{\nu}^2 + \frac{\mu}{r^2}) \sin(\nu) = -(2\dot{\nu}\dot{r} + r\ddot{\nu}) \cos(\nu) \quad (\text{B-8})$$

ou seja:

$$a \sin(\nu) = -b \cos(\nu) \quad (\text{B-9})$$

o que leva a :

$$\tan(\nu) = \frac{a}{b} \quad (\text{B-10})$$

e

$$\tan(\nu) = -\frac{b}{a} \quad (\text{B-11})$$

A solução para este sistema de equações acima tem 0 como única solução, isto é: $a = b = 0$. Escreve-se isto nas equações:

$$\ddot{r} - \dot{r}\nu^2 + \frac{\mu}{r^2} = 0 \quad (\text{B-12})$$

Que resulta em:

$$\ddot{r} - \dot{r}\nu^2 = -\frac{\mu}{r^2} \quad (\text{B-13})$$

e

$$2\dot{r}\dot{\nu} + r\ddot{\nu} = 0 \quad (\text{B-14})$$

A solução para este tipo de sistemas é uma cônica. Supõe-se que a elipse (com a Terra num dos focos) é a solução.

Na figura B.2:

- $F1$ e $F2$ são os focos da elipse que descreve a órbita do satélite
- a é o semi-eixo maior da elipse
- b é o semi-eixo menor da elipse
- ea é a distância do centro da elipse ao foco
- ν é o ângulo - variante no tempo - que define a velocidade angular do satélite, ou seja, Anomalia Verdadeira

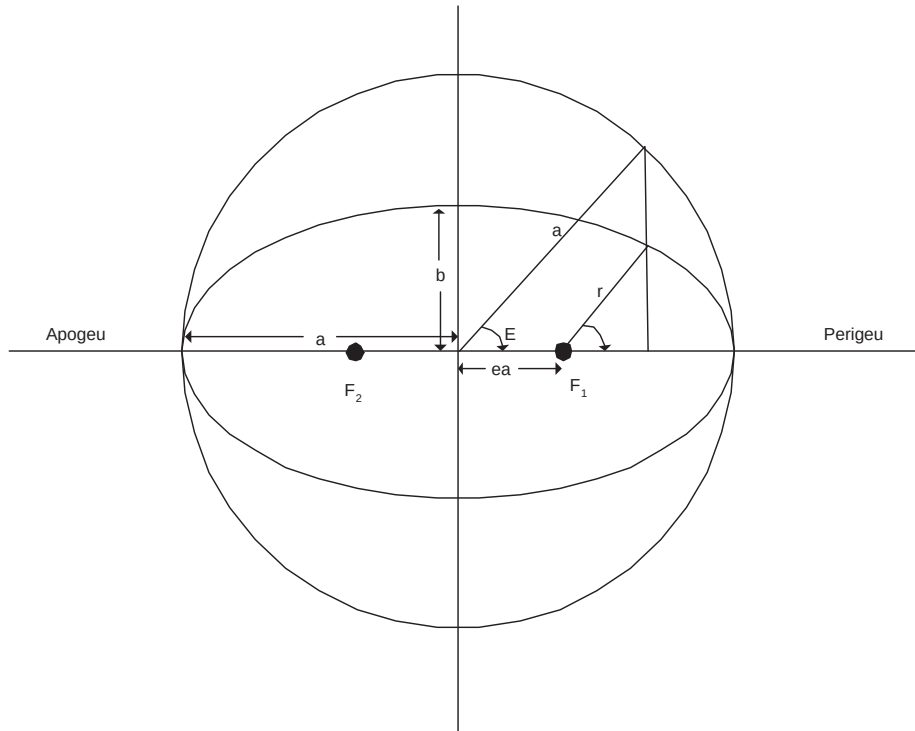


Figura B.2: Parâmetros Orbitais

- E é o ângulo -também variante no tempo - formado pelo vetor que sai do centro da elipse da órbita do satélite em direção ao perigeu e pelo vetor que sai do centro da elipse em direção à projeção do satélite sobre a circunferência de raio a concêntrica com a elipse, ou seja, Anomalia Excêntrica.

$r(t)$, a distância do satélite em relação ao centro da Terra, é calculado segundo coordenadas polares:

$$r(t) = \frac{a(1 - e)^2}{1 + e \cos(\nu)} \quad (\text{B-15})$$

Observa-se a figura B.2 e, geometricamente, conclui-se mais algumas equações:

$$\cos(E) = \frac{e + \cos(\nu)}{1 + e \cos(\nu)} \quad (\text{B-16})$$

$$\cos(\nu) = \frac{e - \cos(E)}{e \cos(E) - 1} \quad (\text{B-17})$$

$$\tan\left(\frac{\nu}{2}\right) = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2} \quad (\text{B-18})$$

Abaixo, segue uma ilustração dos principais parâmetros orbitais da órbita elíptica de um satélite.

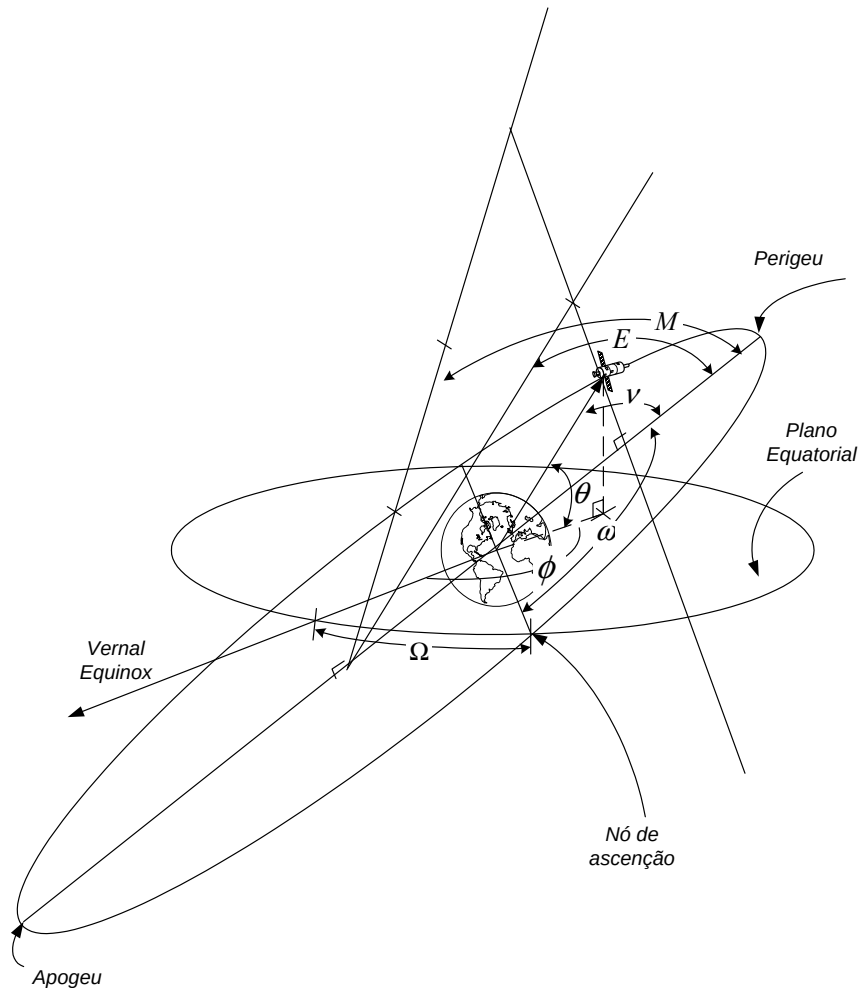


Figura B.3: Terra com plano da órbita elíptica e os parâmetros orbitais

Na figura acima:

- δ é a inclinação do plano orbital, o ângulo formado entre o plano da órbita do satélite e o plano equatorial.
- nó de ascensão é o ponto do Equador pelo qual passa o satélite em modo ascendente (quando o movimento do satélite é tal que sua latitude está aumentando).
- Ω é a longitude do nó de ascensão, o ângulo formado entre o vetor que sai do centro da Terra em direção ao Meridiano de Greenwich com latitude 0° e o vetor que sai do centro da Terra e aponta na direção

do nó de ascensão e o vetor que sai do centro da Terra em direção ao nó de ascensão.

- ω é o argumento do perigeu, ângulo formado entre o vetor que sai do centro da Terra em direção ao perigeu, e o vetor que sai do centro da Terra seguindo a direção do nó de ascensão.

Um outro ângulo variante no tempo é o chamado Anomalia Média $M(t)$, que significa um ângulo que se formaria caso o satélite tivesse um movimento circular uniforme de período T . E é a partir do cálculo desta Anomalia Média que iniciam-se os cálculos para a simulação de órbitas.

$$M(t) = M_0 + \frac{2\pi}{T}(t - t_0) \quad (\text{B-19})$$

onde $M \in [-\pi, \pi]$, M_0 é a Anomalia média Inicial e t_0 é o instante inicial considerado, situado no perigeu.

A terceira lei de Kepler diz que o quadrado do período é proporcional ao cubo da distância média até o foco. Ou seja:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}} \quad (\text{B-20})$$

A primeira tentativa de relacionamento de M com E foi realizada empiricamente por Kepler, sendo explicitada na fórmula abaixo:

$$M(t) = E(t) - e \sin(E(t)) \quad (\text{B-21})$$

Porém, para o caso de simulação, onde $M(t)$ já é conhecido, utiliza-se a inversa da equação acima, desenvolvida por Lagrange, para encontrar $E(t)$:

$$E(t) = M(t) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} J_n(ne) \sin(nM(t)) \quad (\text{B-22})$$

Onde $J_n(ne)$ representa a função de Bessel de primeira espécie e de ordem n .

A Anomalia Verdadeira ν é calculada através da equação de Gauss em (B-4) ou (B-18), logo:

$$\nu(t) = 2 \arctan\left(\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan\left(\frac{E(t)}{2}\right)\right) \quad (\text{B-23})$$

A equação do ângulo $\gamma(t)$ - formado pelo vetor que aponta para fora do centro da Terra em direção ao satélite e pelo vetor que aponta do centro da Terra em direção ao nó de ascensão - que representa o deslocamento do satélite em relação ao nó de ascensão, é definida abaixo:

$$\gamma(t) = (\omega + \nu(t))_{MOD2\pi} \quad (B-24)$$

Onde $MOD2\pi$ significa que o valor de $\gamma(t)$ está compreendido entre o intervalo $[-\pi, \pi]$.

A determinação da latitude θ e da longitude ϕ da posição de um satélite dependem da inclinação do plano orbital δ , da longitude do nó de ascensão Ω e do ângulo que representa o deslocamento do satélite em relação ao nó de ascensão $\gamma(t)$. Estes cálculos são dados por:

$$\theta(t) = \arcsen(\sen(\delta) \sen(\gamma(t))) \quad (B-25)$$

$$\phi(t) = \arctan(\cos(\delta) \tan(\gamma(t))) + \Omega(t) \quad (B-26)$$

As equações acima mostram que as únicas constantes que dependem da geometria da órbita do satélite e que estão envolvidas nos cálculos de latitude e de longitude da posição de um satélite são a inclinação do plano orbital δ e o argumento do perigeu ω .

A anomalia verdadeira ν e a longitude do nó de ascensão Ω dependem da posição do satélite, porém o ângulo que representa o deslocamento do satélite em relação ao nó de ascensão γ depende da anomalia verdadeira ν , que depende da anomalia excêntrica E , que depende da anomalia média M . Ou seja:

$$(\theta, \phi) = (f_1(M), f_2(\Omega)) = f(\Omega, M) \quad (B-27)$$

Bibliografia

- [1] Propagation Data and Prediction Methods Required for the Design of Terrestrial Line-of-Sight Systems . Technical report, Recomendação ITU-R SF.1395, 1999.
- [2] FORTES, J. M.; SAMPAIO-NETO, R. ; MALDONADO, J. E.. An analytical method for assessing interference in interference environments involving ngso satellite networks. International Journal of Satellite Communication, 17(6):399–419, 1999.
- [3] ITU-R. Final Acts - 2000 World Radiocommunication Conference (WRC-00). Technical report, 2000.
- [4] ITU-R. Interference criteria to protect the Fixed Service from time varying aggregate interference from other services sharing the 17.7-19.3 GHz band on a co-primary basis. Technical report, 2000.
- [5] ITU-R. Mathematical model of average and related radiation patterns for line-of-sight point-to-point radio relay system antennas for use in certain coordination studies and interference assessment in the frequency range from 1GHz to about 70GHz. Technical report, 2000.
- [6] ITU-R. Satellite antenna radiation patterns for non-geostationary orbit satellite antennas operating in the fixed-satellite service below 30GHz. Technical report, 2001.
- [7] Study into the effect of interference from certain NGSO systems into fixed services in the 11 GHz band considering 4 m, 1.8 m and 1.2 m antennas. Technical report, Documento 4-9S/274, submetido pela administração da Austrália à reunião do WP 4-9S de Março, 2002.
- [8] Determination of the maximum allowable pfd at the surface of the Earth produced by emissions of FSS HEO satellites

- in the 3.7-4.2 GHz band. Technical report, Documento CPM02-2/38, submetido pela administração da Federação Russa à Segunda Sessão CPM02 realizada em Novembro, 2002.
- [9] Limits on the power flux density produced at the surface of the Earth by FSS satellites operating in the 4 000 MHz band in HEO. Technical report, Documento 4A/501, submetido pela administração da Federação Russa à reunião do WP 4A e Março, 2003.
- [10] Evaluation of some pfd masks proposed for 4 GHz, 11/12 GHz and 18 GHz frequency bands to protect fixed service from interference from satellites at highly elliptical orbits. Technical report, Documento 4-9S/321, submetido pela administração da Finlândia à reunião do WP 4-9S de Abril, 2003.
- [11] Assessment of interference into 4 GHz fixed service systems from fixed-satellite service satellites operating in highly elliptical orbits. Technical report, Documento 4-9S/328, submetido pela administração do Canada à reunião do WP 4-9S de Abril, 2003.
- [12] Analysis of the PFD masks for protecting the FS from interference caused by non-geostationary satellite systems using high-elliptical orbits. Technical report, Documento 4-9S/329, submetido pela administração da Federação Russa à reunião do WP 4-9S de Abril, 2003.
- [13] Status of preliminary studies on power flux-density limits to protect the fixed service from HEO FSS satellites emissions in the 18GHz band,. Technical report, Documento 4-9-S/TEMP/141-E, Genebra, Abril 2003, 2003.
- [14] Power-flux density values for Satellites in the Fixed Satellite Service Using Highly Elliptical Orbits in the 4 and 11 GHz Bands. Technical report, Documento 4-9-S/286-E, Genebra, Abril 2002, 2003.
- [15] CPM Report to the 2003 World Radiocommunication Conference (WRC-03), International Telecommunication Union, Geneva, Junho 2003. Technical report, 2003.
- [16] Technical Factors Influencing the Efficiency of the use of Geostationary-Satellite Orbit by Radiocommunication Satellites Sharing the Same Frequency Bands, CCIR Report 453,

- Reports of the CCIR, Annex to Volume IV - Part 1 - Fixed-Satellite Service, 1990.** Technical report, 2003.
- [17] **Analisis of Criteria for Sharing between Non-Geostationary Satellite Systems Operating in the High-Elliptical Orbits and Geostationary Networks in the Fixed Satellite Service, Documento 4A/402, Genebra, 2003.** Technical report, 2003.
- [18] **Considerations of Existing HEO Satellite Systems Operating in the Fixed-Satellite Service (FSS) in the frequency band 17.7-19.7 GHz.** Technical report, Documento 4-9S/323-E, submetido pela administração dos Estados Unidos em Abril de 2003, 2003.
- [19] **Response to Liaison Statement from Working Party 4-9S - Request for Additional Information on the Characteristics of HEO Fixed-Satellite Service Systems in the 4, 11/12 and 18 GHz bands.** Technical report, Documento 4-A/35-E, submetido pela administração dos Estados Unidos em Abril de 2003, 2003.
- [20] **Elements for the Chairman's Report - Results of Discussions on Sharing between Certain Types of Non-Geostationary-Satellite Systems in the Fixed-Satellite Service and Stations in the Fixed Service in the 17.7 - 19.7 GHz Band.** Technical report, Documento 4-9S/TEMP/19-E de Abril de 2004, 2003.
- [21] **On the Power Flux-Density Limits to Protect the Fixed Service from HEO FSS Satellites Emissions in the 18 GHz Band.** Technical report, Documento 4-9S/62-E, , submetido pela administração do Brasil em Setembro de 2004, 2003.
- [22] **ITU-R. Final Acts - 2003 World Radiocommunication Conference (WRC-03).** Technical report, 2003.
- [23] **ITU-R. Radio Regulations.** Technical report, 2003.
- [24] **E JOSEPH A. SCIULLI, W. L. P.. Satellite Communications Systems Engineering.** Prentice Hall, 2003.
- [25] **E MICHEL BOUSQUET, G. M.. Satellite Communications Systems.** John Wiley and Sons, 2003.
- [26] **GOICOCHEA, J. M. O.. Método Analítico para a Determinação das Estatísticas da Interferência em Redes de Comunicações que Utilizam Satélites Não-Geoestacionários: Extensão ao**

Caso de Satélites com Trilhas Repetitivas. Dissertação de
Mestrado - PUC-Rio, 2003.

- [27] **Minimum Propagation Attenuation due to atmospheric gases
for use in frequency sharing studies between the fixed-satellite
service and the fixed service.** Technical report, Recomendação ITU-R
P.530-11, 2005.