

2. Abrangência

Esta norma aplica-se a antenas de transmissão para operação em sistemas ponto-a-ponto, para as faixas de frequências entre 138 MHz e 60 GHz e entre 71 GHz e 86 GHz, com ganho acima ou igual a 8 (oito) dBi.

3. Referências

Para fins desta norma, são adotadas as seguintes referências:

I - Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequências no Brasil, emitido pela Anatel;

II - Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações, emitido pela Anatel;

III - ETSI TR 102 031-2 V1.1.1 (2002-01) - Fixed Radio Systems; Point-to-point and point-to-multipoint equipment;

IV - ETSI EN 302 217-4-2 V1.5.1 (2010-01) - Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas;

V - ETSI EN 302 217-4-1 V1.4.1 (2010-01) - Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas;

VI - ETSI EN 301 126-3-1 V1.1.2 (2002-12) - Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 3-1: Point-to-Point antennas;

VII - IEEE STD 149-1979 - IEEE Standard Test Procedures for Antennas.

4. Definições:

Para os fins a que se destina esta norma, aplicam-se as seguintes definições:

I - Antena: Dispositivo para, em sistemas de telecomunicações, radiar ou captar ondas eletromagnéticas no meio circundante. Pode incluir qualquer circuito que a ela esteja incorporado, o qual atribua ou interfira em suas características radiantes;

II - Antena Isotrópica: antena hipotética cuja intensidade de radiação é uniforme para todas as direções do espaço;

III - Antena Direcional: É aquela que tem a propriedade de radiar ou captar ondas eletromagnéticas mais eficientemente em uma direção angular específica. Não tem necessariamente por objetivo e por característica cobrir uma determinada região angular dentro de níveis de radiação pré-estabelecidos;

IV - Antena Linear: antena cujos elementos radiantes são constituídos por condutores com dimensões longitudinais bem maiores que as dimensões transversais, sendo estas bem menores que o menor comprimento de onda na faixa de frequências de operação da antena. Para efeito desta norma são também consideradas lineares as antenas do tipo refletor de canto.

V - Antena Offset: antena refletora não simétrica;

VI - Antena Simétrica: antena refletora em que o refletor principal é constituído por uma superfície de revolução, tendo como eixo a direção para a qual o ganho é máximo;

VII - Classes de Desempenho: As envoltórias dos diagramas de radiação foram divididas em classes de desempenho distintas para polarização copolar (CoPol), polarização cruzada (XPol) e para discriminação de polarização cruzada (XPD). As classes de desempenho para discriminação de polarização cruzada apresentam em seu prefixo o termo XPD (classe XPD) enquanto que as classes para polarização copolar são designadas apenas como termo tradicional classe. Estas são rotuladas em ordem crescente de acordo com o aumento do desempenho das antenas. Em alguns casos, existem duas ou mais envoltórias para a mesma classe estas são identificadas por letras "a" e "b";

VIII - Diagrama de Radiação: diagrama representando a densidade de potência radiada pela antena, em um dado plano, a uma distância constante da antena, em função de um ângulo medido a partir de uma direção de referência, para uma dada polarização do campo elétrico. Os diagramas de radiação são descritos em função de sistema de coordenadas esféricas;

IX - Diagrama de Radiação em Polarização Copolar: diagrama de radiação para polarização copolar do campo elétrico;

X - Diagrama de Radiação em Polarização Cruzada (XPol): diagrama de radiação para polarização cruzada do campo elétrico;

XI - Discriminação em Polarização Cruzada (XPD): Menor relação, expressa em "dB", entre a intensidade de campo da polarização copolar, tomada no ponto de máxima radiação do lóbulo principal, e a maior intensidade de campo da polarização cruzada existente em uma região ou direção angular definida no espaço;

XII - Eixo da Antena: direção de referência, de 0°, definida pelo fabricante, tomada como origem para medida de ângulos nos diagramas de radiação;

XIII - Envoltória do Diagrama de Radiação: curva em relação a qual o diagrama de radiação deverá ter valores menores ou iguais para qualquer ângulo de radiação;

XIV - Faixa de Frequência: segmento contínuo do espectro de radiofrequências em que se mantém válidas as características operacionais especificadas da antena;

XV - Família de Antenas: Conjunto de modelos de antenas de um mesmo fabricante, com a mesma polarização, a mesma faixa de frequências, e com elementos constitutivos de mesma natureza. Para o caso de antenas lineares, considerar como sendo de uma mesma família os arranjos de duas ou mais antenas, compostos pelo modelo básico utilizado nos ensaios de conformidade, ou compostos pelos modelos de maior ganho derivados deste mesmo modelo básico;

XVI - Ganho: razão, para uma determinada frequência de operação, entre a intensidade de radiação em uma dada direção e a intensidade de radiação de uma antena isotrópica, para uma mesma potência incidente na entrada das duas antenas. Quando não especificado de outra forma, o ganho refere-se à direção do eixo da antena;

XVII - Ganho Mínimo: menor valor do ganho na direção do eixo, dentro da faixa de frequências de operação da antena;

XVIII - Intensidade de Radiação: potência radiada por unidade de ângulo sólido, em uma dada direção;

XIX - Largura de Feixe: faixa angular dentro da qual o diagrama de radiação em polarização copolar apresenta valores maiores ou iguais a -3 dB em relação ao valor existente no eixo da antena. Para efeito desta Norma, será tomado como Largura de Feixe o maior valor deste parâmetro encontrado no plano horizontal da antena, dentro das suas faixas de operação e de polarização;

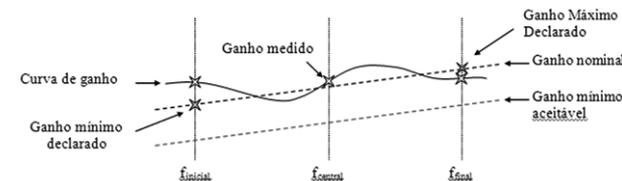


Figura 2 - Variação de ganho na faixa de operação da antena.

XX - Polarização de uma Antena: polarização do campo elétrico que contém a maior parte da energia radiada, na direção do eixo da antena;

XXI - Polarização Copolar: para a direção do eixo, é a polarização idêntica à polarização da antena; para outras direções, é a polarização do campo elétrico recebido através da medida do diagrama de radiação, mantendo-se inalterada a polarização da antena transmissora durante a medida do diagrama;

XXII - Polarização Cruzada: para antenas com polarização linear, é a polarização do campo elétrico ortogonal à polarização copolar; para antenas com polarização circular é a polarização circular com sentido de rotação oposto ao definido para a polarização copolar;

XXIII - Ventos de Sobrevivência: ventos cuja velocidade é a máxima que a antena pode suportar sem a ocorrência de deformações e outras avarias que alterem permanentemente as suas características elétricas;

XXIV - Ventos Operacionais: ventos cuja velocidade é a máxima que a antena pode suportar sem que o seu eixo sofra desvios angulares maiores que 20% da largura de feixe no respectivo plano de desvio.

5. Características Elétricas

5.1 Variação do Ganho Nominal

Os valores medidos do ganho das antenas não deverão oscilar em relação aos valores nominais apresentados no documento citado no item 7.1 desta norma, em mais que:

I) ± 1 dB, para as antenas operando em frequências inferiores ou iguais a 3GHz;

II) $\pm 0,5$ dB, para as antenas operando acima de 3GHz;

5.2 Envoltórias dos Diagramas de Radiação no Plano Horizontal

A envoltória do ganho, no plano horizontal, nas polarizações copolar (CoPol) e cruzada (XPol), para antenas das classes de 1 a 3, operando na faixa de frequências até 86 GHz são especificadas na Figura 3 e nas Tabelas 1 a 19. A Figura 3 a seguir ilustra um exemplo de envoltória.

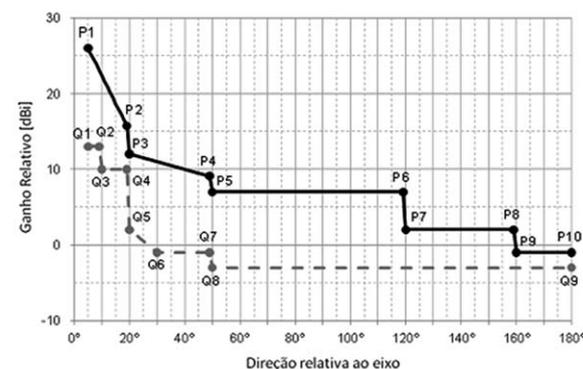


Figura 3 - Envoltórias do diagrama de radiação para antenas ponto-a-ponto.

Tabela 1 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1 e 2, operando na faixa de frequências de 138 MHz a 1 GHz, com ganho menor ou igual a 20dBi

Pontos	Ganho relativo (dB)			
	CoPol	XPol	θ (°)	XPol
P1	Q1	θ_{min}	-10	-20
P2	Q2	100	-10	-20
P3	Q3	100	-16	-20
P4	Q4	165	-16	-20
P5	Q5	165	-17	-20
P6	Q6	180	-17	-20

Obs: θ_{min} - ângulo, medido em graus, entre o eixo da antena e a direção para a qual o ganho do primeiro lóbulo lateral é máximo.

Tabela 2 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1 e 2, operando na faixa de frequências de 138 MHz a 1 GHz, com ganho acima de 20dBi.

Pontos	CLASSE 1								CLASSE 2			
	CoPol	XPol	θ (°)	CoPol (dBi)	θ (°)	XPol (dBi)	θ (°)	CoPol (dBi)	θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	20	13	20	6	20	10	20	0			
P2	Q2	40	10	30	6	25	3	24	-8			
P3	Q3	120	10	30	1	85	3	40	-11			
P4	Q4	120	5	140	1	105	-1	180	-11			
P5	Q5	140	5	140	-3	140	-1	-	-			
P6	Q6	140	1	180	-3	150	-7	-	-			
P7	Q7	180	1	-	-	180	-7	-	-			

ANEXO

NORMA PARA CERTIFICAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO

DE

ANTENAS PARA USO EM APLICAÇÕES PONTO-A-PONTO

1. Objetivo

Esta norma estabelece os requisitos técnicos gerais e específicos mínimos, a serem demonstrados na avaliação da conformidade de antenas para uso em aplicações ponto-a-ponto bidirecionais, para efeito de certificação e homologação junto à Agência Nacional de Telecomunicações.

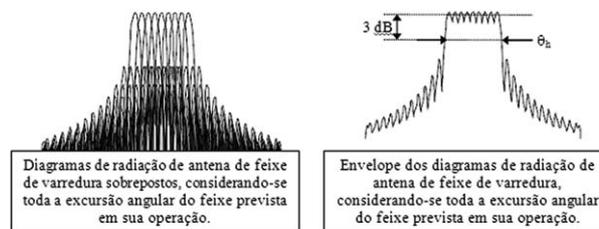


Figura 1 - Envelope dos diagramas de radiação de antena de feixe de varredura.

Tabela 3 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1 e 2, operando na faixa de frequências de 1 GHz a 3 GHz.

Pontos		CLASSE 1				CLASSE 2			
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)
P1	Q1	20,0	16,0	20,0	6,0	20	16	20	0
P2	Q2	47,0	7,0	30,0	6,0	50	6	30	0
P3	Q3	120,0	7,0	30,0	4,0	100	6	50	-6
P4	Q4	120,0	4,0	120,0	4,0	140	-5	180	-6
P5	Q5	140,0	4,0	120,0	0,0	180	-5	-	-
P6	Q6	140,0	1,0	140,0	0,0	-	-	-	-
P7	Q7	180,0	1,0	140,0	-3,0	-	-	-	-
P8	Q8	-	-	180,0	-3,0	-	-	-	-

Tabela 4 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 3 GHz a 14 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	26,0	5,0	13,0	5	26	5	10
P2	Q2	20,0	15,0	10,0	13,0	10	20	8	7
P3	Q3	20,0	12,0	10,0	10,0	20	12	15	5
P4	Q4	50,0	9,0	20,0	10,0	50	5	30	-2
P5	Q5	50,0	7,0	20,0	2,0	110	5	70	-2
P6	Q6	120,0	7,0	30,0	-1,0	140	-8	100	-5
P7	Q7	120,0	2,0	50,0	-1,0	170	-8	120	-8
P8	Q8	160,0	2,0	50,0	-3,0	170	-6	180	-8
P9	Q9	160,0	-1,0	180,0	-3,0	180	-6	-	-
P10	Q10	180,0	-1,0	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 2a e 2b, operando na faixa de frequências de 3 GHz a 14 GHz.

Pontos		CLASSE 2a			CLASSE 2b				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5	26	5	10	5	26	5	13
P2	Q2	10	20	10	5	10	20	15	5
P3	Q3	20	12	15	5	17	12	30	-6
P4	Q4	50	5	30	-3	40	-4	95	-6
P5	Q5	65	2	70	-3	95	-4	120	-3
P6	Q6	80	2	100	-20	110	2	180	-3
P7	Q7	105	-20	180	-20	180	2	-	-
P8	Q8	180	-20	-	-	-	-	-	-

Tabela 6 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas da classe 3, operando na faixa de frequências de 3 GHz a 14 GHz.

Pontos		CLASSE 3					
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)
P1	Q1	5	20	5	5	5	5
P2	Q2	20	8	10	0	10	0
P3	Q3	70	-5	13	-5	13	-5
P4	Q4	100	-25	20	-5	20	-5
P5	Q5	180	-25	40	-6	40	-6
P6	Q6	-	-	50	-10	50	-10
P7	Q7	-	-	75	-15	75	-15
P8	Q8	-	-	95	-25	95	-25
P9	Q9	-	-	180	-25	180	-25

Tabela 7 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 14 GHz a 20 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	25,0	5,0	10,0	5	25	5	10
P2	Q2	15,0	15,0	15,0	3,0	15	15	15	3
P3	Q3	25,0	10,0	20,0	3,0	25	10	20	3
P4	Q4	100,0	5,0	30,0	1,0	110	4	30	0
P5	Q5	120,0	5,0	55,0	1,0	140	-8	45	0
P6	Q6	120,0	-1,0	55,0	-3,0	170	-8	55	-3
P7	Q7	180,0	-1,0	180,0	-3,0	170	-6	90	-3
P8	Q8	-	-	-	-	180	-6	120	-8
P9	Q9	-	-	-	-	-	-	180	-8

Tabela 8 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 2a e 2b, operando na faixa de frequências de 14 GHz a 20 GHz.

Pontos		CLASSE 2a			CLASSE 2b				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5	25	5	10	5	25	5	13
P2	Q2	15	13	7	7	10	20	15	5
P3	Q3	20	10	15	2	17	12	30	-6
P4	Q4	70	0	20	2	40	-4	95	-6
P5	Q5	80	-8	25	-1	95	-4	120	-3
P6	Q6	100	-18	45	-1	110	2	180	-3
P7	Q7	160	-20	70	-10	180	2	-	-
P8	Q8	180	-20	90	-20	-	-	-	-
P9	Q9	-	-	180	-20	-	-	-	-

Tabela 9 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas da classe 3, operando na faixa de frequências de 14 GHz a 20 GHz.

Pontos		CLASSE 3			
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)
P1	Q1	5	18	5	5
P2	Q2	10	9	10	1
P3	Q3	25	2	30	-13
P4	Q4	60	-4	50	-15
P5	Q5	95	-27	85	-25
P6	Q6	180	-27	95	-31
P7	Q7	-	-	180	-31
P8	Q8	-	-	-	-
P9	Q9	-	-	-	-

Tabela 10 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 20 GHz a 24 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	20,0	5,0	10,0	5	20	5	0
P2	Q2	10,0	20,0	10,0	10,0	10	12	10	-5
P3	Q3	10,0	17,0	20,0	1,0	20	12	20	-5
P4	Q4	15,0	14,0	50,0	1,0	80	2	100	-7
P5	Q5	30,0	10,0	50,0	-3,0	100	-7	180	-10
P6	Q6	70,0	5,0	180,0	-3,0	180	-10	-	-
P7	Q7	120,0	5,0	-	-	-	-	-	-
P8	Q8	120,0	-1,0	-	-	-	-	-	-
P9	Q9	180,0	-1,0	-	-	-	-	-	-

Tabela 11 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 2 e 3, operando na faixa de frequências de 20 GHz a 24 GHz.

Pontos		CLASSE 2			CLASSE 3				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	20,0	5,0	-5,0	5	20	5	-5
P2	Q2	10,0	12,0	20,0	-5,0	10	12	10	-5
P3	Q3	20,0	10,0	35,0	-7,0	20	7	15	-8
P4	Q4	50,0	2,0	100,0	-25,0	40	3	35	-8
P5	Q5	70,0	0,0	180,0	-25,0	50	0	100	-30
P6	Q6	100,0	-20,0	-	-	100	-23	180	-30
P7	Q7	180,0	-20,0	-	-	180	-23	-	-
P8	Q8	-	-	-	-	-	-	-	-
P9	Q9	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 12 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 24 GHz a 30 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	20,0	5,0	10,0	5	20	5	0
P2	Q2	10,0	20,0	10,0	10,0	10	15	20	0
P3	Q3	10,0	17,0	20,0	1,0	50	5	100	-7
P4	Q4	15,0	14,0	50,0	1,0	80	2	180	-10
P5	Q5	30,0	10,0	50,0	-3,0	100	-7	-	-
P6	Q6	70,0	5,0	180,0	-3,0	180	-10	-	-
P7	Q7	120,0	5,0	-	-	-	-	-	-
P8	Q8	120,0	-1,0	-	-	-	-	-	-
P9	Q9	180,0	-1,0	-	-	-	-	-	-

Tabela 13 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 2 e 3, operando na faixa de frequências de 24 GHz a 30 GHz.

Pontos		CLASSE 2			CLASSE 3				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	23,0	5,0	2,0	5	20	5	-3
P2	Q2	12,0	13,0	15,0	2,0	20	5	20	-3
P3	Q3	30,0	4,0	25,0	-4,0	55	0	80	-25
P4	Q4	70,0	-1,0	80,0	-20,0	100	-23	180	-25
P5	Q5	100,0	-18,0	180,0	-20,0	180	-25	-	-
P6	Q6	180,0	-18,0	-	-	-	-	-	-
P7	Q7	-	-	-	-	-	-	-	-
P8	Q8	-	-	-	-	-	-	-	-
P9	Q9	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 14 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 30 GHz a 47 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	20,0	5,0	10,0	5	25	5	5
P2	Q2	10,0	20,0	10,0	10,0	10	17	15	5
P3	Q3	10,0	17,0	20,0	1,0	15	14	20	0
P4	Q4	15,0	14,0	50,0	1,0	40	8	80	-5
P5	Q5	30,0	10,0	50,0	-3,0	110	2	95	-10
P6	Q6	70,0	5,0	180,0	-3,0	125	-10	180	-10
P7	Q7	120,0	5,0	-	-	175	-10	-	-
P8	Q8	120,0	-1,0	-	-	180	-7	-	-
P9	Q9	180,0	-1,0	-	-	-	-	-	-
P10	Q10	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 15 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 2 e 3, operando na faixa de frequências de 30 GHz a 47 GHz.

Pontos		CLASSE 2			CLASSE 3				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	25,0	5,0	5,0	5	16	5	5
P2	Q2	10,0	17,0	15,0	5,0	10	9	15	5
P3	Q3	15,0	13,0	20,0	0,0	15	5	20	0
P4	Q4	25,0	8,0	25,0	-4,0	20	0	40	-7
P5	Q5	30,0	4,0	55,0	-6,0	40	-7	50	-8
P6	Q6	70,0	-4,0	75,0	-18,0	50	-8	65	-10
P7	Q7	90,0	-17,0	180,0	-18,0	65	-10	75	-10
P8	Q8	180,0	-17,0	-	-	75	-10	90	-17
P9	Q9	-	-	-	-	90	-17	180	-17
P10	Q10	-	-	-	-	180	-17	-	-

Tabela 16 - Envoltórias do diagrama de radiação horizontal para antenas das classes 1A e 1B, operando na faixa de frequências de 47 GHz a 60 GHz.

Pontos		CLASSE 1A			CLASSE 1B				
Copol	XPol	Θ (°)	Copol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)	Θ (°)	XPol (dBi)		
P1	Q1	5,0	20,0	5,0	10,0	5	25	5	5
P2	Q2	10,0	20,0	10,0	10,0	10	17	15	5
P3	Q3	10,0	17,0	20,0	1,0	15	14	20	0
P4	Q4	15,0	14,0	50,0	1,0	40</			

5.3.1.3 Classe XPD 3: Identifica antenas que atendem os requisitos mínimos de discriminação de polarização cruzada detalhados nos itens 5.3.2 e 5.3.3 desta Norma, no contorno do lóbulo principal que define sua largura de feixe de 1dB, e na região angular estendida sobre o plano vertical, formada por um retângulo centrado no ponto de máxima radiação do lóbulo principal e com uma aresta de 0,2° paralela ao plano de azimute e outra de 3° paralela ao plano de elevação, conforme detalhado na figura 5.

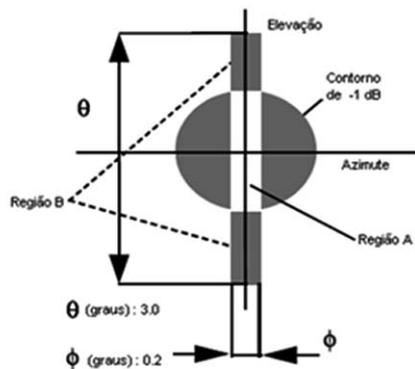


Figura 5 – Área do contorno de 1 dB mais a região B.

5.3.2 As discriminações de polarização cruzada (XPD), para antenas operando em Polarização Linear, na faixa de frequências compreendida entre 138 MHz e 86 GHz, devem ser iguais ou superiores aos valores detalhados na tabela 20.

Tabela 20 - Discriminações de polarização cruzada (XPD), para antenas operando em polarização linear, na faixa de frequências compreendida entre 138MHz e 86 GHz

Faixas de Frequências	XPD (dB)		
	Classe XPD 1	Classe XPD 2	Classe XPD 3
138 MHz ≤ f ≤ 1GHz	20	23	26
1 GHz < f ≤ 3 GHz	20	25	28
3 GHz < f ≤ 14 GHz	20	30	35
14 GHz < f ≤ 20 GHz	20	27	30
20 GHz < f ≤ 24 GHz	20	27	30
24 GHz < f ≤ 30 GHz	20	27	30
30 GHz < f ≤ 47 GHz	20	27	30
47 GHz < f ≤ 66 GHz	N/A	N/A	N/A
66 GHz < f ≤ 86 GHz	N/A	N/A	N/A

5.3.3 As discriminações de polarização cruzada (XPD), para antenas operando em Polarização Circular, na faixa de frequências compreendida entre 138 MHz e 86 GHz, devem ser iguais ou superiores aos valores detalhados na Tabela 21.

Tabela 21 - Discriminações de polarização cruzada (XPD), para antenas operando em polarização circular, na faixa de frequências compreendida entre 138MHz e 86 GHz

Faixas de Frequências	XPD (dB)		
	Classe XPD 1	Classe XPD 2	Classe XPD 3
138 MHz ≤ f ≤ 1GHz	17	20	23
1 GHz < f ≤ 3 GHz	17	20	23
3 GHz < f ≤ 14 GHz	17	20	26
14 GHz < f ≤ 20 GHz	17	20	26
20 GHz < f ≤ 24 GHz	17	20	26
24 GHz < f ≤ 30 GHz	17	20	26
30 GHz < f ≤ 47 GHz	17	20	26
47 GHz < f ≤ 66 GHz	N/A	N/A	N/A
66 GHz < f ≤ 86 GHz	N/A	N/A	N/A

5.4 Perda de Retorno

A perda de retorno da antena, medida conforme estabelecido no item I.4 do Anexo I, deve ser melhor que 10 dB, e o valor medido deve constar no Certificado de Conformidade emitido pelo OCD.

6. Características Mecânicas e Ambientais

6.1 Resistência ao Vento

A antena deverá suportar ventos de sobrevivência com velocidade de pelo menos 200 km/h e ventos operacionais com velocidade de pelo menos 110 km/h. Os valores nominais das velocidades dos ventos de sobrevivência e operacionais deverão ser informados pelo fabricante.

6.2 Proteção Contra Chuva

6.2.1. A antena não deverá permitir o acúmulo ou entrada de água em nenhum ponto que venha a degradar suas condições e especificações operacionais.

6.2.2. Quando aplicável, a antena deve prever sistemas de drenagem para água de condensação.

6.3 Faixa de Temperatura de Operação

Na faixa de temperatura ambiente de -10°C a 50°C, a antena deverá manter suas características elétricas dentro dos limites especificados no item 5 desta norma.

6.4 Resistência à Agentes Biológicos e à Luz Ultravioleta

Os materiais dielétricos e radome da antena expostos a luz solar deverão ser resistentes à agentes biológicos e à luz ultravioleta, e quando submetidos às condições ambientais dos itens 6.1, 6.2 e 6.3 deverão apresentar desempenho elétrico e mecânico suficientes, de forma a manter as características elétricas da antena dentro dos limites especificados no item 5 desta norma.

7. Certificação e Homologação

7.1. Para fins de certificação de antena, ou família de antenas, o fabricante deverá apresentar ao Organismo de Certificação Designado documento assinado pelo solicitante da certificação contendo as seguintes informações para cada modelo a ser certificado:

I) Valores nominais do ganho das antenas;

II) Declaração de Conformidade referente aos itens não ensaiados por determinação desta norma;

III) Envoltórias dos diagramas de radiação, em arquivo eletrônico no formato descrito no Anexo II.

7.1.1. Para o caso de antenas que operem em múltiplas faixas de frequência e/ou no caso de antenas em que o ganho seja dependente da frequência de operação, o fabricante deverá relacionar os pares de frequência com o ganho e largura de feixe, para as frequências inicial, central e final de cada respectiva faixa de operação.

7.1.2. Os valores nominais apresentados pelo fabricante ao Organismo de Certificação Designado deverão estar coerentes com os valores apresentados nos manuais do produto.

7.2. Para certificação e homologação, as antenas deverão ser submetidas aos ensaios descritos no Anexo I referentes às características elétricas descritas no item 5 e o fabricante deverá fornecer uma declaração de conformidade referente às características mecânicas e ambientais descritas no item 6.

7.2.1. No caso de uma família de antenas, o modelo de menor ganho deverá ser submetido aos ensaios descritos no anexo I, para avaliação da conformidade. Para os demais modelos deverá ser fornecida, pelo fabricante, uma declaração de conformidade relativa aos requisitos dos itens 5 e 6 da presente norma, anexando as especificações das características elétricas, mecânicas e ambientais.

7.2.2. A certificação e homologação do modelo de menor ganho, limitado ao mínimo 8 dBi, abrangerá a certificação e a homologação dos demais modelos constitutivos de uma mesma família.

7.3. Quando atendidos os critérios de sua abrangência, esta norma se aplica também às antenas que estejam mecanicamente incorporadas a transmissores ou receptores, devendo estas passar por processo de certificação e homologação em separado.

7.3.1. Em se tratando de um modelo de antena a ser comercializada exclusivamente como parte do dispositivo ao qual se encontra incorporada, a avaliação da conformidade da antena poderá ser feita no mesmo processo de certificação do transmissor ou receptor.

7.3.2. O solicitante da homologação dos transmissores ou receptores, que possui uma antena incorporada, deverá providenciar uma amostra adaptada da antena para realização dos ensaios descritos no item 5, que trata das Características Elétricas, exceto os ensaios do item 5.4, que trata da perda de retorno.

7.4. Na manutenção do Certificado de Conformidade de produtos homologados, antes da publicação desta norma, a avaliação da conformidade do item 5.4, Perda de Retorno, poderá ser realizada com base em relatórios emitidos por laboratórios de Primeira Parte.

8. Identificação da Homologação

8.1. As antenas deverão portar o selo Anatel de identificação legível e indelével, incluindo a logomarca Anatel, conforme modelo e instruções descritas no Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações.

9. Disposições Finais e Transitórias

9.1. Enquanto não for publicada regulamentação específica, antenas de transmissão para operação em sistemas ponto-a-ponto com ganho abaixo de 8 dBi estão dispensadas de homologação junto à Agência Nacional de Telecomunicações.

9.2. Oportunamente a Anatel estabelecerá os requisitos ou normas técnicas a serem aplicados na certificação e homologação de antenas de transmissão para operação em sistemas ponto-a-ponto nas faixas de frequências entre 60 GHz e 71 GHz.

9.3. Os Terminais de Telecomunicações que estejam equipados com antenas de ganho abaixo de 8 (oito) dBi deverão atender os requisitos das normas de certificação e dos serviços a que se destinam, emitidas pela Anatel.

9.4. As antenas homologadas no âmbito desta norma poderão ser utilizadas como antenas terminais em sistemas de comunicação ponto-área.

ANEXO I MÉTODOS DE ENSAIOS PARA A AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE

ANTENAS PARA USO EM APLICAÇÕES PONTO-A-PONTO

I.1. Condições Gerais de Ensaio

I.1.1. Os métodos de ensaio para a avaliação da conformidade apresentados neste anexo são típicos e, dependendo do ensaio, obrigatórios ou recomendados. Os métodos de ensaio devem estar aderentes aos procedimentos da IEEE STD 149-1979 - IEEE Standard Test Procedures for Antennas. Métodos alternativos podem ser utilizados mediante acordo entre o Solicitante da certificação, o Laboratório de Ensaio e o Organismo de Certificação Designado. A descrição e a justificativa do método alternativo acordado devem constar do Relatório de Ensaio.

I.1.2. O exemplar da antena a ser apresentado para avaliação da conformidade, deve ser representativo dos modelos em produção.

I.1.3. Do relatório de ensaio deverão constar uma descrição dos procedimentos de teste, uma relação dos equipamentos utilizados e uma estimativa de erro de cada medida.

I.2. Ganho

I.2.1. Objetivo

Determinar o ganho da antena.

I.2.2. Métodos de Medição

O método de medição a ser utilizado deverá ser o descrito na alínea i) abaixo. Em caso de impossibilidade, utilizar o método ii), desde que adequadamente justificado:

i) Por integração do diagrama de radiação: Neste método a diretividade da antena é determinada pela integração numérica do diagrama de radiação, e deste valor é subtraída a respectiva perda de inserção da antena, para a correta determinação do seu ganho. Em caso de impossibilidade de mensurar a perda ôhmica o fabricante deverá declarar seu valor.

ii) Método comparativo: Também chamado de "método de transiência de ganho", em que o sinal recebido pela antena sob teste é comparado com o sinal recebido por uma antena padrão com ganho conhecido.

Nota 1) Para antenas equipadas com absorvedores, (por exemplo, antenas parabólicas de alto desempenho equipadas com blindagens e absorvedores de micro-ondas), deverá se utilizar o método de ganho por comparação.

Nota 2) Opcionalmente, se o solicitante do certificado de conformidade da antena em questão possuir um modelo de antena já homologado, de constituição física idêntica à antena sob ensaio, porém, que não faça o uso de absorvedores de energia eletromagnética (por exemplo, antena parabólica standard, sem blindagem e absorvedores de micro-ondas), o valor do ganho mensurado para o modelo de antena sem absorvedores poderá ser utilizado como resultado válido para a antena equipada com absorvedores.

I.2.3. Procedimento de teste

Os ensaios deverão ser realizados nas frequências inferior, central e superior de cada faixa de frequências de operação de transmissão.

A perda de inserção da antena deve ser determinada a partir da soma de suas componentes de perdas; ou seja, levando-se em conta a componente devido a perdas ôhmicas e a componente devido à perda de retorno conforme abaixo:

$$PI = PO + PD$$

onde

PI: é o valor da perda de inserção da antena expresso em dB;

PO: é o valor da componente de perda ôhmica, expresso em dB;

PD: é o valor da componente de perda devido a descasamento da antena, expresso em dB e calculado a partir das fórmulas abaixo:

$$PD = -10 \times \log_{10}(1 - |\Gamma|^2)$$

$$|\Gamma| = 10^{-PR/20}$$

PR: é a perda de retorno da antena, expressa em dB, caracterizada conforme item I.4.

I.3. Diagramas de Radiação

I.3.1. Objetivo

Determinar os diagramas de radiação para polarização copolar, polarização cruzada e discriminação em polarização cruzada.

I.3.2. Métodos de Medição

Os seguintes métodos de medição poderão ser utilizados na medida do diagrama de radiação:

i) Em Câmara Anecóica, em condição de campo distante;

ii) Em Campo Elevado ou "Slant", em condição de campo distante;

iii) Em Sistemas de Focalização Compactos do tipo "Compact Range", com uso de refletores múltiplos ou refletor simples;

iv) Em Sistemas de Extrapolação de Campo Próximo.

I.3.3. Procedimento de teste.

Deverão ser registrados os diagramas de radiação em 360° para o plano de azimute, nas polarizações em que a antena opera, pelo menos nas frequências inferior, média e superior de cada faixa de frequências de operação;

O diagrama de radiação de elevação deverá ser medido apenas no caso de antena assimétrica, e quando a determinação do ganho se der pelo método de integração do diagrama de radiação conforme item I.2.2.i.

I.3.3.1. Para antenas com polarização linear:

Para determinação dos diagramas em polarização copolar, a antena sob teste deverá estar polarizada para o máximo de sinal recebido. Para diagramas em polarização cruzada e discriminação em polarização cruzada, a polarização da antena transmissora deverá ser rotacionada de 90° em relação à obtida para medida do diagrama copolar. A antena transmissora deverá radiar em polarização linear.

I.3.3.2. Para antenas com polarização circular:

Serão admitidos 3 procedimentos de medição:

i) Utilização de uma antena transmissora com polarização circular, com sentido de rotação idêntico ao da antena sob teste, para medida do diagrama copolar, e com sentido de rotação oposto, para medida do diagrama em polarização cruzada e de discriminação em polarização cruzada;

ii) Utilização de uma antena transmissora rotatória, com polarização linear e com velocidade de rotação muito maior que a velocidade de rotação do posicionador da antena sob teste. O diagrama de radiação resultante apresentará duas envoltórias, correspondentes a uma seqüência de máximos e mínimos, com frequência

igual a da rotação da antena transmissora. A diferença entre os valores das envoltórias, para um dado ângulo de radiação, fornece a relação axial para aquele ângulo de radiação. Os envelopes dos diagramas e os valores de relação axial deverão ser convertidos em diagramas copolar e em polarização cruzada.

iii) Medida de diagramas de amplitude e fase para sinais transmitidos por duas polarizações ortogonais de uma antena com polarização linear. Os valores do módulo e fase dos sinais deverão ser convertidos para valores de amplitude em polarização copolar e cruzada.

I.3.3.3. Procedimento de teste para discriminação em polarização cruzada

Para discriminação em polarização cruzada, devem ser utilizados os procedimentos conforme descrito abaixo, de acordo com a classe XPD da antena:

i) Para antenas de classe XPD 1: Com a antena sob teste polarizada para o máximo de sinal recebido, rotacionar a antena transmissora em 90°. Após esse procedimento, mensurar a discriminação de polarização cruzada no plano de azimute, em uma região angular de duas vezes maior que a largura de feixe de 3 dB da antena neste mesmo plano.

ii) Para antenas de classe XPD 2: Com a antena sob teste polarizada para o máximo de sinal recebido, rotacionar a antena transmissora em 90°. Após esse procedimento, mensurar a discriminação em polarização cruzada, através de método Step-Scan, na região de contorno de 1 dB, através de vários cortes no plano de elevação, com incremento máximo entre cortes de 10% da largura de feixe de 1 dB e não menor que 0,05° (vide figura).

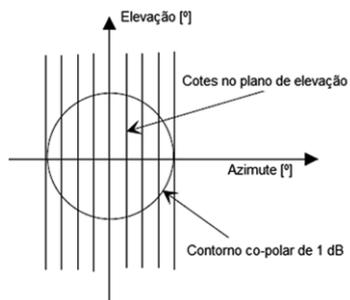


Figura I.1 – Medida de discriminação de polarização cruzada no contorno de 1 dB

iii) Para antenas de classe XPD 3: Com a antena sob teste polarizada para o máximo de sinal recebido, rotacionar a antena transmissora em 90°. Após esse procedimento, mensurar a discriminação em polarização cruzada, através de método Step-Scan, na região de contorno de 1 dB (vide região A da figura I.2), através de vários cortes no plano de elevação, com incremento máximo entre cortes de 10% da largura de feixe de 1 dB e não menor que 0,05°. Para a região B, deverão ser realizados 5 cortes no plano de elevação, com amplitude de $\pm 1,5^\circ$, nos ângulos em azimute de: $-0,10^\circ$, $-0,05^\circ$, $0,00^\circ$, $0,05^\circ$ e $0,10^\circ$.

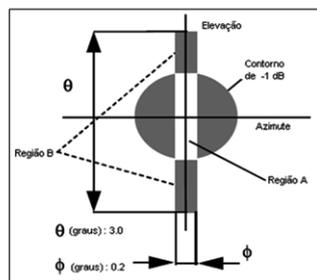


Figura I.2 – Medida de discriminação de polarização cruzada no contorno de 1 dB e na faixa retangular, centrado no ponto de máxima radiação do lóbulo principal e com uma aresta de $0,2^\circ$ paralela ao plano de azimute e outra de 3° paralela ao plano de elevação

Nota 1) Para antenas refletoras de abertura simétrica, que apresentem simetria de revolução ou simetria entre quadrantes, o procedimento de Step Scan poderá ser substituído pela medida de discriminação em polarização cruzada nos planos de ± 45 graus além dos planos de azimute e elevação;

Nota 2) Para antenas off-set de refletor único, o procedimento de Step Scan poderá ser substituído pela medida de discriminação em polarização cruzada nos planos de azimute e elevação.

I.4. Perda de Retorno

I.4.1. Objeto

Determinar a perda de retorno, em função da frequência, na porta de entrada da antena.

I.4.2. Métodos de Medidas

Dois métodos de medida poderão ser utilizados:

i) Por refletometria, em varredura, com utilização de analisador de redes escalar e acoplador direcional ou junção tipo "T" de alta diretividade;

ii) Por refletometria, em varredura, com utilização de analisador de redes vetorial.

I.5. Perda de Inserção do sistema alimentador.

I.5.1. Objetivos

Determinar a perda de inserção do alimentador, em função da frequência, na porta de entrada da antena.

Este parâmetro deverá ser considerado apenas no caso da utilização do método de determinação de Ganho descrito em I.2.2.i

A perda de inserção do alimentador deve ser determinada a partir da soma de suas componentes de perdas, ou seja, levando-se em conta a componente devido a perdas ôhmicas e a componente devido a perda de retorno conforme abaixo:

$$PI = PO + PD$$

Onde:

PI: é o valor da perda de inserção do alimentador expresso em dB;

PO: é o valor da componente de perda ôhmica, expresso em dB;

PD: é o valor da componente de perda devido a descasamento da antena, expresso em dB e calculado a partir da fórmula abaixo:

$$PD = -10 \times \log(1 - |\Gamma|^2)$$

$$|\Gamma| = 10^{-PR/20}$$

PR: é a perda de retorno da antena, expressa em dB, caracterizada conforme item I.4

I.5.2. Métodos de Medidas

Quatro métodos poderão ser utilizados para se determinar a perda ôhmica do alimentador:

i) Por refletometria em varredura, medindo-se a perda de retorno com a abertura do alimentador em curto-circuito, com utilização de analisador de redes escalar e acopladores direcionais de alta diretividade; (recomenda-se que o descasamento da porta de teste do sistema de medida seja melhor que 26dB). O valor da perda de inserção é o valor médio da perda de retorno, dividido por 2.

ii) Por refletometria em varredura, medindo-se a perda de retorno com a abertura do alimentador em curto-circuito, com utilização de analisador de redes vetorial automático (recomenda-se que o descasamento equivalente da porta de teste do sistema de medida seja melhor que 26dB). O valor da perda de inserção é o valor médio da perda de retorno, dividido por 2.

iii) Por método de cavidade, através de refletometria, com a abertura do alimentador em curto-circuito, com utilização de analisador de redes escalar ou vetorial.

iv) Na indisponibilidade ou impossibilidade do emprego de qualquer dos métodos indicados nos itens i, ii e iii acima, o fabricante deverá informar através de declaração a perda ôhmica do alimentador.

I.5.3. Recomendações sobre os procedimentos de teste de perda de inserção do sistema alimentador.

i) A medida poderá ser realizada no alimentador da antena isoladamente, sem necessidade de estar integrado ao seu sistema de refletores.

ii) No caso de impossibilidade ou indisponibilidade de recursos para se realizar curto-circuito efetivo na abertura radiante do alimentador para aplicação dos métodos listados nos itens I.5.2.i, I.5.2.ii e I.5.2.iii, poderá ser realizado o curto-circuito na flange do guia de onda cilíndrico da cadeia alimentadora, imediatamente anterior à corneta radiante. Nesta situação, será arbitrado para a corneta radiante uma perda de inserção de 0,03dB, que deverá ser adicionado ao valor de perda de inserção medido.

ANEXO II

FORMATO PADRÃO DE ARQUIVOS PARA ARMAZENAMENTO ELETRÔNICO DE ENVOLTÓRIA DO DIAGRAMA DE RADIAÇÃO DE ANTENAS PARA USO EM APLICAÇÕES PONTO-A-PONTO

II.1. Objeto

Este anexo descreve o padrão adotado pela Anatel para transferência e armazenamento de Envoltória do Diagrama de Radiação-EDI de antenas operando nos sistemas ponto-a-ponto.

II.2. Arquivo

II.2.1 Estrutura Geral

O arquivo para armazenamento eletrônico de envoltória do diagrama de radiação de antenas operando nos sistemas ponto-a-ponto deve estar estruturado na forma de blocos e conter os valores dos níveis normalizados em dB, em polarização copolar e em polarização cruzada.

Os diagramas de radiação das antenas reais em condições de produção não devem exceder a envoltória do diagrama de radiação por mais de 3 dB.

O arquivo deve obedecer à estrutura abaixo:

1 Título

2 Comentários

3 Comentários

4 Identificação de arquivo (id, pol, orient, freq)

5 Número de blocos do arquivo (nb)

cabeçalho

linha de controle do bloco l (ϕ_x)

n_l m_l

θ_l A_{Co1} F_{Co1} A_{Xo1} F_{Co1}

.....

.....

θ_l A_{Co1} F_{Co1} A_{Xo1} F_{Co1}

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

bloco l

bloco nb

II.2.1.1. Cabeçalho

O cabeçalho deverá conter 4 (quatro) linhas seguindo o formato abaixo descrito:

i) a linha 1, denominada Linha de Título, deverá conter o número máximo de 52 caracteres;

ii) a linha 2, denominada Linha de Comentário 1, deverá conter o nome do fabricante, modelo e código de certificação/homologação da Antena. A Linha de Comentário 1 deverá conter o número máximo de 80 caracteres;

iii) a linha 3, denominada Linha de Comentário 2, deverá conter o nome do laboratório gerador da envoltória do diagrama de radiação e o nome do arquivo;

iv) a linha 4, denominada identificação do arquivo, será composta de 4 campos (id, pol, orient e freq) cada qual descrevendo um aspecto de radiação da antena, onde:

-id, identificação do arquivo, no caso deve ser sempre igual a 200;

-pol, polarização da antena, deve assumir os valores 1 (linear) ou 2 (circular/elíptica);

-orient:

- caso pol = 1, "orient" deve indicar o semi-plano ϕ que contém a componente principal do campo elétrico, (0° para polarização horizontal e 90° para polarização vertical);

- caso pol = 2, "orient" deve ser 1 para polarização circular/elíptica esquerda, ou 2 (para polarização circular/elíptica direita);

- para casos indeterminados utilizar pol = 0 e orient = 0.

-freq, frequência em GHz.

II.2.1.2. Número de blocos do arquivo (nb)

O número de blocos do arquivo (nb) deve ser informado na linha 5 do arquivo.

Adotar nb = 4, caso as medidas tenham sido efetuadas em apenas dois planos. Os arquivos digitalizados deverão conter os semi-planos $\phi_x = 0^\circ$, 90° , 180° e 270° .

II.2.1.3 Blocos

Após a linha 5 deve ser inserida a sequência de blocos de dados com as principais funções e parâmetros associados. Cada bloco deve conter as informações abaixo:

i) a linha 1 de cada bloco, denominada Linha de Controle do Bloco (ϕ_x), deve conter o ângulo de corte em graus no plano ϕ a que se refere o bloco (fazer $\phi = 90^\circ$ coincidir com o corte de elevação superior, quando esta condição não estiver satisfeita, indicar a posição do plano de elevação superior em comentários). Varia de 0 a 360° ;

ii) a linha 2 de cada bloco será composta de 2 campos (n e m), onde:

-n = número de linhas do bloco, i.e., número de θ discretizados.

Para a envoltória do diagrama de radiação em polarização copolar na região do lóbulo principal com níveis entre 0dB a -15dB, devem ser discretizados todos os pontos com passo constante em θ . O passo de variação constante de θ nesta região de lóbulo principal deve ser escolhido de forma que não haja variação de mais de 1dB entre pontos subsequentes. Para as demais regiões deve ser apontado apenas o nível nos pontos de inflexão conforme exemplificados na Figura-1 e respectiva Tabela-1.

Para a envoltória do diagrama de radiação em polarização cruzada, devem ser apontados apenas os níveis nos pontos de inflexão conforme exemplificados na Figura-1 e respectiva Tabela-1.

-m = número de colunas do bloco.

iii) após a linha 2 cada bloco deverá conter as seguintes informações:

- θ , direção angular (em graus) relativa ao eixo da antena. Varia de 0° a 180° , para cada semi-plano do corte ϕ_x , sendo que $\theta = 0^\circ$;

- A_{Co} , nível normalizado, em dB, em polarização copolar, na direção angular θ em cada bloco ou semi-plano ϕ_x correspondente;

- F_{Co} , deverá ser preenchido com 0 (zero);

- A_{Xc} , nível normalizado, em dB, em polarização cruzada, na direção angular θ em cada bloco ou semi-plano ϕ_x correspondente.

II.2.2 Formato de Apresentação do Arquivo

II.2.2. Formato de Apresentação do Arquivo

O arquivo de envoltória deve ser apresentado no formato XLS (Microsoft® Excel), ou CSV (comma separated value), devendo ser montado após análises dos diagramas de radiação extraídos diretamente dos equipamentos de medição utilizados, respeitadas as devidas indicações de semi-planos de corte (ϕ), polarizações e frequências.

II.2.2.1. Planilha XLS com exemplo de envoltória do diagrama de radiação (Tabela II.1)

A tabela II.1 ilustra os valores de envoltória do diagrama de radiação digitalizado na forma de uma planilha XLS. Para este exemplo, os valores das envoltórias de radiação foram considerados simétricos nos semi-planos $\phi_K = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ e 270° .

Linha de Título				
Linha de comentário 1 (Ex: fab, descrição, modelo e certificado da Antena)				
Linha de comentário 2 (Ex: Descrição da Envoltória de Radiação)				
200	1	90	430	
8				
0				
163	5			
0	0	0	-23.00	0
3.9	-0.94	0	-23.00	0
4.9	-1.84	0	-23.00	0
5.7	-2.84	0	-23.00	0
6.4	-3.79	0	-23.00	0
...
10.6	-11.19	0	-23.00	0
11.0	-12.00	0	-23.00	0
11.4	-12.83	0	-23.00	0
11.8	-13.67	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-28.00	0
20	-15.00	0	-28.00	0
30	-25.00	0	-28.00	0
40	-25.00	0	-28.00	0
50	-20.00	0	-28.00	0
60	-20.00	0	-26.00	0
100	-20.00	0	-26.00	0
110	-20.00	0	-30.00	0
120	-25.00	0	-34.00	0
140	-25.00	0	-34.00	0
155	-25.00	0	-39.00	0
180	-25.00	0	-39.00	0
90				
163	5			
0	0	0	-23.00	0
3.9	-0.94	0	-23.00	0
4.9	-1.84	0	-23.00	0
5.7	-2.84	0	-23.00	0
6.4	-3.79	0	-23.00	0
...
10.6	-11.19	0	-23.00	0
11.0	-12.00	0	-23.00	0
11.4	-12.83	0	-23.00	0
11.8	-13.67	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-28.00	0
20	-15.00	0	-28.00	0
30	-25.00	0	-28.00	0
40	-25.00	0	-28.00	0
50	-20.00	0	-28.00	0
60	-20.00	0	-26.00	0
100	-20.00	0	-26.00	0
110	-20.00	0	-30.00	0
120	-25.00	0	-34.00	0
140	-25.00	0	-34.00	0
155	-25.00	0	-39.00	0
180	-25.00	0	-39.00	0
180				
163	5			
0	0	0	-23.00	0
3.9	-0.94	0	-23.00	0
4.9	-1.84	0	-23.00	0
5.7	-2.84	0	-23.00	0
6.4	-3.79	0	-23.00	0
...
10.6	-11.19	0	-23.00	0
11.0	-12.00	0	-23.00	0
11.4	-12.83	0	-23.00	0
11.8	-13.67	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-28.00	0
20	-15.00	0	-28.00	0
30	-25.00	0	-28.00	0
40	-25.00	0	-28.00	0
50	-20.00	0	-28.00	0
60	-20.00	0	-26.00	0
100	-20.00	0	-26.00	0
110	-20.00	0	-30.00	0
120	-25.00	0	-34.00	0
140	-25.00	0	-34.00	0
155	-25.00	0	-39.00	0
180	-25.00	0	-39.00	0
180				
163	5			
0	0	0	-23.00	0
3.9	-0.94	0	-23.00	0
4.9	-1.84	0	-23.00	0
5.7	-2.84	0	-23.00	0
6.4	-3.79	0	-23.00	0
...
10.6	-11.19	0	-23.00	0
11.0	-12.00	0	-23.00	0
11.4	-12.83	0	-23.00	0
11.8	-13.67	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-28.00	0
20	-15.00	0	-28.00	0
30	-25.00	0	-28.00	0
40	-25.00	0	-28.00	0
50	-20.00	0	-28.00	0
60	-20.00	0	-26.00	0
100	-20.00	0	-26.00	0
110	-20.00	0	-30.00	0
120	-25.00	0	-34.00	0
140	-25.00	0	-34.00	0
155	-25.00	0	-39.00	0
180	-25.00	0	-39.00	0
270				

163	5			
0	0	0	-23.00	0
3.9	-0.94	0	-23.00	0
4.9	-1.84	0	-23.00	0
5.7	-2.84	0	-23.00	0
6.4	-3.79	0	-23.00	0
...
10.6	-11.19	0	-23.00	0
11.0	-12.00	0	-23.00	0
11.4	-12.83	0	-23.00	0
11.8	-13.67	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-23.00	0
12.4	-15.00	0	-28.00	0
20	-15.00	0	-28.00	0
30	-25.00	0	-28.00	0
40	-25.00	0	-28.00	0
50	-20.00	0	-28.00	0
60	-20.00	0	-26.00	0
100	-20.00	0	-26.00	0
110	-20.00	0	-30.00	0
120	-25.00	0	-34.00	0
140	-25.00	0	-34.00	0
155	-25.00	0	-39.00	0
180	-25.00	0	-39.00	0

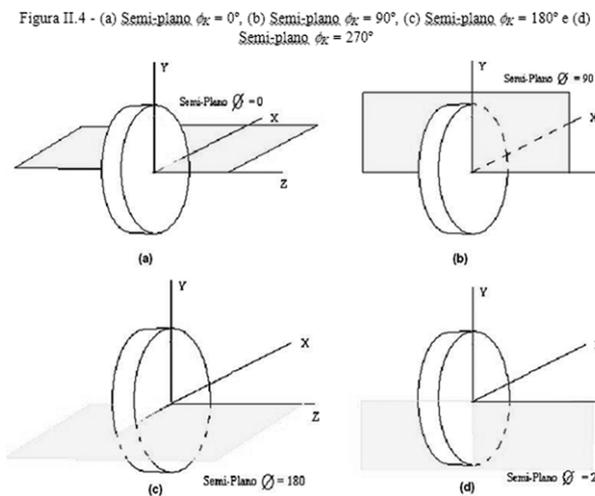


Figura II.4 - (a) Semi-plano $\phi_K = 0^\circ$, (b) Semi-plano $\phi_K = 90^\circ$, (c) Semi-plano $\phi_K = 180^\circ$ e (d) Semi-plano $\phi_K = 270^\circ$

Tabela II.1 - Planilha XLS com exemplo de envoltórias dos diagramas de radiação

II.2.2.2. Apresentação Gráfica da envoltória do diagrama de radiação

O gráfico da Figura II.1 ilustra as envoltórias do diagrama de radiação copolar e em polarização cruzada relativos aos valores apresentados na Tabela II.1.

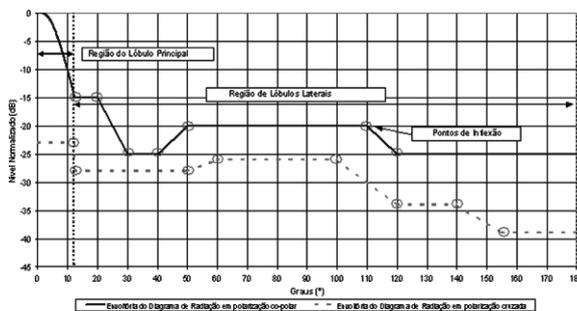


Figura II.1 - Exemplo gráfico da envoltória do diagrama de radiação para um semi-plano.

II.2.3. Sistemas de Coordenadas para Envoltórias dos Diagramas de Radiação

As figuras abaixo ilustram os semi-planos ϕ_K :

Figura II.2 - Exemplo de antena refletora em sistema de coordenadas esféricas, conforme arquivo padrão

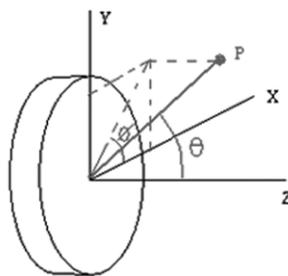


Figura II.3 - Semi-plano Genérico ϕ_K

