

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Estagiário: Sócrates Oliveira

Empresa: Televisão Cabo Branco

Orientadores: Josemar Cardoso

José Gutembergue



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

APRESENTAÇÃO

Este trabalho descreve as atividades desenvolvidas pelo estagiário de Engenharia Elétrica, Sócrates Leite Oliveira, sob orientação do Engenheiro Elétrico Josemar Cardoso da Cruz e pelo Professor José Gutembergue, na TELEVISÃO CABO BRANCO LTDA, durante o período de 2 maio de 1999 até o dia 30 de setembro de 1999.

O trabalho consta de um projeto de Engenharia de Radiodifusão, cujo objetivo é permitir a comunicação entre a emissora TELEVISÃO CABO BRANCO, situada em João - Paraíba Pessoa, e a emissora TELEVISÃO PARAÍBA, situada em Campina Grande - Paraíba.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	3
INTRODUÇÃO	4
1.0 - DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	5
2.0 - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	6
2.1 - O Horizonte Geométrico	6
2.2 - Efeitos da Superfície Terrestre e da Atmosfera sobre a Propagação das Ondas Eletromagnéticas em VHF, UHF E SHF	7
2.2.1 - Propagação Próxima à Superfície Terrestre – Reflexão e Refração	7
2.2.2 - Reflexão e Refração das Ondas Eletromagnéticas sob Condições Meteorológicas Anormais	8
2.3 - Raio Fictício da Terra	9
2.3.1 - Determinação do Fator K	10
2.3.2 - Determinação do Fator K para a Atmosfera Padrão	12
2.4 - O HORIZONTE DE RÁDIO	12
2.5 - CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA VISIBILIDADE DO ENLACE DE RÁDIO FREQUÊNCIA	13
2.5.1 - Elipsóide de Fresnel	13
2.5.2 - Elipse de Fresnel	14
2.5.3 - Equação do Raio da Elipse de Fresnel	14
3.0 PROJETO COMPLETO DE ENGENHARIA DE RADIODIFUSÃO	15

3.1 - Traçado de Perfis Altimétricos	15
3.2 Expressões Matemáticas para o Cálculo de um Rádio Enlace	17
3.2.1 - Ruído Térmico	17
3.2.2 - Figura de Ruído(dB)	18
3.2.3 - Potência de Ruído à entrada do Receptor	18
3.2.4 - Equação da Potência Recebida num Terminal do Receptor	19
3.2.5 - Margem ou Reserva de Desvanecimento	20
3.2.6 - A Condição de Viabilidade Técnica para a Condução de Sinais de Televisão	20
CONCLUSÃO	20
BIBLIOGRAFIA	21
ANEXO A	22

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela inspiração e tranquilidade durante estes quatro meses de trabalho.

Agradeço a meus pais pela força e confiança que sempre depositaram em mim.

Agradeço à TELEVISÃO CABO BRANCO pela oportunidade oferecida e aos funcionários pela paciência do dia-a-dia.

Felicitações especiais ao Engenheiro Josemar Cardoso da Cruz pela disponibilidade de ensinar um pouco do seu conhecimento e experiência.

Um abraço ao Gerente Técnico da TELEVISÃO PARAÍBA, Ednaldo Barbosa, pelas preciosas informações fornecidas.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido nas televisões Cabo Branco e Paraíba, afiliadas da Rede Globo de Televisão, e teve como objetivo principal o desenvolvimento de um projeto completo de Engenharia de Radiodifusão, mais especificamente um rádio enlace em microondas entre João Pessoa e Campina Grande.

Antes do desenvolvimento prático do projeto foi necessário um estudo da legislação atual, no que diz respeito as normas técnicas e exigências mínimas para a viabilidade de um rádio enlace de televisão.

O trabalho começa com uma introdução teórica ao estudo da propagação das ondas eletromagnéticas na troposfera e quais os fatores que influenciam nesta propagação. Na segunda parte existe um desenvolvimento matemático de algumas expressões que serão utilizadas no estudo técnico, propriamente dito. Não existiu uma preocupação, por parte do autor, em detalhar rigores matemáticos, uma vez que a maior parte das expressões expostas são simplificações adotadas pelo Ministério das Comunicações. Na última parte do trabalho, é exposto um projeto completo de Radiodifusão que foi utilizado para viabilizar a comunicação entre a emissora TELEVISÃO CABO BRANCO e TELEVISÃO PARAÍBA.

1.0 - DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO

A maior parte do trabalho foi desenvolvida com a orientação do Engenheiro Josemar Cardoso da Cruz, e durante a minha permanência na empresa trabalhei no setor de manutenção técnica da televisão em conjunto com os supervisores e demais técnicos num ambiente de cordialidade.

2.0 - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Os canais de televisão em VHF (Very High Frequency) estão situados de 30 a 300 MHz. O canal 2 inicia em 54 MHz enquanto que o 13 termina em 216 MHz. Em UHF (Ultra High Frequency), vão do 14 ao 83, isto é, de 470 MHz a 890 MHz. As ondas em estudo propagam-se numa camada da atmosfera, conhecida como troposfera, que ocupa uma faixa de aproximadamente 11 quilômetros de altura, contados a partir da superfície terrestre. Nessa camada predominam: oxigênio, nitrogênio e anidrido carbônico.

2.1 - O Horizonte Geométrico

Para regiões de relevo não muito acidentado, dadas duas antenas, uma transmissora e outra receptora, cujas alturas chamaremos respectivamente, de H_t e H_r , calcula-se a distância visual (s) como se segue (Figura 1):

$$s = d_1 + d_2 \quad \text{mas}$$

$$d_1^2 = (H_t + R)^2 - R^2 = (H_t)^2 + 2H_t \times R + R^2 - R^2$$

$$d_1^2 = (H_t)^2 + 2H_t \times R$$

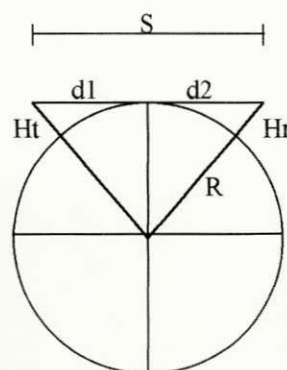


FIGURA 1 - O HORIZONTE GEOMÉTRICO

Entretanto, a altura H_t da antena transmissora, comparativamente ao raio terrestre é muito pequena; situação essa que nos permite desprezá-la, sem que isso prejudique o resultado. E, teremos:

$$d_1 = \sqrt{(2H_t \times R)}$$

Fazendo-se $d_1 = d_2$, por hipótese, a expressão para o cálculo de "s" (alcance total), assume o aspecto:

$$s = d_1 + d_2 = \sqrt{(2R)} \times (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r})$$

Recordando-se que o raio médio (R) da terra vale 6370000 m, teremos:

$$s = 3,57 \times (\sqrt{H_t} + \sqrt{H_r}) \quad (1)$$

onde s é dado em km, H_t e H_r em metros. O valor do alcance visual s é puramente geométrico, como veremos mais adiante.

2.2 - Efeitos da Superfície Terrestre e da Atmosfera sobre a Propagação das Ondas Eletromagnéticas em VHF, UHF E SHF

A propagação em estudo é afetada pela proximidade com a superfície terrestre e com a presença da atmosfera. A atenuação dos sinais no espaço livre pode ser prevista com razoável precisão. Além da atenuação no espaço livre existem outros fatores que influenciam no estudo de um rádio enlace.

2.2.1 - Propagação Próxima à Superfície Terrestre – Reflexão e Refração

Sabe-se da óptica geométrica que quando uma frente de onda atravessa a superfície de separação entre dois meios de densidades diferentes, uma quantidade de energia após refletir naquela superfície retorna ao meio de origem, enquanto que outra quantidade de energia penetra no segundo meio, refratando-se, como mostra a Figura 2a.

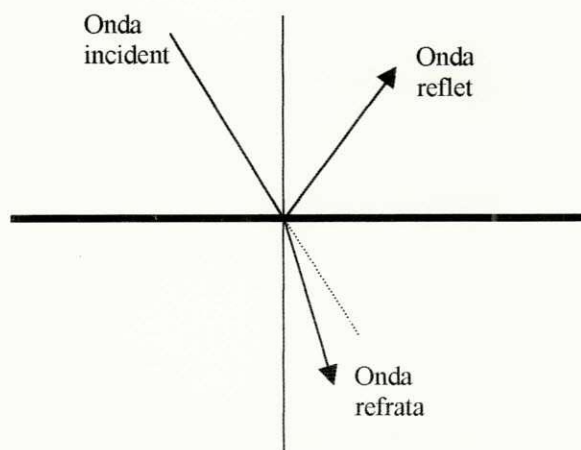


FIGURA 2a

As perdas devido à superfície terrestre podem ser calculadas, aproximadamente, enquanto que aquelas devidas aos efeitos da atmosfera podem ser avaliadas somente por meios experimentais.

Para o caso do desempenho de um rádio enlace é preciso fazer um estudo criterioso das condições atmosféricas da região. Os principais fatores que influenciam nas condições atmosféricas são: temperatura, pressão e vapor d'água. Em condições normais esses três fatores decrescem com o acréscimo da altura em relação à superfície terrestre. Isto ocasiona um decréscimo da densidade do ar com o aumento da altura sobre a terra, ou seja, as camadas

da atmosfera possuem densidades diferentes entre si. Isso traz como consequência para uma onda eletromagnética que se propague através daquelas camadas, encurvamento em direção à superfície terrestre (Figura 2b). Assim, uma onda eletromagnética propaga-se até um ponto situado na superfície terrestre, via de regra, cuja distância contada a partir da antena transmissora poderá ser diferente daquela prevista para o horizonte geométrico (Figura 2c).

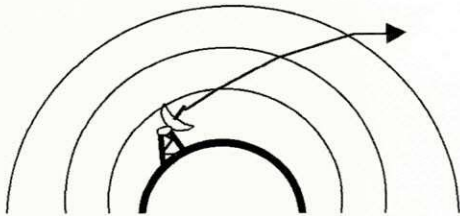


FIGURA 2b



FIGURA 2c

2.2.2 - Reflexão e Refração das Ondas Eletromagnéticas sob Condições Meteorológicas Anormais

Pode acontecer que sob condições atmosféricas anormais, a temperatura, como a pressão do vapor de água da atmosfera, não mais decresçam com o aumento da altura sobre a superfície terrestre, por exemplo, num ponto, pode ocorrer decréscimo de alguns graus na temperatura em poucos metros, com decréscimo da altura, decorrendo daí uma inversão da camada, resultando disso, que a energia irradiada é refletida e é, por conseguinte, desviada de sua direção original. Se, o desvio na direção é considerável, o sinal transmitido afasta-se, em muito, da antena receptora, contribuindo para aumento da atenuação dos sinais a serem recebidos. O decréscimo de energia pode persistir, sem interrupção, até que as várias camadas de ar retornem à condição anterior.

2.3 - Raio Fictício da Terra

Vimos anteriormente que quando as ondas eletromagnéticas se propagam ao longo da troposfera a recepção dos sinais que ela conduz são, via de regra, recebidos em locais cujas distâncias diferem daquelas previstas pelo horizonte geométrico, graças ao fenômeno da refração. Assim, por exemplo, para a atmosfera-padrão tudo se passa como que o raio

verdadeiro da terra que representaremos por “a” se tornasse 4/3 vezes maior que o verdadeiro. Generalizando-se, teríamos:

$$r = K \times a \quad (2)$$

2.3.1 - Determinação do Fator K

Seja a figura 3, onde, por hipótese teremos:

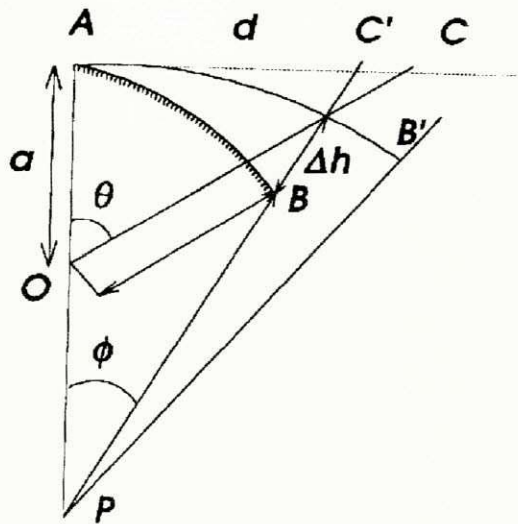


FIGURA - 3

AB': trajetória seguida pela onda eletromagnética, propagando-se na troposfera;

a: raio verdadeiro da terra;

PB': raio fictício da terra;

AC': tangente à superfície terrestre no ponto “A”;

Δh : deslocamento, em altura, experimentado pela onda em seu movimento, relativamente à superfície terrestre.

Demonstração

Uma vez que Δh e $B'C$ comparativamente às distâncias AB e AB' são infinitamente pequenos, podemos escrever:

$AB = AB' = d$ da figura 3 vemos que:

$$d = a \times \operatorname{tg} \theta$$

$$d = a \times \operatorname{tg} \phi$$

$$d = a \times \theta \quad (3a)$$

$$d = a \times \phi \quad (3b)$$

θ e ϕ são arcos muito pequenos e, podemos escrever:

Ainda da figura 3, obtemos:

$$OC = OB + BC \quad \text{ou,}$$

$$BC = OC - OB$$

$$\frac{OA}{OC} = \cos \theta$$

$$\frac{OC}{OA} = \frac{1}{\cos \theta}$$

$$OC = OA \times \sec \theta$$

$$OA = OB = a$$

E segue-se: $BC = OA \times \sec \theta - OB$ (4)
 $BC = a \times (\sec \theta - 1)$

Por outro lado, para arcos muito pequenos é válida a relação:

$$\sec \theta = 1 + \frac{\theta^2}{2} \quad \text{e, a expressão (4) ficará:} \quad BC = a \times \left(1 + \frac{\theta^2}{2} - 1 \right)$$

$$BC = \frac{a \times \theta^2}{2} \quad (5)$$

Mas pela expressão 1a, a (5) ficará:

$$BC = \frac{d^2}{2a} \quad (6)$$

Ainda, invocando o argumento de que Δh é muito pequeno comparativamente às distâncias AB e AB' , bem como C' é muito próximo de C , escreveremos:

$$PC' = PB' + B'C \quad (7)$$

Analogamente, da figura 3, tiramos:

$$\frac{AP}{PC'} = \cos \phi; PB = r = AP$$

E teremos: $\frac{PC'}{AP} = \frac{1}{\cos\phi} \Rightarrow PC' = r \times \cos\phi \Rightarrow B'C = r \times \sec\phi - r$ mas,

$\sec\phi = \frac{\phi^2}{2} + 1$, analogamente à situação anterior seque-se:

$$B'C = r \times \left(1 + \frac{\phi^2}{2} - 1\right) \Rightarrow B'C = \frac{r\phi^2}{2}$$

Pela expressão (3b), tem-se que: $\phi = \frac{d}{a}$; $B'C = \frac{d^2}{2r}$ (8)

Ainda da figura 3, recordando que $C' \cong C$, por serem muito próximos, obtemos:

$\Delta h = BC - B'C$, com base nas equações (6) e (8) escreveremos:

$$\Delta h = \frac{d^2}{2} \times \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r}\right) \quad (9)$$

Escrevamos a subtração contida entre parênteses na expressão (9) como se segue:

$$\frac{1}{a'} = \frac{1}{a} - \frac{1}{r} \quad \text{ou } a' = Ka \text{ e,}$$

$$\frac{1}{Ka} = \frac{1}{a} - \frac{1}{r} \Rightarrow K = \frac{r}{r-a}$$

Sabendo que o gradiente do índice de refração é dado pela seguinte expressão:

$$\frac{dn}{dh} = -\frac{1}{r}$$

Teremos:

$$K = \frac{1}{1 + a \times \frac{dn}{dh}} \quad (10)$$

2.3.2 - Determinação do Fator K para a Atmosfera Padrão

Sabe-se que o gradiente do índice de refração para a atmosfera é de $-4 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$, enquanto o raio médio da terra é dado por 6370000. Então pela equação (18) teremos:

$$K = 1,34 = 4 / 3$$

2.4 - O HORIZONTE DE RÁDIO

Após o desenvolvimento acima está claro que o cálculo do alcance das ondas eletromagnéticas através do horizonte geométrico é impreciso. Agora, considerando a atmosfera padrão e adotando o raio da terra igual a $4/3$ do seu valor real, temos o seguinte alcance:

$$S = \sqrt{2Ht \times \frac{4}{3} \times R} \quad (11) \quad \text{onde,}$$

Ht: altura da antena transmissora;

R: raio médio da terra.

2.5 - CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA VISIBILIDADE DO ENLACE DE RÁDIO FREQUÊNCIA

O estudo dos mapas, com curvas de nível e dos perfis altimétricos são importantes para se determinar a natureza das obstruções, bem como, dos pontos críticos próximos das antenas, tais como: árvores isoladas e edifícios. Uma investigação preliminar dos perfis torna possível verificar as condições de viabilidade e previne o projetista a respeito de certas situações geográficas que podem causar prejuízos à propagação das ondas eletromagnéticas.

2.5.1 - Elipsóide de Fresnel

A teoria de Fresnel-Kirchoff foi desenvolvida originalmente para explicar a difração da luz em presença de anteparos ou sua propagação através de orifícios de diversos tamanhos. Uma vez que as ondas de rádio nas faixas de VHF, UHF e SHF, no que se relaciona à

propagação, comportam-se analogamente à luz, esta teoria é usada, também neste caso particular. Fresnel estabeleceu que a quantidade de energia transmitida ao longo do espaço livre e recebida num determinado ponto, ao longo da trajetória, está contida num volume de um elipsóide cujo tamanho depende do comprimento de onda e da distância entre o transmissor e o receptor.

Para se deduzir a equação que permite o cálculo do raio desse elipsóide, vamos seccioná-lo por um plano vertical que contenha os focos T (transmissor) e R (receptor), (Figura 4).

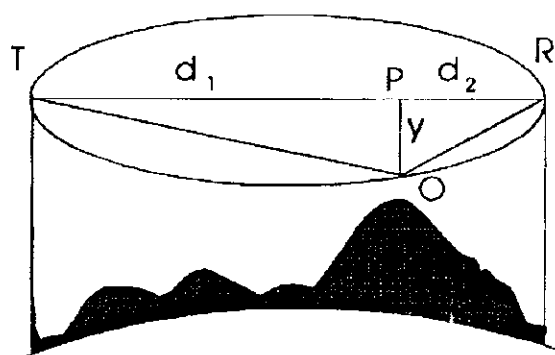


FIGURA 4 - ELIPSE DE FRESNEL

2.5.2 - Elipse de Fresnel

Elipse de Fresnel é a curva que delimita a região do plano, em cujos focos situam-se, respectivamente, as antenas transmissora e receptora, tal que os possíveis trajetos percorridos pelo sinal direto TR e o refletido TOR difiram de meio comprimento de onda, (Figura 4)

2.5.3 - Equação do Raio da Elipse de Fresnel

Da definição da elipse de Fresnel, tem-se:

$$TOR - TR = \lambda/2$$

Da figura 4, obtém-se:

$$TO + OR - TR = \lambda/2$$

$$\sqrt{(TP)^2 + (OP)^2} + \sqrt{(PR)^2 + (OP)^2} - TR = \lambda/2$$

Mas,

$$TP = d_1; OP = Y; PR = d_2$$

$$TR = d_1 + d_2$$

$$\sqrt{d_1^2 + Y^2} + \sqrt{d_2^2 + Y^2} - (d_1 + d_2) = \lambda/2$$

Para valores muito pequenos de Y podemos usar a seguinte simplificação:

$\sqrt{1+a} = 1 + a/2$, utilizando esta simplificação na última expressão, teremos:

$$d_1 \left[1 + \frac{Y^2}{2d_1^2} \right] + d_2 \left[1 + \frac{Y^2}{2d_2^2} \right] - d_1 - d_2 = \frac{\lambda}{2}$$

Desenvolvendo-se a expressão acima e efetuando-se as simplificações, segue-se finalmente, a equação desejada:

$$Y = \sqrt{\frac{c}{f} \times \frac{d_1 d_2}{d}}$$

onde,

c: velocidade da luz ($3 \cdot 10^5$ km/s);

f: frequência de operação em MHz;

d, d1 e d2: distâncias em km.

A primeira zona de Fresnel, cuja equação acabamos de deduzir, deve estar preferencialmente livre ao longo da trajetória do rádio-enlace. A importância que se dá à total desobstrução da primeira elipse de Fresnel ao longo da trajetória, reside no fato de que a energia concentrada no seu interior é responsável pelo dobro da intensidade de campo presente no receptor, relativamente a energia “transportada” pelas outras zonas naquele mesmo trajeto. Entretanto, o fato da primeira zona de Fresnel está totalmente livre, não é suficiente para assegurar a inexistência de desvanecimentos dos sinais (“fading”), na ligação. No caso o “fading” se ocorrer, será causado por interferência entre o raio refletido e o raio direto cuja resultante atuará no ponto de recepção daqueles sinais.

Não raramente, o que poderá dificultar a recepção em um lance cuja propagação se processa em visibilidade, consiste na existência de reflexões sobre a superfície terrestre ou, o que é mais grave, sobre superfícies constituídas por extensas massas aquosas situadas ao longo da trajetória de rádio-enlace.

3.0 - PROJETO COMPLETO DE ENGENHARIA DE RADIODIFUSÃO

3.1 - Traçado de Perfis Altimétricos

Na fase inicial de um projeto, cuja finalidade seja a implantação de um rádio-enlace, quer em VHF, UHF ou SHF, é imperioso o traçado dos respectivos perfis altimétricos que vinculam estes lances. Ou, em outras palavras, é fundamental o conhecimento da topografia entre os pontos do enlace. Segue abaixo um roteiro para se construir um perfil altimétrico:

- Escolhidos os terminais transmissor e receptor, identificá-los na carta planialtimétrica (cartas editadas pelo IBGE em escala adequada, não é recomendado a utilização de escalas muito grandes, pois isto pode acarretar em um erro considerável);
- Unir estes pontos representativos dos terminais transmissor e receptor por um segmento de reta, como mostra a figura 5 abaixo;

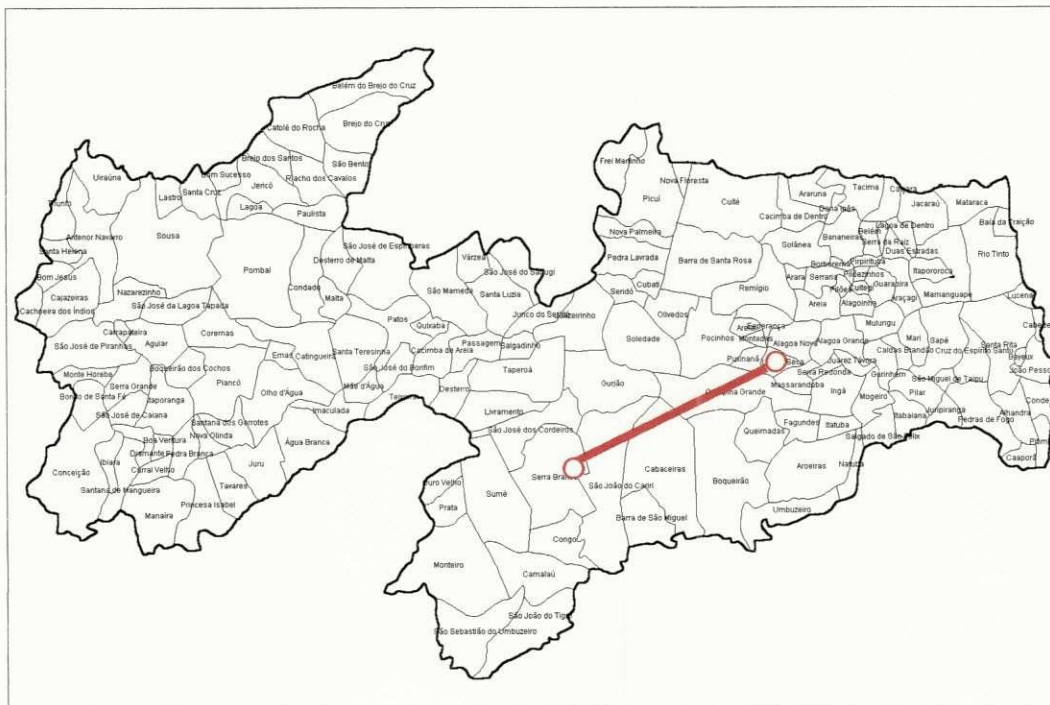


FIGURA 5 – CARTA DO IBGE

- Dividi-se este segmento de reta em “n” partes, por exemplo, de quilômetro em quilômetro, numerando-se a partir de um dos extremos;
- Para cada ponto marcado lê-se no mapa a altitude correspondente e em uma tabela inserem-se os pontos que o segmento foi dividido numa coluna e numa outra coluna a correspondência de altitudes lidas diretamente da carta do IBGE. A escolha dos pontos que serão lidos no mapa é bastante subjetiva, uma vez que ela deve apresentar os pontos mais críticos do perfil, tais como montanhas de altura considerável, lagos, etc.;
- Com esta tabela pronta o próximo passo será transpô-la para o papel milimetrado, na escala adequada, a figura 6 abaixo apresenta um perfil hipotético;

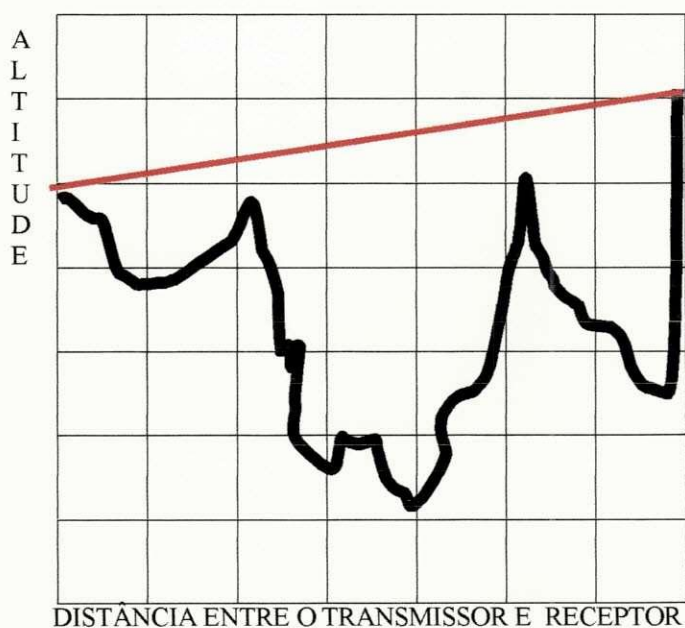


FIGURA 6 – PERFIL EM MILIMETRADO

Neste levantamento de perfil altimétrico não se levou em consideração os seguintes fatores: o efeito de curvatura da terra e representou-se a onda eletromagnética através de uma reta, quando na realidade ela se encurva em direção à superfície terrestre devido ao fenômeno da refração. Então devemos transpor o perfil anterior para uma folha que leve em consideração o fator K e a curvatura da terra. No projeto em anexo estão presentes os perfis altimétricos em uma folha adequada.

3.2 - Conceitos e Expressões Matemáticas para o Cálculo de um Rádio Enlace

3.2.1 - Ruído Térmico

A potência média quadrática de ruído térmico (R) desenvolvida na antena receptora, vista à entrada do receptor, cujo sistema, apresenta-se em perfeito casamento de impedâncias, é dada por:

$$P_n = KTB \quad \text{onde,}$$

K : constante de Boltzmann = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K;

T : temperatura absoluta em Kelvin;

B : largura de faixa do canal

Substituindo estes parâmetros na expressão (), temos

$$R = 4 \times 10^{-21} \text{ Watts} \times B \times 10^6 \text{ MHz}$$

Aplicando o logaritmo natural, temos:

$$P_n(\text{dBW}) = -144 + 10 \log B(\text{MHz})$$

3.2.2 - Figura de Ruído(dB)

Figura ou fator de ruído de um sistema é um parâmetro tal que nos informa qual é a contribuição de ruído oferecida pelo sistema, um receptor de microondas, por exemplo. Define-se figura de ruído de um sistema através da expressão:

$$F = \frac{RSR(\text{na entrada do sistema})}{RSR(\text{na saída do sistema})}$$

RSR: relação sinal/ruído

3.2.3 - Potência de Ruído à entrada do Receptor

Representando-a por R , teremos:

$$R(\text{dBW}) = -144 + 10\log B + F(\text{dB})$$

onde,

F: figura de ruído do receptor, em dB;

B: faixa passante do receptor.

Esta equação somente é válida em se tratando de modulação em amplitude (AM).

3.2.4 - Equação da Potência Recebida num Terminal do Receptor

A potência recebida num terminal receptor é dada pela equação:

$$Pr = Pt + Gt + Gr - At$$

Onde:

Pr: potência recebida, propriamente dita, em dBW;

Gt: ganho da antena transmissora, em dBd;

Gr: ganho da antena receptora, em dBd;

At: atenuação total no lance, incluindo-se:

- atenuação dos sinais no espaço livre, em dB;
- atenuação por difração, em dB;
- atenuação na linha de transmissão/recepção;
- atenuação nos conectores;
- atenuação por obstáculos, etc.

3.2.5 - Margem ou Reserva de Desvanecimento

Por definição, a margem(M) ou reserva de um enlace é dada como se segue:

$$M(\text{dB}) = Pr - PLR$$

PLR: potência no limiar do receptor.

3.2.6 - A Condição de Viabilidade Técnica para a Condução de Sinais de Televisão

O Ministério das Comunicações estabelece que um enlace será viável tecnicamente, se em cada lance se verificar a relação sinal/ruído abaixo:

$$Pr(dBW) - R(dBW) - 10 \log N \geq 40 \text{ dB}$$

N: número de lances, contado decrescentemente, a partir do primeiro.

O **Anexo A** apresenta um projeto completo de rádio-enlace elaborado para a comunicação entre a TELEVISÃO CABO BRANCO E TELEVISÃO PARAÍBA.

4.0 - CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido foi extremamente valioso para minha formação profissional e esclarecimento do papel de um engenheiro em uma empresa. Também mostrou a importância de um bom relacionamento social. Só tenho a agradecer a oportunidade que me foi dada e acredito que soube aproveitá-la bem.

BIBLIOGRAFIA

- CATALOG SUPPLEMENT, ANDREW CORPORATION, 1998
- CARTAS TOPOGRÁFICAS DA SUDENE, 1986
- DONATO, Eng. Cláudio Victor – Antenas – 1965
- H.E. Farrow – Broadcasting Aspects of Radio Wave Propagation and Transmitter Network Planning, Ed. Grahah Higgs. C. Eng M.I.E.E., 1974

ANEXO A

**PROJETO DE REPETIÇÃO DE TELEVISÃO EM MICROONDAS
TELEVISÃO CABO BRANCO
TELEVISÃO PARAÍBA**

PROJETO DE REPETIÇÃO DE TELEVISÃO EM MICROONDAS

INTRODUÇÃO

O presente projeto tem por objetivo a viabilização técnica, para aprovação pelo Ministério das Comunicações, de um sistema de repetição de sinais em áudio e vídeo, utilizando portadoras na faixa de microondas, constituído de 3 estações, estando todas elas localizadas no Estado da Paraíba.

O trabalho apresenta o estudo de viabilidade técnica do enlace em microondas entre as cidades de João Pessoa - Cajá, Cajá - Campina Grande, e no sentido contrário entre as cidades de Campina Grande - Cajá, Cajá - João Pessoa. A comunicação entre as emissoras TV Cabo Branco e TV Paraíba faz-se nos dois sentidos.

A utilização de sistemas em microondas implica na adoção de uma série de precauções no tocante a dimensionamentos e características técnicas dos equipamentos a serem empregados afim de que os critérios de qualidade impostos ao sinal retransmitido nas pontas do sistema não venham a ser afetados.

DESCRIÇÃO DA ROTA

O enlace consiste da ligação entre as cidades de João Pessoa e Campina Grande, tendo um ponto de ligação intermediário passando pela cidade do Cajá. A escolha dos locais foi feita com base nos seguintes critérios:

a) Existência de infraestrutura no local ou nas imediações, isto é:

Acesso fácil;

Energia Elétrica disponível em Alta Tensão no local ou próximo dele.

b) Pontos com condições adequadas de propagação para o estabelecimento de lances com outras estações. Níveis adequados de desobstrução nos lances.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O GRAU DE QUALIDADE DO SISTEMA

O dimensionamento dos lances que compõem a cadeia de repetição do sistema deverá ser feito de tal forma que no final da cadeia se tenha um grau de qualidade mínimo aceitável.

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS

Geradoras do Sinal

A transmissão de sinais de vídeo e áudio são gerados pelas duas emissoras, TV Cabo Branco (canal 7) e TV Paraíba (canal 3), uma vez que a comunicação é feita nos dois sentidos.

TORRES

Tipos de Torres

Todas as torres do sistema de repetição são do tipo autoportante.

Propriedade das Torres

Todas as torres utilizadas são de propriedade da Televisão Cabo Branco e/ou Televisão Paraíba, exceção feita a torre de Cuités (latitude: 7°11'59", longitude: 35°53'16", altitude: 740 m) localizada em Campina Grande, que pertence a TELEMAR. Como todas as torres já encontram-se instaladas, não se fazem necessárias declarações referentes a proteção de aeródromos.

ESTAÇÕES ECT(EMPRESA DE CORREIOS E TELÉGRAFOS) E MINISTÉRIOS MILITARES

Não há estações receptoras ou transmissoras da ECT ou Ministérios Militares nas direções de irradiação.

ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES

Estação de João Pessoa

Av. Monsenhor Walfredo Leal, nº 258 – Tambiá

CEP: 58020-540

João Pessoa – PB

Estação do Cajá

BR - 230

Caldas Brandão / Cajá - PB

Estação de Campina Grande

Rua 15 de Novembro, nº 2000 – Palmeira

CEP: 58102-301

Campina Grande – PB

DECLARAÇÃO

Esclarecemos que, neste projeto, foram obedecidas todas as normas técnicas em vigor emitidas pelo Ministério das Comunicações. Declaramos que a empresa interromperá suas transmissões em casos de interferências em estações de telecomunicações regularmente autorizadas e instaladas até que o problema seja sanado.

ESTUDO TÉCNICO DE REPETIÇÃO E TRANSMISSÃO DE TELEVISÃO

1. LANCE JOÃO PESSOA – CAJÁ

1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISTEMAS IRRADIANTES

TRANSMISSOR: João Pessoa
Coordenadas 07S0717
035W5327

RECEPTOR: Cajá
Coordenadas 07S1127
035W2433

DISTÂNCIA: 59 Km

1.2 – FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

FREQUÊNCIA: 7,140 GHz

1.3 – POTÊNCIA DE TRANSMISSÃO

POT. em W : $P = 2,81$ W

1.4 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS IRRADIANTES

1.4.1 – TRANSMISSOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100m

Comprimento: 30 m

1.4.2 – RECEPTOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100 m

Comprimento: 30 m

1.5 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

1.5.1 – SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 095463-009-REV.E

Homologação: 1119/94

1.5.2 – SISTEMA DE RECEPÇÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMUNICATIONS

Modelo: 905464-009-REV.H

Homologação: 1119/94

1.6 – TORRES CARACTERÍSTICAS:

1.6.1 – TRANSMISSOR:

Altura: 90 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 90 m

1.6.2 – RECEPTOR:

Altura: 35 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 345 m

1.7 – CÁLCULOS DO LANCE

1.7.1 – ATENUAÇÃO EM ESPAÇO LIVRE (Ae)

$$Ae = 28,1 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

$$Ae = 28,1 + 20 \log 59 + 20 \log 7140$$

$$Ae = 28,1 + 35,41 + 77,07$$

$$Ae = 140,58 \text{ dB}$$

1.7.2 – COMPRIMENTO TOTAL DA LINHA DE TRANSMISSÃO (Ct)

$$Ct = Ctx + Crx$$

Onde:

Ctx = Comprimento da linha de transmissão da estação transmissora em metros.

Crx = Comprimento da linha de transmissão da estação receptora em metros.

$$Ct = 30 + 30$$

$$Ct = 60 \text{ m}$$

1.7.3 – ATENUAÇÃO NA LINHA DE TRANSMISSÃO (Alt)

$$Alt = Ct \times At(\text{dB}/100\text{m})$$

Onde:

Ct = Comprimento total da linha de transmissão.

At(dB/100m) = Atenuação da linha de transmissão em 100m.

$$Alt = 60 \times 4,75 / 100$$

$$Alt = 2,85 \text{ dB}$$

1.7.4 – ATENUAÇÃO NOS CONECTORES (Aco)

$$Aco = 2 \text{ dB}$$

1.7.5 – ATENUAÇÃO POR OBSTÁCULOS (Aob)

$$Aob = 0 \text{ dB}$$

1.7.6 – ATENUAÇÃO TOTAL (A_t)

$$A_t = A_e + A_{lt} + A_{co} + A_{ob}$$

$$A_t = 140,58 + 2 + 2,85 + 0$$

$$A_t = 145,43 \text{ dB}$$

1.7.7 – MARGEM DE DESVANECIMENTO (M)

$$M = 10 \text{ dB}$$

1.7.8 – POTÊNCIA DO TRANSMISSOR EM dBW (P_t)

$$P_t = 4,48 \text{ dBW}$$

1.7.9 – GANHO DA ANTENA TRANSMISSORA EM dBd (G_t)

$$G_t = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.10 – GANHO DA ANTENA RECEPTORA EM dBd (G_r)

$$G_r = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.11 – POTÊNCIA DE RF NA ENTRADA DO RECEPTOR (P_r)

$$P_r = P_t + G_t + G_r - (A_t + M)$$

$$P_r = 4,48 + 37,85 + 37,85 - (145,43 + 10)$$

$$P_r = -75,25 \text{ dBW}$$

1.7.12 – LARGURA DE FAIXA DO CONVERSOR DE RF (B)

$$B = 6 \text{ MHz}$$

1.7.13 – FIGURA DE RUÍDO DO CONVERSOR DE RF (F)

$$F = 4 \text{ dB}$$

1.7.14 – POTÊNCIA MÉDIA DE RUÍDO NA ENTRADA DO CONVERSOR (R)

$$R = -144 + 10 \log B + F$$

$$R = -144 + 10 \log 6 + 4$$

$$R = -132,22 \text{ dBW}$$

NÚMERO TOTAL DE LANCES PREVISTOS:

ÍNDICE N: 2

FATOR $10 \log N$: 3,01

CONDIÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

$$Pr - R - 10 \log N \geq 40 \text{ dB}$$

$$- 75,25 + 132,22 - 3,01 \geq 40 \text{ dB}$$

$$53,96 \text{ dB} \geq 40 \text{ dB}$$

CONCLUSÃO

De acordo com os cálculos efetuados, o enlace entre João Pessoa - Caldas Brandão é viável.

ESTUDO TÉCNICO DE REPETIÇÃO E TRANSMISSÃO DE TELEVISÃO

2. LANCE CAJÁ – CAMPINA GRANDE

1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISTEMAS IRRADIANTES

TRANSMISSOR: Cajá
 Coordenadas 07S1127
 035W2433

RECEPTOR: Campina Grande
 Coordenadas 07S1159
 036W5316

DISTÂNCIA: 51 Km

1.2 – FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

FREQUÊNCIA: 7,380 GHz

1.3 – POTÊNCIA DE TRANSMISSÃO

POT. em W : $P = 2,57$ W

1.4 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS IRRADIANTES

1.4.1 – TRANSMISSOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100m

Comprimento: 20 m

1.4.2 – RECEPTOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100 m

Comprimento: 20 m

1.5 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

1.5.1 – SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 905464-009-REV.H

Homologação: 1119/94

1.5.2 – SISTEMA DE RECEPÇÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 905464-009-VER.H

Homologação: 1119/94

1.6 – TORRES CARACTERÍSTICAS:

1.6.1 – TRANSMISSOR:

Altura: 35 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 345 m

1.6.2 – RECEPTOR:

Altura: 130 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 740 m

1.7 – CÁLCULOS DO LANCE

1.7.1 – ATENUAÇÃO EM ESPAÇO LIVRE (Ae)

$$Ae = 28,1 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

$$Ae = 28,1 + 20 \log 51 + 20 \log 7380$$

$$Ae = 28,1 + 34,15 + 77,36$$

$$Ae = 139,61 \text{ dB}$$

1.7.2 – COMPRIMENTO TOTAL DA LINHA DE TRANSMISSÃO (Ct)

$$Ct = Ctx + Crx$$

Onde:

Ctx = Comprimento da linha de transmissão da estação transmissora em metros.

Crx = Comprimento da linha de transmissão da estação receptora em metros.

$$Ct = 30 + 130$$

$$Ct = 160 \text{ m}$$

1.7.3 – ATENUAÇÃO NA LINHA DE TRANSMISSÃO (Alt)

$$Alt = Ct \times At(\text{dB}/100\text{m})$$

Onde:

Ct = Comprimento total da linha de transmissão.

At(dB/100m) = Atenuação da linha de transmissão em 100m.

$$Alt = 160 \times 4,75 / 100$$

$$Alt = 7,6 \text{ dB}$$

1.7.4 – ATENUAÇÃO NOS CONECTORES (Aco)

$$Aco = 2 \text{ dB}$$

1.7.5 – ATENUAÇÃO POR OBSTÁCULOS (Aob)

$$A_{ob} = 0 \text{ dB}$$

1.7.6 – ATENUAÇÃO TOTAL (A_t)

$$A_t = A_e + A_{lt} + A_{co} + A_{ob}$$

$$A_t = 139,61 + 2 + 7,6 + 0$$

$$A_t = 149,21 \text{ dB}$$

1.7.7 – MARGEM DE DESVANECIMENTO (M)

$$M = 10 \text{ dB}$$

1.7.8 – POTÊNCIA DO TRANSMISSOR EM dBW (P_t)

$$P_t = 4,1 \text{ dBW}$$

1.7.9 – GANHO DA ANTENA TRANSMISSORA EM dBd (G_t)

$$G_t = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.10 – GANHO DA ANTENA RECEPTORA EM dBd (G_r)

$$G_r = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.11 – POTÊNCIA DE RF NA ENTRADA DO RECEPTOR (P_r)

$$P_r = P_t + G_t + G_r - (A_t + M)$$

$$P_r = 4,1 + 37,85 + 37,85 - (149,21 + 10)$$

$$P_r = -79,41 \text{ dB}$$

2.7.12 – LARGURA DE FAIXA DO CONVERSOR DE RF (B)

$$B = 6 \text{ MHz}$$

1.7.13 – FIGURA DE RUÍDO DO CONVERSOR DE RF (F)

$$F = 4 \text{ dB}$$

1.7.14 – POTÊNCIA MÉDIA DE RUÍDO NA ENTRADA DO CONVERSOR (R)

$$R = -144 + 10 \log B + F$$

$$R = -144 + 10 \log 6 + 4$$

$$R = -132,22 \text{ dBW}$$

NÚMERO TOTAL DE LANCES PREVISTOS:

ÍNDICE N: 1

FATOR $10 \log N$: 0 dB

CONDIÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

$$Pr - R - 10 \log N \geq 40 \text{ dB}$$

$$-79,41 + 132,22 \geq 40 \text{ dB}$$

$$52,81 \text{ dB} \geq 40 \text{ dB}$$

CONCLUSÃO

De acordo com os cálculos efetuados, o enlace entre Caldas Brandão – Campina Grande é viável.

3. LANCE CAMPINA GRANDE - CAJÁ

1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISTEMAS IRRADIANTES

TRANSMISSOR: Campina Grande
Coordenadas 07S1159
036W5316

RECEPTOR: Cajá
Coordenadas 07S1127
035W2433

DISTÂNCIA: 51 Km

1.2 – FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

FREQUÊNCIA: 7,220 GHz

1.3 – POTÊNCIA DE TRANSMISSÃO

POT. em W : $P = 2,80$ W

1.4 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS IRRADIANTES

1.4.1 – TRANSMISSOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100m

Comprimento: 130 m

1.4.2 – RECEPTOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100 m

Comprimento: 22 m

1.5 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

1.5.1 – SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 905463-009-REV.E

Homologação: 1119/94

1.5.2 – SISTEMA DE RECEPÇÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMUNICATIONS

Modelo: 905464-009-REV.H

Homologação: 1119/94

1.6 – TORRES CARACTERÍSTICAS:

1.6.1 – TRANSMISSOR:

Altura: 130 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 740 m

1.6.2 – RECEPTOR:

Altura: 35 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 345 m

1.7 – CÁLCULOS DO LANCE

1.7.1 – ATENUAÇÃO EM ESPAÇO LIVRE (Ae)

$$Ae = 28,1 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

$$Ae = 28,1 + 20 \log 51 + 20 \log 7220$$

$$Ae = 28,1 + 34,15 + 77,17$$

$$Ae = 139,42 \text{ dB}$$

1.7.2 – COMPRIMENTO TOTAL DA LINHA DE TRANSMISSÃO (Ct)

$$Ct = Ctx + Crx$$

Onde:

Ctx = Comprimento da linha de transmissão da estação transmissora em metros.

Crx = Comprimento da linha de transmissão da estação receptora em metros.

$$Ct = 30 + 130$$

$$Ct = 160 \text{ m}$$

1.7.3 – ATENUAÇÃO NA LINHA DE TRANSMISSÃO (Alt)

$$Alt = Ct \times At(\text{dB}/100\text{m})$$

Onde:

Ct = Comprimento total da linha de transmissão.

At(dB/100m) = Atenuação da linha de transmissão em 100m.

$$Alt = 160 \times 4,75 / 100$$

$$Alt = 7,6 \text{ dB}$$

1.7.4 – ATENUAÇÃO NOS CONECTORES (Aco)

$$Aco = 2 \text{ dB}$$

1.7.5 – ATENUAÇÃO POR OBSTÁCULOS (Aob)

$$Aob = 0 \text{ dB}$$

1.7.6 – ATENUAÇÃO TOTAL (A_t)

$$A_t = A_e + A_{lt} + A_{co} + A_{ob}$$

$$A_t = 139,42 + 2 + 7,6 + 0$$

$$A_t = 149,02 \text{ dB}$$

1.7.7 – MARGEM DE DESVANECIMENTO (M)

$$M = 10 \text{ dB}$$

1.7.8 – POTÊNCIA DO TRANSMISSOR EM dBW (P_t)

$$P_t = 4,47 \text{ dBW}$$

1.7.9 – GANHO DA ANTENA TRANSMISSORA EM dBd (G_t)

$$G_t = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.10 – GANHO DA ANTENA RECEPTORA EM dBd (G_r)

$$G_r = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.11 – POTÊNCIA DE RF NA ENTRADA DO RECEPTOR (P_r)

$$P_r = P_t + G_t + G_r - (A_t + M)$$

$$P_r = 4,47 + 37,85 + 37,85 - (149,02 + 10)$$

$$P_r = -78,85 \text{ dB}$$

3.7.12 – LARGURA DE FAIXA DO CONVERSOR DE RF (B)

$$B = 6 \text{ MHz}$$

1.7.13 – FIGURA DE RUÍDO DO CONVERSOR DE RF (F)

$$F = 4 \text{ dB}$$

1.7.14 – POTÊNCIA MÉDIA DE RUÍDO NA ENTRADA DO CONVERSOR (R)

$$R = -144 + 10 \log B + F$$

$$R = -144 + 10 \log 6 + 4$$

R= -132,22 dBW

NÚMERO TOTAL DE LANCES PREVISTOS:

ÍNDICE N: 2

FATOR $10 \log N$: 3,01 dB

CONDIÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

$P_r - R - 10 \log N \geq 40 \text{ dB}$

$-78,85 + 132,22 - 3,01 \geq 40 \text{ dB}$

$50,35 \text{ dB} \geq 40 \text{ dB}$

CONCLUSÃO

De acordo com os cálculos efetuados, o enlace entre Campina Grande - Cajá é viável.

4. LANCE CAJÁ – JOÃO PESSOA

1.1 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISTEMAS IRRADIANTES

TRANSMISSOR: Cajá
 Coordenadas 07S1127
 035W2433

RECEPTOR: João Pessoa
 Coordenadas 07S0717
 035W5327

DISTÂNCIA: 59 Km

1.2 – FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

FREQUÊNCIA: 7,300 GHz

1.3 – POTÊNCIA DE TRANSMISSÃO

POT. em W : $P = 4,46$ W

1.4 – CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS IRRADIANTES

1.4.1 – TRANSMISSOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100m

Comprimento: 20 m

1.4.2 – RECEPTOR:

ANTENA:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: PL6-71E-3

Alt. do centro de fase:

Ganho s/ isotrópico: 40,5 dBi

LINHA DE TRANSMISSÃO:

Fabricante: ANDREW CORPORATION

Modelo: TYPE 60E-64-ELLYPTICAL WAVEGUIDE

Atenuação (dB/100m): 4,75 dB / 100 m

Comprimento: 20 m

1.5 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:

1.5.1 – SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 905463-009-REV.E

Homologação: 1119/94

1.5.2 – SISTEMA DE RECEPÇÃO

Fabricante: CALIFORNIA MICROWAVE – MICROWAVE RADIO
COMMUNICATIONS

Modelo: 905464-009-REV.H

Homologação: 1119/94

1.6 – TORRES CARACTERÍSTICAS:

1.6.1 – TRANSMISSOR:

Altura: 35 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 345 m

1.6.2 – RECEPTOR:

Altura: 90 m

Tipo: AUTOPORTANTE

Cota da Base: 90 m

1.7 – CÁLCULOS DO LANCE

1.7.1 – ATENUAÇÃO EM ESPAÇO LIVRE (Ae)

$$Ae = 28,1 + 20 \log d \text{ (Km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

$$Ae = 28,1 + 20 \log 51 + 20 \log 7300$$

$$Ae = 28,1 + 35,41 + 77,26$$

$$Ae = 140,77 \text{ dB}$$

1.7.2 – COMPRIMENTO TOTAL DA LINHA DE TRANSMISSÃO (Ct)

$$Ct = Ctx + Crx$$

Onde:

Ctx = Comprimento da linha de transmissão da estação transmissora em metros.

Crx = Comprimento da linha de transmissão da estação receptora em metros.

$$Ct = 30 + 30$$

$$Ct = 60 \text{ m}$$

1.7.3 – ATENUAÇÃO NA LINHA DE TRANSMISSÃO (Alt)

$$Alt = Ct \times At(\text{dB}/100\text{m})$$

Onde:

Ct = Comprimento total da linha de transmissão.

At(dB/100m) = Atenuação da linha de transmissão em 100m.

$$Alt = 60 \times 4,75 / 100$$

$$Alt = 2,85 \text{ dB}$$

1.7.4 – ATENUAÇÃO NOS CONECTORES (Aco)

$$Aco = 2,00 \text{ dB}$$

1.7.5 – ATENUAÇÃO POR OBSTÁCULOS (Aob)

$$Aob = 0,0 \text{ dB}$$

1.7.6 – ATENUAÇÃO TOTAL (A_t)

$$A_t = A_e + A_{lt} + A_{co} + A_{ob}$$

$$A_t = 140,77 + 2,85 + 2,00 + 0$$

$$A_t = 145,62 \text{ dB}$$

1.7.7 – MARGEM DE DESVANECIMENTO (M)

$$M = 10 \text{ dB}$$

1.7.8 – POTÊNCIA DO TRANSMISSOR EM dBW (P_t)

$$P_t = 6,49 \text{ dBW}$$

1.7.9 – GANHO DA ANTENA TRANSMISSORA EM dBd (G_t)

$$G_t = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.10 – GANHO DA ANTENA RECEPTORA EM dBd (G_r)

$$G_r = 37,85 \text{ dBd}$$

1.7.11 – POTÊNCIA DE RF NA ENTRADA DO RECEPTOR (P_r)

$$P_r = P_t + G_t + G_r - (A_t + M)$$

$$P_r = 6,49 + 37,85 + 37,85 - (145,62 + 10)$$

$$P_r = -73,43 \text{ dB}$$

4.7.12 – LARGURA DE FAIXA DO CONVERSOR DE RF (B)

$$B = 6 \text{ MHz}$$

1.7.13 – FIGURA DE RUÍDO DO CONVERSOR DE RF (F)

$$F = 4 \text{ dB}$$

1.7.14 – POTÊNCIA MÉDIA DE RUÍDO NA ENTRADA DO CONVERSOR (R)

$$R = -144 + 10 \log B + F$$

$$R = -144 + 10 \log 6 + 4$$

$$R = -132,22 \text{ dBW}$$

NÚMERO TOTAL DE LANCES PREVISTOS:

ÍNDICE N: 1

FATOR $10 \log N$: 0,0 dB

CONDIÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA

$$Pr - R - 10 \log N \geq 40 \text{ dB}$$

$$-73,43 + 132,22 \geq 40 \text{ dB}$$

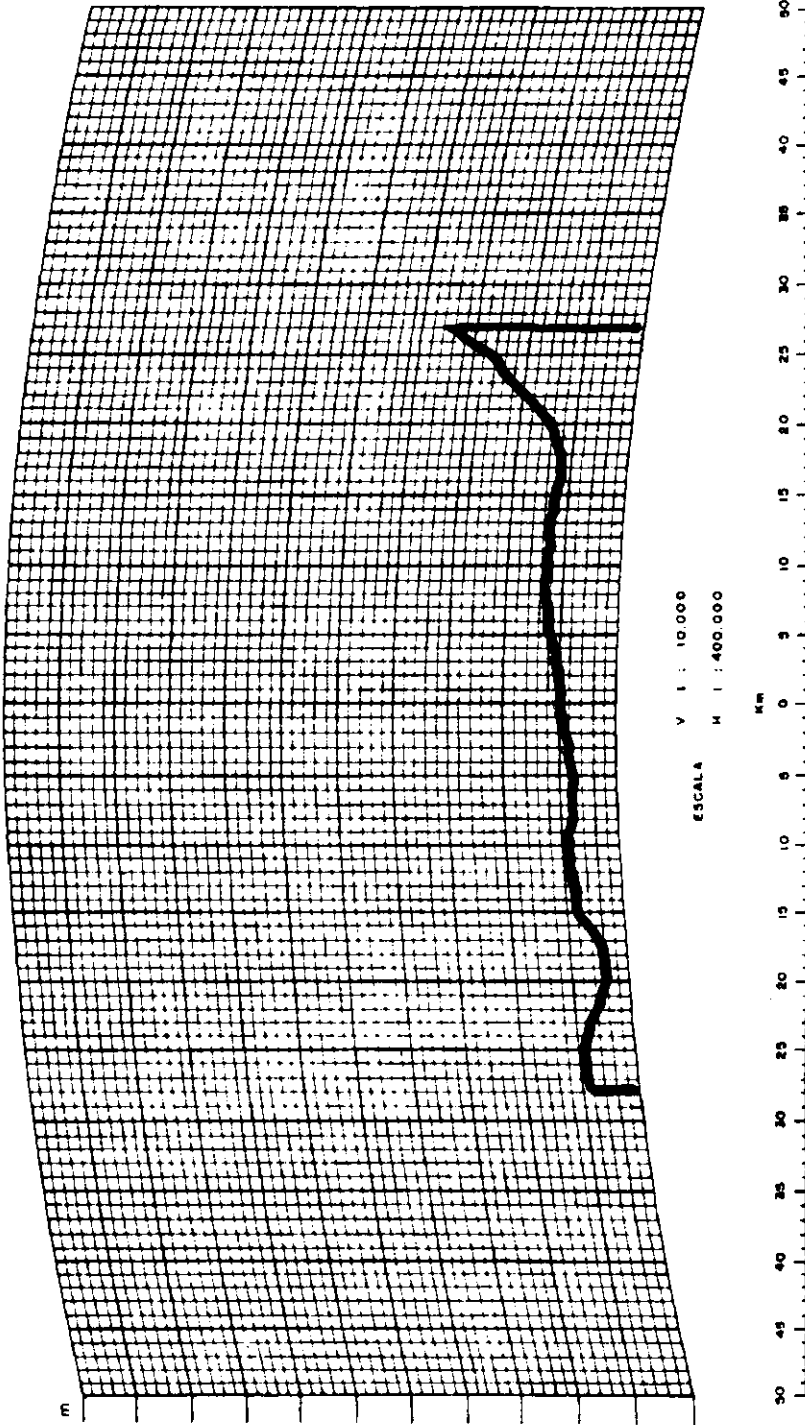
$$58,79 \text{ dB} \geq 40 \text{ dB}$$

CONCLUSÃO

De acordo com os cálculos efetuados, o enlace entre Caldas Brandão – Campina Grande é viável.

Diagrama para Levantamento de Perfil

K 44/3



LOCAL JUL. PESTANA	COORD. GEOGRAFICAS S	DISTANCIA (Km)	LOCAL ATAJÁ / ATAFESCANAS	COORD. GEOGRAFICAS S
ALTITUDE	AZIMUTE		ALTITUDE	AZIMUTE
			ALTURA DA TORRE	ALTURA DA TORRE
				W

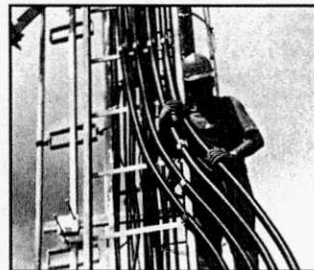
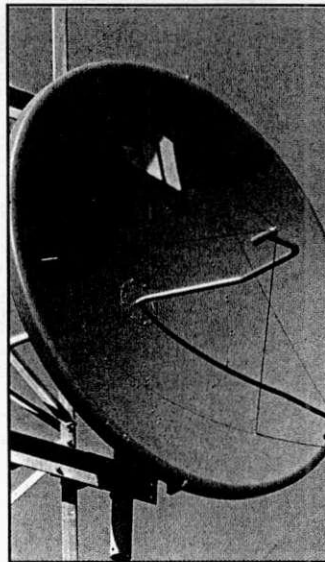
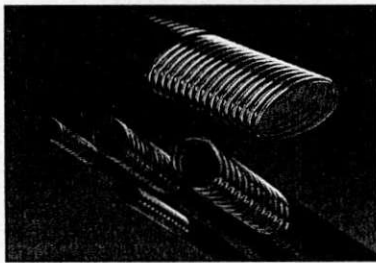
Introduction

Andrew Corporation has been at the forefront in the development of distinctive communications products and systems. Andrew is a global provider of communications technologies that cover the entire spectrum of voice, data, and video transmission. With over 2,900 employees and offices and plants in 13 nations, the company has built a legacy of technical excellence, comprehensive customer support, and exacting manufacturing standards.

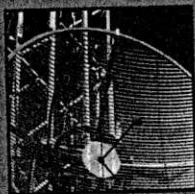


Gerbô and Mapra: A Tradition of Trust

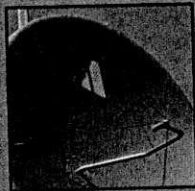
The Andrew "Flash" trademark can be seen on antennas atop ships, towers, mountains, derricks, platforms, and gantries all over the world. It is also emblazoned on the cables, consoles, shelters, and data communications equipment that keep the world's information moving. The "Flash" represents a legacy of technological innovation and market leadership with products that are fully supported by comprehensive, responsive service.



Microwave Antennas



**GRIDPAK®
Antennas**



**Standard
Antennas**



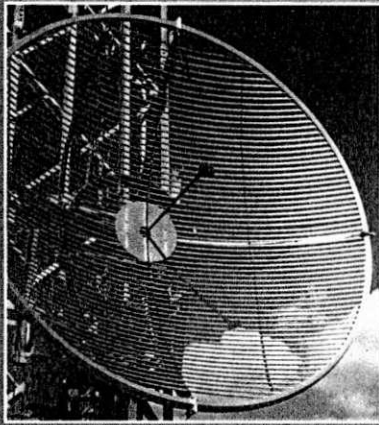
**High F/B
Antennas**



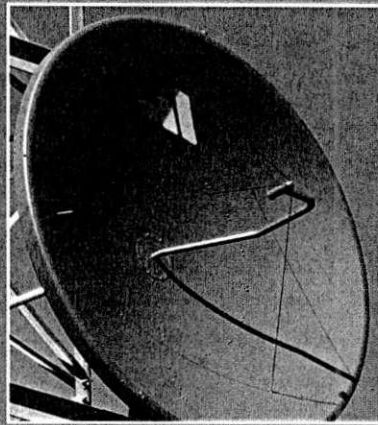
**High
Performance
Antennas**



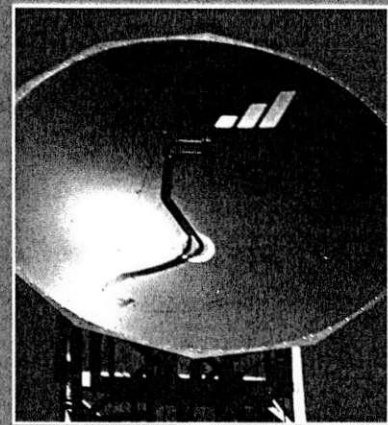
Antenna Types



GRIDPAK® Antenna



Standard Antenna



High F/B Antenna

GRIDPAK® Antennas (PG)

Compared with solid parabolic and mesh type antennas, GRIDPAK antennas offer low windload and light weight for significantly lower tower loading. They are constructed from special aluminum alloys to survive winds up to 200 km/h. GRIDPAK antennas are shipped disassembled in small packages, for easy transport to site. They feature easy assembly with a minimum of screws. The reflector tubes are attached to the structure using special straps and latched with stainless steel safety clamps.

GRIDPAK antennas are available in the 365 to 3500 MHz frequency bands in diameters of 2, 3 and 4 meters. They are also available in 0.6, 1.2 and 1.5-meter diameters for some frequencies. The feeds do not require pressurization. Input flanges are supplied in Type N female or 7/8" EIA flange, as specified in the ordering tables.

Standard Antennas (P and PX)

Standard antennas are solid, unshielded parabolic antennas that provide economical and reliable service where high degrees of back and side radiation suppression are not necessary. Low VSWR feeds minimize echo distortion for less noise on the system. This feature is important for medium and high capacity systems.

The reflectors are constructed from a special aluminum alloy plate. During the manufacturing process, it is drawn back into a steel form, which ensures an excellent RMS value. Standard antennas are available in all popular frequency bands in the 1.427 to 23.6 GHz range in diameters of 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 meters. Feeds operating at 4.4 GHz, and above, are pressurizable. Single and/or dual polarized versions are offered, depending on frequency band. Input flanges are industry standard Type N female, 7/8" EIA, CPR series or others as specified in the ordering tables.

High F/B Antennas (AFC and AFCX)

High front-to-back ratio (F/B) antennas are solid, unshielded parabolic antennas which include special reflector edge geometry and special feeds for higher front-to-back ratio, compared with standard antennas (P and PX). They are an economical solution where the performance features of AP, APX and AXDP antennas are not required. High F/B antennas are available in the 4.4 to 8.5 GHz frequency range in diameters of 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 meters. Feeds are pressurizable. Single and/or dual polarized versions are offered, depending on frequency band. Input flanges are industry standard CPR series, as specified in the ordering tables.



Microwave Antennas

Antenna Types

High Performance Antennas (AP and APX)

High performance antennas are solid parabolic antennas which include shields and RF absorbing material to greatly reduce unwanted side and back lobes and allow their use in highly congested areas. The antennas include a flexible, planar radome stretched across the opening of the shield. Reflector RMS values are 1 mm or better.

High performance antennas are available in the 1.7 to 2.3 and 5.9 to 23.6 GHz frequency ranges in diameters of 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 meters. Feeds operating at 5.9 GHz, and above, are pressurizable. Single and/or dual polarized versions are offered, depending on frequency band. Input flanges are industry standard 7/8" EIA, CPR series or others, as specified in the ordering tables.

High XPD Antennas (AXDP)

AXDP antennas are similar to UAX antennas. They are solid parabolic antennas which include shields and RF absorbing material to greatly reduce unwanted side and back lobes and allow their use in highly congested areas. AXDP antennas include a highly efficient beam forming feed which provides superior radiation pattern performance for easier frequency coordination. In addition, AXDP antennas provide very high cross polarization discrimination in the azimuth and elevation planes.

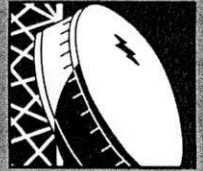
High XPD antennas are available in the 4.4 to 5.0 GHz frequency band in diameters of 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 meters. Feeds are dual polarized and are pressurizable. Input flanges are industry standard CPR series, as specified in the ordering tables.



Ultra High Performance Antennas (UAX)

Ultra high performance antennas are solid parabolic antennas which include shields and RF absorbing material to greatly reduce unwanted side and back lobes and allow their use in highly congested areas. UAX antennas include a highly efficient beam forming feed which provides superior radiation pattern performance for easier frequency coordination. Radiation patterns are asymmetrical with lower sidelobe levels on one side. The feed can be rotated so the superior half of the radiation pattern can be used either right or left of boresight.

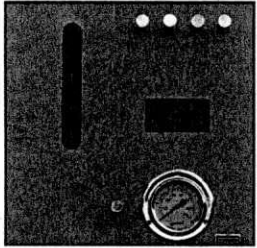
Ultra high performance antennas are available in the 5.9 to 7.1 GHz and 7.7 to 8.4 GHz frequency bands in diameters of 1.8, 2.4, 3.0 and 3.6 meters. Feeds are dual polarized and are pressurizable. Input flanges are industry standard CPR series, as specified in the ordering tables.



Other Frequency Bands and Options

Other frequency bands and options may be available for the antennas listed in this catalog. Contact Andrew for further information.

Pressurization



All air-dielectric transmission lines, including waveguides, coaxial cables and antenna feeds should be maintained under dry air or dry nitrogen pressure to prevent moisture condensation. Dehydrators for pressurizing antenna systems are described on pages 37-40.

Antenna feeds which should be pressurized are indicated as "pressurizable" in the ordering tables. Antenna feeds which do not require pressurization are indicated as "unpressurized"

Antenna Specifications and Ordering Information

Antenna Ordering Tables

Our line of terrestrial microwave antennas is presented in the tables on the following pages. The tables are arranged by Operating Frequency Band, in ascending order. Within the tables, antennas are grouped by Antenna Type, and by Diameter.

Basic Antenna

The Type Numbers listed in the tables define the basic antenna, less options and accessories. The numbers correspond with those appearing on Radiation Pattern Envelopes published by Andrew (see Catalog 36, page 42) and also define the electrical performance parameters of the antennas.

All the antennas in this Section include a feed, reflector and vertical tower mount. Refer to "Antenna Types" and "Antenna Construction" in Catalog 36, pages 35-39, for details.

Input Flanges

The primary flange for each antenna is listed in the ordering tables. Other flanges are available as options. The primary flange type will be provided unless a different flange type is specified. Flange types are discussed in detail on Catalog 36, pages 102 and 103.

Radomes

All shielded antennas include a TEGLAR® long life planar radome. Molded radomes are also available as an option for most standard (non-shielded, solid reflector) antennas. Radomes are not applicable for any GRIDPAK types. Refer to "Radomes" in Catalog 36, pages 104-106.

Antenna Options

Andrew offers a variety of antenna options which allow you to choose additional features or change features from the basic antenna offerings. Options are discussed in detail on Catalog 36 pages 102-110.

- Input flanges
- Antenna colors
- Radomes
- Radome colors
- High wind survival antennas
- Corrosive environment antennas
- Packing type
- Packing quantity
- Reflector type
- Special purpose mounts

Accessories

In addition to the above options, Andrew offers the following accessories to enhance your antenna selection. Accessories are described in detail on Catalog 36 pages 111-114.

- Edge protection kit for TEGLAR radomes
- Port termination loads
- Additional side or bottom mounting struts

Replacement Components

Contact Andrew for information on replacement components.

- Reflectors
- Feeds
- Radomes/Radome clip kits
- Shield absorber kits
- Major hardware kits
- Mounts
- Universal guy wire kits
- Shields
- Struts