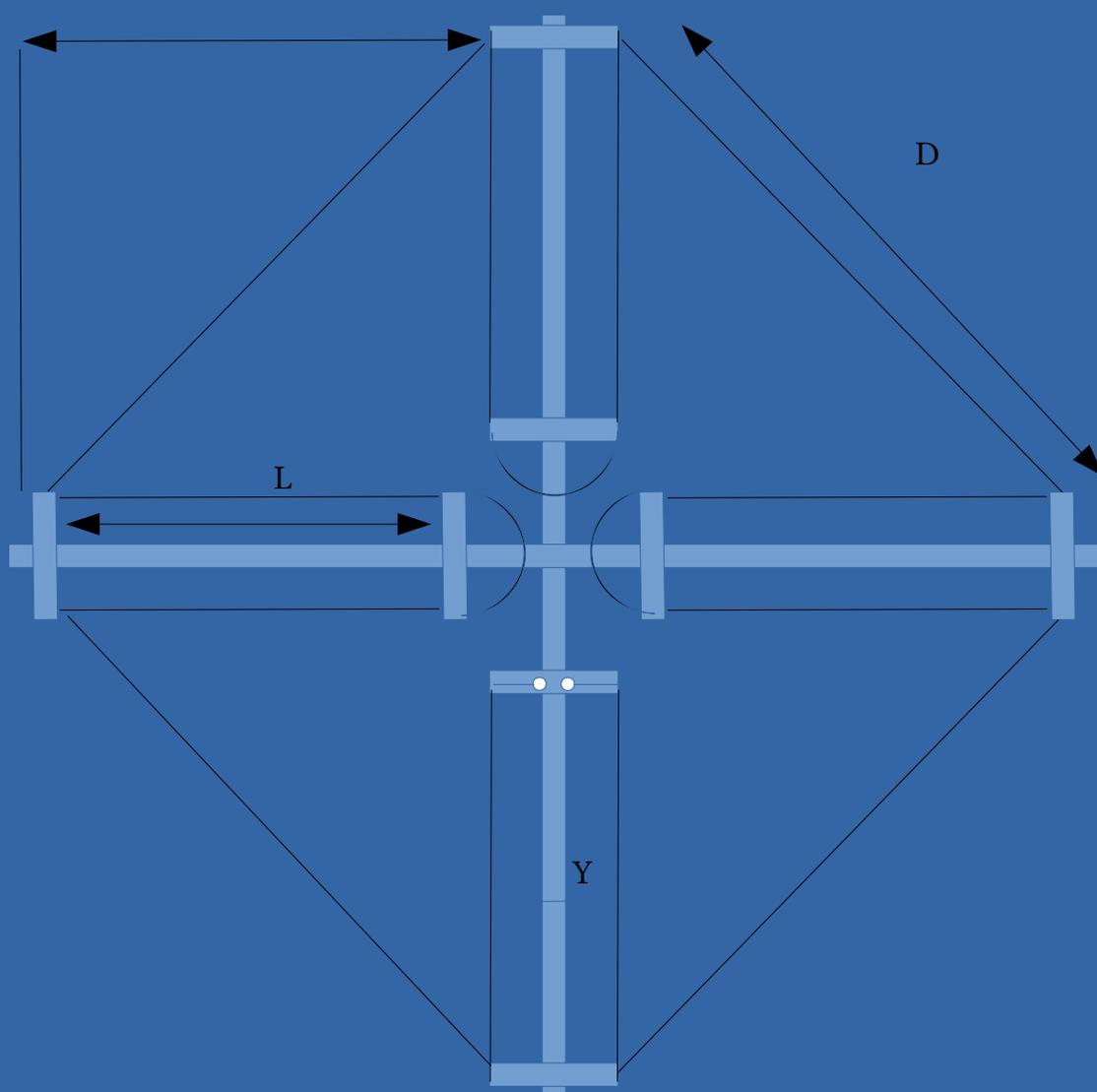


# MANUAL DAS ANTENAS

PARA RADIOAMADORES E RADIOCIDADÃOS

Segunda Edição - 2020



POR FAVOR, LEIA ISTO!

Desde 2008 até a presente data (novembro de 2020) não consegui patrocínio para a publicação deste livro. Procurei as pessoas que deveriam interessar-se pela ciência e tecnologia em nosso país mas a resposta sempre foi a mesma: “É um livro técnico! Só nos interessa livros “culturais”!. Sim, leitor, essa obra, inédita em 2008, não serve para absolutamente nada. Desenvolver ou divulgar conhecimento técnico não é de interesse da nação.

Sem recursos advindos de patrocínios, não tenho condições de continuar e até ampliar esse projeto, por isso, estamos atualizando esta obra com muitas dificuldades e um gasto considerável de tempo em pesquisa de publicações técnicas em outros idiomas para que você tenha algo que seja prático ao montar sua antena.

Sabemos que o mercado editorial oferece excelentes livros sobre antenas e outros assuntos relacionados ao radioamadorismo, mas estão na língua inglesa e são de difícil aquisição, portanto, fora do alcance da maioria dos nossos colegas.

Este livro, em formato PDF procura suprir uma lacuna, mostrando de maneira simples e coloquial, como projetar as antenas mais simples e mais usadas atualmente pelos radioamadores. Muitas vezes, projetos são abandonados por apresentarem fórmulas matemáticas muito complexas e, o que é pior, medidas em pés ou polegadas e suas frações.

É importante ressaltar que as melhores fórmulas matemáticas não dispensam ajustes e reajustes, especialmente em se tratando de antenas. E sempre que experimentar uma, verifique suas medidas e parâmetros, usando um bom analisador de antenas. Não coloque potência total do rádio numa antena nova, pois se algo deu errado, você pode danificar seu equipamento.

De agora em diante, este livro estará disponível apenas em DVD, que será fornecido a preço módico, que mal dá para pagar o envio por carta registrada. Maiores informações sobre pedidos, você pode procurar-nos pelo e-mail: [revistaradioamadorismo@gmail.com](mailto:revistaradioamadorismo@gmail.com)

73 a todos.

Ademir Freitas Machado - PT9-HP

Livros consultados para a elaboração desta obra:

ARRL Antenna Book 19ª Edição - [www.arrl.org](http://www.arrl.org)  
The Radioamateur Handbook 2005 - [www.arrl.org](http://www.arrl.org)  
Practical Antenna Handbook 4th Edition - McGraw Hill  
RSGB Radiocommunication Handbook 8th Edition ([www.rsgb.org](http://www.rsgb.org)).

Sites visitados:

[www.antentop.org](http://www.antentop.org)  
[www.py2mg.qsl.br](http://www.py2mg.qsl.br)  
<http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz>  
[www.qsl.net/ve3sqb](http://www.qsl.net/ve3sqb)  
[http://f5ad.free.fr/Archives\\_liens\\_coupes/DL4SZ/20Antenne/20isotron.htm](http://f5ad.free.fr/Archives_liens_coupes/DL4SZ/20Antenne/20isotron.htm)  
[http://f5swn.free.fr/radio\\_ville2.html](http://f5swn.free.fr/radio_ville2.html)  
<http://www.hari-ham.com/info/isotron.htm>  
<http://www.isotronantennas.com/isomn80.pdf>  
<http://www.isotronantennas.com/isomn40.pdf>

**Direitos autorais:**

Este livro é produzido pelo autor com o objetivo de fornecer às pessoas interessadas em radioamadorismo ou Faixa do Cidadão, um pouco do conhecimento técnico que obtivemos ao longo das décadas. Foi necessário passar meses debruçado sobre livros de língua estrangeira para traduzir e converter textos para nosso idioma.

Esta obra não esgota o assunto, por isso, sempre teremos algo novo publicado em nossos livros ou na Revista Radioamadorismo. Por ser uma obra intelectual pertencente a nós, é expressamente proibida a cópia e reprodução deste material para angariar dinheiro.

SUMÁRIO

ASSUNTO	PÁGINA
01 – Antenas, um pouquinho de teoria	04
02 – Ressonância, reatância, impedância	06
03 – Sloper – antena dipolo inclinada para DX	09
04 – Dipolos multibanda ou “bigode de gato”	10
05 – Antena Windom multibanda	11
06 – A polêmica G5-RV ou antena Sayago	12
07 – A famosa W3-DZZ dipolo multibanda	14
08 – Dipolos encurtadas, de fio ou alumínio	15
09 – Dipolo encurtada para 40 e 80 metros	16
10 – Antena Bazooka para 40 metros	17
11 – Antenas encurtadas	18
12 – Antena “teia de aranha” (cob web) multibanda	23
13 – Programa para cálculos de antenas encurtadas	27
14 – Antena Jungle Job para 11 metros	28
15 – Antena vertical plano terra	30
16 – Radioescuta – antena para ondas curtas	32
17 – Antena Yagi-Uda	34
18 – Projeto prático – Yagi 2 elementos para 11 metros	36
19 – Direcional Yagi de 3EL para 10 metros alto ganho	37
20 – Canhão de 5 elementos para 12 a 10 metros	38
21 – Antena desmontável de PVC tipo Yagi	40
22 – Antena Spider Beam	41
23 – Direcional Yagi de 5 elementos para VHF	43
24 – Antena L de baixo custo para VHF	45
25 – Antena turstile para recepção de satélites	48
26 – Antena “L” para a Faixa do Cidadão	54
27 – Antena V/UHF para satélites	56
28 – Antena Moxon-Yagi V/UHF para satélites	60
29 – A antena Moxon	61
30 – Antenas quadra cúbica e loop	64
31 – Calculando sua loop ou quadra cúbica	67
32 – Projeto prático – QC de 2 elementos para PX	68
33 – Calculando o “X” da antena – suportes na diagonal	69
34 – Antenas loop – como calcular e construir	72
35 – Loop retangular para 10 metros	77
36 – Monte uma quadra cúbica para VHF	78
37 – Nossa antena quadra cúbica para VHF na prática	80
38 – Quadra Pfeiffer – Quadra cúbica encurtada	82
39 – Open Sleeve – antena vertical dual ou tri banda	84
40 – Open Sleeve para VHF	85
41 – Antena J Pole para VHF ou V/UHF	86
42 – Os casadores gamma match – saiba calcular	88
43 – Construindo transformadores de impedância com cabo coaxial	89
44 – Tabela pronta para impedâncias já conhecidas	90
45 – Como ligar duas antenas em paralelo (cofasamento de antenas)	97
46 – Sugestões para casadores de impedância	98
47 – Construa um balun com núcleo de ar	99
48 – Acoplador capacitivo	100
49 – Cálculo do tubo (stub) do acoplador	102
50 – Tradução das orientações do programa	103
51 – Sugestão para o acoplador capacitivo usando tubos de alumínio	104
52 – Exótica e para pouco espaço – a antena Isotron	105
53 – Antena vertical móvel	109
54 – Monte uma antena quadrifilar helicoidal para satélites	111
55 – Equipamentos de medidas – medidor simples de ROE	127
56 – Monte um filtro anti TVI	129
57 – Acopladores de antenas	131
58 – Projeto prático: acoplador para 24 a 28 MHz	132
59 – Sugestões práticas para montagem de sua antena	133
60 – Sugestão para um mastro rotativo	139
61 – Onde achar chapas metálicas para suporte de antenas	140
62 – Suporte universal para antenas	142
63 – Outros programas de computador para radioamadores	149
64 – Contra capa do livro	

## ANTENAS - UM POUQUINHO DE TEORIA

Neste livro, falaremos um pouquinho sobre antenas. Não entraremos em detalhes sobre complexas fórmulas matemáticas, visto não ser este o objetivo deste trabalho. Existem obras fabulosas, facilmente encontradas na internet. A maioria está em inglês, mas como os termos são técnicos, dá para se tirar bom proveito. É o que tenho feito, mesmo sem contar com um bom dicionário. Os tradutores dos programas de busca da internet são de grande valia. Uma dica; traduza para o espanhol primeiro e depois faça a conversão para o português. Recomendo a leitura do livro Antenna Book, da ARRL - American Radio Relay League.

Calculando o comprimento de uma onda (símbolo “ $\lambda$ ” – lâmbda) ou o comprimento físico de uma antena

Para calcularmos o comprimento de uma onda de rádio (ou de um dipolo), basta multiplicarmos a velocidade da luz (300.000 Km por segundo) pela freqüência desejada, em Hertz. Não é por coincidência que a propagação da onda de rádio também é a mesma da velocidade da luz, no espaço aberto. Para efeitos de simplificação, cortamos os três zeros e temos uma fórmula padrão (ou quase padrão):

$300/F=1\lambda$  (uma onda completa), sendo o símbolo grego  $\lambda$  (lambda) representando onda. Para os puristas, a velocidade da luz é 299.792,5 Km/segundo.

Exemplificando, queremos saber qual o comprimento (em metros), de onda de um rádio transmitindo em 7.100 KHz (ou 7.1 MHz). Temos então:

$300/7.1=42,25$  metros. Arredondamos e temos então que nosso aparelho transmite na faixa de 42 metros.

Também não é por coincidência que através da mesma fórmula, podemos calcular o comprimento físico de uma antena de onda completa, como um dipolo, long-wire, loop ou quadra.

Mas os estudiosos descobriram (e tem polêmica nisso!) que uma radiofreqüência ou uma onda de rádio, tem sua velocidade reduzida ao percorrer um condutor físico, no caso, nossa antena de fio nº 12 a 14 ou os tubos de alumínio da nossa Yagi. Calcula-se que o atraso é da ordem de 5%. Recentemente, autores norte-americanos, usando programas de computador, calcularam que a redução é da ordem de 2 a 3%. Outros fatores também entram em cena, como o diâmetro, resistência, condutância do elemento metálico. Quanto maior o diâmetro, maior a componente indutiva e maior a redução no seu comprimento físico.

Isto significa que uma antena, calculada segundo a fórmula acima, na verdade, será um pouquinho comprida, na ordem de 2 a 5% já citados.

Então, a fórmula padrão passa a ter o seguinte valor, já descontados os 5%:

$285/f$ =comprimento de 1 onda.

Mas no caso de uma antena de fio fino, como uma loop de onda completa, a fórmula passa a ser de  $305$  a  $315/f$ . É que neste caso, a antena terá uma leve indutância e não será puramente resistiva!

Exemplificando, qual o comprimento físico de um dipolo de onda completa em 7 MHz?

$285/7=40,71$  metros.

E você se pergunta: E porquê todo mundo usa a fórmula  $142,5$  divididos pela freqüência? Simples, é a metade dos  $285$ , neste caso, para se calcular uma antena de meia onda ( $\frac{1}{2}L$ ). Exemplificando:

$142,5/7$  MHz= $20,35$  metros, exatamente a metade dos  $40,71$  encontrados no exemplo anterior!

Segundo experiências, acima de 30 MHz, usando-se tubos de alumínio de 2 polegadas, costuma-se aumentar o valor da fórmula padrão para  $144,3$  (fator K). Para quem quiser se aprofundar, existem programas de computador para se calcular corretamente uma antena, levando-se em conta todos os fatores. Cito alguns desses programas:

MMana, de Makoto Mori JE3-HHT; Yagi-Uda Antennas, de VE3SQB e os programas da ARRL. Na internet, você encontra outros programas do VE3SQB, incluindo para cálculos de gamma-match e outros.

Não se esqueça que os valores obtidos, no caso de um dipolo, ainda deve ser segmentado em duas partes, para se inserir o cabo coaxial no meio. Um dipolo, do exemplo acima, teria  $10,1$  metros para cada lado.

E você ainda se pergunta: E por quê todo mundo usa uma antena de meia onda ( $\frac{1}{2}\lambda$ )? Porque é padrão. Os rádios tem a saída de 50  $\Omega$ . e a antena de meia onda, apresenta no seu centro, esta impedância. Você deve ter concluído que a antena de onda completa teria 100  $\Omega$ . Na prática, os valores da antena de meia onda varia de 50  $\Omega$ . a quase 80  $\Omega$ . e a de onda completa, de 100  $\Omega$ . a 120  $\Omega$ . É por isso que as antenas loop, quadra, Yagi e outras, usam um sistema para acoplar ou “casar” estas impedâncias com a saída padrão do rádio, que é de 50  $\Omega$ . Falaremos destes casadores depois.

Um detalhe importante: a impedância varia ao longo de uma antena dipolo, sendo o valor calculado para o centro dela. Se colocar o ponto de ligação (cabo coaxial) fora do centro da antena, alguns decímetros ou metros, a impedância aumentará ou diminuirá, chegando a 1000  $\Omega$  (aproximadamente) nas extremidades. A antena Windom usa esse recurso para ressonar em várias bandas. O lóbulo de irradiação é disforme, mas funciona!

E para finalizar, uma onda completa ou meia-onda não é tudo numa antena! Ela pode ter vários comprimentos de onda (múltiplos) ou frações de ondas (submúltiplos). Ex: long-wire ou multibanda, como a G5RV ou antenas para uso móvel.

Já avisamos logo no início deste livro: se você pretende sair do empirismo, ou seja, fazer tudo “no olho” sem ter certeza do resultado final, obrigatoriamente você deve conseguir um analisador de antenas. Com ele você descobre rapidamente a impedância de sua antena, do acoplador gamma ou gamma match. Esses aparelhos custam uma fortuna mas você pode conseguir similares na China. O modelo abaixo é um dos melhores, produto americano e – claro, precisa ser importado e ainda pagar as taxas da aduana.



Acima, um aparelho fabricado na China, bom e relativamente barato e à esquerda, produto americano de alto custo mas muito completo.

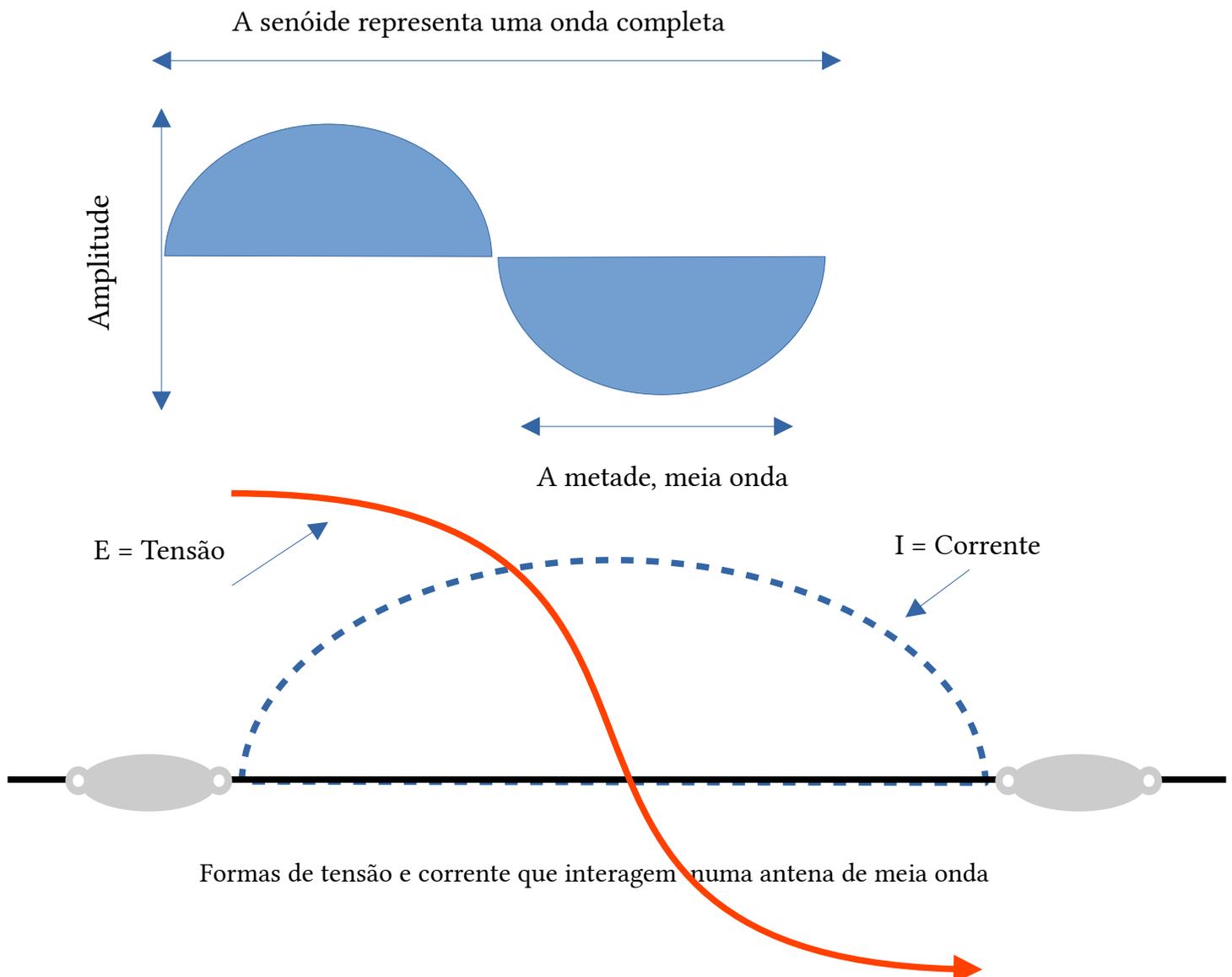
## Ressonância, reatância, impedância e resistência

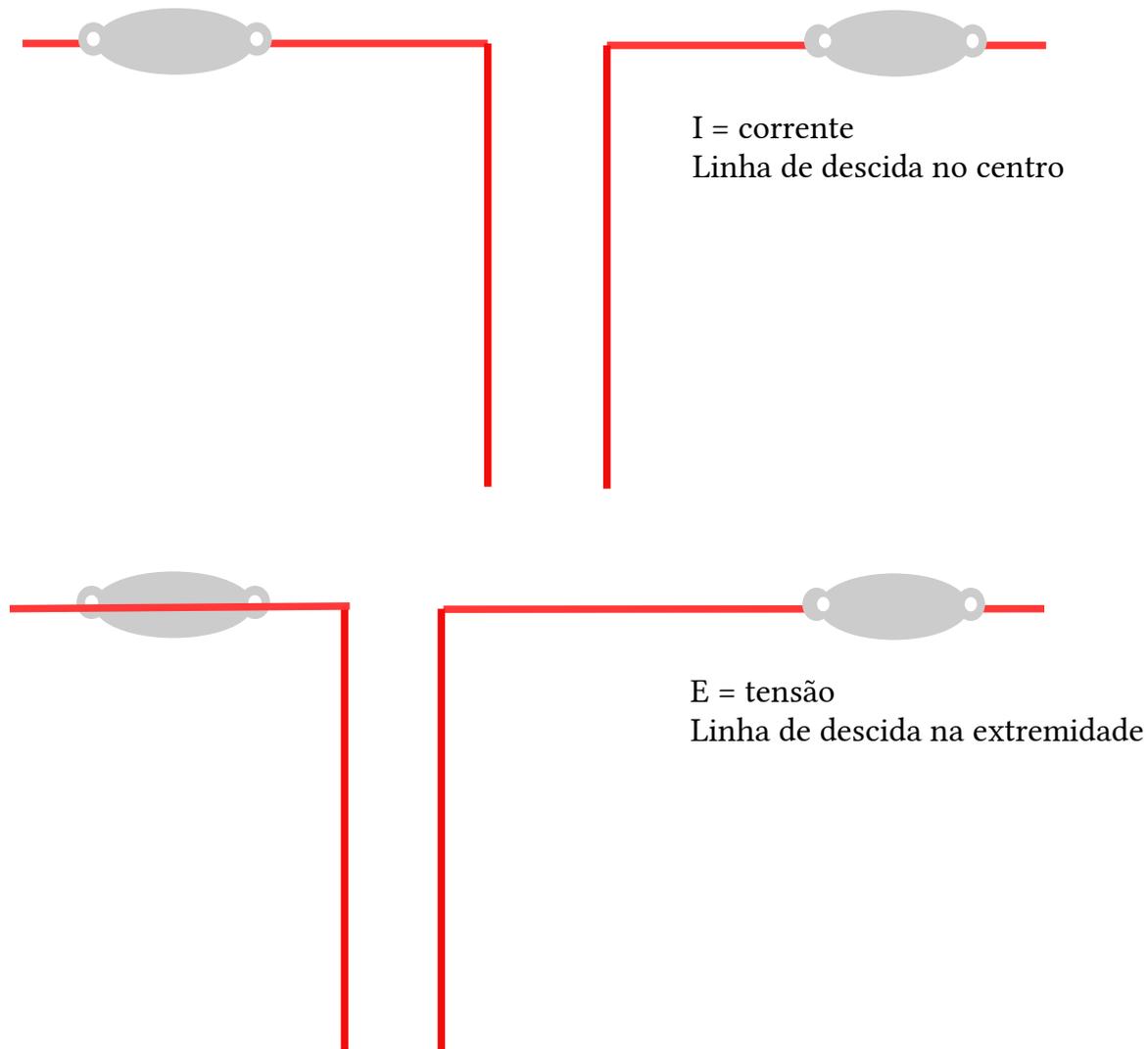
As antenas, de qualquer tipo, são influenciadas por estas grandezas elétricas. O assunto é bem complexo e quem quer se aprofundar, aconselho adquirir o ARRL Antenna Book. Podemos resumir estas grandezas, todas inter-relacionadas e interdependentes entre si.

Ressonância é quando a antena tem o comprimento exato e funciona na frequência para a qual foi cortada. A impedância é aquela que se espera e o sinal de RF flui sem restrições para o éter e é medida em ohms ( $\Omega$ ). Exemplo, se sua antena foi cortada para 7.100 KHz, ela não irá funcionar bem em 8.000. Haverá ROE, ou RF voltando pelo cabo para o rádio. A impedância, neste caso, também será bem diferente quando a antena é usada em frequência para a qual não foi cortada, aparecendo daí outras grandezas complexas, como a reatância, podendo ser indutiva ou capacitiva. Ex:  $R 50 + j123$ . R é a parte resistiva medida em ohms. O símbolo “+”j indica uma reatância indutiva. Se o sinal fosse “-”, seria reatância capacitiva.

Outra característica das antenas é que elas podem ser alimentadas por tensão ou corrente. No caso do dipolo alimentado no centro, dissemos que a alimentação é em corrente e no caso de ser na extremidade, a alimentação é em tensão. Veja o gráfico abaixo.

A propósito, não fique com a cara colada numa antena, quando alguém transmite! Pode haver queimaduras por RF. Hoje no Brasil existem normas de segurança neste respeito.





## Tipos de antenas

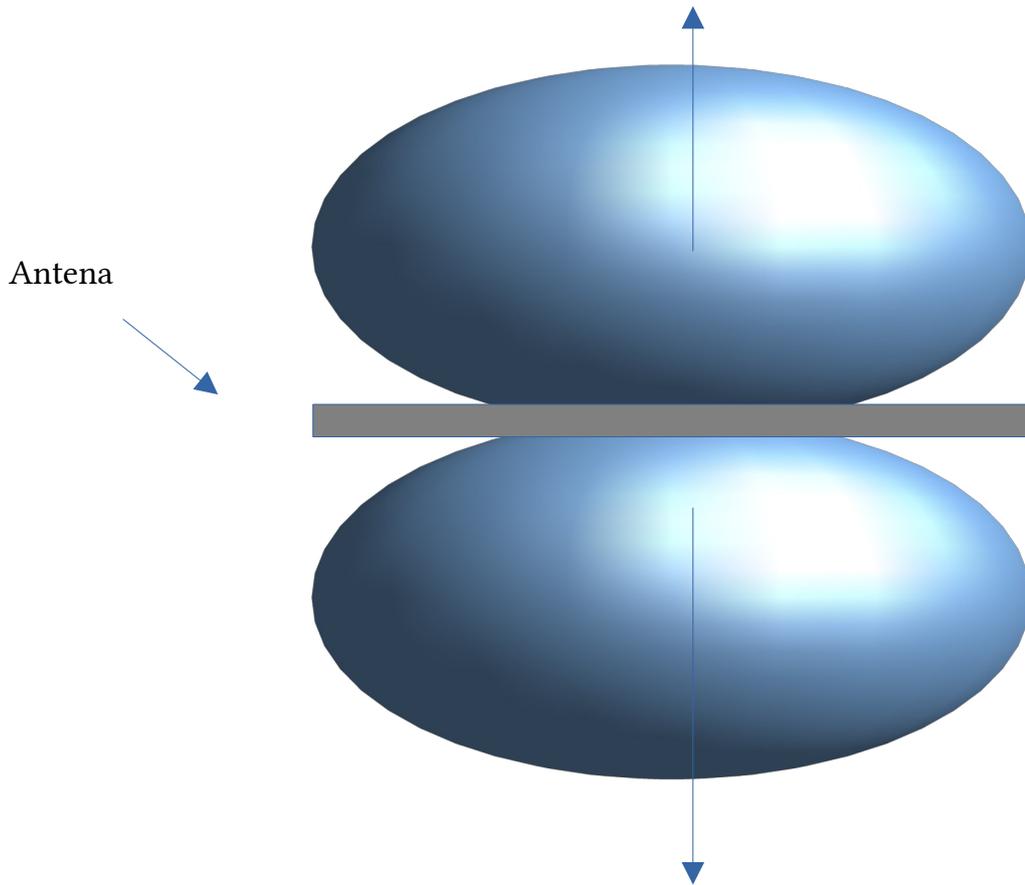
Dipolos de fio ou de tubos de alumínio. Já explanadas acima. Veja o ângulo de radiação e seu lóbulo (plano vertical e horizontal). O ganho de uma antena de 1 elemento é unitário. Ela irradia em todas as direções (omni-direcional), com uma leve diminuição nas pontas. No Brasil, os radioamadores gostam de colocar o dipolo com as pontas para o Leste/Oeste, irradiando o máximo para o Norte/Sul.

Uma antena dipolo pode ter suas extremidades dobradas em ângulos de 90°, permitindo acomodá-la em espaços reduzidos. É importante fazer experiência antes, pois uma série de fatores irá entrar em ação.

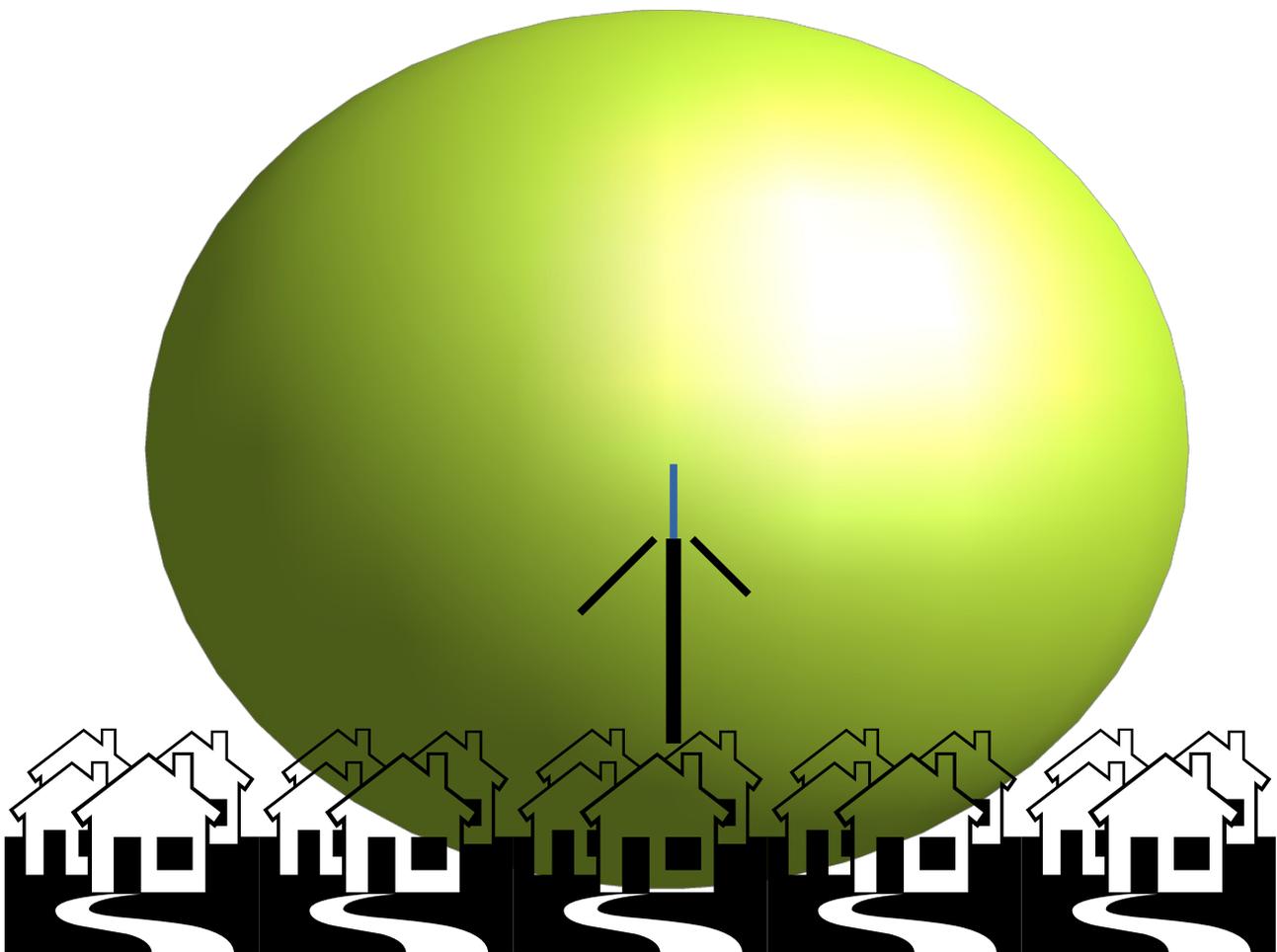
Na figuras abaixo, como se veria a irradiação de um dipolo, vista de cima. Na figura seguinte, como se veria observando a antena na linha do horizonte. Não é bem exato, mas dá para se ter uma idéia. Nas antenas direcionais, o lóbulo concentra-se numa única direção e pode ter um ângulo bem baixo em relação ao horizonte, o que é bom para DX.

Se fosse possível vermos o campo eletromagnético, veríamos algo semelhante a uma bolha, levemente achatada nas pontas da antena e mais encorpada perpendicularmente ao fio da antena.

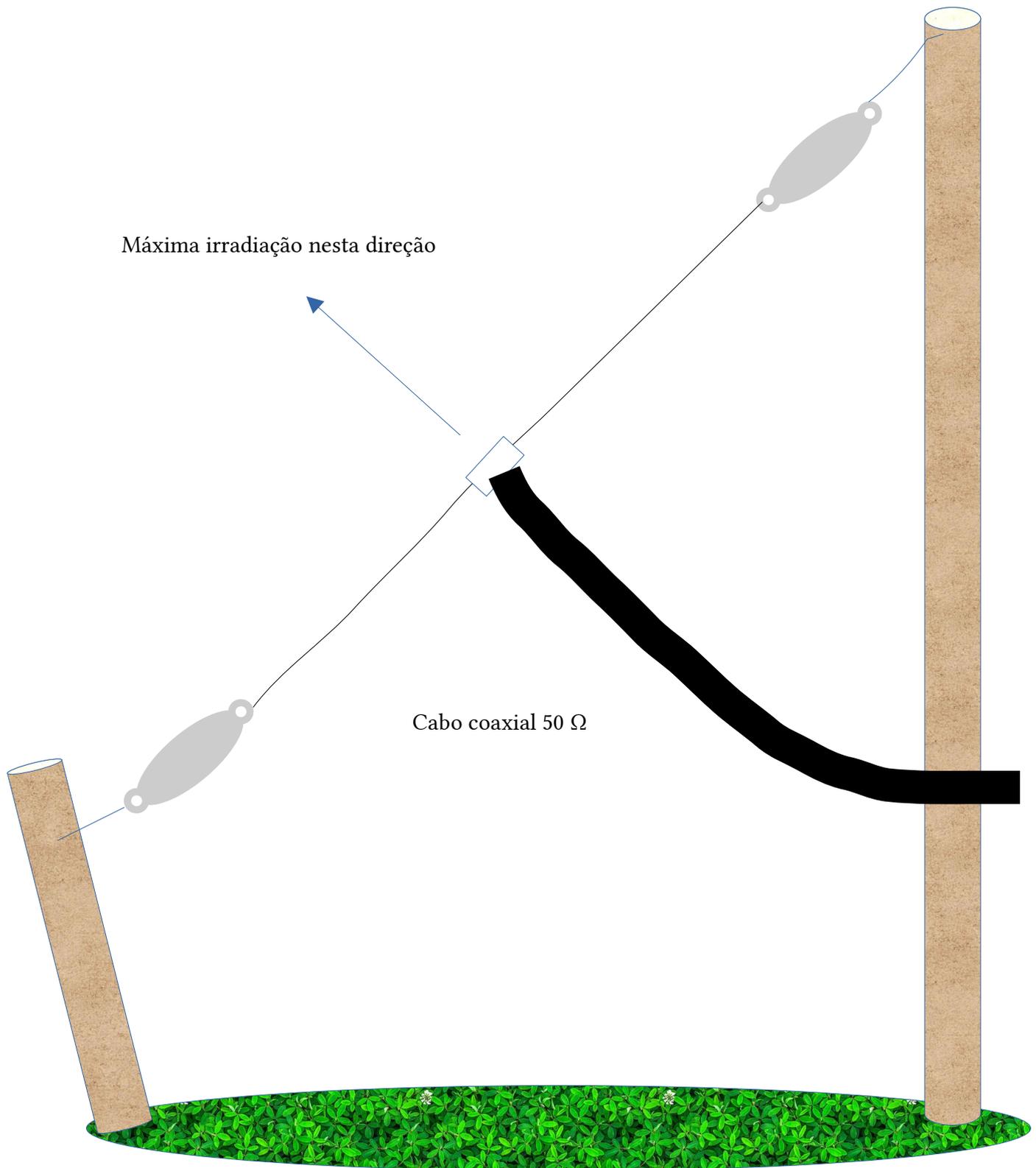
Lóbulos de irradiação de uma antena dipolo



Uma bolha gigante é o que você veria, se fosse possível ver a RF saindo de uma antena omnidirecional.



## ANTENA SLOPER OU DIPOLO INCLINADA PARA DX



É claro que quanto mais alto for o “poste” e se possível de madeira, melhor. A ponta da antena em direção ao solo, deve estar o mais longe possível, daí a necessidade de um mastro de bom comprimento. Neste tipo de antena, é importante afastar pessoas e animais da antena, a menos que você esteja com 0,001 Watt de potência!

É muito comum os radioamadores usar este tipo de antena aproveitando a própria torre.

## DIPOLOS MULTIBANDA OU “BIGODE DE GATO”

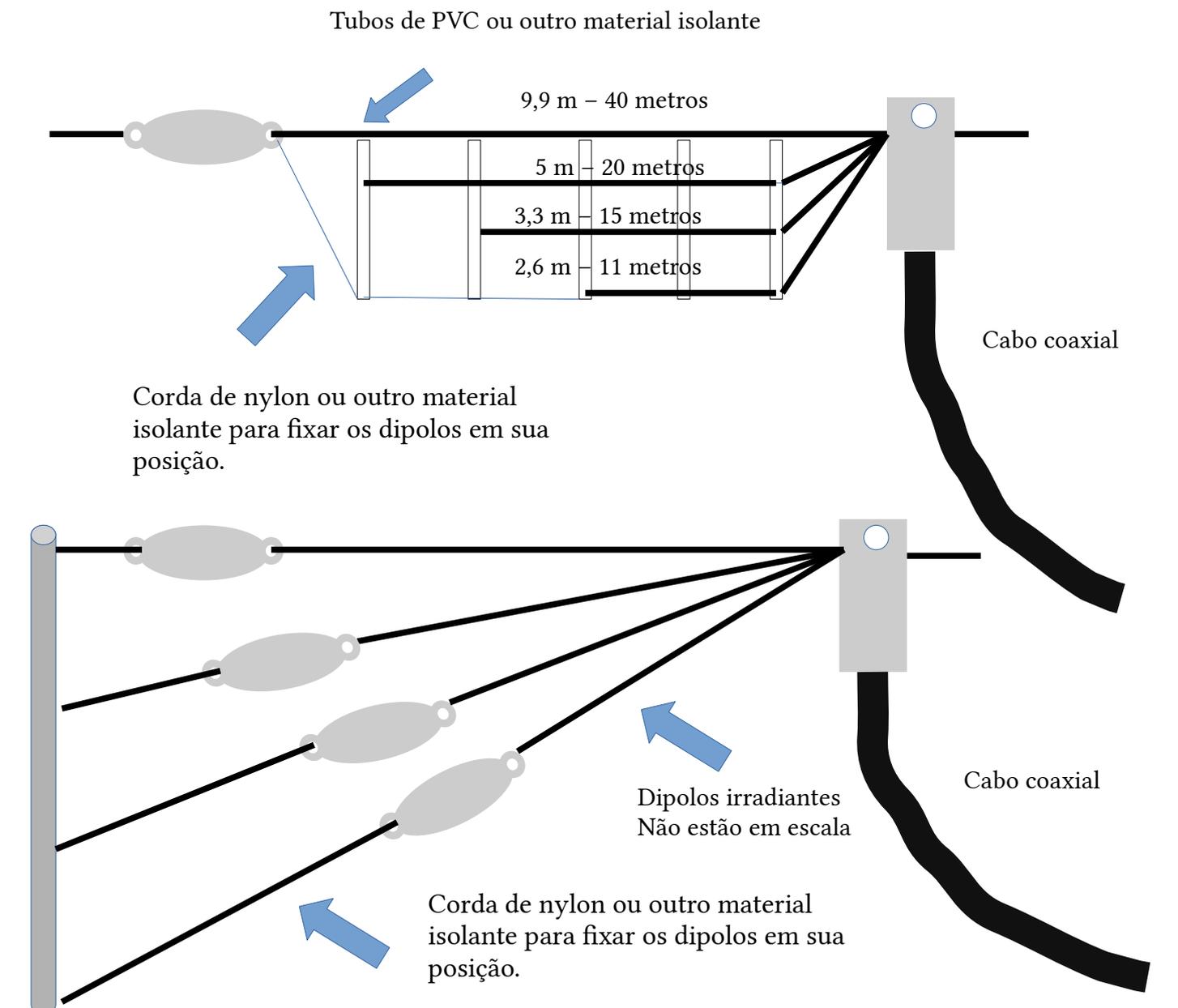
Usando os cálculos já mostrados, você pode construir uma antena deste tipo. Haverá interação entre os dipolos e a sintonia fica difícil em rádios com saída à válvulas, por isso a famosa frase em qualquer artigo sobre antenas: “requer pequenos ajustes para melhor funcionamento”.

Não seria má ideia usar um acoplador de antenas ou o casador 1:1 constituído do próprio cabo. Veja seção sobre transformadores e acopladores de antenas.

O desenho não está em escala. Os fios de cobre podem ser encapados, nº 14, no caso do dipolo para a primeira faixa (80 ou 40 metros). Os outros dipolos podem ter diâmetro menor, como fio nº 16.

É importante soldar bem na orelha do isolador central. Se der algumas voltas para fixar melhor, solde e não se esqueça do comprimento de cada perna do dipolo. Se ficar comprida, descasque as pontas e enrole. A literatura não dá informações sobre a distância de cada dipolo, mas os caninhos isoladores de PVC costumam ter uns 30 cm de comprimento. Alguns livros recomendam usar a antena em “V” invertido.

A extremidade de cada dipolo pode ser colada com cola plástica para manter-se fixa no lugar. Lembre-se: é mais fácil encurtar um fio do que esticá-lo!

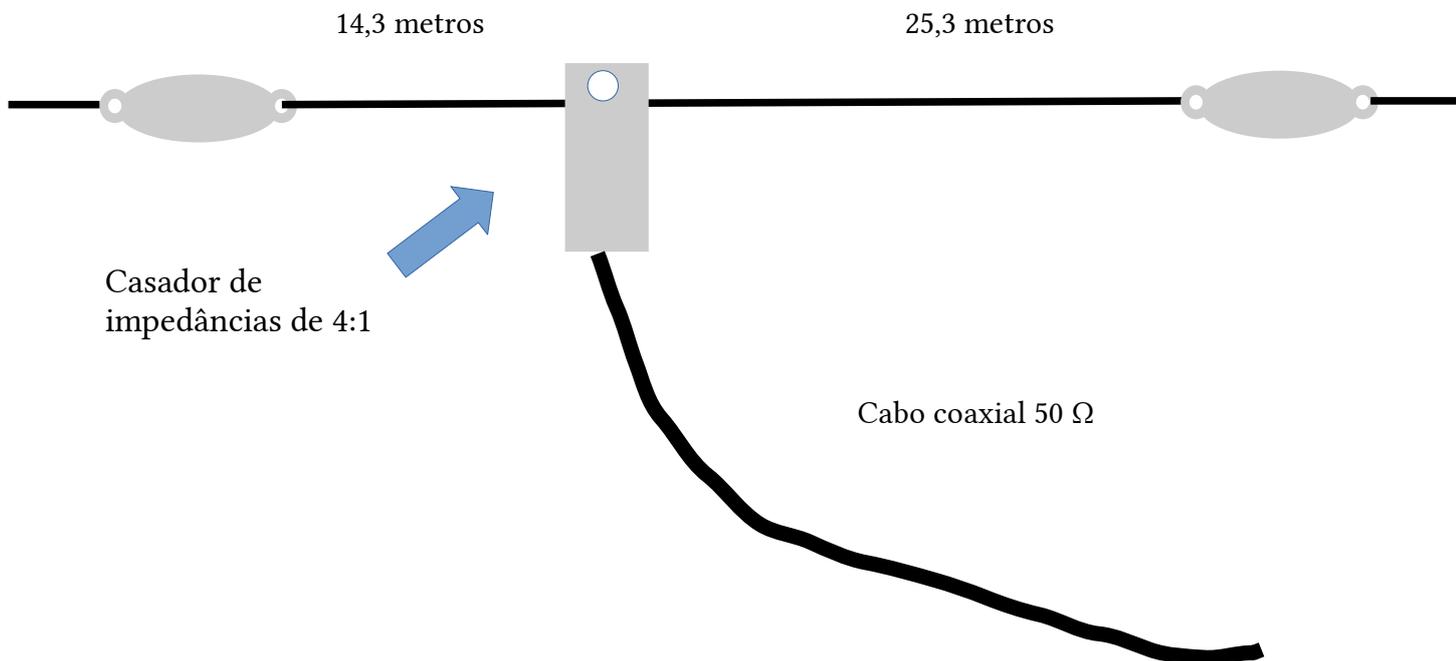


## ANTENA WINDOM (multibanda)

É uma antena alimentada a 1/3 (aproximadamente) do centro do dipolo. Seu comprimento total é de 130 pés, o que equivale a 39,6 metros. Conta-se 14,3 metros a partir de uma extremidade e ligue aí o cabo coaxial. A outra perna da antena terá 25,3 metros. É necessário usar um acoplador ou transformador de impedâncias na relação 4:1.

Funciona de 80 a 10 metros e tem um ângulo de irradiação bem complexo. Procure na internet por “windom” que você encontrará farto (e polêmico) material a respeito desta antena, inventada por volta de 1930. Note que na prática, seu comprimento total equivale a um dipolo para 80 metros, mas modelos comerciais apresentam versão longa e encurtada.

Algumas publicações mostram a antena sendo alimentada por uma linha de 200 ou 300 ohms e depois o cabo coaxial de 50 ou 75 ohms. Na verdade, a impedância nominal da Windom é 243 ohms.



## A POLÊMICA ANTENA G5-RV OU SAYAGO

Uma “senhora” antena, muito apreciada por colegas que querem ganho, versatilidade e operação de 80 a 10 metros. É um dipolo alimentado por uma seção de linha aberta de  $300 \Omega$  (fita de televisão) de determinado comprimento e o restante, um cabo coaxial de  $75 \Omega$ . Um excelente artigo, talvez o melhor sobre esta antena, foi publicado na revista Antenna-Eletrônica Popular de janeiro de 1983, por Ney Thys, PY1-DWN.

Outro material de qualidade foi publicado na página do Alexandre, PY4-EU, por Galieno Lobato. Inclusive, as medidas são para fitas de  $300 \Omega$  ou  $450 \Omega$ . Neste caso, veja que as medidas da antena variam, podendo inclusive, fazê-la na versão “encurtada”.

Esta antena funciona maravilhosamente bem em 20 metros, com baixa ROE. Nas outras bandas, inclusive as “novas” (lá se vão 30 anos...) é necessário usar um acoplador de antenas, tipo “T”. Alguns acopladores não funcionam bem com esta antena. Veja que existem várias configurações de acopladores. Um detalhe importante, é que quem já experimentou avisa desde já: cuidado com baluns, especialmente os de ferrite. Se quiser, experimente, mas como diz o nosso colega Galieno em seu excelente artigo, “não invente moda”!

Como funciona a G5RV:

Em 80 metros, comporta-se como um dipolo de meia-onda parcialmente dobrado no centro. Tem alta ROE.

Em 40 metros, funciona como duas meias-ondas em fase. O rendimento é bom, apesar de ROE presente.

Em 30 metros, comporta-se como duas meias-ondas em fase, sendo o funcionamento parecido ao de 40 metros.

Em 20 metros, ROE relativamente baixa. Funciona como uma long-wire de três meias-ondas. Pode-se usar um cabo coaxial de  $75 \text{ ohms}$ . É nesta faixa que a G5RV mostra todo o seu potencial.

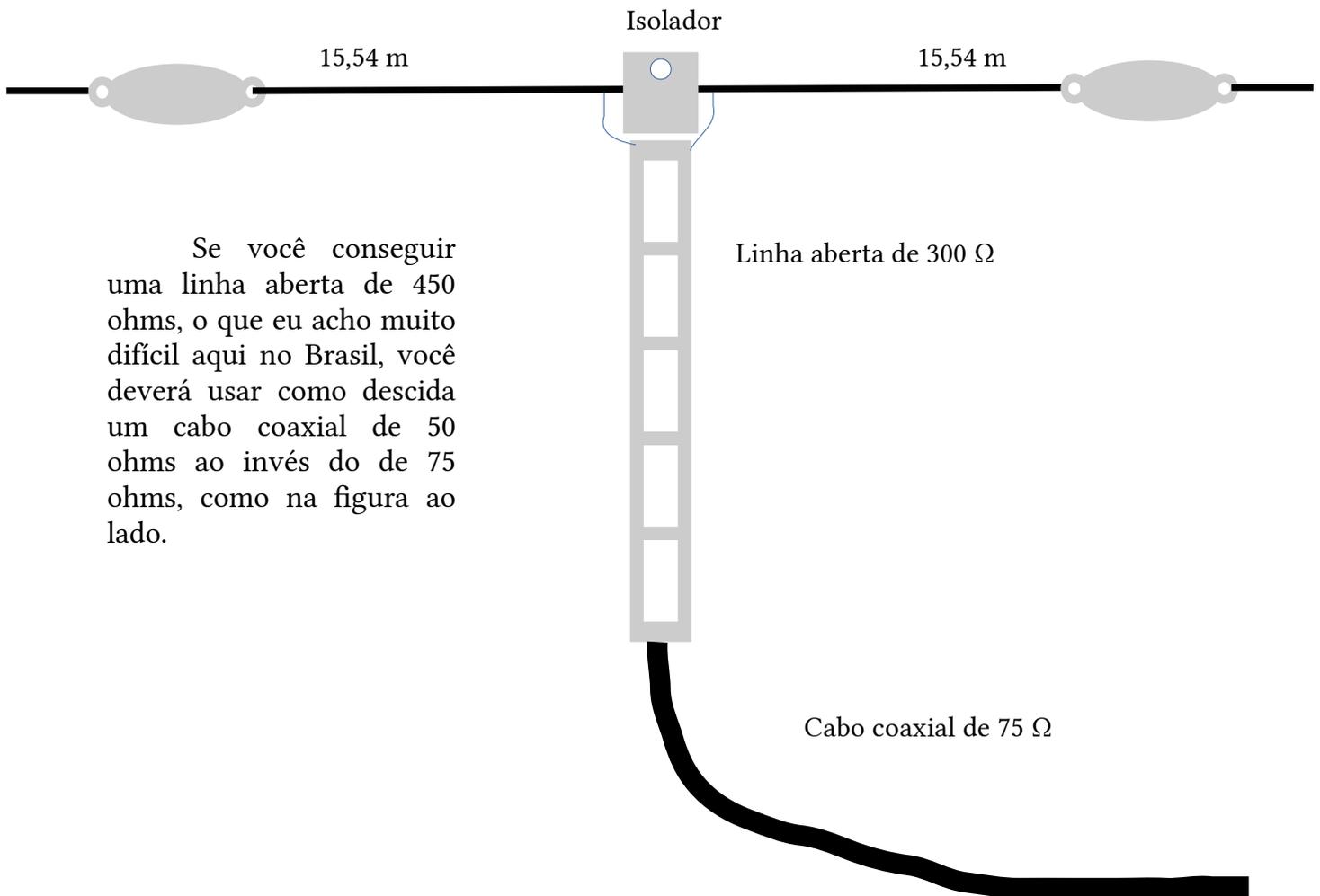
Em 17 metros, funciona como duas ondas alimentada em fase.

Em 15 metros, funciona como long-wire de 5 meia-ondas. Alta ROE presente.

Em 12 metros, funcionamento praticamente igual a banda de 15 metros.

Em 10 metros, funciona como duas long-wire de três meia-ondas alimentadas em fase. Alta ROE presente.

Como se vê, o uso de um acoplador é fundamental para se tirar o máximo proveito, visto que os modernos transeptores baixam automaticamente a potência na presença de alta ROE (proteção para os transistores de saída).



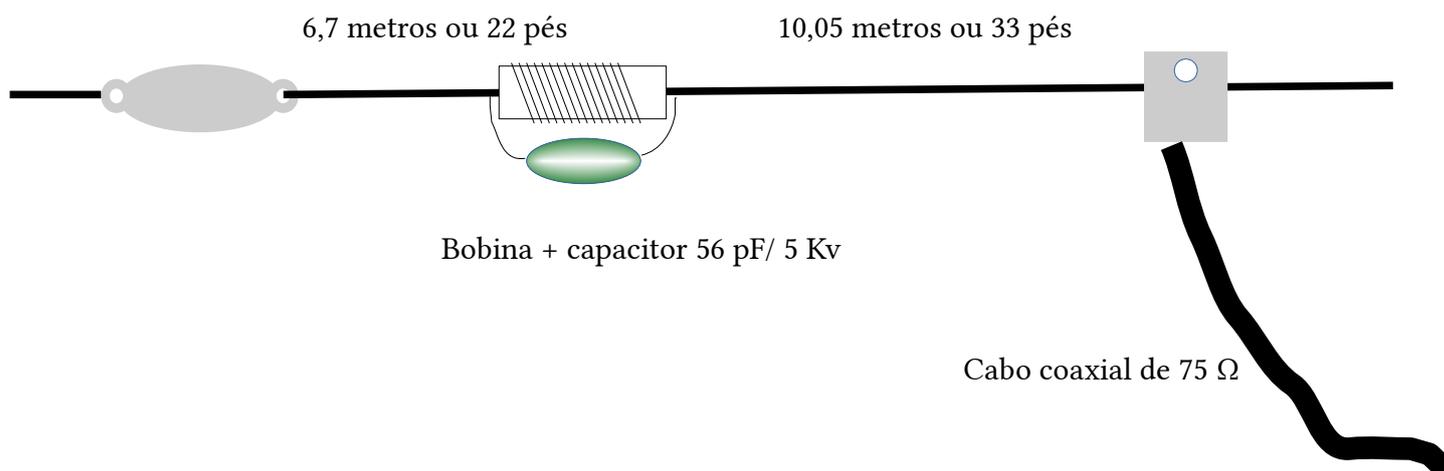
Se você conseguir uma linha aberta de 450 ohms, o que eu acho muito difícil aqui no Brasil, você deverá usar como descida um cabo coaxial de 50 ohms ao invés do de 75 ohms, como na figura ao lado.

SEÇÃO CASADORA

QRG	DIPOLOS	FITA TV	FITA 450 $\Omega$	COMP TOTAL
160/10 M	31,08 M	17,40 M	20,68 M	62,16 M
80/10 M	15,54 M	8,70 M	10,34 M	31,08 M
40/10 M	7,77 M	4,35 M	5,17 M	15,54 M
20/10 M	3,885 M	2,175 M	2,585 M	7,77 M

## FAMOSA W3-DZZ – DIPOLO MULTIBANDA

É famosa e é multibanda, mas não é tão pequena assim, pois seu comprimento chega a 108 pés, ou pouco mais de 32 metros e requer um fio de cobre de 2 mm de diâmetro. Ainda assim, a antena é menor que um dipolo para 80 metros. Veja nos desenhos os detalhes para sua construção. Deve-se ressaltar que é um bocado difícil fazer ajustes nas bobinas, por isso alguns fabricantes norte-americanos vendem as bobinas prontas. Os capacitores devem ser de alta voltagem, de 5 KV ou mais. Melhor usar de 20 KV. Lineares de mil watts? Risco por sua conta!



Detalhes da construção da bobina. O capacitor fica no interior do tubo de PVC, soldado entre as duas extremidades do enrolamento. Ao final, usa-se um tubo de maior diâmetro, “encapando” todo o conjunto. Pode-se usar um verniz resistente às intempéries. Atenção: Deve-se usar o corpo do PVC ou um isolador no centro para sustentar a bobina, caso contrário, o capacitor vai romper!

A ROE é bem alta nas faixas de 20 a 10 metros e a antena não funciona nas bandas novas. Em 80 e 40 metros, a impedância fica em torno de 60 ohms. Ajuste a antena em 40 metros. Nas outras bandas altas, é imprescindível a utilização de um acoplador de antenas.

Tubo de PVC de 1,5 pol. de diâmetro, 6 cm de comprimento aproximadamente (testar). Fio nº 16 encapado, 16 espiras. Espaço entre espiras igual ao diâmetro do fio. A indutância da bobina é de 8,5 µH.

Outras medidas para esta bobina encontradas na internet: 19 espiras de fio de 3 mm de diâmetro. Diâmetro da bobina: 50 mm e comprimento da bobina, 80 mm. Caso a primeira não funcione bem, teste as medidas da segunda.

Um outro esquema mostra a bobina como um tubo de PVC de 2,5 polegadas de diâmetro, 6 cm de comprimento. A bobina teria 13 espiras de fio de 1 mm (12 AWG) encapado.

Os programas para cálculos de indutores incluídos neste livro ajudarão o leitor a construir e ajustar estes tipos de bobinas (traps) para antenas multi faixas ou encurtadas.

Só uma sugestão: achamos dados conflitantes na internet sobre a construção desta antena.

## Dipolos encurtados, de fio ou com tubos de alumínio

Um dipolo encurtado, usando bobinas, só mesmo para quem tem pouco espaço para sair em 40 metros. Mas tem algo interessante neste tipo de antena, conforme se observa nos desenhos mostrados abaixo: pode-se fazer um dipolo rotativo! Isto significa girar a antena para que os lóbulos irradie com mais intensidade na direção desejada, conforme aprendemos na descrição do funcionamento dos dipolos.

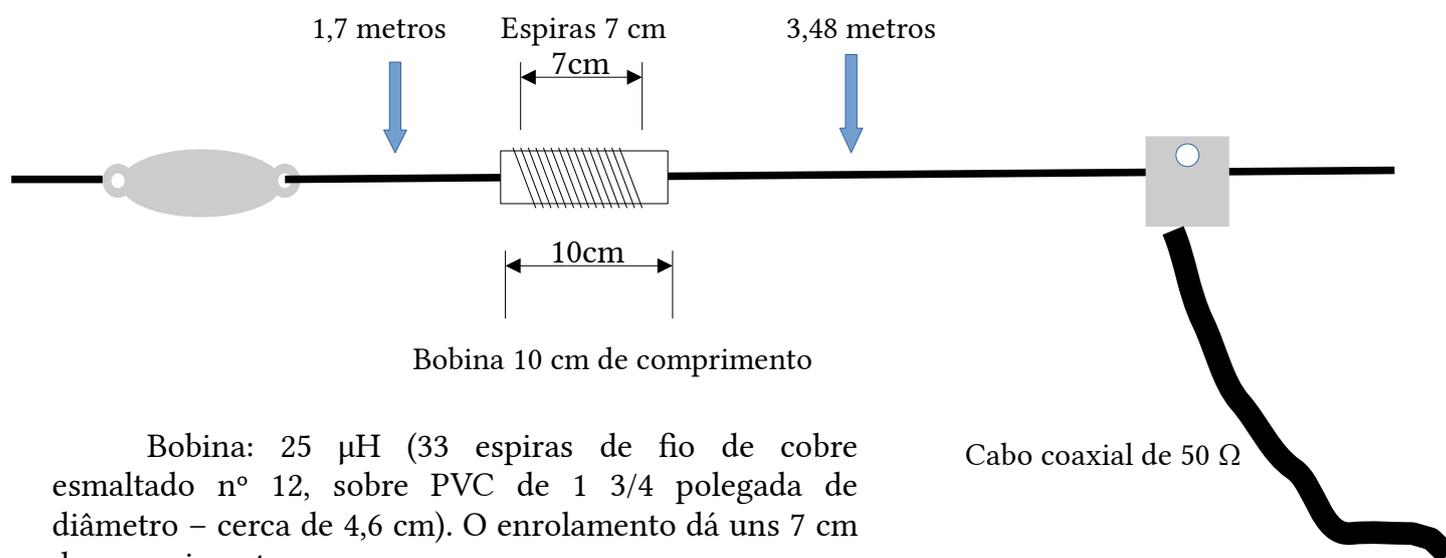
Há uma grande matemática envolvida, mas um artigo do colega português Luiz Duarte Lopes, CT1EOJ publicado na revista QST de outubro de 2003 e com a ajuda de um programa disponibilizado por ele, pode-se com certa facilidade calcular todos os parâmetros para a confecção das bobinas. Neste caso, não usa capacitores.

Mais ainda, com um pouco de trabalho, pode-se construir uma excelente antena Yagi de 2 elementos, que compensaria em muito as perdas obtidas numa antena encurtada por bobinas, já que a Yagi-Uda concentra o sinal numa única direção. Numa futura atualização deste livro, ensinaremos como calcular o encurtamento de uma antena dipolo.

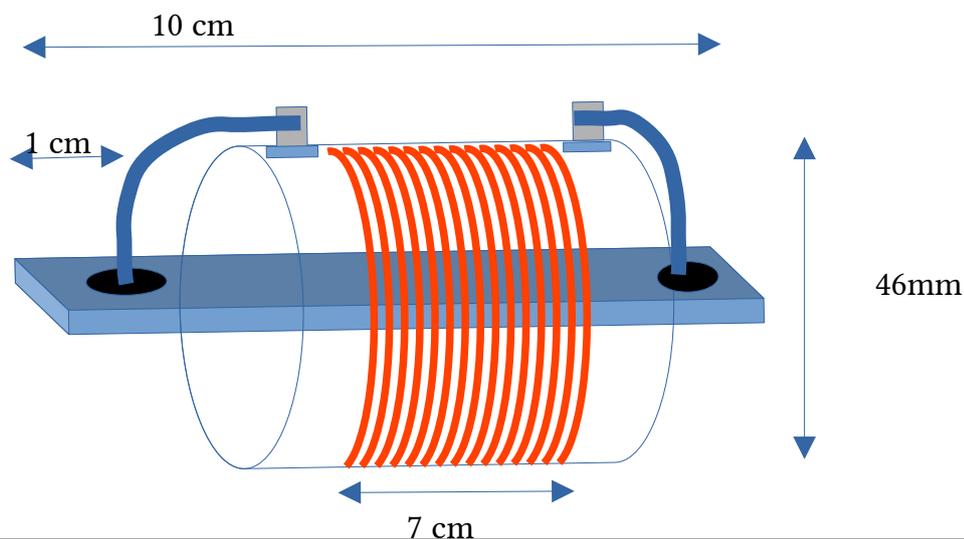
### Dipolo encurtado com bobinas para 40 metros

Fica claro pelas experiências realizadas, que o melhor rendimento se consegue quando as bobinas ficam mais para a extremidade da antena. Alguns preferem usá-las no centro de cada perna do dipolo. Veja o resultado final, usando-se fio encapado nº 12.

O comprimento total da antena é de 10,64 metros

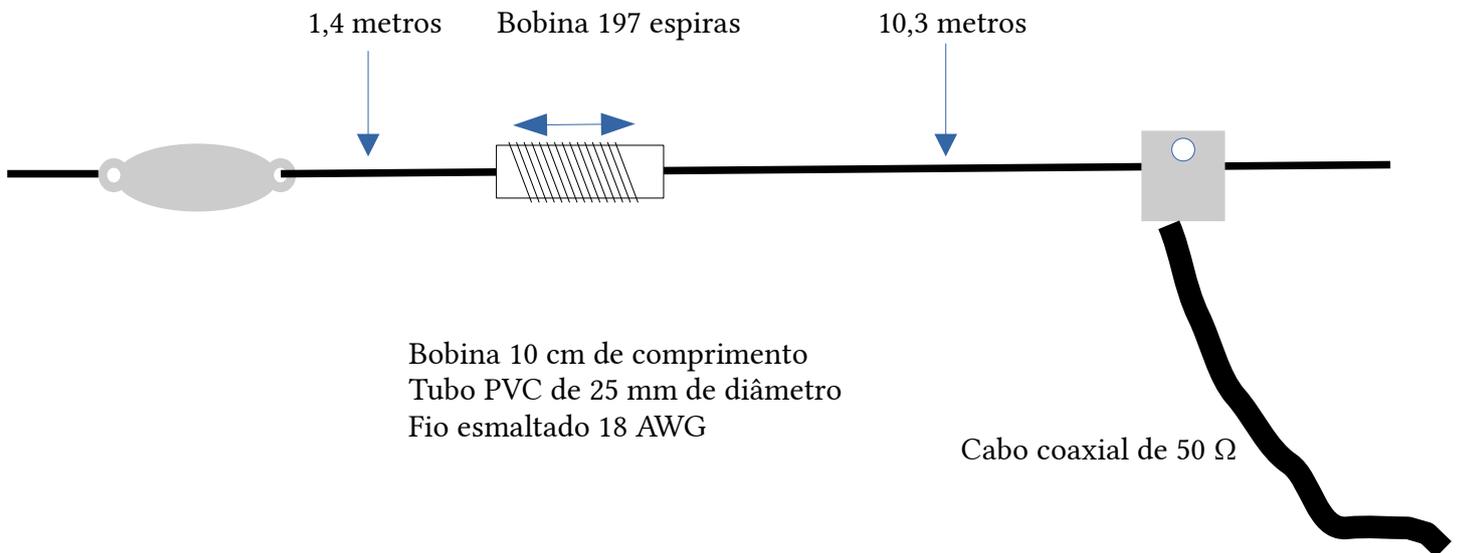


Bobina: 25  $\mu\text{H}$  (33 espiras de fio de cobre esmaltado nº 12, sobre PVC de 1 3/4 polegada de diâmetro – cerca de 4,6 cm). O enrolamento dá uns 7 cm de comprimento.



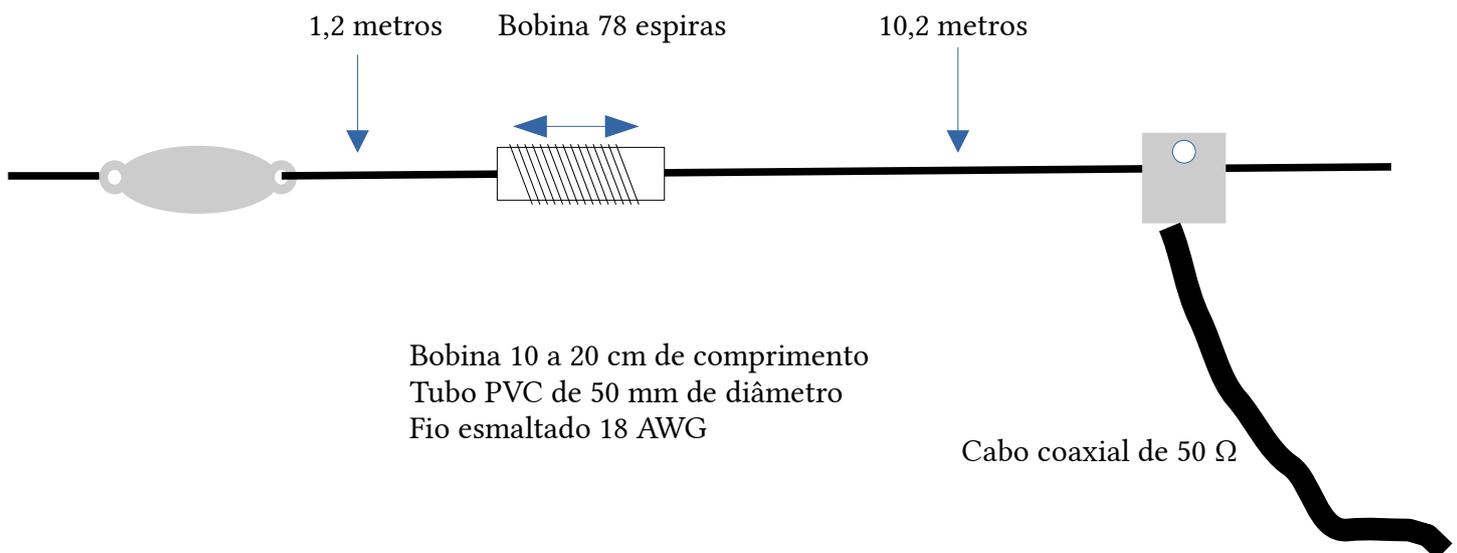
## Dipolo encurtada para 40 e 80 metros

Este é um desenho clássico, divulgado na internet por vários colegas. Costuma ser usado na forma de V invertido, economizando o precioso espaço daqueles que moram nos grandes centros urbanos. O comprimento total é pouco maior que um dipolo para 40 metros. Veja os detalhes no desenho abaixo.



Outra versão encontrada na net, de autoria do colega IK1-ZOY

Comprimento total da antena é de 23,3 metros



NOTA: Não encontramos o comprimento da bobina, especificamente. Enrole sobre o tubo a quantidade de espiras e veja no que dá.

## ANTENA BAZOOKA PARA 40 METROS

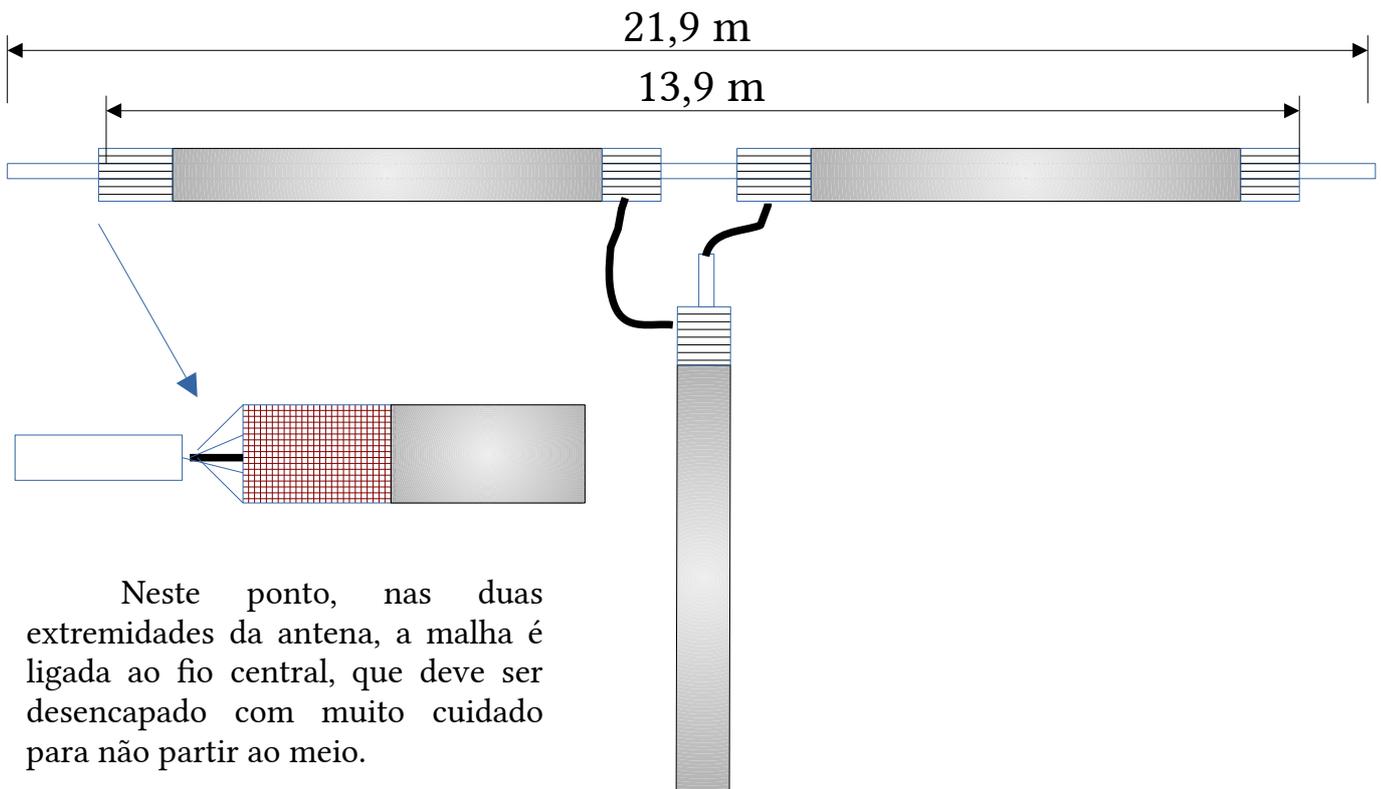
Também é um dipolo muito apreciado por funcionar em toda a faixa com baixa ROE, devido ao diâmetro do fio usado (coaxial). Isso torna-a uma antena “banda larga”.

A dificuldade talvez seja a terminação do dipolo, já que tensão mecânica é grande, devido ao peso e a tendência do cabo coaxial se expandir com o calor.

A parte do cabo coaxial (13 m) incluindo a alma e a malha é emendada a um fio de cobre de um bom diâmetro.

Detalhes para a construção desta antena podem ser obtidos no programa “coaxial dipoles”, do colega VE3-SQB.

No centro da antena, a malha (só a malha!) é cortada nuns 2,5 cm ou mais e cada ponta emendada ao cabo coaxial de descida para o rádio.



Neste ponto, nas duas extremidades da antena, a malha é ligada ao fio central, que deve ser desencapado com muito cuidado para não partir ao meio.

Aqui você tem os detalhes do meio e do final da antena

**BAZOOKA**

COAXIAL DIPOLES by VE3SQB

WEBSITE

7 INPUT

FREQUENCY IN MEGAHERTZ

21 METERS 39,999 CM

TRIM WIRE ENDS FOR EXACT RESONANCE AT YOUR LOCATION

14 METERS 12,400 CM

RG-59 FOAM SELECT  
RG-142 COAX FOR  
RG-174 VELOCITY  
RG-213 LENGTH  
RG-214 FORMULA  
RG-223

FEET/INCHES METER/CM

COAXIAL DIPOLES ARE BROAD BANNED AND GIVE A GOOD MATCH USING 50 OR 70 OHM COAX. YOU CAN MOUNT THEM VERTICAL, HORIZONTAL OR AS AN INVERTED 'V' THEY ARE EXCELLENT FIELD DAY ANTENNAS

VIEW END DETAIL VIEW CENTER DETAIL

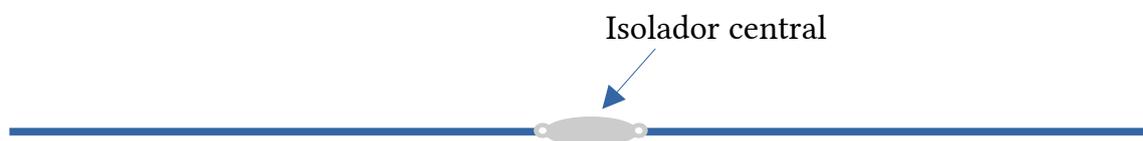
THE COAXIAL DIPOLE IS THE BEST KEPT ANTENNA DESIGN SECRET!

ANTENAS ENCURTADAS

Se existe um campo cheio de polêmicas é o dos projetos e construções de antenas. Pois vamos arranhar um pouco a superfície e deixar que você leitor, tire suas conclusões, ou, se achar conveniente, que faça mais pesquisas sobre o tema!

Algo que observamos ao longo destes quatro anos, após publicarmos na internet e gratuitamente nosso livro “Manual das Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos” foi a cobrança dos colegas interessados em radioescuta (SWL) de emissoras em ondas médias e curtas. Esse é outro campo um bocado difícil, pois pouco se encontra em termos de informações técnicas. Vamos atualizar nosso livro e incluir alguma coisa que garimpamos pela internet e em alguns livros.

O que é uma antena encurtada? Nada mais que uma antena com suas dimensões reduzidas para caber num determinado espaço. Claro, com certos limites! Nos desenhos abaixo algumas ideias de uma antena encurtada. Acho que vocês, colegas veteranos, já conhecem estes macetes.

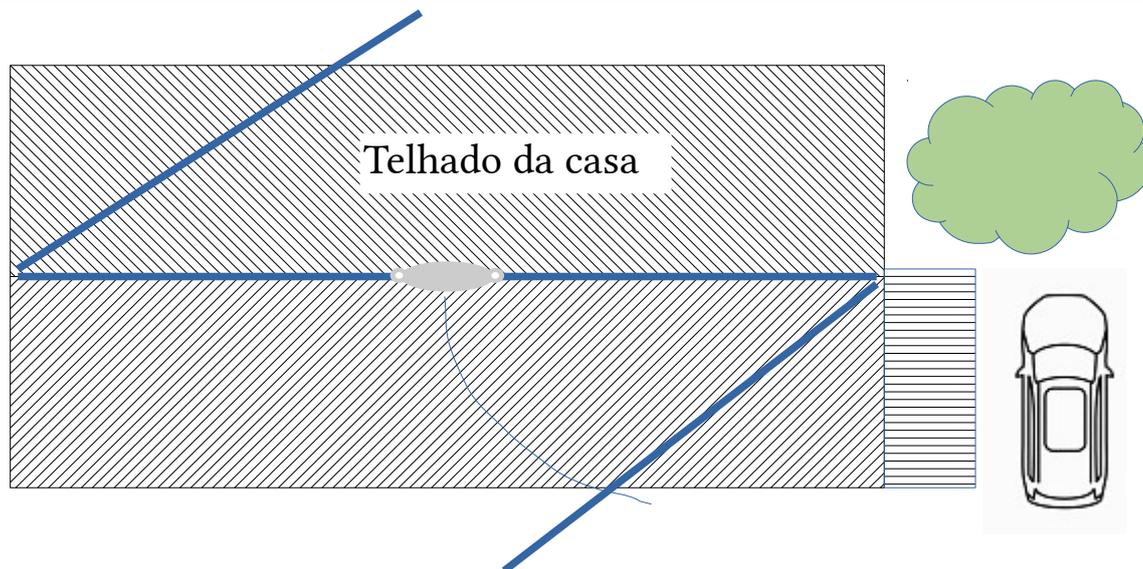


Eis aí em cima uma típica antena dipolo para 40 metros. Cálculo dela:  $142,5/F = 142,5/7,1 = 20,07$  metros no total. Cada lado tem a metade deste número, ou seja, cada “perna” tem 10,03 metros.



Pronto! Você já tem um dipolo de dimensões físicas reduzidas, mas eletricamente, é a mesma antena de 20,07 metros. Tem perdas? Sim, tem alguma, mas pode ser a única solução para você colocar uma antena de 40 ou 80 em seu quintal. Quando falo em quintal, aqui no Mato Grosso do Sul é algo em torno de “alguns” hectares! Brincadeira à parte, na nossa cidade os terrenos são padronizados em 12x30 metros. Cabe uma diplo de 40 tranquilamente, mas uma de 80 já é necessário usar algum artifício como o acima, para caber. Um detalhe importante: a antena deve estar numa boa altura e as pontas o mais elevado do solo, de pessoas e animais. Uma V invertido pode ser uma boa solução para pouco espaço.

Nas próximas páginas, mostraremos algumas sugestões que conseguimos na internet. Infelizmente, o “copy/paste” tão comum na rede mundial de computadores não permite saber exatamente quem é o autor ou inventor desta ou daquela antena. Claro, os princípios de todas as antenas – senão a maioria – você consegue na bíblia das antenas: Antenna Book da ARRL.

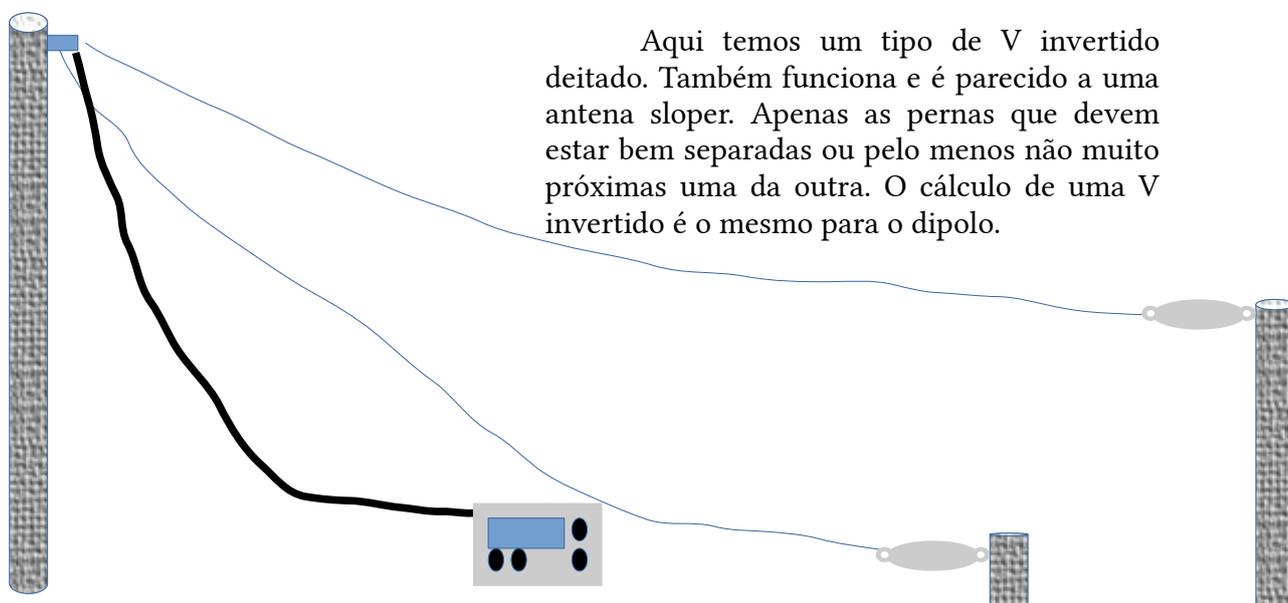


Na figura acima, uma ideia de como você poderia colocar sua antena, aproveitando melhor o espaço que tem à disposição. Como disse, este é um assunto polêmico e muitos vão questionar isso ou aquilo, mas no final, você tem uma antena que vai irradiar, mesmo tendo alguma perda devido a alguma estrutura metálica ou muitas árvores nas proximidades. Isso não é problema, pois a maioria dos radioamadores que tem recursos financeiros, fazem uso de um bom acoplador de antenas. Aliás, isso faz parte da cultura dos radioamadores norte americanos, ter um acoplador, um linear de RF e muitas antenas sobre o telhado.

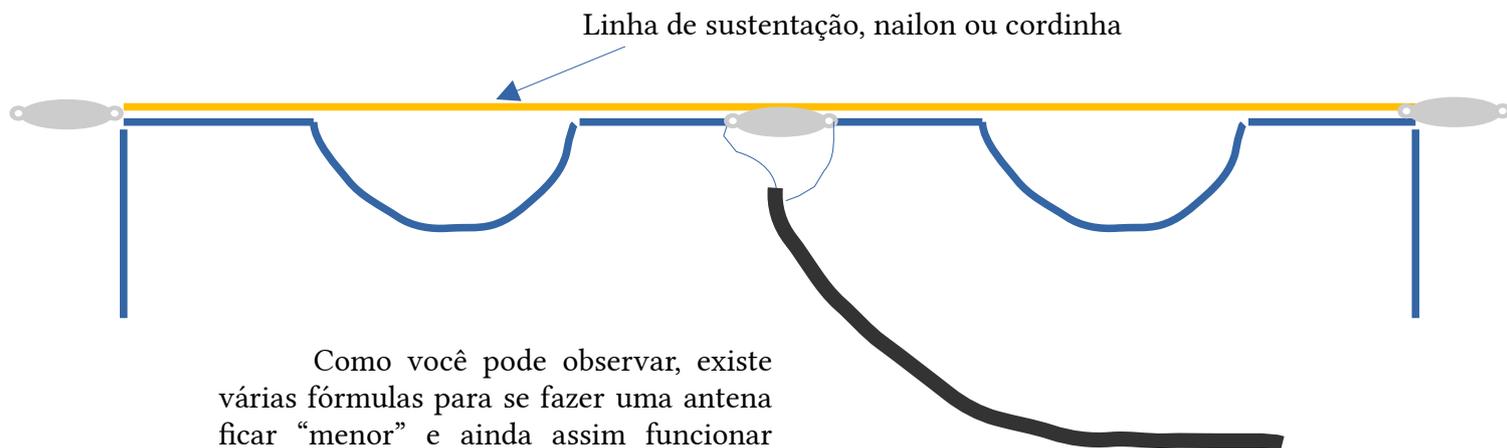
### ANTENA LOOP – UMA BOA SOLUÇÃO PARA ESPAÇOS PEQUENOS

A propósito e como divulgamos na edição passada da revista, não seria uma má ideia você construir uma antena loop ou loop de quadro, ou delta loop – dependendo da forma geométrica de como ela ficará sobre o seu imóvel. O importante nas antenas loop ou quadras, é casar bem os 120 ohms de impedância.

Só lembrando: o comprimento do fio ou perímetro é o mesmo cálculo de uma antena de onda completa, ou seja,  $305/F=L$ . Traduzindo, 305 dividido pela frequência em MHz – exemplo 7.1 MHz. O resultado é 42,9 metros de fios. Você pode pegar esse fio e fazer um triângulo, um losango, um quadrado ou o que vier à sua mente, inclusive um círculo perfeito. Mas vai precisar do casador de impedâncias (2:1) do mesmo jeito.

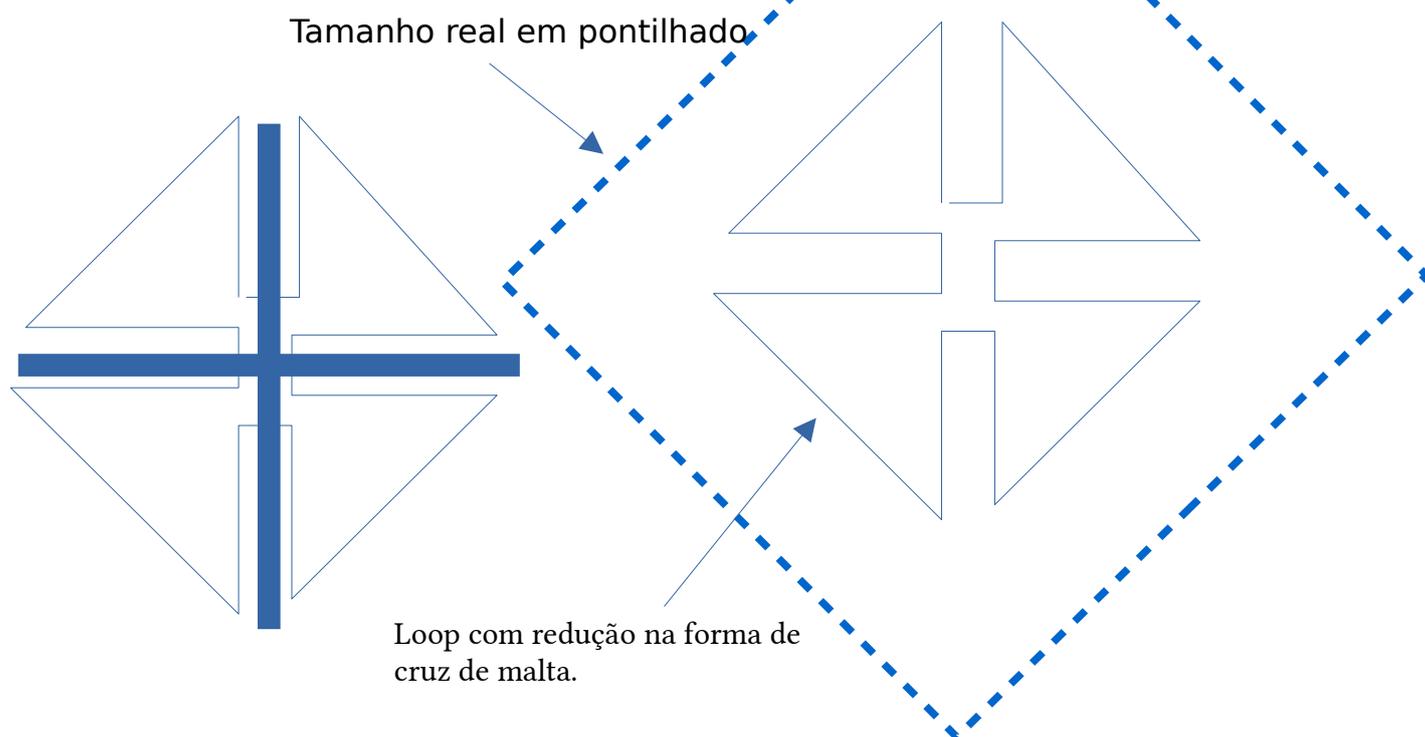


Aqui temos um tipo de V invertido deitado. Também funciona e é parecido a uma antena sloper. Apenas as pernas que devem estar bem separadas ou pelo menos não muito próximas uma da outra. O cálculo de uma V invertido é o mesmo para o dipolo.



Como você pode observar, existe várias fórmulas para se fazer uma antena ficar “menor” e ainda assim funcionar relativamente bem na faixa para a qual foi construída.

O colega Andrew Pfeiffer K1-KLO mencionado no início deste artigo, construiu diversas antenas com alumínio rígido, reduzindo em quase 50% o comprimento físico delas.



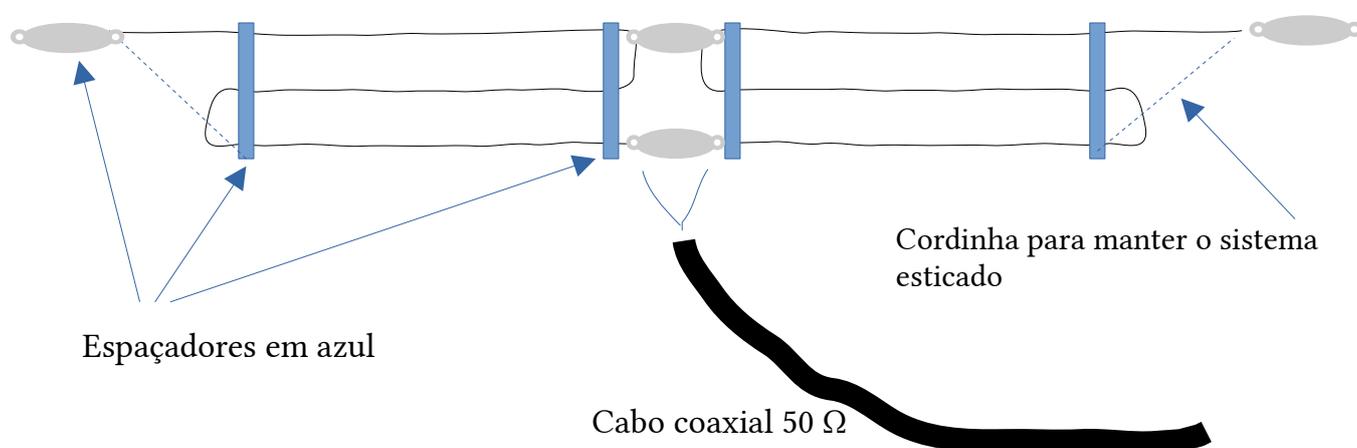
No desenho acima, uma quadra reduzida, também inventada pelo Andrew Pfeiffer, batizada por ele por quadra maltesa, tendo em vista sua forma em cruz de malta. Neste tipo de antena, o perímetro (comprimento) do fio é quase sempre um pouco maior do que o apresentado nos cálculos padrões para a construção de uma quadra cúbica. Até agora, os colegas que montaram este tipo de antena – e com bons resultados – partiram de um projeto inicial e ajustaram de modo empírico até obter os resultados desejados.

Na internet você encontra o manual original do colega Andrew com antenas para as principais faixas de radioamador, inclusive para 40 metros. Isso mesmo: uma quadra cúbica para 40 metros tão pequena quanto uma quadra para PX!

Se existe um campo cheio de polêmicas é o dos projetos e construções de antenas. Pois vamos arranhar um pouco a superfície e deixar que você leitor, tire suas conclusões, ou, se achar conveniente, que faça mais pesquisas sobre o tema!

Pesquisando diversas páginas de radioamadores, encontramos alguma coisa produzida por colegas espanhóis e argentinos. Trata-se de uma dipolo encurtada com “carga linear”. A matemática da “coisa” é bastante escassa, mas parece concordar com aquilo que já sabemos, ou seja, o perímetro de uma antena é o que manda, independente (ou quase!) da forma que ela toma. Assim como mostramos nas páginas anteriores, um dipolo pode ser dobrado ou “picotado” em diversos desenhos, provocando seu encurtamento.

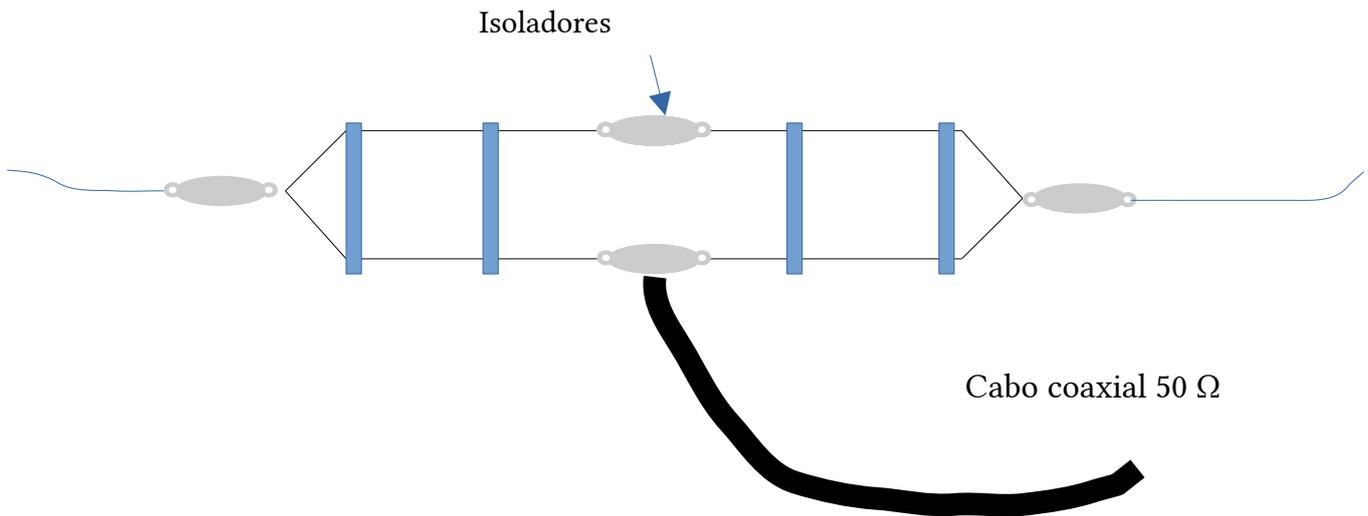
Porém, todo “milagre” tem seu preço: a eficiência vai cair, especialmente no que diz respeito ao lóbulo de irradiação. Se esta for a solução para você sair em 160 ou 80 metros, é válido. No desenho abaixo, uma destas antenas ditas com “carga linear”. Acho bom você usar um balun de 1:1... A fórmula para o cálculo é a mesma de uma antena dipolo:  $142,5/F$ . O resultado divide-se por dois e você terá o comprimento de cada “perna” da antena.



Os textos encontrados nas publicações e sites que visitamos, não informa qual o espaçamento entre os fios – que inclusive pode ser dois, três ou mais. Mas sugerimos uns 20 centímetros entre os fios, de material isolante, como tubinhos de PVC ou caninhos roliços de madeira, destes usados em banner. Não sei porquê, mas esta antena nos lembra a Morgain... vamos falar sobre ela em futura revisão deste livro.

Um detalhe que percebemos, é que a redução não deve passar dos 50% do comprimento total da antena. Não experimentamos, mas você pode fazer seus testes e nos contar. Se possível, envie fotos, ok?

Na outra página, uma maneira de reduzir em 50% o comprimento de uma antena dipolo, num sistema praticamente igual ao desenho acima.



Um dipolo com carga linear. Na verdade, um dipolo dobrado, visto que tem o comprimento normal, de meia onda, apenas com cada perna dobrada sobre si mesma, com um espaçamento em torno de 20 centímetros. Deve-se usar tantos isoladores quanto for necessário, para que os fios não se toquem, pois inevitavelmente irá formar uma “barriga” no centro da antena.

Fórmula padrão para cálculo de antenas de meia onda: 142,5 dividido pela frequência em MHz. O valor é o comprimento total da antena, portanto, divide por dois o resultado e você terá o comprimento de cada perna da antena. A “dobra” vai depender de você, mas obviamente é quase 50% de cada perna.

Os isoladores centrais podem variar de 5 a 10 cm. Não é má ideia utilizar um balun de 1:1.

## ANTENA TEIA DE ARANHA MULTIBANDA

Muito difícil de se achar um radioamador brasileiro que usa este tipo de antena multibanda que se parece uma teia de aranha é bem interessante para quem tem quintal bem reduzido. É perfeitamente possível instalar uma antena de 20 a 10 metros usando a técnica de se dobrar as pontas da antena.

Também conhecida pelo termo inglês cobweb, esta antena é formada por um quadro, porém sem emenda nas pontas, o que a faz um quadro aberto. A maior dificuldade é sem dúvida sua montagem mecânica, que requer uso de varas de fibra de vidro ou outro material de suporte rígido. Os colegas europeus tem montado os dipolos com fio paralelo preto e vermelho de alto falante, mas não seria má ideia usar uma cordoalha de cobre.

A posição da antena é horizontal, ou seja, deitada. Mesmo o quadro maior, para a banda de 20 metros, ainda é bem reduzido e não chama muito a atenção de quem passa na rua. Cada lado maior da antena tem em torno de 2,7 metros. Depois de montada, esta antena fica bem parecida aos arames de um guarda chuva.

A matemática envolvida para o cálculo dos dipolos é o tradicional  $142,5$  dividido pela frequência e o resultado por 4, já que teremos um quadro “quase” perfeito. Vejam os desenhos.

Esta antena foi calculada – e precisa de pequenos ajustes – para as bandas de 20, 17, 15, 12 e 10 metros. A ROE é incrivelmente baixa em boa parte da faixa.

A parte superior do quadro tem um espaçamento – que pode ser uma cordinha de nylon ou uma chapinha de acrílico e varia de 10 a 20 centímetros.

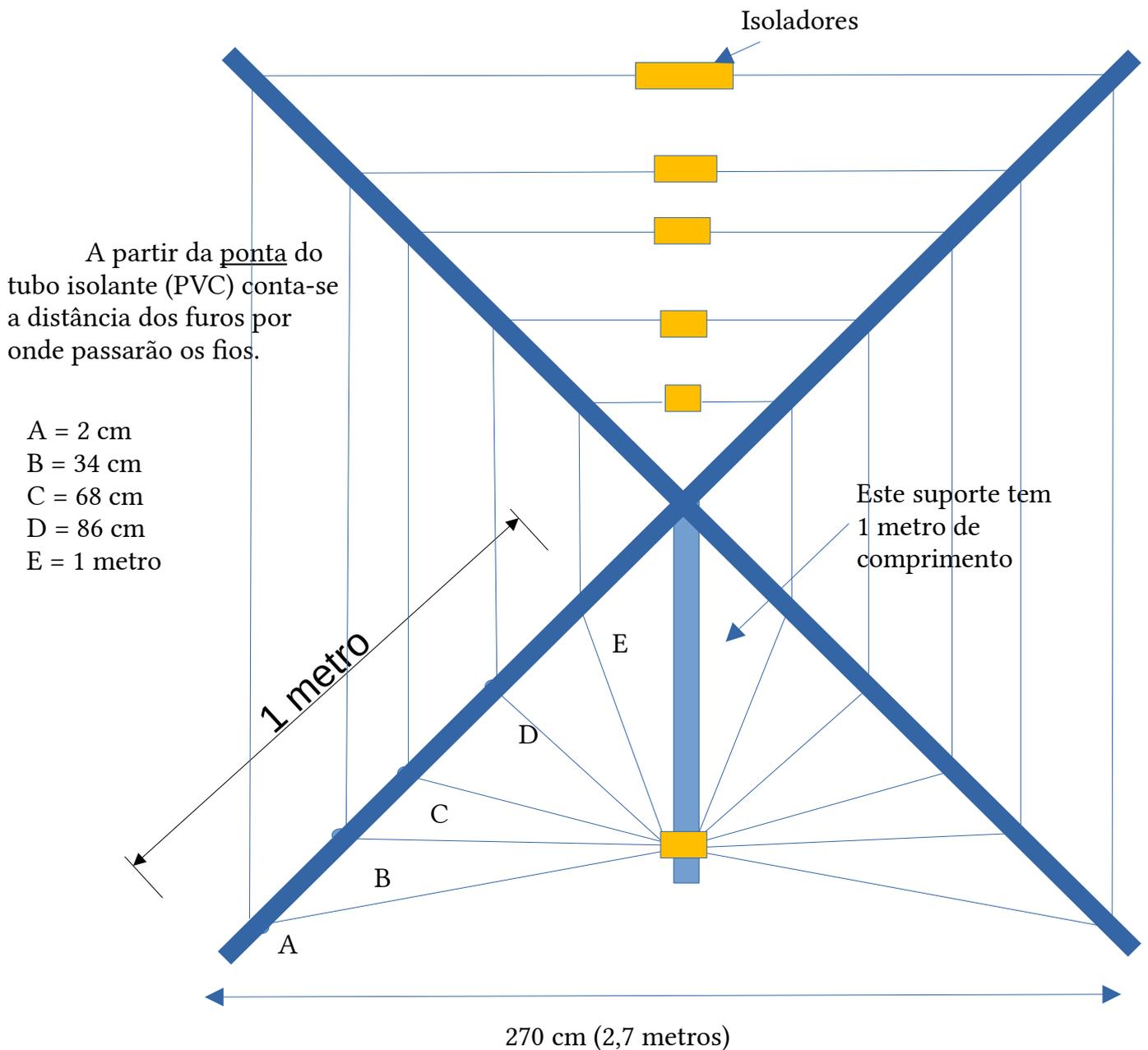
Sugiro para quem for montar a antena, que faça a marcação nas cruzetas por onde os fios passarão. Marque o centro onde todos os fios serão unidos. Daí passe pelos outros furos e veja até onde chega no espaço do isolante. Os montadores sugerem que se use um perímetro (comprimento total do fio) pouco maior que o calculado. É mais fácil encurtar um fio do que esticá-lo!

Em todo caso, esta antena precisa de um balun ou casador de impedâncias na proporção de 4:1. Veja no capítulo especial deste livro falando sobre esses casadores de impedância com cabo coaxial de  $75 \Omega$  ou de  $50 \Omega$ .

De acordo com publicações encontradas na net, esta antena tem um ganho de 5 dB sobre um dipolo, em espaço livre e por ser de polarização horizontal, é bem imune a ruídos.

### PERÍMETRO OU COMPRIMENTO TOTAL DO FIO

20 metros = 1.030 cm	cada lado = 257 cm (2,57 metros)
17 metros = 812 cm	cada lado = 203 cm
15 metros = 690 cm	cada lado = 172 cm
12 metros = 586 cm	cada lado = 146,5 cm
10 metros = 508 cm	cada lado = 127 cm

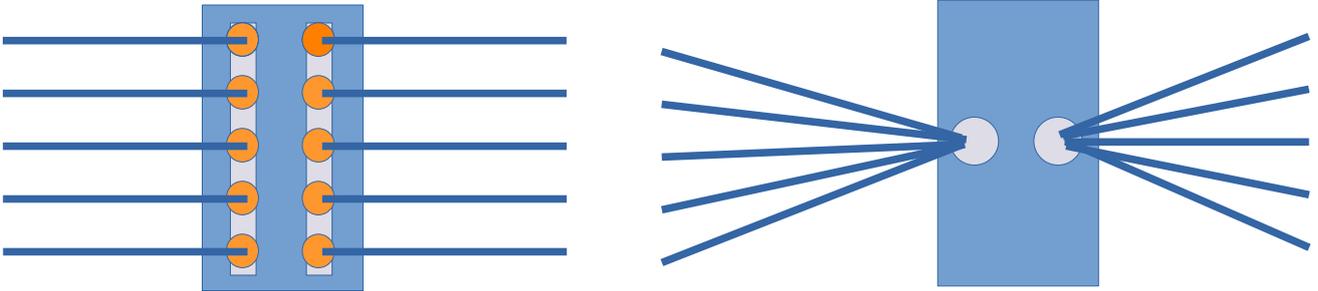


### CALCULANDO A DIAGONAL DE UM QUADRO

Para facilitar sua vida, os tubos na diagonal são calculados por uma fórmula matemática até simples: largura de um dos lados multiplicado pela raiz quadrada de 2. Essa constante é de 1.414. Portanto, no nosso caso, multiplicamos 2,7 metros por 1.414 e temos 3,9 metros. Quem me dera saber destes cálculos em 1980, quando montei uma quadra cúbica e deu tudo errado!

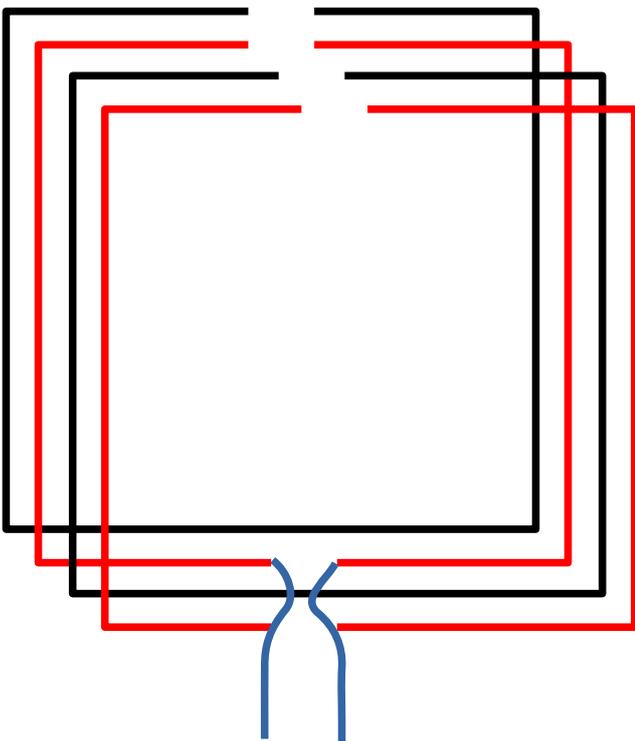
Dois maneiras de se conectar os quadros desta antena foram encontradas na literatura técnica. No desenho à esquerda, pode-se usar uma placa de circuito impresso ou uma chapa de cobre retangular, unindo cada ponta dos fios. À direita, temos uma outra maneira, ligando-se todos os fios num único ponto.

Alguns colegas utilizam conectores SINDAL para este tipo de ligação mostrado à esquerda.



Ao pesquisar sobre esta antena, observamos que os projetos originais usavam fios duplo, do tipo preto e vermelho usados em sistemas sonoros. Não entramos em detalhes, mas os autores fechavam o quadro do fio preto e deixavam aberto o fio vermelho, que seriam ligados da maneira como mostrado acima. Neste caso, seriam praticamente dois quadros, um fechado e outro aberto. Nesta configuração, segundo o que observamos, não haveria necessidade de usar um casador de impedâncias, pois a antena funcionaria com o cabo coaxial ligado direto.

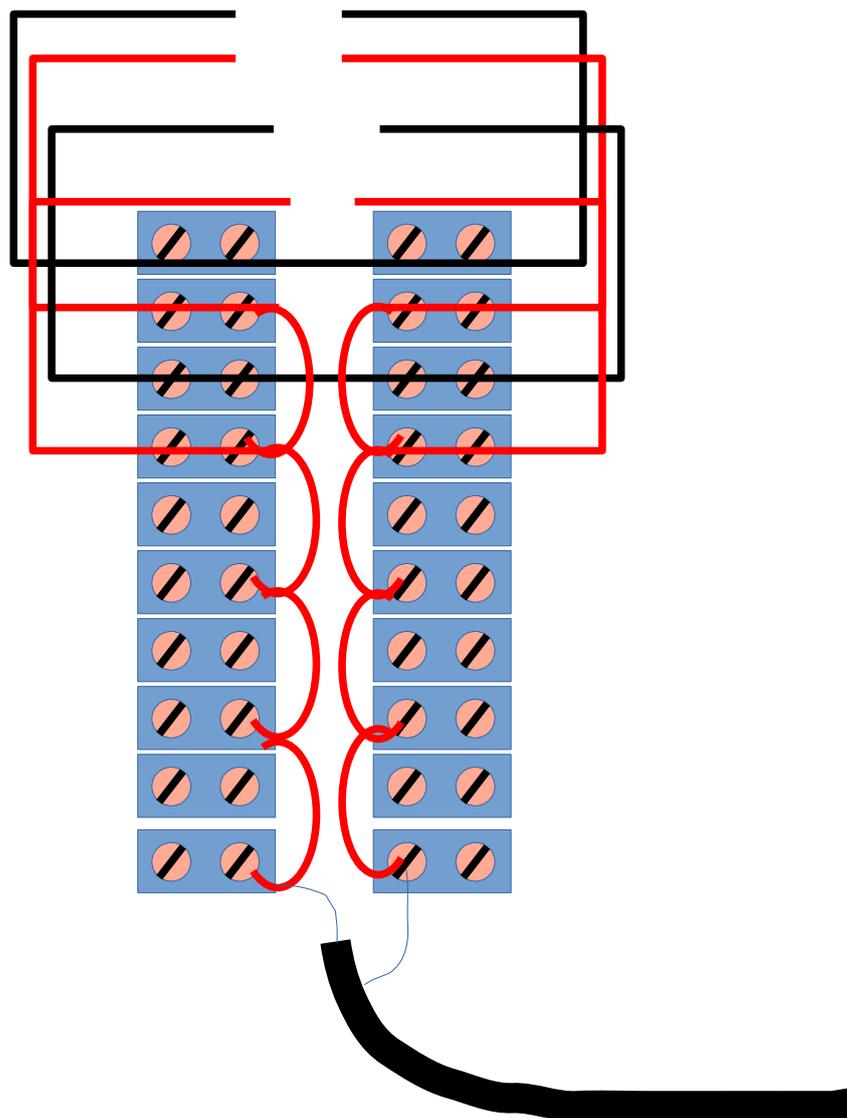
No modelo que apresentamos neste livro, será necessário utilizar um balun de 4:1 de preferência daqueles com núcleo toroidal. Bom ressaltar que esses núcleos são de composição totalmente diferente dos núcleos achados aos montes em fontes chaveadas. Mas não custa nada tentar e ver os resultados.



#### SEGREDO REVELADO

Um texto antigo, encontrado na internet provavelmente produzido pelo colega G3-TPW criador desta antena, revela detalhes que não se encontra em lugar nenhum.

Para começar cada quadro é composto de um par de fio preto e vermelho, destes usados em instalações de som em automóveis. O fio preto é um quadro aberto na parte superior mas na placa de ligação, ele não é seccionado. Já o fio vermelho, cada lado é ligado um ao outro, formando uma única ligação do lado esquerdo e outra do lado direito. Neste ponto é ligado o cabo coaxial de 50  $\Omega$  diretamente ou através de um casador de impedâncias 4:1.



A chapa é feita com conectores SINDAL, vinte no total.

Cada fio preto, passa direto através do conector à esquerda e direita. Todo fio vermelho é ligado ao fio vermelho de baixo, tanto na esquerda como na direita. Cada lado do fio vermelho é ligado ao cabo coaxial, fio central e malha.

A chapa isolante mede uns 10 de largura por mais de 15 cm de comprimento. Vai depender do tipo de conector que você vai usar.

O espaçamento entre a fileira da esquerda e a da direita, é de 1,5 cm.



## Programa para cálculos de antenas encurtadas

Nem precisa dizer que somos fãs de carteirinha dos programas do colega Al Legary, VE3-SQB, que nos ajudam a construir antenas de todos os tipos, inclusive algumas para recepção apenas.

Como nesta edição estamos abordando o tema das antenas encurtadas, eu achei esse programa do Al o máximo: é o Loaded Dipoles, neste caso, nos ajuda a construir bobinas de modo fácil para o encurtamento de antenas dipolo.

Como acontece na maioria dos programas produzidos pelo Al, você tem a opção de escolher o sistema de medida, que no nosso caso é o sistema métrico, a menos que você tenha sangue azul e goste do sistema imperial (argh!)

O próprio programa te ajuda nos cálculos da bobina mostrando uma com diâmetro padrão. Mas se você deseja uma bobina com diâmetro menor, terá que fazer os cálculos com base na indutância da bobina em outro programa mais específico para cálculo de indutores.

LOADED DIPOLES by VE3SQB

METRIC  FEET

SLIDE TO SET DISTANCE FROM CENTER TO START OF COIL: 62 %

READ ME FIRST

INPUT FREQUENCY: 00.0 INPUT TOTAL LENGTH: 00.0 FEET

INPUT ELEMENT SIZE: .00 INCHES

AWG WIRE SIZES CALCULATE

The coil will be 00.0 FEET from the center DESIGN COILS

Loading coils will be 00 mHYs Antenna Impedance is approximately 00 OHMS

INPUT FEEDLINE IMPEDANCE: 00 ohms CALCULATE

Matching coil is 00.0 mHYs DESIGN COIL WEBSITE

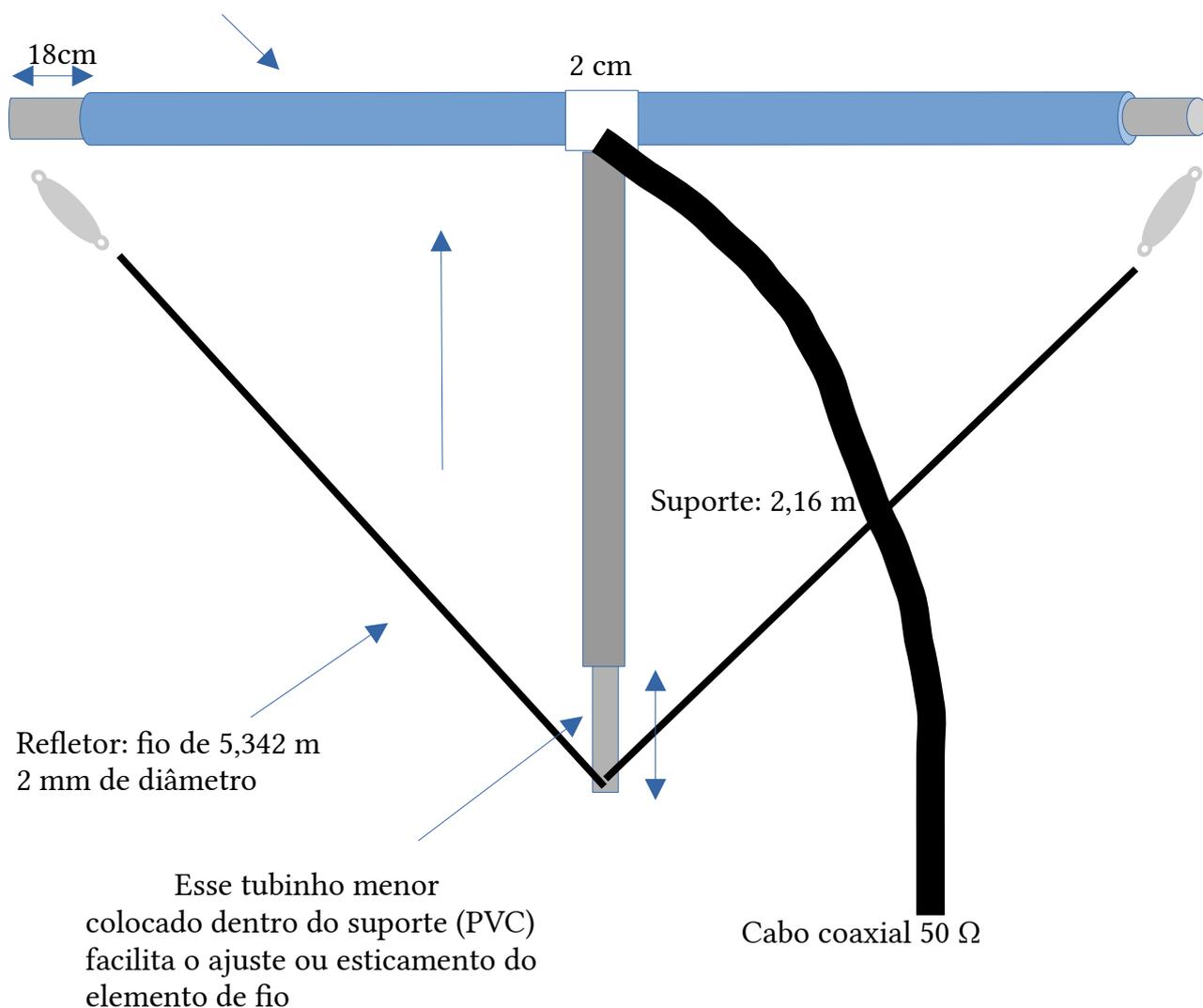
## ANTENA JUNGLE JOB PARA 11 METROS

- Jungle Job – quase 5 dB de ganho -

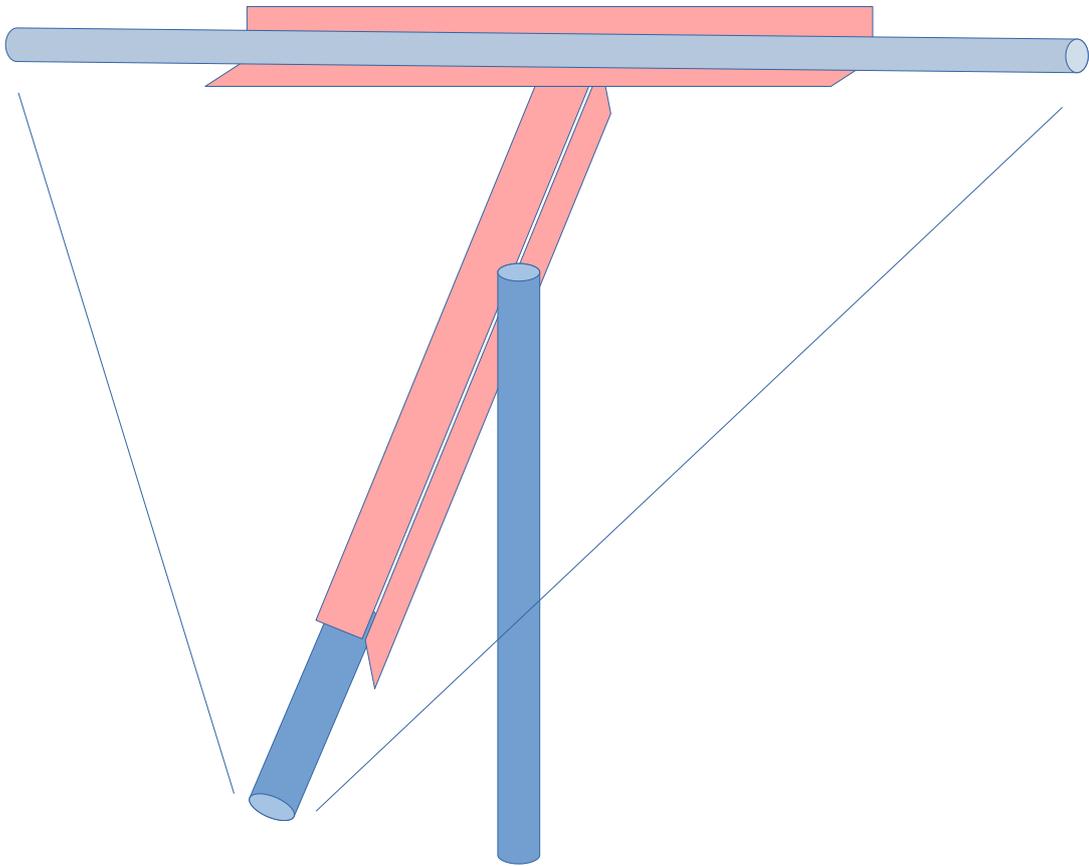
Varição de antena Yagi criada por Dick Bird G4-ZU. Esta antena que apresentamos abaixo, é uma Yagi de dois elementos, sendo que a vareta maior – refletor – tem o formato de um V ou uma seta e está otimizada para 27.500 Khz ou canal 50 da Faixa do Cidadão.

A antena dá um ganho de quase 5 dB de relação frente costas e é fácil de montar. Ela irradia em direção ao elemento menor, que no caso é o irradiante ou drive. Pode-se também funcionar ao contrário, no caso o irradiante será a “flecha” e o diretor menor. Os cálculos são os tradicionais  $142,5/F$ , sendo a frequência em MHz. O refletor é de 3 a 5% maior que o irradiante e o diretor é sempre 3 a 5% menor em relação ao irradiante (drive)

Irradiante: tubo de alumínio de 4,85 m com isolador no centro onde liga o coaxial



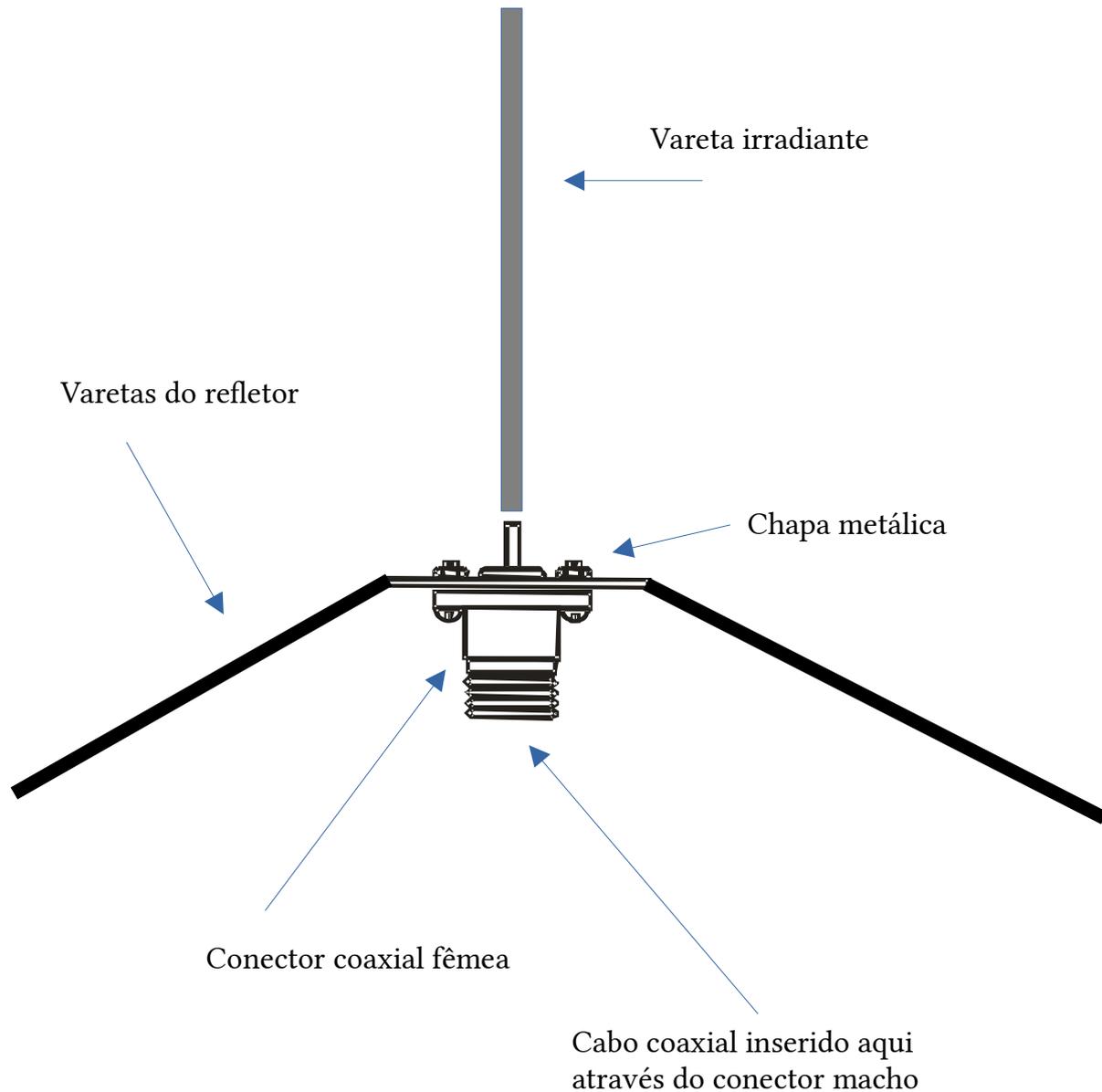
Nesta página, uma sugestão de como fazer o suporte para a antena. Você pode usar uma cantoneira de alumínio ou ferro. O suporte também é uma cantoneira em forma de L mas na ponta pode-se colocar um tubo de PVC para fazer o ajuste ou esticamento do fio.



## ANTENA VERTICAL PLANO TERRA

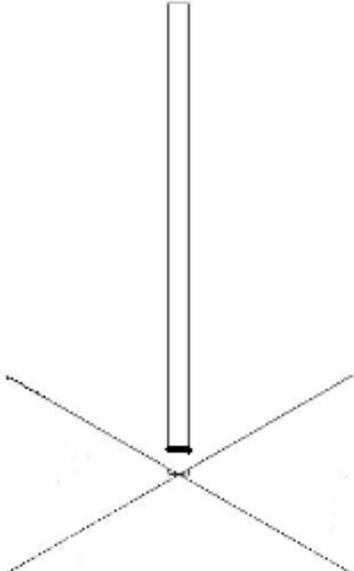
Abaixo, uma vertical tipo Marconi. A ligação central do coaxial vai na parte de cima e a malha, aos radiais. No caso de uma vertical de  $1/2$  onda, o elemento que recebe a malha do coaxial, costuma ir ao terra (um bom terra!). Colegas norte-americanos costumam usar a própria torre como antena vertical.

O cálculo da antena é o padrão. No caso de se usar radiais, o número deles é 4, sendo que cada radial deverá ter  $1/4$  de onda, descendo na forma de um “V” invertido. Neste caso, pode-se ligar o cabo coaxial de  $50 \Omega$  diretamente. Os radiais “retos” (na horizontal) dará a antena uma impedância de  $30 \Omega$ , aproximadamente. Veja desenho, que não está em escala.



VERTICALS
\_ □ ×

## Vertical Antennas by VE3SQB



GROUND PLANE

EXTENDED MARCONI

FOLDED MARCONI

CENTER LOADED

BASE LOADED

EXTENDED GROUND

BASE LOADED 5/8

FIRST INPUT  
FREQUENCY IN  
MHZ THEN SELECT  
THE TYPE OF  
ANTENNA

14

*RADIATOR HEIGHT*

*RADIALS*

*CAPACITOR*

*BASE COIL*

*CENTER COIL*

*METERS*

*FEET*

WEBSITE

COIL CALC

COILS
\_ □ ×

The most efficient coils have a high Q factor. Use the largest wire possible with close winding. The coil should be no more than twice as long as the diameter.

#	AWG		DIAMETER			INPUT MICROHENRYS and COIL DIAMETER ( DECIMAL INCHES) SMALL TUBING CAN ALSO BE USED
	INCH	MM	FRACTION	DECIMAL	CM	
1	.289	7.348	1/4	.250	.635	<div style="margin-bottom: 5px;">MICROHENRYS <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/></div> <div style="margin-bottom: 5px;">COIL DIAMETER <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/></div> <div style="margin-bottom: 5px;">COIL LENGTH <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/></div> <div style="margin-bottom: 5px;">WIRE DECIMAL <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/></div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"><input style="width: 80px;" type="button" value="CALCULATE"/></div> <div style="margin-bottom: 5px;">RECOMMENDED NUMBER OF TURNS <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/></div>
2	.257	6.544	3/8	.375	.952	
3	.229	5.827	1/2	.500	1.27	
4	.204	5.189	5/8	.625	1.58	
5	.182	4.621	3/4	.750	1.90	
6	.162	4.115	1.0	1.00	2.54	
7	.144	3.665	1 1/4	1.250	3.17	
8	.128	3.264	1 1/2	1.500	3.81	
9	.114	2.906	1 3/4	1.750	4.44	
10	.102	2.588	2.0	2.000	5.08	
11	.097	2.305	2 1/2	2.500	6.35	
12	.081	2.053	3.0	3.000	7.62	
13	.072	1.828				
14	.064	1.628				
15	.057	1.450				
16	.051	1.291				
17	.045	1.150				
18	.040	1.024				
19	.036	0.912				
20	.032	0.812				
21	.029	0.723				
22	.025	0.644				
23	.023	0.573				
24	.020	0.511				

Do mesmo autor, sub-programa (coil calc) que calcula as bobinas para verticais encurtadas. Nos desenhos mostrados acima, onde a antena tem  $\frac{1}{4}$  de onda, pode-se usar um casador de impedância de 1:1.

## RADIOESCUTA – ANTENA PARA ONDAS CURTAS

A partir do desenho, você pode ver que o suporte aéreo é feito de corda de nylon ou polipropileno, esticada entre o ponto da cume da casa, a 30 pés – 9,14m do chão, até um talão de tenda ou ponto sólido no nível do solo, a 40 pés - 12,19m de distância. Isso faz o triângulo clássico 3: 4: 5 e, teoricamente, o suporte será de 50 pés – 15,24m de comprimento. Claramente, devido ao peso das antenas, o suporte cairá e será maior que 50 pés, mas isso foi permitido no desenho.

Marque a parte superior do ponto de suporte na corda envolvendo um pedaço de fita isolante de PVC em torno da corda, FAÇA UM NÓ depois mede e marque pontos de forma semelhante aos 3, 7, 14, 20, 23 e 27 pés do ponto de suporte . Coloque seis isoladores leves, de material isolante sobre a corda e fixe-o de forma segura à corda em cada ponto medido. Dos isoladores amarre os fios aéreos (que pode ser qualquer fio isolante, multi-fio) dos seguintes comprimentos:

### COMPRIMENTO DOS FIOS DE DESCIDA – COBRE ISOLADO OU NÃO

Faixa de 49m e 41m - 38 feet – 11,58 m

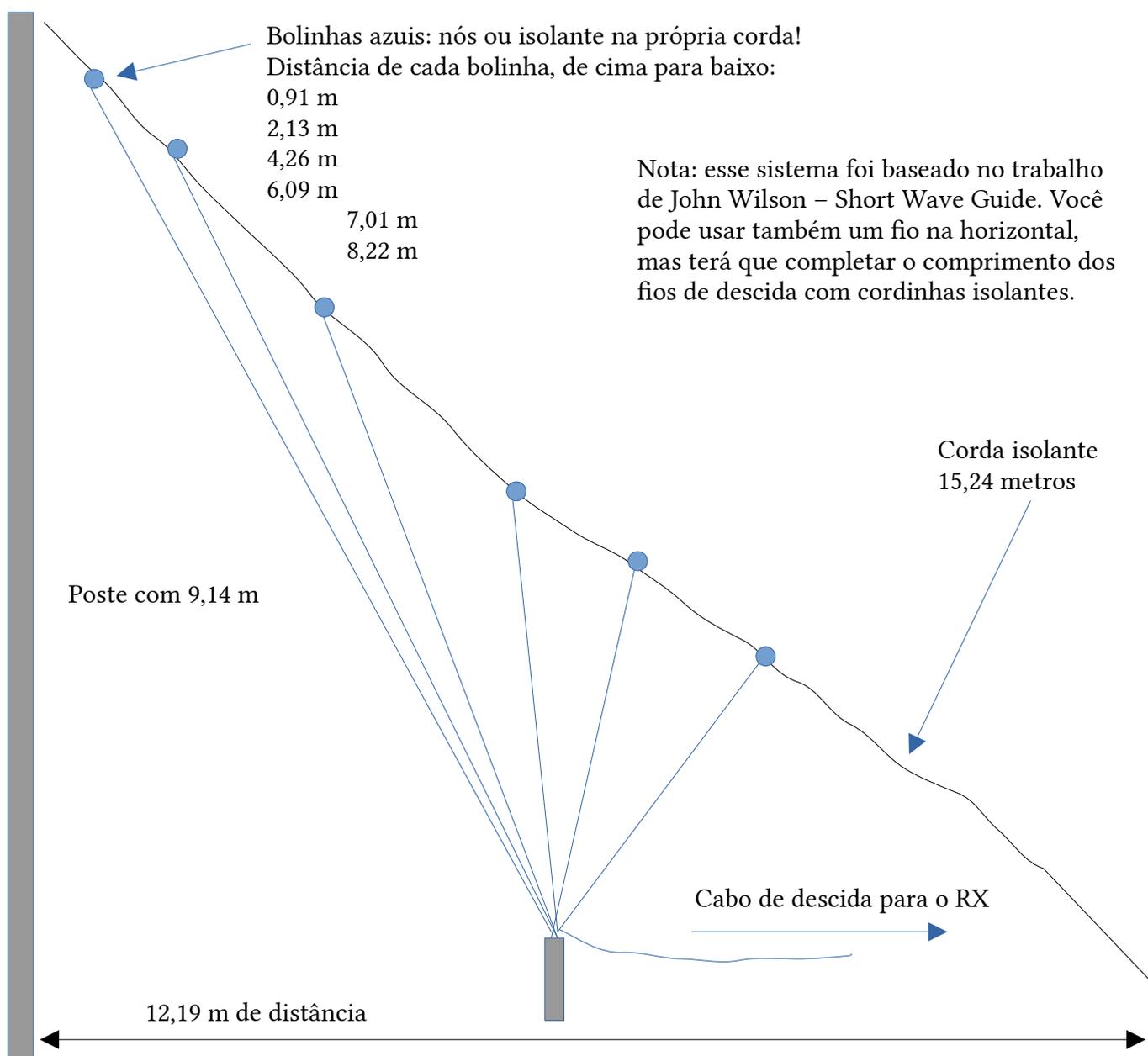
Faixa de 31m - 32 feet – 9,75 m

Faixa de 25m - 25 feet – 7,63

Faixa de 19m - 20 feet – 6,09m

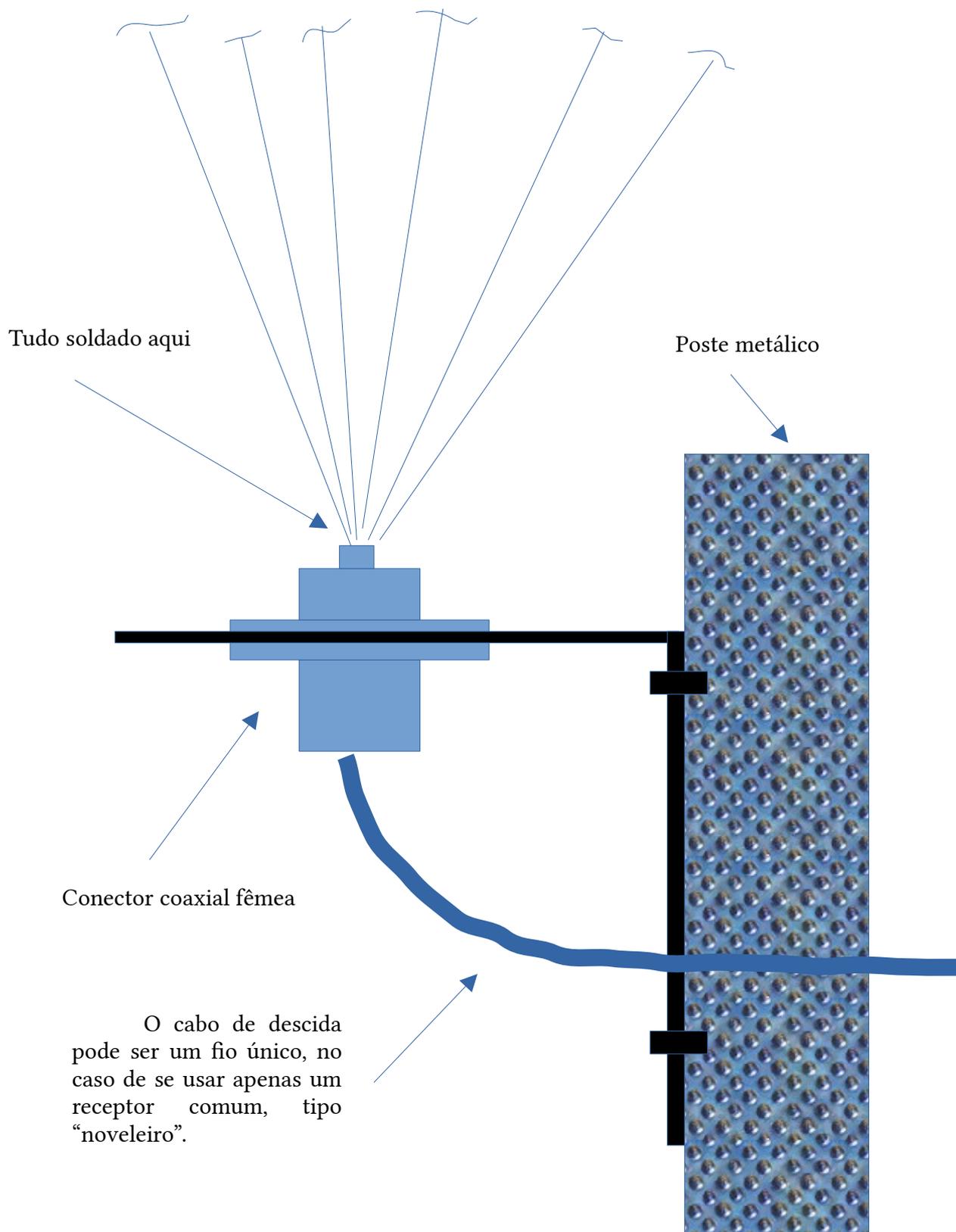
Faixa de 16m - 17 feet – 5,18

Faixa de 13m - 15 feet – 4,57



No desenho abaixo você tem uma ideia de como fica a ligação de todos os fios. Utilize um conector coaxial fêmea, de base quadrada.

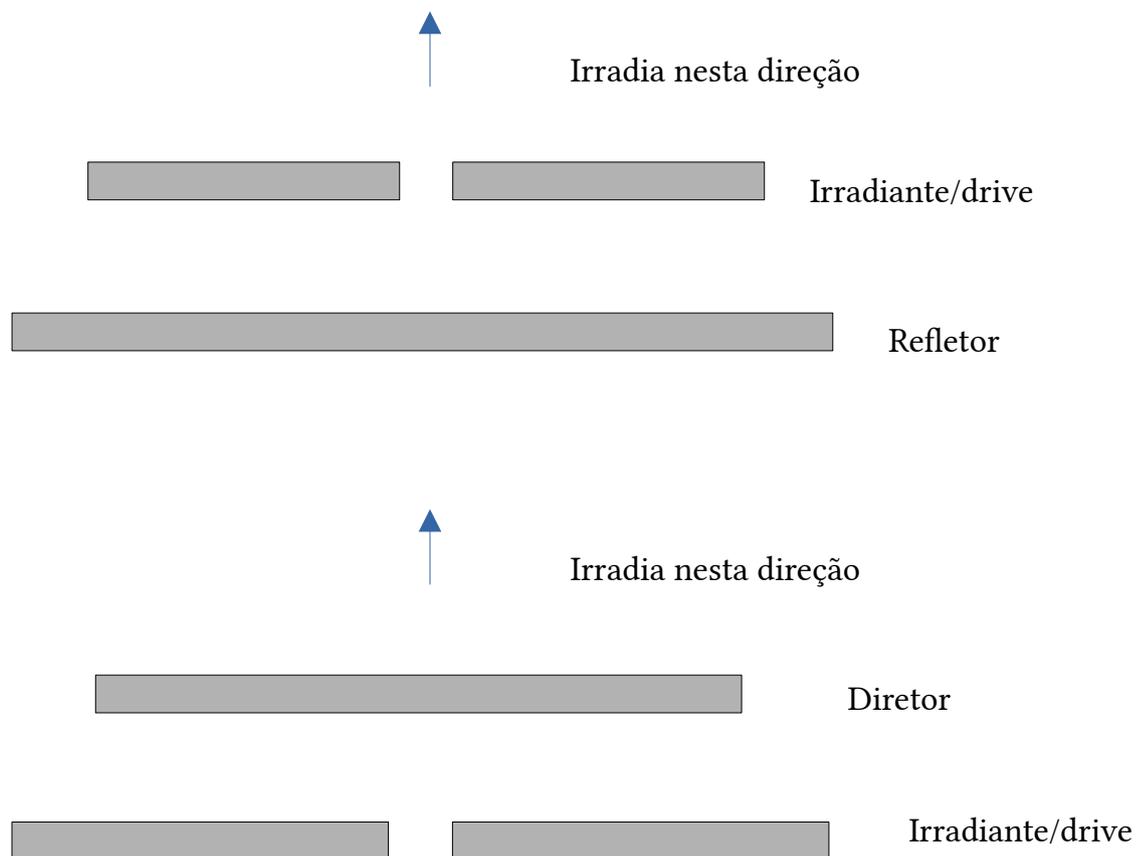
Todos os fios são soldados juntos e soldados no orifício. Veja que a malha do cabo coaxial faz terra, portanto, o conector deve ser aparafusado a uma barra em forma de L e preso a um cano metálico, formando o terra do sistema. Se seu RX não usa conector comum em rádios para transmissão, ele deverá ser ligado ao solo através de seu chassi.



## ANTENA YAGI-UDA

Para quem quer contatos a longa distância, ou chegar longe com o mínimo de potência, como no QRPismo, é obrigatório o uso de uma antena de alto ganho e de considerável relação frente/costa. Vamos ver alguma teoria das antenas Yagi. Note que os programas atuais calculam todos os parâmetros otimizados. Não há com o que se preocupar: é só arrumar os alumínio e montar a sua.... Fácil demais? E é!

Veja os desenhos abaixo:



A diferença que nós temos aqui é que no primeiro exemplo, nossa direcional de dois elementos tipo Yagi, tem o segundo elemento maior, portando chama-se refletor. No caso do elemento ser menor, ele vai na frente do irradiante e neste caso é chamado de diretor. Nós preferimos sempre que no caso de uma antena com dois elementos, haja um refletor e não um diretor.

O refletor é sempre 5% maior que o irradiante e o diretor é sempre 5% menos que o irradiante. O elemento irradiante é chamado também de "drive".

Na próxima página, vemos o programa do colega VE3-SQB para o cálculo de uma antena tipo Yagi. Segundo o autor, esse programa calcula a antena para que use diretamente um cabo coaxial de 50  $\Omega$ .

Um detalhe importante é que aumentando a distância entre os elementos, a impedância aumenta e aproximando, ela diminui. Pode-se ajustar a ROE de uma antena deste tipo apenas aumentando ou diminuindo a distância entre os elementos. Essa mudança na verdade altera a impedância da antena. Os programas para cálculos já otimizam esses parâmetros.

**YAGI-UDA ANTENNAS by VE3SQB**

INPUT FREQUENCY IN MHZ: **27.5**

IF USING TAPERED ELEMENTS, INPUT (IN DECIMAL INCHES) LARGEST AND SMALLEST DIAMETERS ELSE 1 AND 1

2 ELEMENT (selected) | ELEMENT DIAMETER: 1 (25.4mm)

1.0 L S 1.0

COMPUTE

REFLECTOR	50,736	21,679	DIR 7,8	0	0
DRIVEN	48,233	SPACING FROM PREVIOUS	DIR 9,10,11	0	0
DIRECTOR 1	0	0	DIR 12,13,14,15	0	0
DIRECTOR 2	0	0	DIR 16,17,18	0	0
DIRECTOR 3	0	0	DIR 19,20	0	0
DIR 4	0	0	DIR 21	0	0
DIR 5,6	0	0			

CONVERT TO METRIC

DECIMAL FEET TO INCHES

PRINT

WEBSITE

CM

Segundo cálculo padrão, o comprimento da gôndola (boom) é de  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda. Não há rigidez neste cálculo, mas ele influi na impedância da antena e na diretividade. Pode-se até ligar um cabo de 50 ou 75  $\Omega$  sem problemas, mas com certeza algo sairá perdendo. Quando otimizada, a impedância pode ficar de meros 5 ohms a centenas de ohms. O comprimento da gôndola pode variar de 0,15 a 0,30 comprimento de onda.

Veja acima o resultado para o cálculo de uma Yagi de 2 elementos para 27 MHz:

Refletor 5,07 metros aproximadamente.

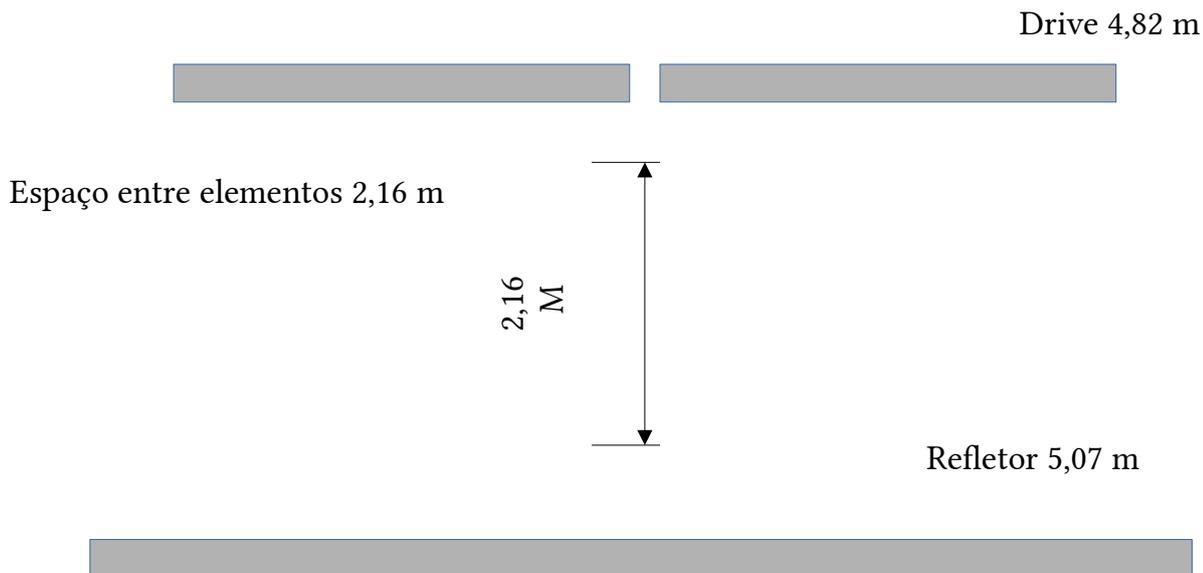
Irradiante 4,82 metros aproximadamente.

Separação entre os elementos 2,16 metros, aproximadamente.

O uso do gamma-match ou transformador de impedâncias é sempre bem vindo. A vantagem do gamma é que ele permite uma ampla margem de ajuste, o que não acontece com o transformador padrão, a menos que se conheça a impedância no centro da antena e, utilizando a fórmula padrão, calcular o transformador no comprimento de onda correto. Acredite, fique com o gamma-match!

## PROJETO PRÁTICO: YAGI 2 EL PARA 11 METROS

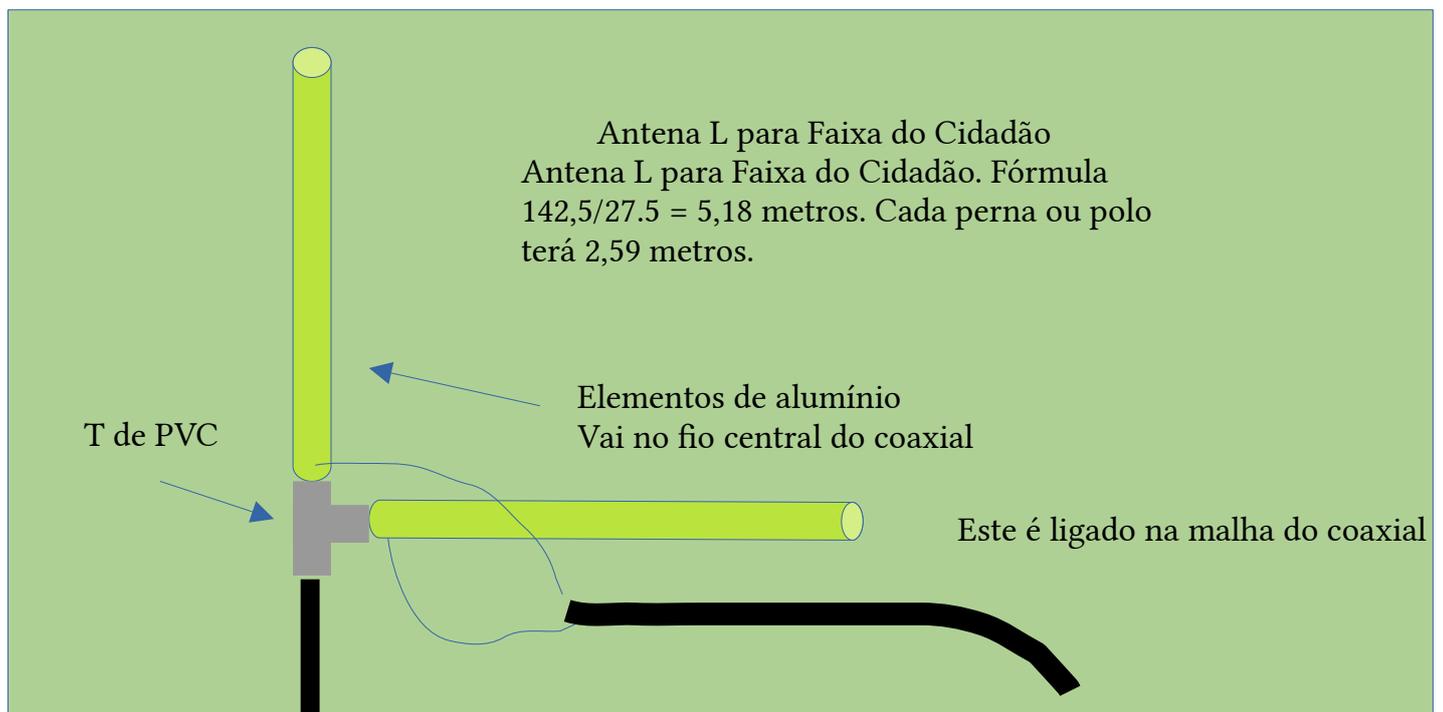
Esta antena está otimizada para receber um cabo coaxial de  $50 \Omega$  direto no irradiante. Sobre o ganho e relação frente/costas deste tipo de antena, veja literatura sobre o tema. Nas próximas páginas deste livro incluímos outro projeto prático de Yagi de três elementos, de alto ganho, segundo projeto do colega alemão DK7-ZB. Veja que neste caso, você precisa usar um gamma match capacitivo, conforme mostrado neste livro, ou o gamma feito com cabo coaxial de  $75 \Omega$  como mostra os desenhos na próxima página.



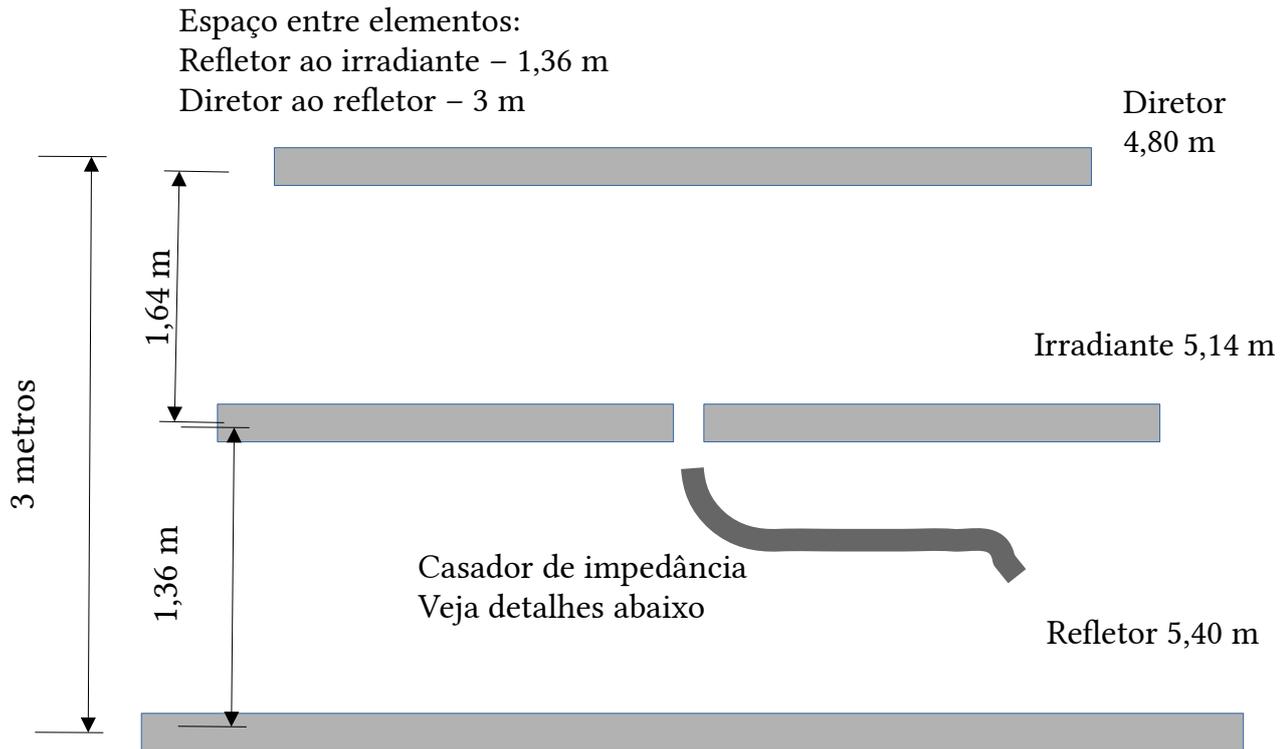
Nota: o espaçamento entre elementos é normalmente de  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda.

Exemplo:

Comprimento de  $\frac{1}{4}$  de onda em 27 MHz =  $75/27.5 = 2,70$  metros aproximadamente. Note que afastando ou aproximando os elementos você altera a impedância da antena e seu ganho frente/costas.



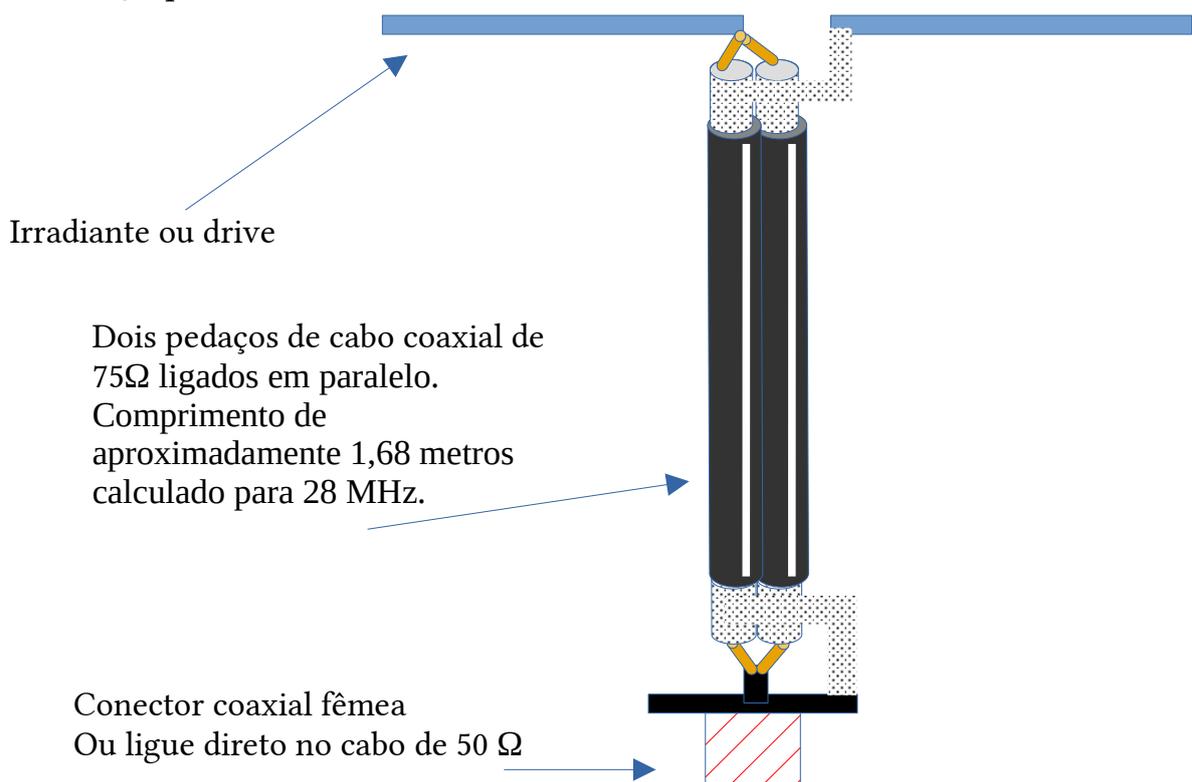
## DIRECIONAL YAGI DE 3 EL PARA 10 METROS DE ALTO GANHO

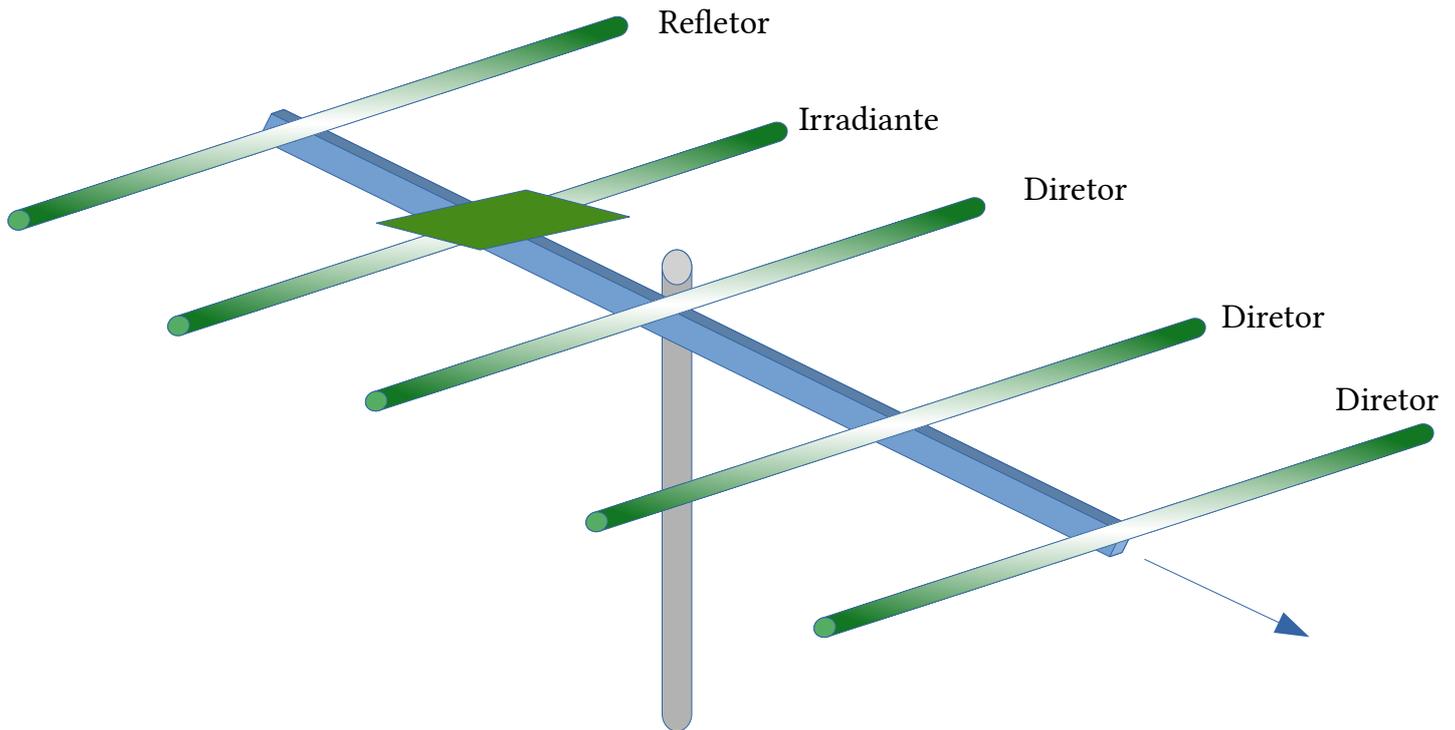


A impedância desta antena é de  $28 \Omega$ , o que lhe confere pelo menos 5 a 8 dB e uma relação frente/costas de quase 20 dB. Os dados foram retirados do site do colega DK7-ZB. Veja abaixo uma maneira de se construir um acoplador gama ou gamma match utilizando dois pedaços de cabo coaxial de  $75 \Omega$  no comprimento de  $\frac{1}{4}$  de onda ligados em paralelo.

A fórmula é:  $2xL/4xV$  (velocidade do cabo)

Neste exemplo, 1,76 metros cada pedaço de coaxial de fator de velocidade aproximada de 0,66. Este valor está estampado nos cabos coaxiais e é uma norma da ABNT. Cabos CATV tem uma velocidade de 0,80 aproximadamente mas lembro que as malhas costumam ser de alumínio ou aço, portanto, difícil de soldar.



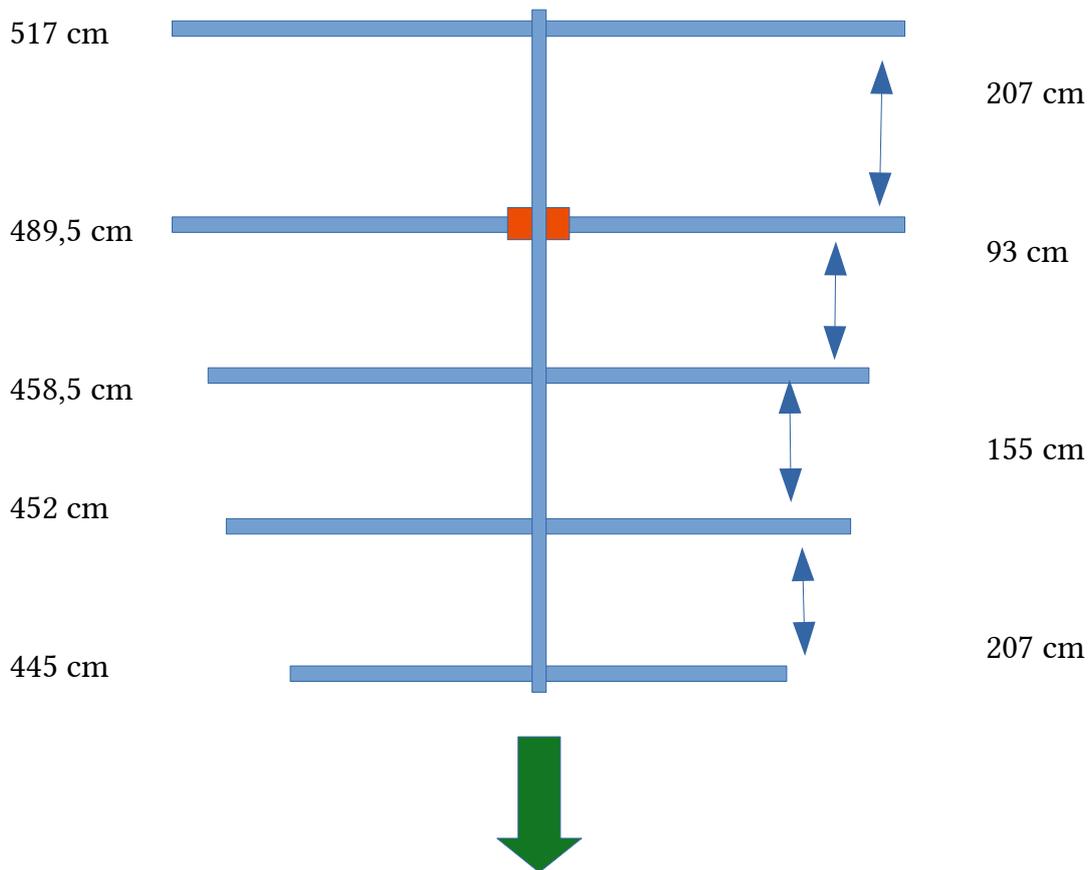
CANHÃO DE 5 ELEMENTOS PARA 12 A 10 METROS

Fórmula para calcular o comprimento e o espaçamento entre os elementos. Medidas em centímetro

Comprimento do refletor = $15.000/\text{MHz}$	517 cm
Espaçamento $(30.000/\text{MHz}) \times 0,20$	207 cm
Comprimento do dipolo = $14.000/\text{MHz}$	489,5 cm
Espaçamento $(30.000/\text{MHz}) \times 0,09$	93 cm
Comprimento 1º refletor = $13.300/\text{MHz}$	458,5 cm
Espaçamento $(30.000/\text{MHz}) \times 0,15$	155 cm
Comprimento 2º refletor = $13.100/\text{MHz}$	452 cm
Espaçamento $(30.000/\text{MHz}) \times 0,20$	207 cm
Comprimento do 3º refletor = $12.900/\text{MHz}$	455 cm

Esta antena foi calculada para impedância de  $50 \Omega$  o que significa que você pode ligar um cabo coaxial deste valor direto na vareta irradiante. Veja que o irradiante está separado no meio, num espaço de uns 2 centímetros.

Segundo cálculos feitos para esta Yagi, o ganho é de 5 a 8 dB. Não temos a relação frente/costas mas deve ser alto, o que confere a esta antena uma direcionalidade muito boa.



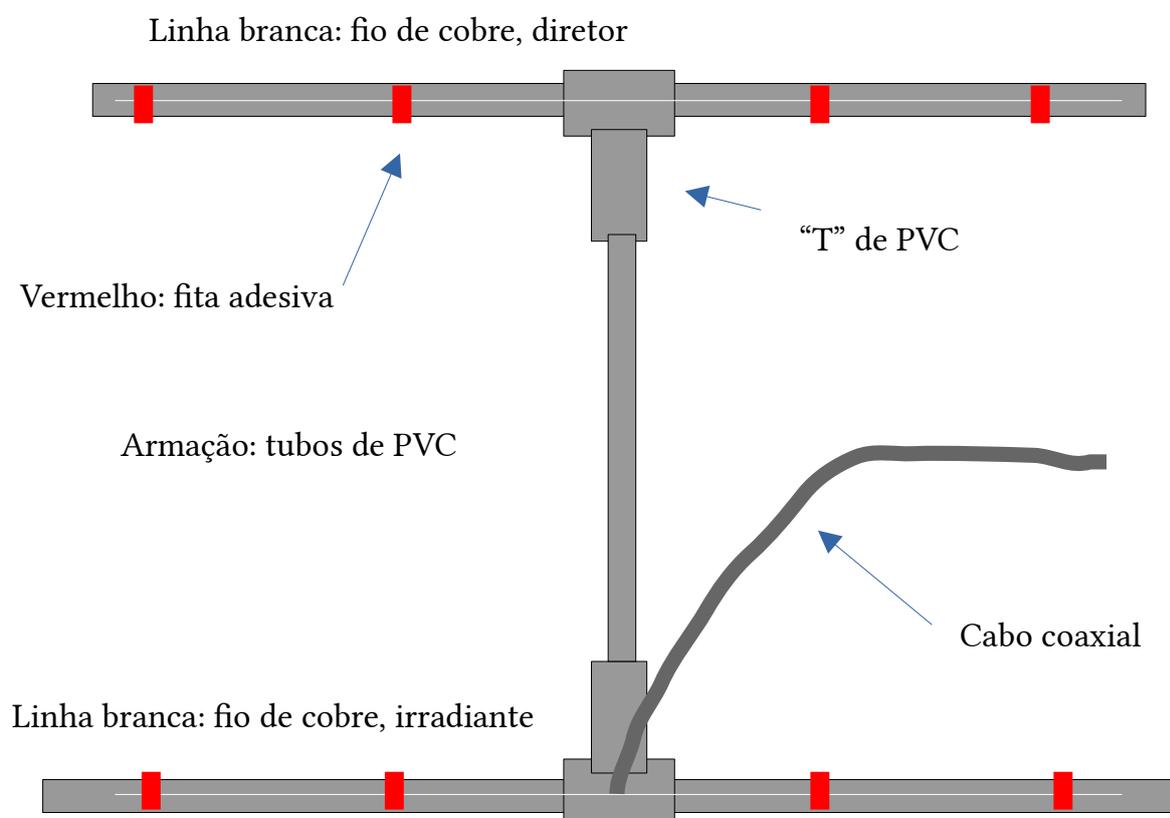
Esta “jamanta” irradia nesta direção, ou seja, sempre em direção ao elemento menor, no caso o terceiro elemento diretor

Somando-se os espaçamentos, vemos que nossa antena tem uma gôndola ou boom de praticamente 6,7 metros.

## ANTENA DESMONTÁVEL DE PVC TIPO YAGI

A propósito, por quê usar caríssimos tubos de alumínio se você pode usar um fio de cobre encapado para fazer sua direcional Yagi? A armação da antena, inclusive gôndola, pode ser tubos de PVC fino. Os fios que formam os elementos irradiante, refletor ou diretores, são afixados com fita isolante, de preferência, de alta fusão. Pode-se usar abraçadeiras.

Na figura abaixo, uma sugestão da sua Yagi de fio e PVC desmontável, usada em situações de emergência. Indicada para VHF.



O uso de PVC e fio rígido é uma sugestão, pois torna-se fácil desmontar, enrolar os fios e transportar numa mochila. Mas se você desejar, antenas para VHF ou UHF podem ser construídas com cepos de madeira roliça e varetas de solda à oxigênio, de preferências às de cor amarela, pois são revestidas de uma fina película de cobre.

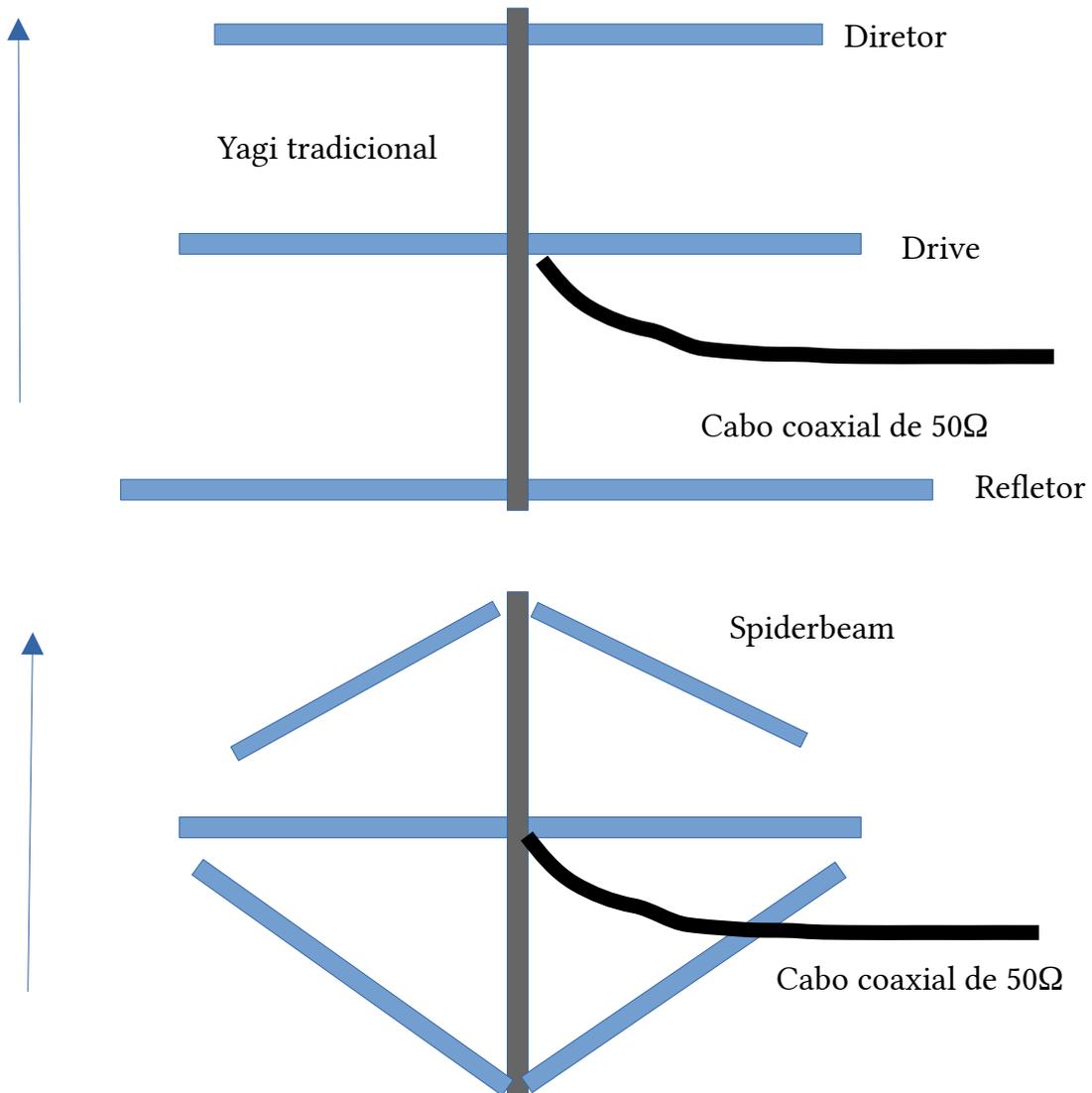
Vamos falar também sobre antenas de VHF, mas se você quer informações fartas sobre o tema, sugiro procurar o site do PY4-ZBZ, Roland Zurmely. Especialmente se você pretende construir antenas para ouvir ou trabalhar satélites, este site é referência mundial.

## SPIDER BEAM

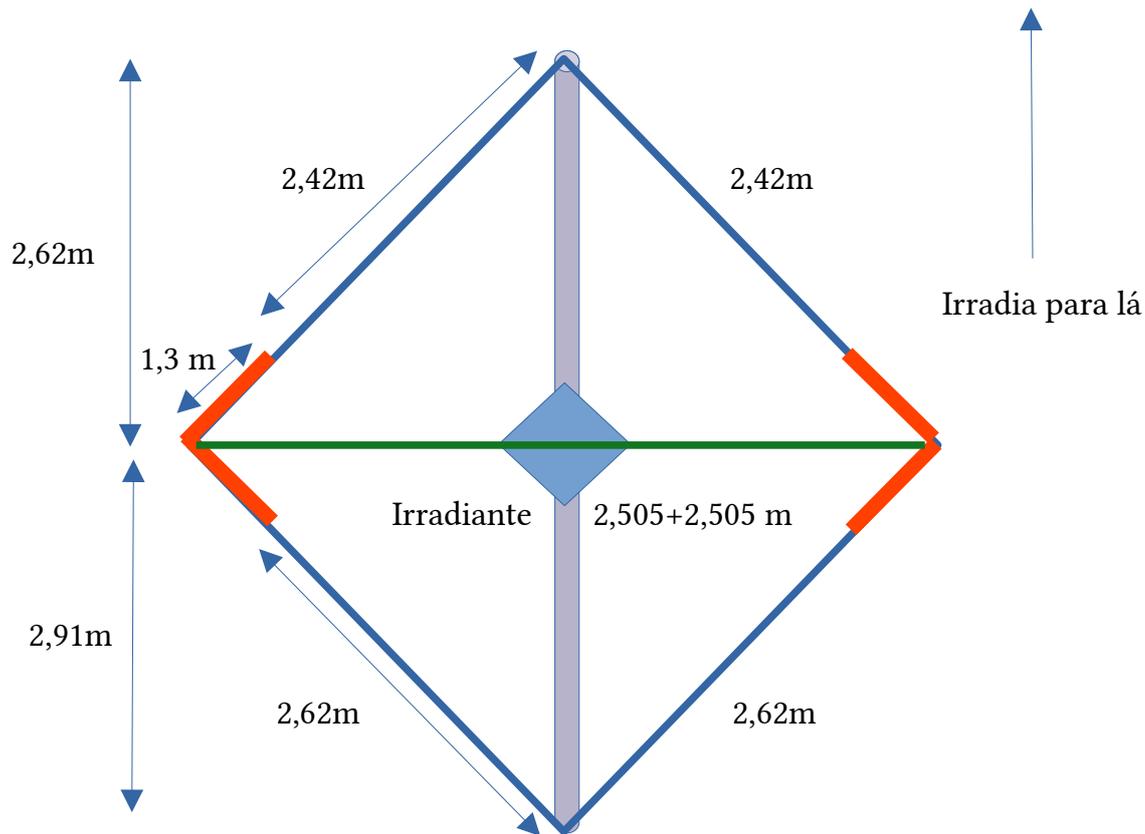
Conhecida como spiderbeam, esta antena inventada por G4-ZU é uma variante de uma antena Yagi-Uda de três elementos, porém o diretor e o refletor estão em forma de seta. O resultado segundo os apaixonados por este tipo de antena é o alto ganho obtido com a mesma, algo em torno de 5 dB sobre um dipolo e o ganho frente/costas algo como 25 dB.

Os cálculos são os mesmos para uma antena Yagi mas abaixo temos as medidas prontas para quem quiser experimentar.

O driver ou irradiante é um tubo de alumínio mas na Spiderbeam o diretor e o refletor são fios encapados de cobre. Economiza material. A gôndola deve ser de material isolante, como vara de pesca de fibra de vidro.



Para facilitar, o comprimento total (perímetro) do fio diretor é de 4,84 metros e o refletor, 5,25 metros. O irradiante, tubo de alumínio mede 5,10 metros. Lembrando que esse tubo é seccionado, ou seja, no centro dele será ligado o cabo coaxial ou um balun para casar a impedância. Os dados que encontramos mostram a ligação direta de um cabo coaxial de 50Ω no centro do dipolo irradiante.

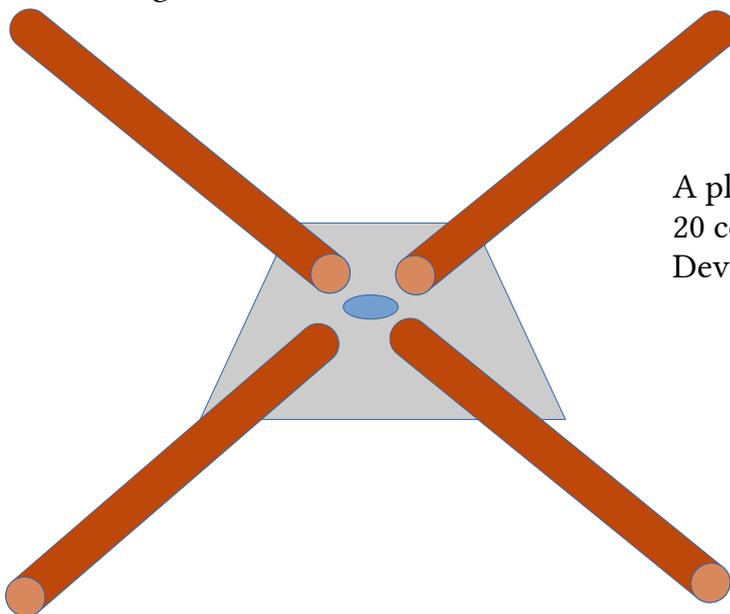


A linha vermelha são os isolantes de cordinha de nylon. A gôndola é de material isolante como uma vara de pesca de fibra de vidro. Poderia até usar PVC mas com certeza será um desastre!

O irradiante é um tubo de alumínio e o diretor e o refletor são fios de cobre de um bom diâmetro.

Nas pontas do irradiante você pode usar um pequeno pedaço de PVC, onde serão ligadas as cordinhas de nylon. Pode-se usar uma presilha ou simplesmente dar um nó no fio e amarrar aí a cordinha isolante.

A gôndola ou boom mede no mínimo 5,53 metros.



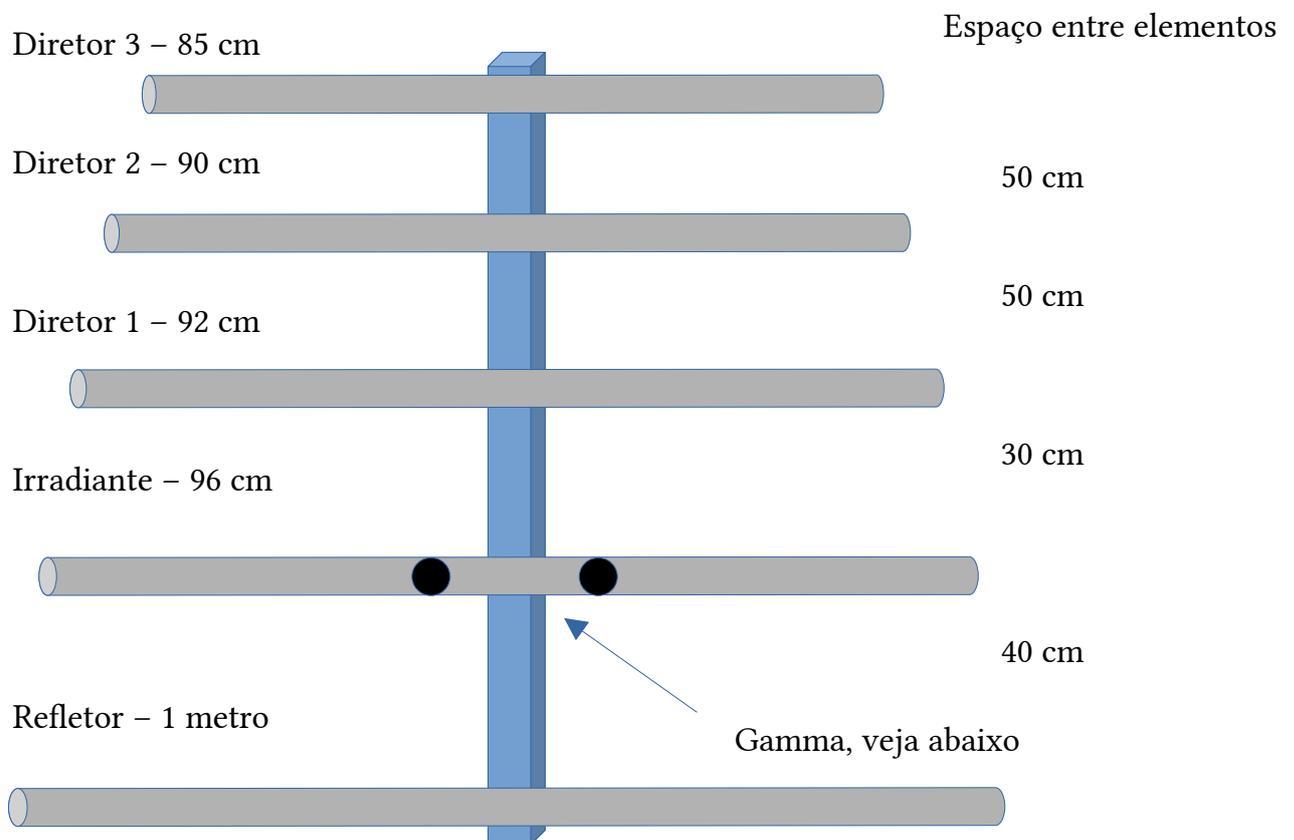
A placa de alumínio ou ferro pode ter 20 centímetros de cada lado (20x20)  
Deve ter pelo menos 3 mm de diâmetro.

## DIRECIONAL YAGI DE 5 ELEMENTOS PARA VHF

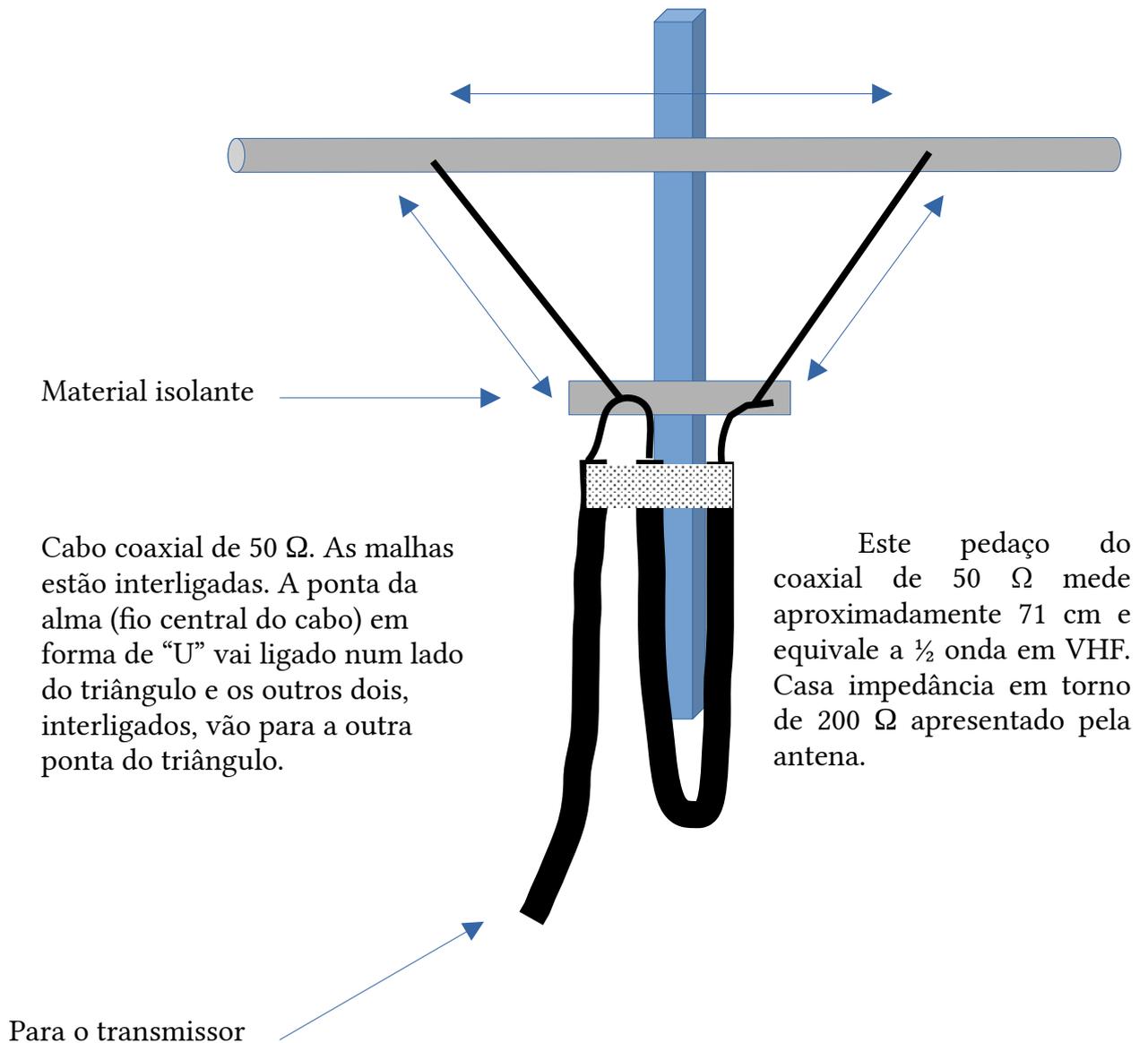
Esta é uma antena clássica e funciona muito bem, conforme já comprovamos na prática, além de ser de fácil montagem.

A gôndola ou boom, pode ter de 2 a 7 cm de diâmetro e 1,80 m de comprimento, podendo ser tubo quadrado. Se quiser, você poderá isolar os elementos da gôndola, através de uma mangueira ou outro material isolante. Alguns colegas dizem que fica menos “ruidosa” a antena feita assim. Poderia também, e com vantagem, usar a gôndola de PVC.

Os elementos em forma de delta são dois fios de pouco mais de 1 mm, tendo a distância (entre 22 a 25 cm) ajustada ao longo do elemento irradiante para a menor ROE.



Este triângulo tem de 15 a 22 cm de cada lado



CONSTRUA UMA ANTENA “L” PARA VHF POR MENOS DE DEZ REAIS

Ao recebermos nosso novo Voyager VR-B-1802V para a faixa de VHF, só tínhamos uma opção de antena, que era a Quadra Cúbica utilizada em eventos especiais. Precisávamos urgentemente de uma outra antena para substituir nossa Plano Terra da Aquarius que demos de presente a um colega da Defesa Civil aqui da cidade. Pesquisando nosso livro “Manual das Antenas” encontramos um artigo que nos deu uma ideia brilhante, além daquela que estava lá, como orientação sobre antenas de emergências.

A solução é bastante simples e barata: tudo o que você vai precisar é de um conector coaxial fêmea, base quadrada – a que usamos – ou base redonda, de rosca. Até mesmo em sucatas de rádios PX você encontra esse tipo de conector, pois é um padrão universal.

Explicando de modo simples, construímos um dipolo em forma de L devido a pressa em testar o radinho novo e estar no ar para participar das rodadas em 146.400. Se você colocar mais radiais, terá uma excelente plano terra a um custo de 10 reais, que na verdade, é o preço do conector aqui na cidade.

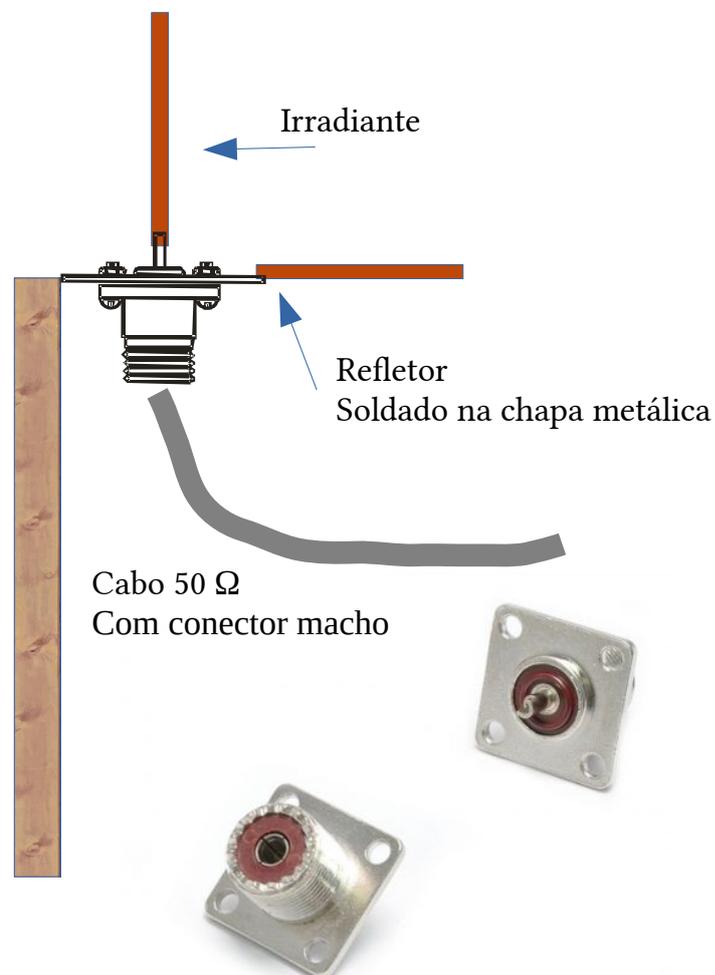
Os elementos irradiantes são varetas de solda\* amarela, encontradas em lojas especializadas em materiais para serralheria. Esse tipo de vareta, de 1,5 a 3 mm de diâmetro é composto de uma liga de cobre que facilita sua soldagem.

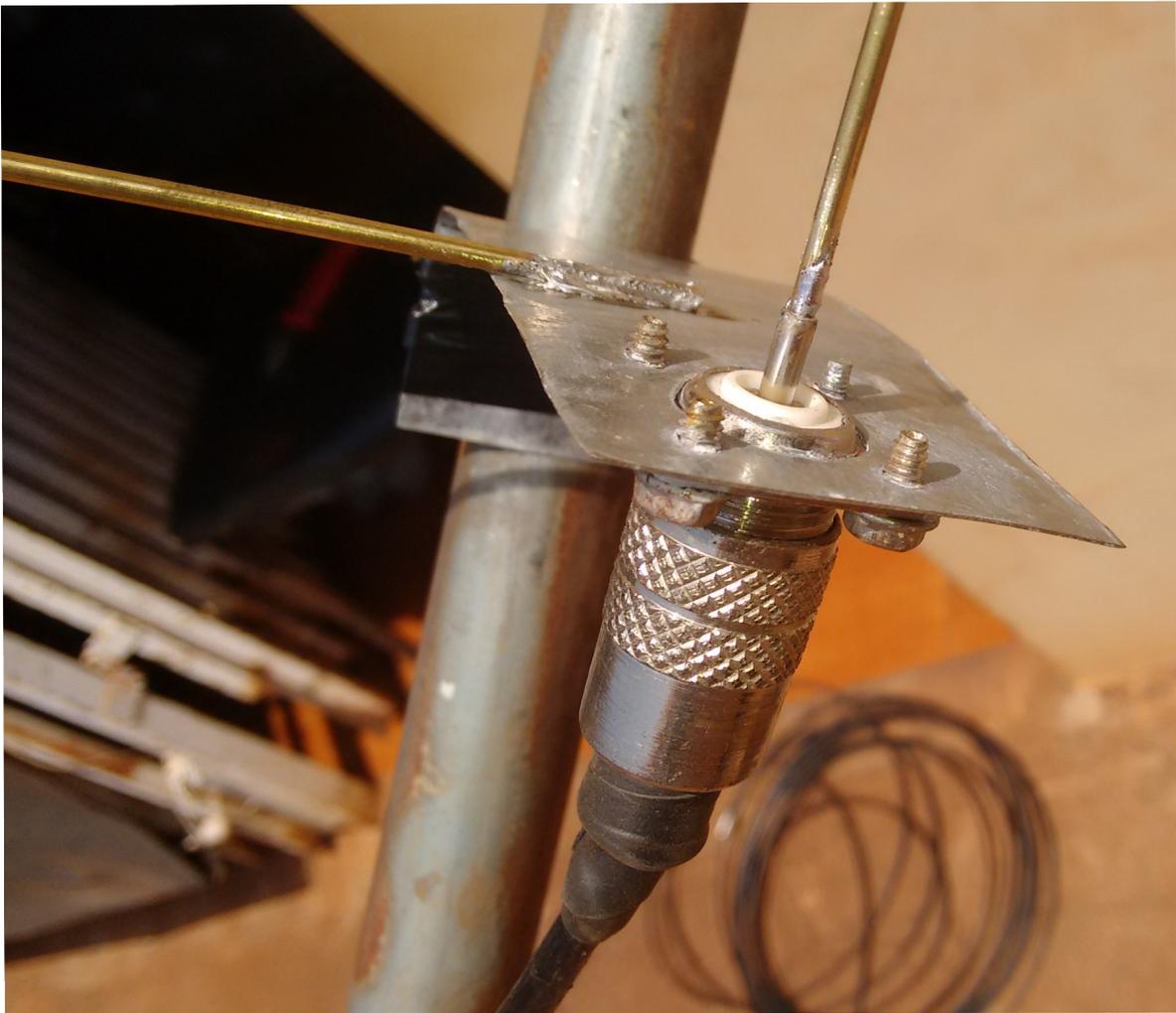
A vareta vertical é enfiada no tubinho central do conector e soldado ali. Eu utilizei uma vareta de diâmetro maior e por isso tive que desbastar num esmeril improvisado com um HD de computador. Entrando apertado e soldado, está lá fora aguentando as intempéries sem problemas.

O elemento horizontal foi soldado numa chapinha de zinco. Bem lixada, o zinco também pega solda sem problemas. Essa chapinha tem o formato de um L e na parte mais curta, fiz um furo para caber justo a parte roscada do conector coaxial, que fica para baixo. Embaixo, é onde conectamos o conector coaxial macho e o cabo que vai ao transceptor.

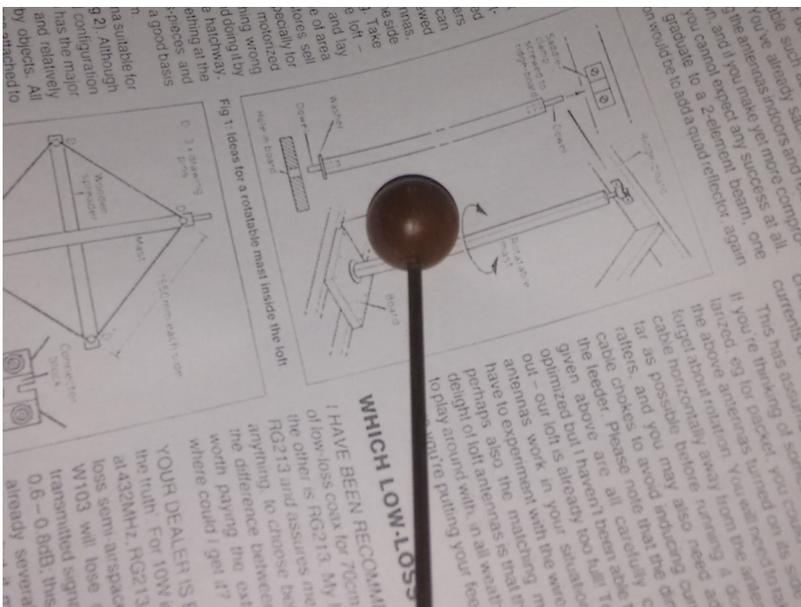
As fotos “falam” claramente o que fizemos. Uma improvisação quase profissional e de baixo custo.

Estes são os conectores fêmea. A parte roscada fica para baixo no suporte em forma de L, pois nosso cabo tem um conector macho em cada ponta, facilitando em muito sua utilização em várias antenas e experiências em campo. A parte interna é onde soldamos nossa vareta de solda amarela, um fio grosso de liga metálica excelente para fabricação de antenas VHF/UHF e de fácil aderência de solda.

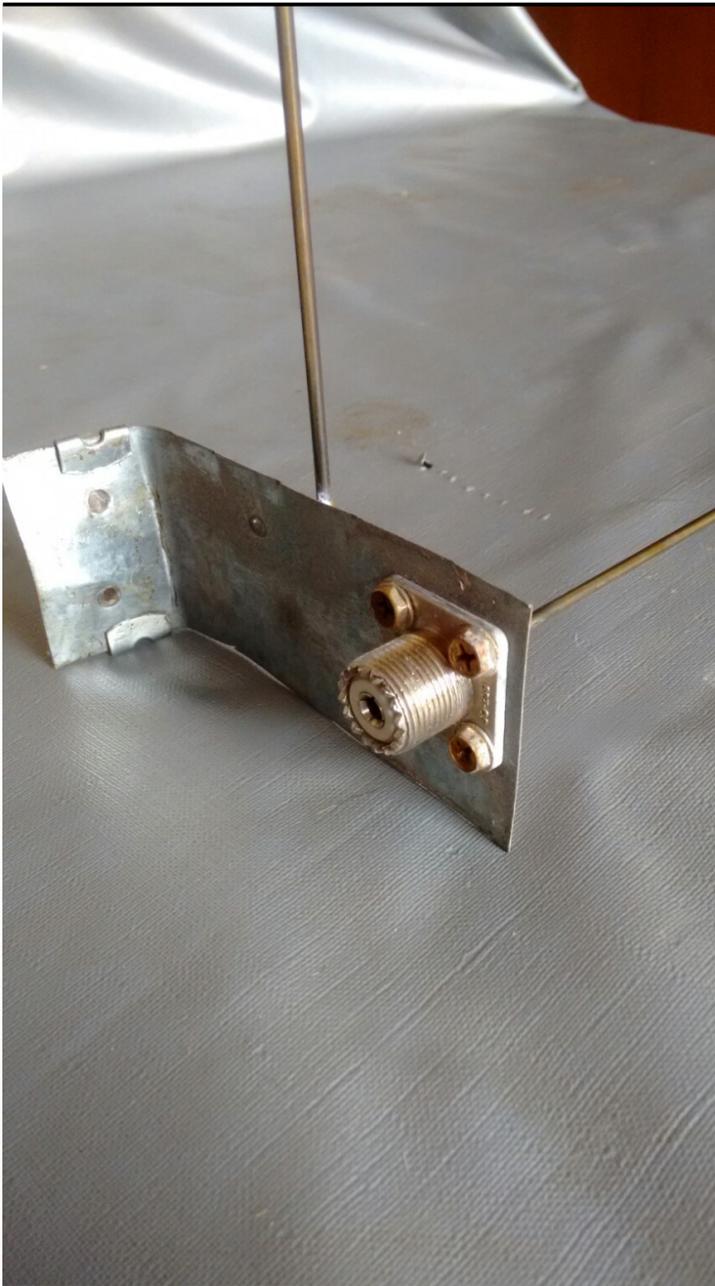




Notem que a antena está sem a proteção contra intempéries para fins de sessão de fotos. Com as medidas utilizadas, tivemos ROE de 1,2:1 medidos em nosso aparelho da Soundy, adquirido em 1980. Cada vareta mede:  $75/146=0,51$  cm cada elemento. Você pode utilizar quantos refletores quiser, mas até 4 são práticos.

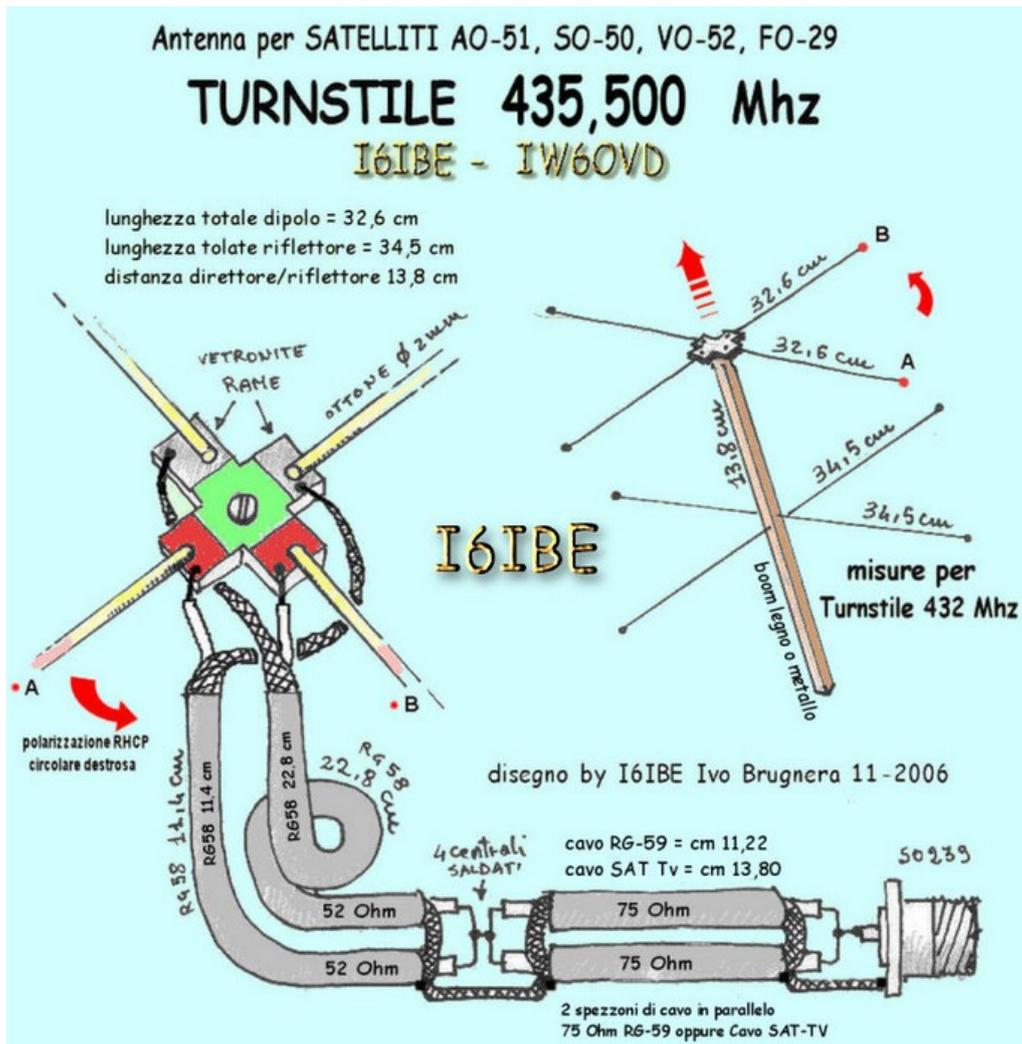


Em todas as antenas que montamos com varetas de solda, colocamos na ponta estas bolinhas de plástico facilmente encontradas em lojas de aviamento para artesanatos. É uma medida de segurança, visto que as pontas pode facilmente cegar uma pessoa.



A lambuzeira toda é cola quente, que utilizamos para tornar as ligações à prova d'água. Ficou quase um ano sobre o telhado. ROE de 1:1

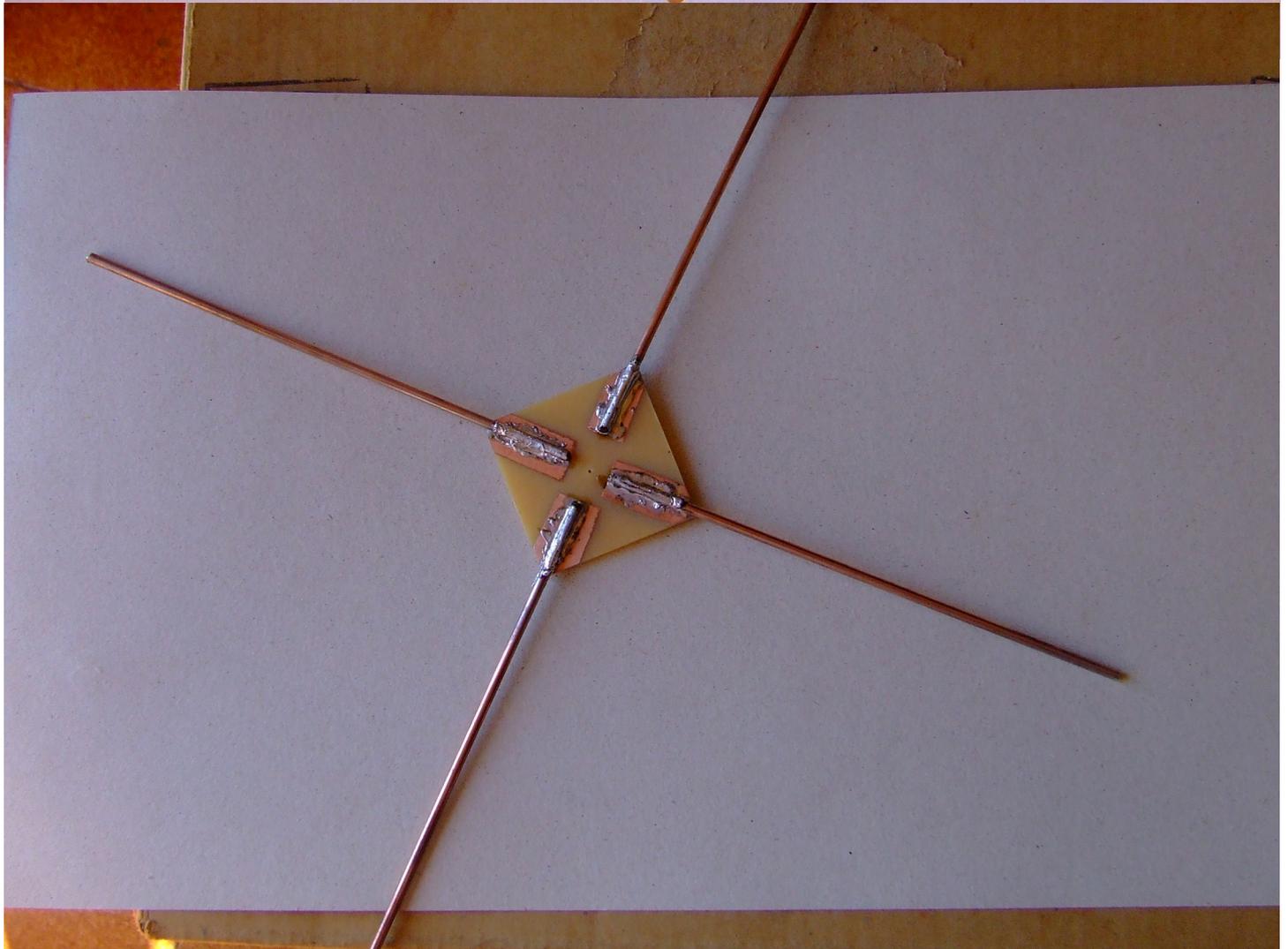
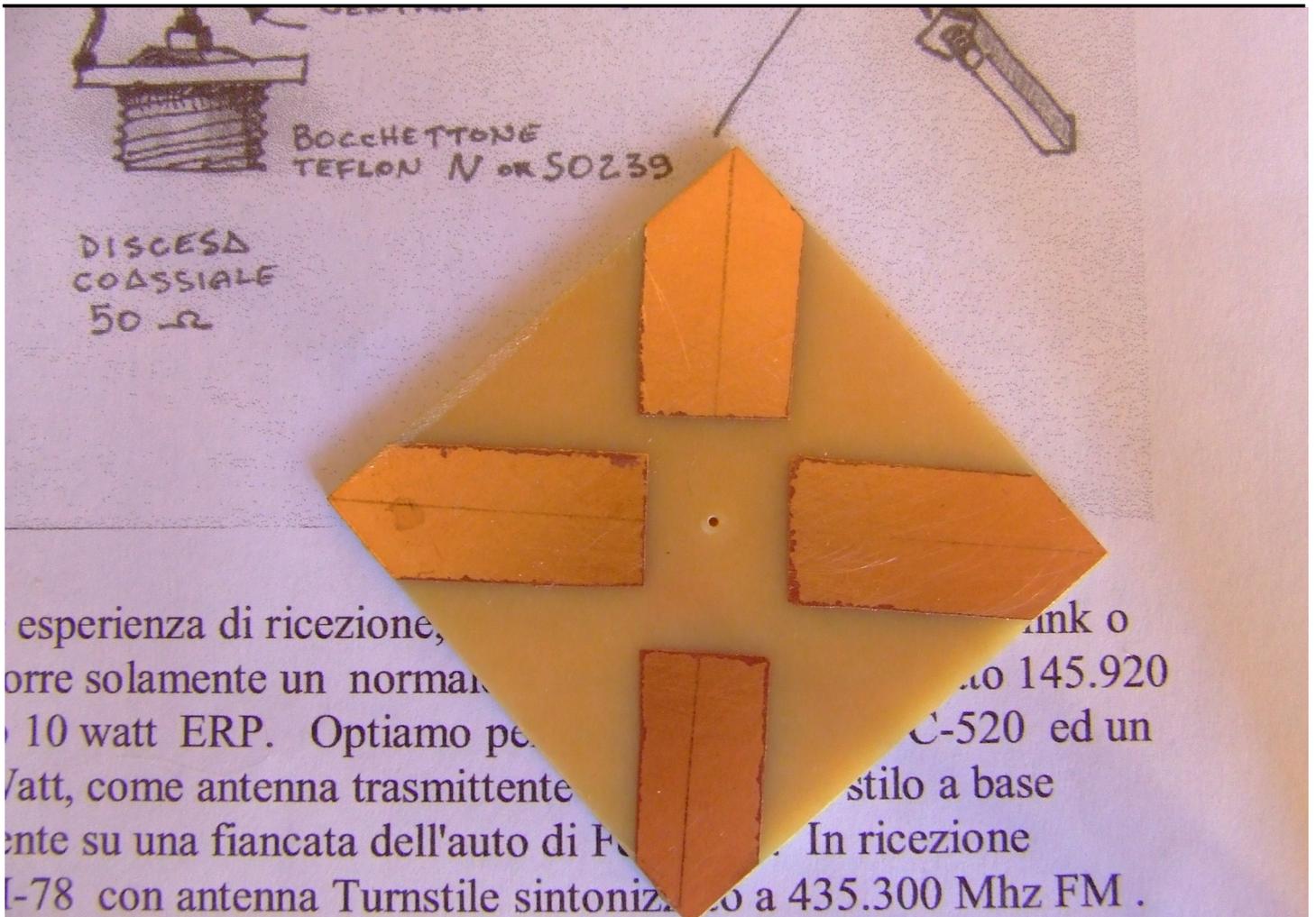
## Monte uma antena turnstile para recepção de satélite

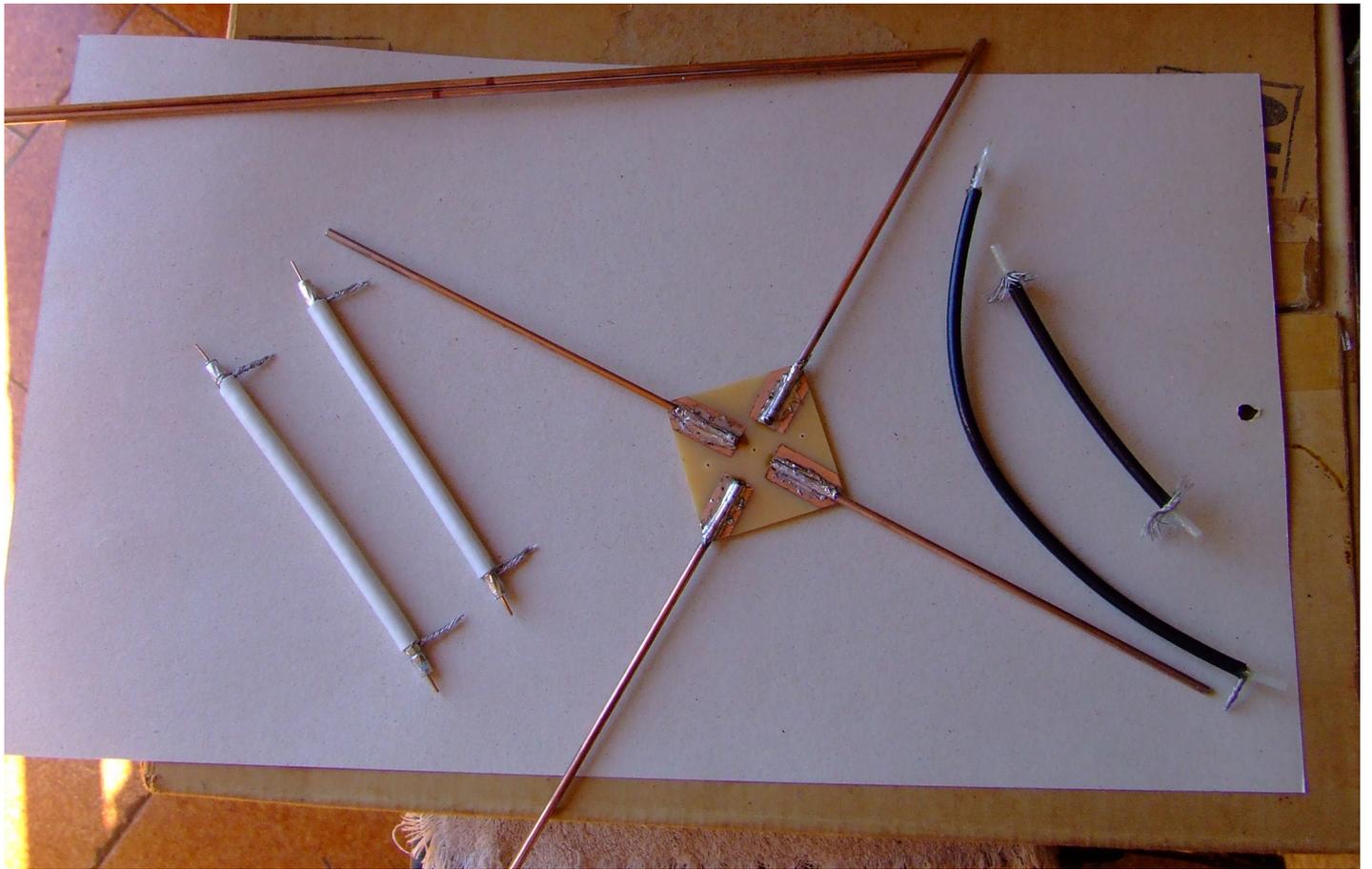
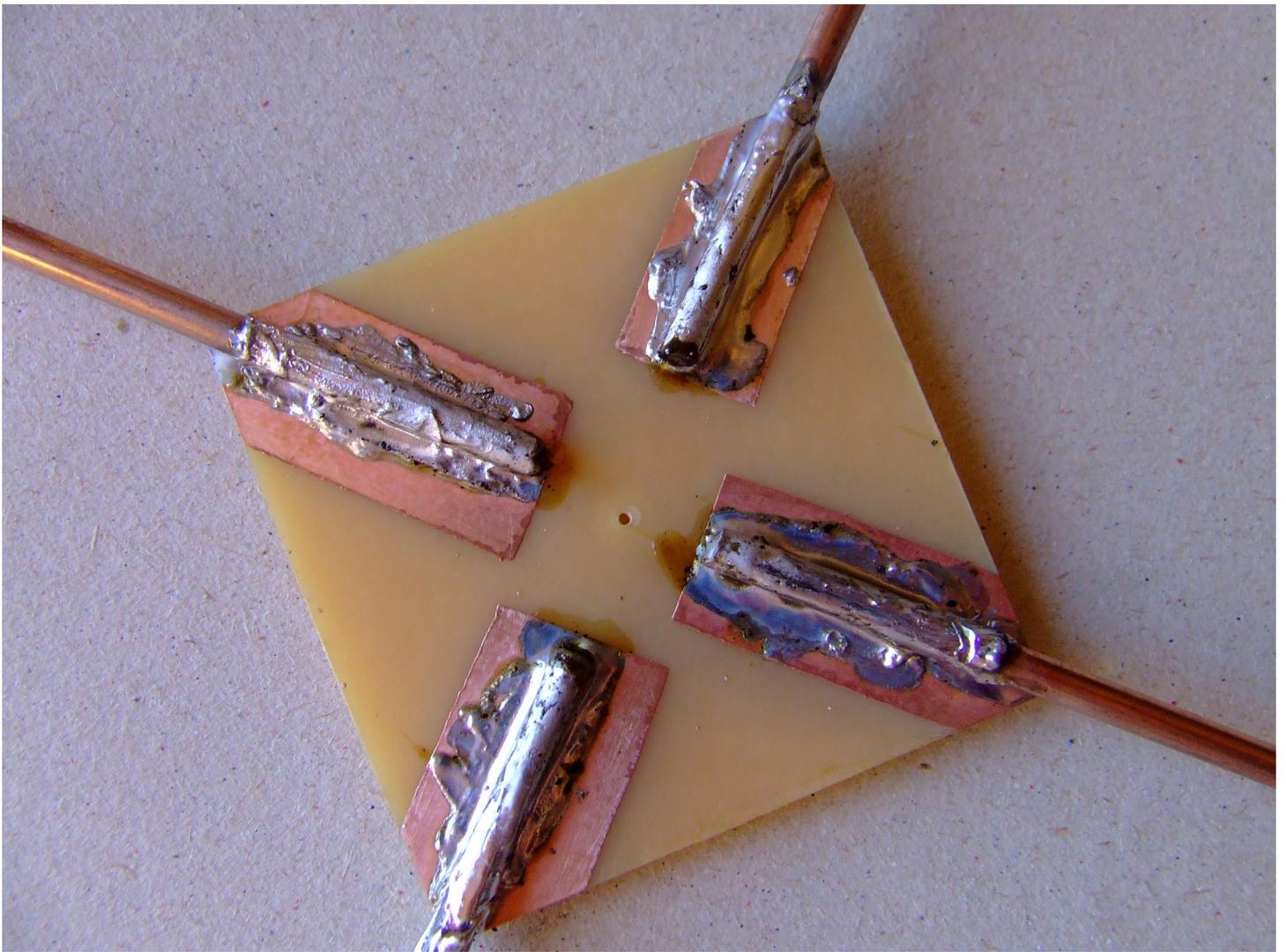


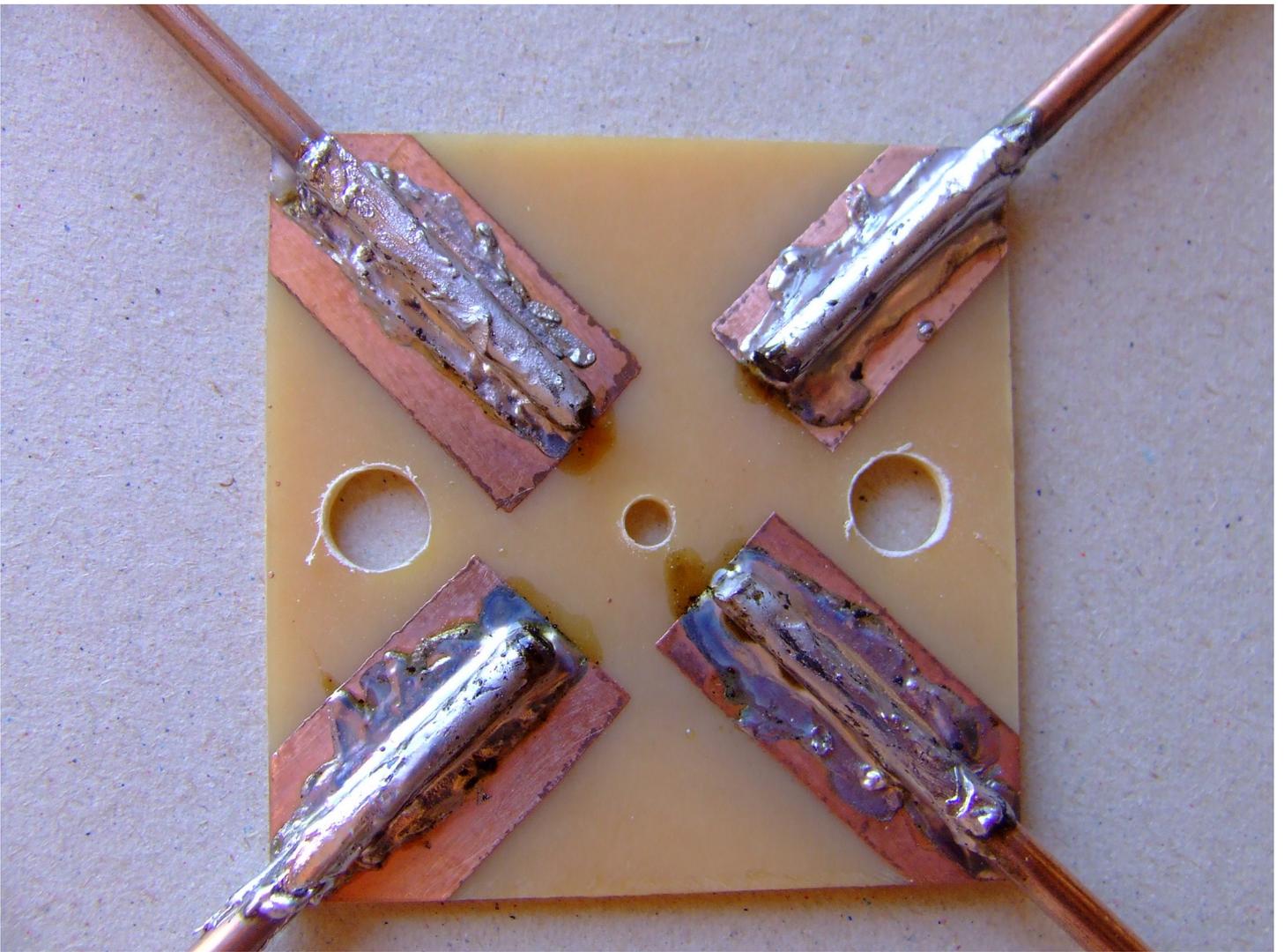
Esta antena foi projetada para recepção de satélites em UHF, pois tem polarização circular e pela sua pequena dimensão, pode ser usada até em HT. O desenho com detalhes da construção da antena e suas medidas, é do colega italiano Ivo Brugnera I6-IBE, cuja página na internet é riquíssima em montagens para radioamadores apaixonados por satélites e operação QRP. Veja aqui: <http://www.radioamatoriplegni.it/i6ibe/>

Em nossa montagem, utilizamos material que tínhamos disponíveis por aqui. Os dipolos foram construídos com varetas de solda de uns dois milímetros de diâmetro. Pensávamos que era de cobre puro, mas na verdade estas varetas são de um metal branco, ferroso com uma fina capa de cobre. Foi muito fácil soldar as pontas das varetas na placa de circuito impresso. Aqui vai uma dica: passe uma generosa camada de solda na PCI. Solde, esfregando a ponta do ferro na extremidade da vareta. Acredite, a solda derrete com facilidade e, ainda quente, encoste na PCI e solde as beiradas. Veja o desenho e entenderá o que queremos dizer. Ficou muito firme.

O cabo coaxial de 75 ohms é um destes brancos, que o pessoal usa para antenas parabólicas e internet. Apenas um detalhe: a malha não solda “nem que a vaca tussa!” Acredito ser de alumínio. Enrolamos um pedacinho de fio fino e metemos a solda por cima. Ficou OK. Veja no desenho do Ivo que tem as medidas para este tipo de cabo e o comum RG-59.







Acima, a soldagem feita com um ferro comum, de 40 watts de potência. Não foi difícil fazer esta solda, embora pensássemos de início que daria uma mão de obra muito grande. O difícil mesmo foi fazer as emendas dos cabinhos de 75 ohms que não pegam solda. Cuidado com este plástico metalizado (blindagem). Eu recorto no toco, para evitar algum tipo de curto circuito.

Veja que os dois vivos (alma) do cabo coaxial estão do mesmo lado e a malha, também do mesmo lado passando pelos dois furos. Isso tem tudo a ver com a polarização da antena.



Este cilindro (pauzinho, cêpo) é de madeira e tem uns 25 mm de diâmetro. Você encontra de graça no lixo, pois são usados para sustentar *banner* de propaganda!

Veja que os furos dos dois refletores estão um pouco separados um do outro, pois as duas varetas traspassam a madeira. No caso dos dois dipolos irradiantes, fizemos um furo central na PCI e aparafusamos no centro da vareta e colamos com cola branca.

Resultados? A antena funciona e logo de cara conseguimos captar o sinal de CW de um satélite, cuja rota acompanhamos no programa Orbitron.

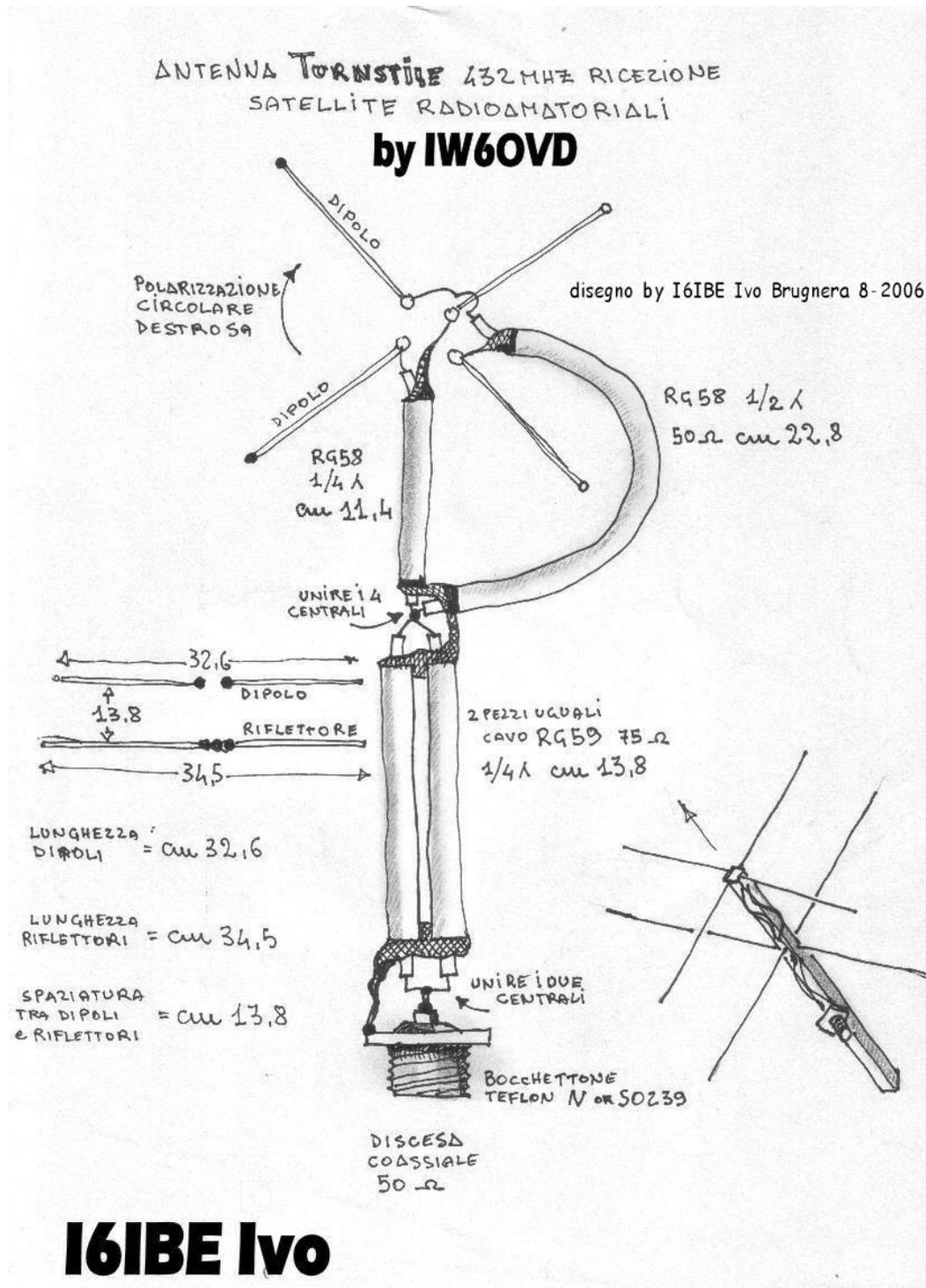
Os créditos para esta antena é toda do Ivo Brugnera, I6-IBE que nos brinda com um excelente desenho e dados técnicos. É só copiar e usufruir de uma excelente antena para recepção de satélites em UHF. Nós utilizamos um FT-817 que tem todas as modalidades de transmissão, inclusive em V/UHF.

Na página seguinte, outro desenho da mesma antena. Foi deste desenho que montamos nossa anteninha “perseguidora” de satélites, carinhosamente chamados de “passarinhos” pelos apaixonados pela comunicação via satélite radioamadorísticos.

A propósito, expresse seu desagrado junto à ANATEL, que tem permitido que estações comerciais usem nossa faixa de UHF, mesmo que em caráter “secundário”. Aliás, que significa este “secundário”? Usando nossa faixa e interferindo em comunicações internacionais de satélites é problema sério.

Nossa página oficial na internet é:

[Www.revistaradioamadorismo.blogspot.com.br](http://Www.revistaradioamadorismo.blogspot.com.br)



## I6IBE Ivo

Nota: Se você pretende montar uma antena destas apenas para recepção em UHF, não precisa se preocupar com minúcias sobre o cabo acoplador ou gamma. Nós ligamos o cabo direto nos irradiantes da antena e funcionou muito bem. Para transmissão, porém, você deve casar bem a impedância e deixá-la o mais próximo de 1:1 visto que os aparelhos que transmitem em UHF costuma ter baixa potência.

Veja na página 99 como ligar duas antenas em paralelo.

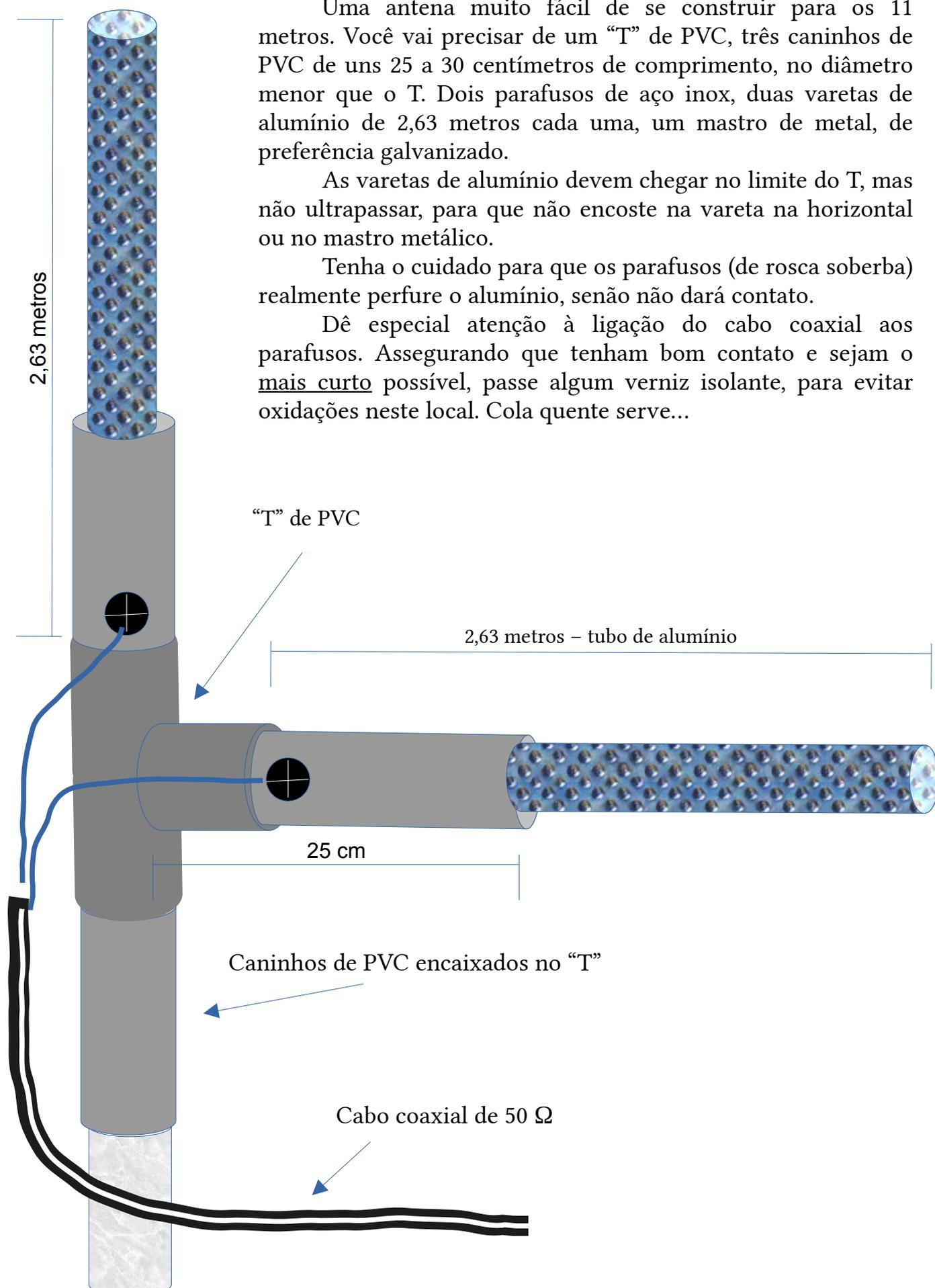
## ANTENA "L" PARA OS 11 METROS (FAIXA DO CIDADÃO)

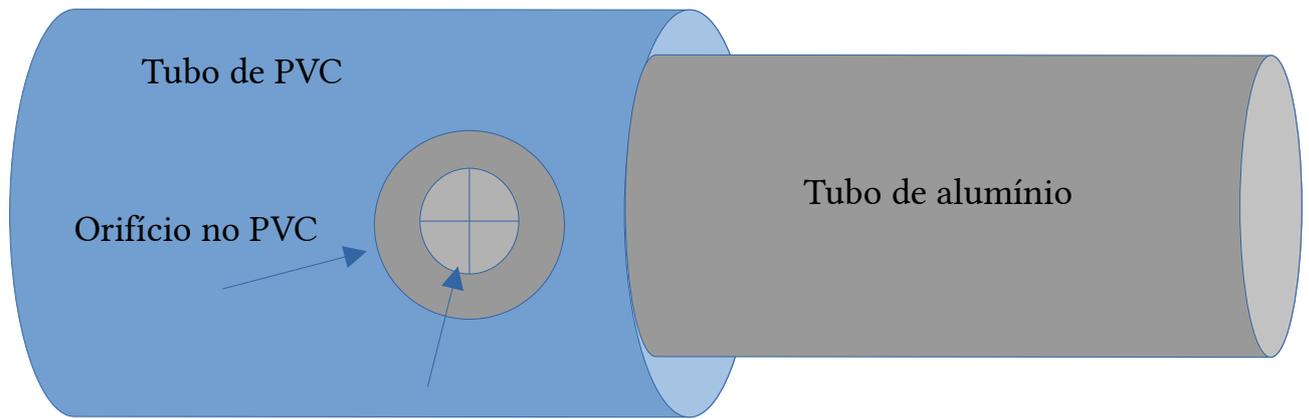
Uma antena muito fácil de se construir para os 11 metros. Você vai precisar de um "T" de PVC, três caninhos de PVC de uns 25 a 30 centímetros de comprimento, no diâmetro menor que o T. Dois parafusos de aço inox, duas varetas de alumínio de 2,63 metros cada uma, um mastro de metal, de preferência galvanizado.

As varetas de alumínio devem chegar no limite do T, mas não ultrapassar, para que não encoste na vareta na horizontal ou no mastro metálico.

Tenha o cuidado para que os parafusos (de rosca soberba) realmente perfure o alumínio, senão não dará contato.

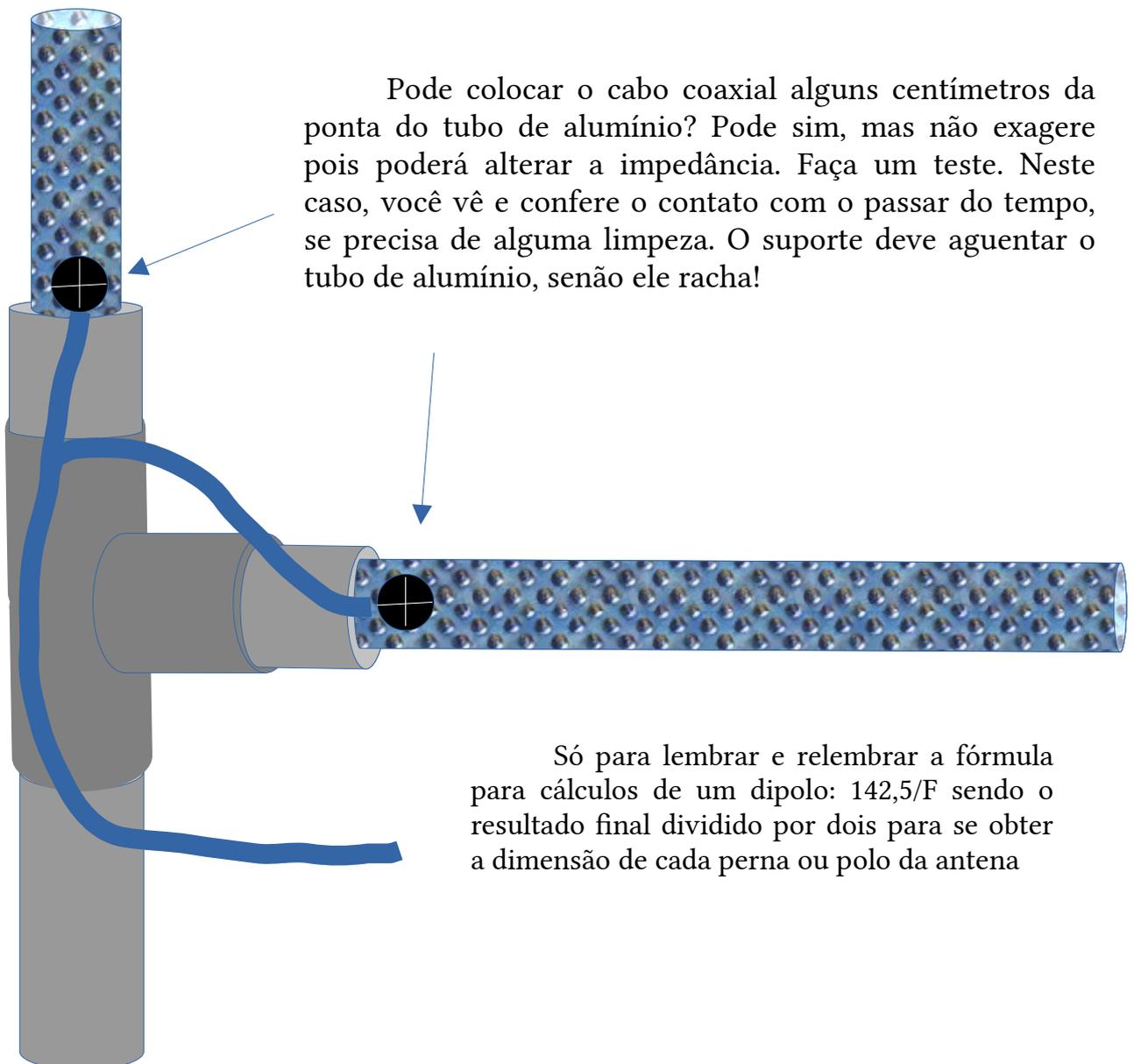
Dê especial atenção à ligação do cabo coaxial aos parafusos. Assegurando que tenham bom contato e sejam o mais curto possível, passe algum verniz isolante, para evitar oxidações neste local. Cola quente serve...





Lá dentro, o parafuso com rosca soberba

Não sei se você vai entender a figura, mas é assim: faça um orifício maior que a cabeça do parafuso para ter acesso ao alumínio no centro do cano de PVC. Desse modo, você coloca o parafuso com uma arruela de contato direto no alumínio, sem ter medo de que o contato não ficou legal.

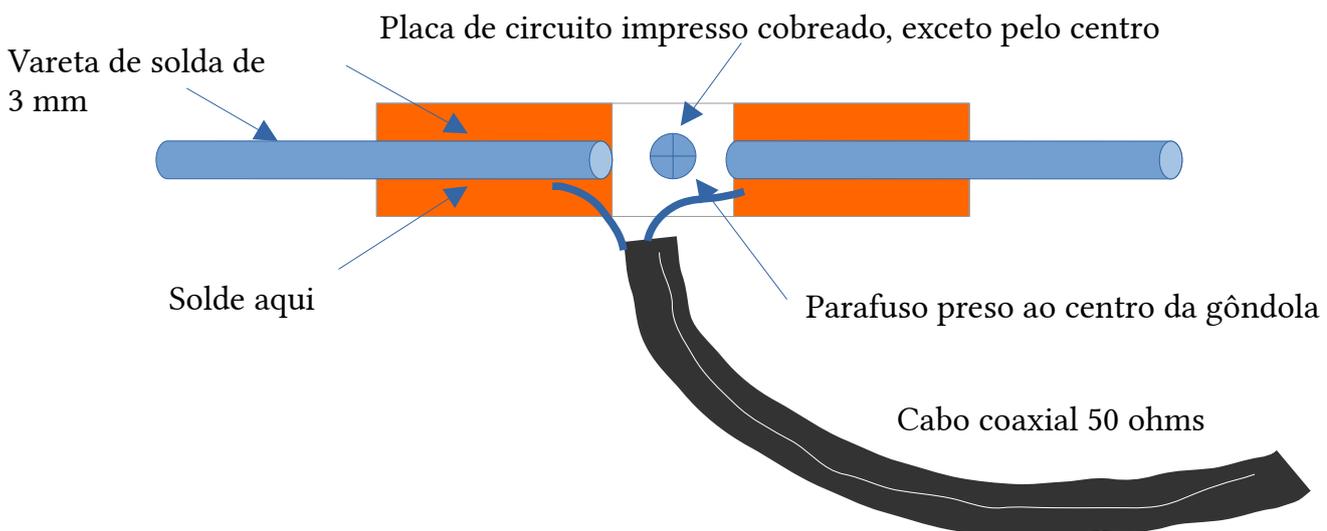


## Antena de transmissão para V/UHF especial para satélites

Ainda fazendo experiências com satélites, resolvemos montar uma antena que dá um certo ganho na transmissão (10 dBi em UHF e 6,3 dBi em VHF), especialmente em VHF, já que em alguns deles a faixa de subida é em VHF e descida em UHF. Nossa escolha não poderia ter sido melhor: uma antena projetada pelo renomado colega Roland Zurmely – PY4ZBZ - que trabalha nas duas bandas e utiliza um único cabo coaxial.

Evidentemente, utilizamos o material que tínhamos em mãos, mas os resultados foram extraordinários: ROE de 1:1 em VHF. Refizemos o desenho e colocamos detalhes das medidas, que tivemos que levantar antes de preparar a gôndola – novamente um pau roliço de banner. Pode-se também usar um cabo de vassoura, desde que seja de madeira!

Devo dizer que nossa antena ficou um tanto “delicada”, especialmente o suporte do dipolo, no caso um pedacinho de fenolite cobreada. Os elementos foram encaixados em rasgos feitos na madeira com uma serrinha e depois colados com cola para madeira, para dar uma certa firmeza na estrutura e por fim receberam uma generosa camada de cola quente. Abaixo um desenho de como ficou preso o elemento irradiante, neste caso para VHF.



Diferente da antena original, nós utilizamos varetas de solda com diâmetros de 3mm para VHF e 1,5 mm para os elementos de UHF. Neste caso o espaçamento do elemento irradiante (IV e IU) respeitou o projeto onde o autor utilizou diâmetro maior. Nosso desenho é exatamente o que fizemos na prática.

Aconselho você a levar a sério o comprimento exato dos elementos, especialmente os de UHF, já que a diferença deles pode ser de míseros 2mm! Use uma régua metálica ou uma trena de boa qualidade. Faça o serviço sobre uma mesa ampla. Isso ajuda muito pois as varetas de solda costumam vir abauladas, isto é, tortas no comprimento.

### **Material necessário – elementos de UHF de 1,5 mm de diâmetro**

RU – refletor UHF - vareta de 328 mm (32,8 cm)

IU – irradiante - vareta de 330 mm (33 cm)

D1 – diretor um – vareta de 309 mm (30,9 cm)

D2 – diretor dois – vareta de 307 mm (30,7 cm)

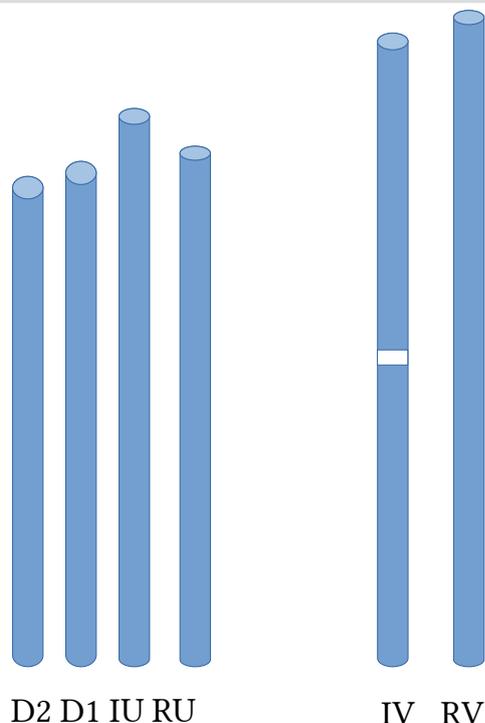
Você leu certo: o refletor RU é 2 mm menor que o irradiante IU!

### **Material necessário – elementos de VHF – vareta de solda de 3 mm de diâmetro**

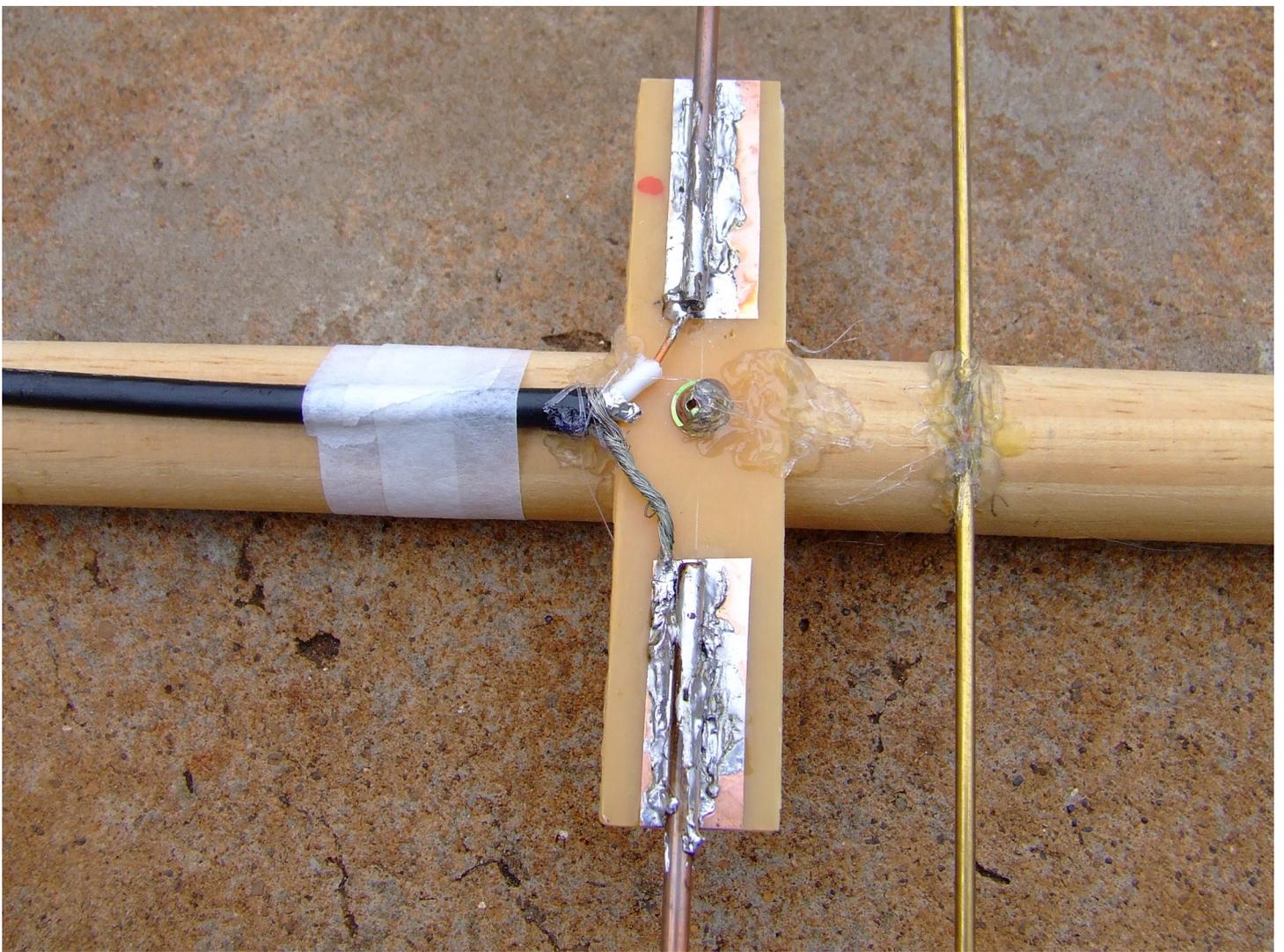
IV – irradiante – vareta de 946 mm (94,6 cm)

RV – refletor – vareta de 1 metro exato.

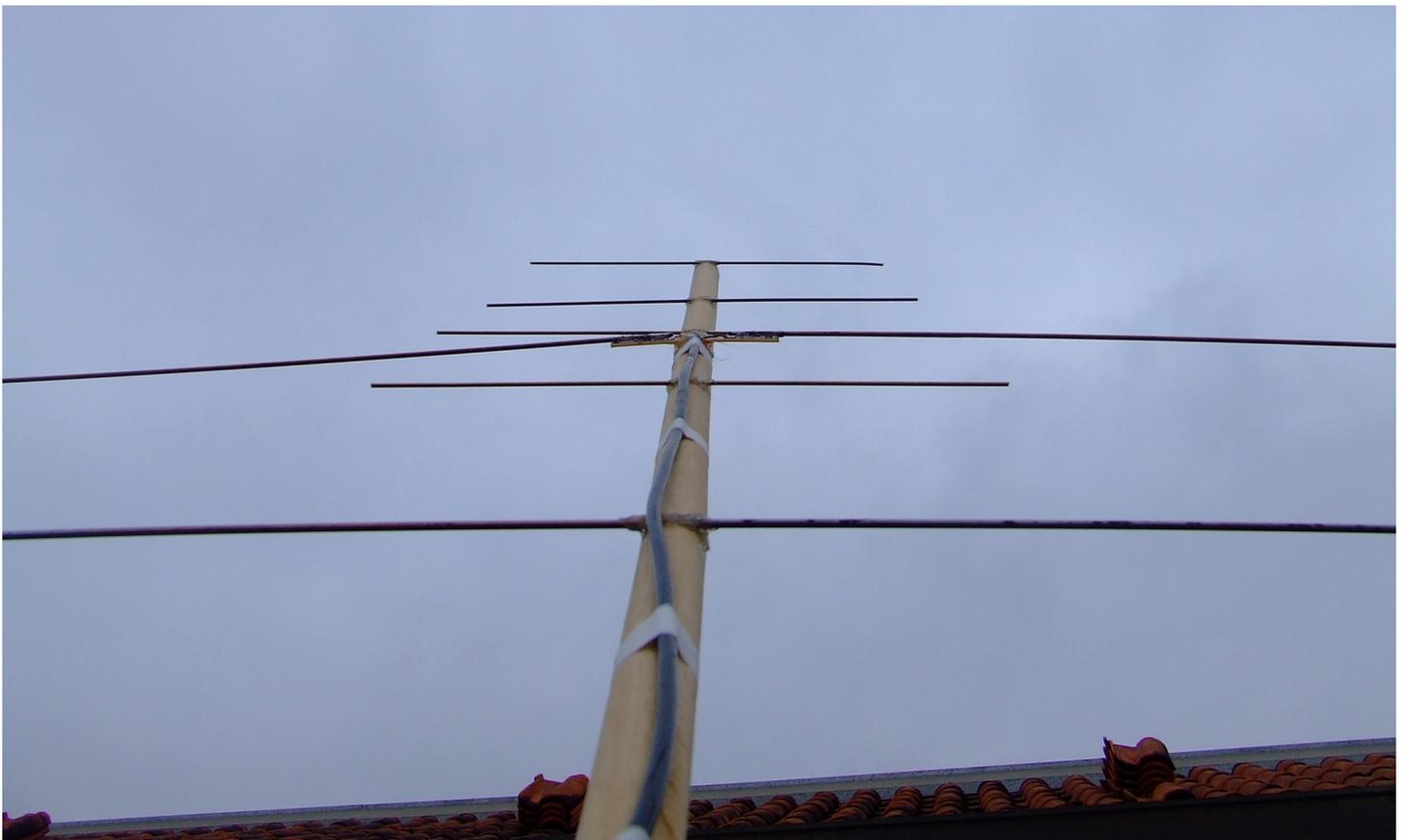
Nota: você deve levar em conta o espaçamento do elemento irradiante de VHF! No nosso caso, deixamos 1 cm de espaço e descontamos no comprimento total de cada um dos dipolos. Depois de soldados na placa impressa, o comprimento total deu os 94,6 cm. Se você cortou na medida exata, provavelmente terá que reduzir 5 mm de cada lado do dipolo irradiante, esse que vai receber o cabo coaxial.

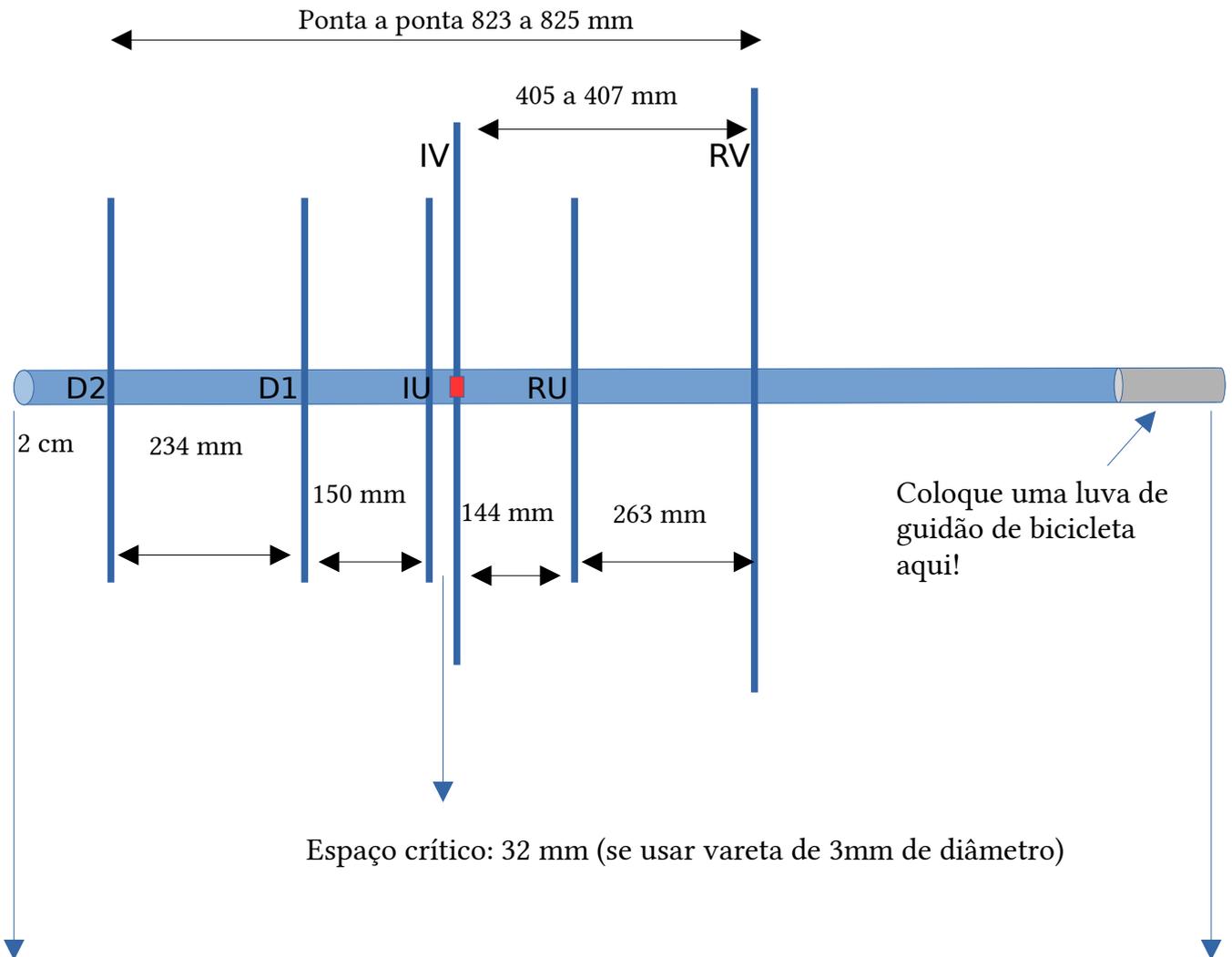


Dica importante, que tivemos que levar em conta ao calcular o comprimento da gôndola: deixe um pequeno espaço sobrando entre o refletor D2 e a ponta da gôndola. Isso garante que sua antena tenha um certo apoio na hora de colocá-la no chão, ao manusear e ao iniciar as medidas do espaçamento entre os diversos elementos. Também protege esse elemento de entortar ao encostar em alguma coisa quando está “em descanso”. A minha fica de pé encostada numa parede!



Nossa obra de arte... a vareta do irradiante está um pouco torta devido a espessura da placa PCI. Umass borrachinhas ajudaria a ficar mais reta. De qualquer modo, funcionou bem...





Nossa gôndola tem 1,25 metros de comprimento. Sobra um bom espaço para afastar-se do corpo, no caso a mão e braço. Evita interação com a antena.

Você *deve* visitar a página original ou fonte desta antena. O link abaixo é direto de onde copiamos as medidas de nossa antena. Fica bem explicado que os méritos pelo projeto é do Roland, PY4ZBZ. Neste artigo apenas divulgamos nossa montagem particular, com os materiais que dispúnhamos para construí-la.

Para finalizar, achamos que a gôndola de madeira torna a antena mais leve e mesmo assim, é um bocado cansativo ficar sustentando e apontando-a para o alto, seguindo os “passarinhos” em sua órbita pelo céu.

Siga este link: <http://www.qsl.net/py4zbx/antenas/slv4zbx.htm>

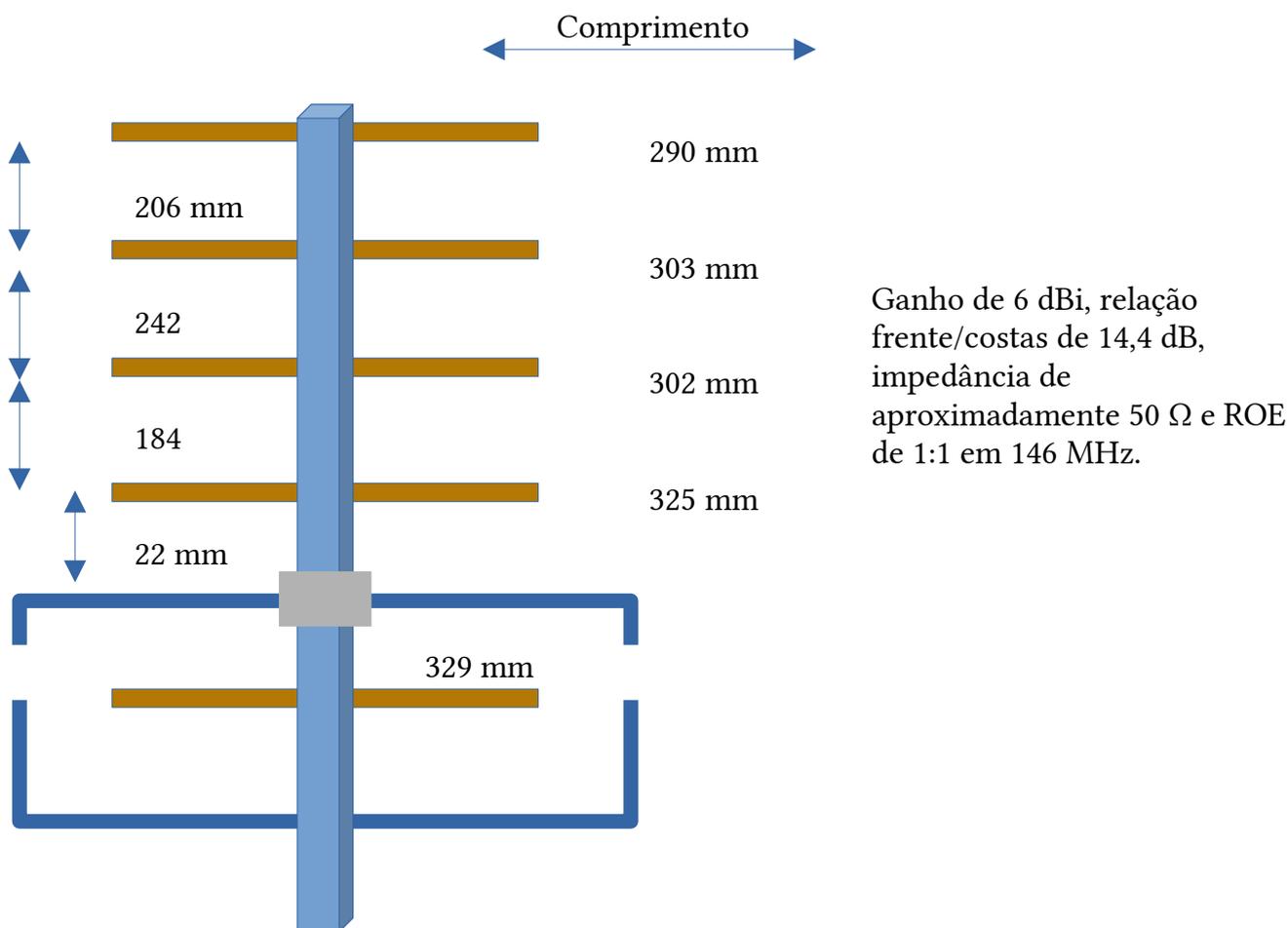
Se você pretende usar esta antena em dias de campo ou demonstração pública em escolas, procure utilizar materiais mais resistentes e dê o mesmo acabamento que o Roland deu em sua antena. Ficará mais firme, resistente e à prova de “entortamentos”.

## ANTENA MOXON-YAGI VHF/UHF PARA OPERAR SATÉLITES

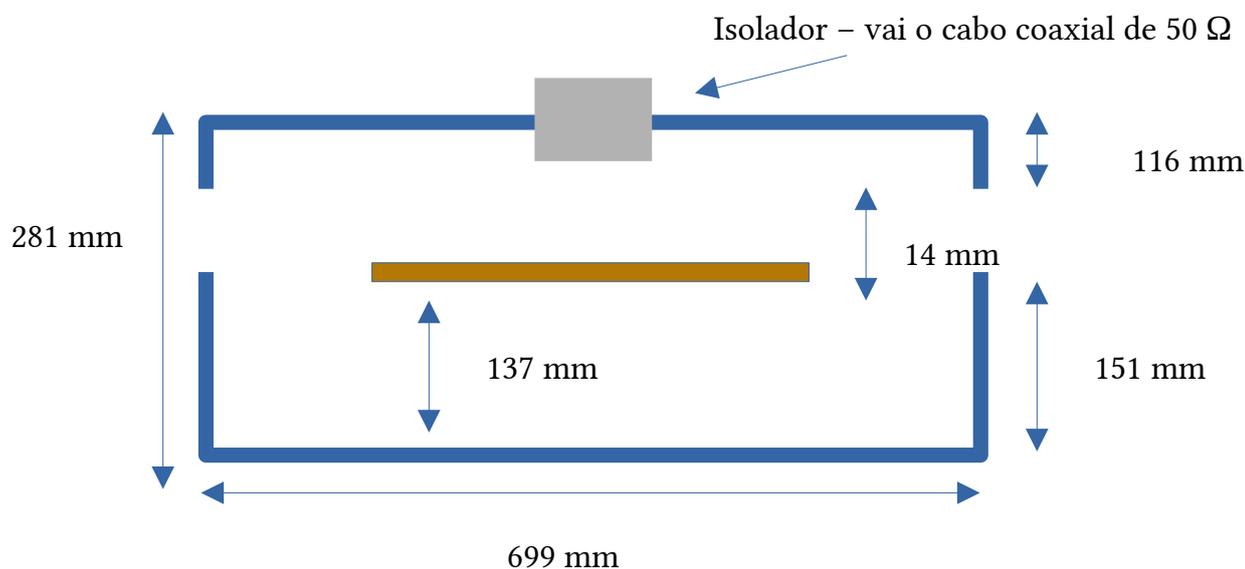
Uma antena que vem sendo muito utilizada por colegas apaixonados por operar satélites é uma mistura de uma antena Moxon e Yagi. Seu inventor é o colega argentino LY3-LP. Falaremos neste livro em outra página sobre a antena Moxon e seus cálculos.

É uma antena bem direcional e pode ser apontada manualmente ou através de um rotor apropriado para rastreamento de satélites. É composta por 2 elementos em VHF e 5 em UHF.

Por ter dimensões bem reduzidas, a antena pode usar caninhos de PVC como suporte ou mesmo um pau roliço de madeira, desses usados para fixar banner ou mesmo um cabo de vassoura. Os elementos tem 3 mm de diâmetro.



### DETALHES DO QUADRO



## A ANTENA MOXON

Les Moxon, G6-XN é o criador original da antena Moxon. A antena Moxon se pode visualizar como uma antena Yagi com as pontas dobradas em direção uma a outra. As pontas estão separadas por um espaço isolante que é acima de tudo responsável pelo padrão de direção único da Moxon.

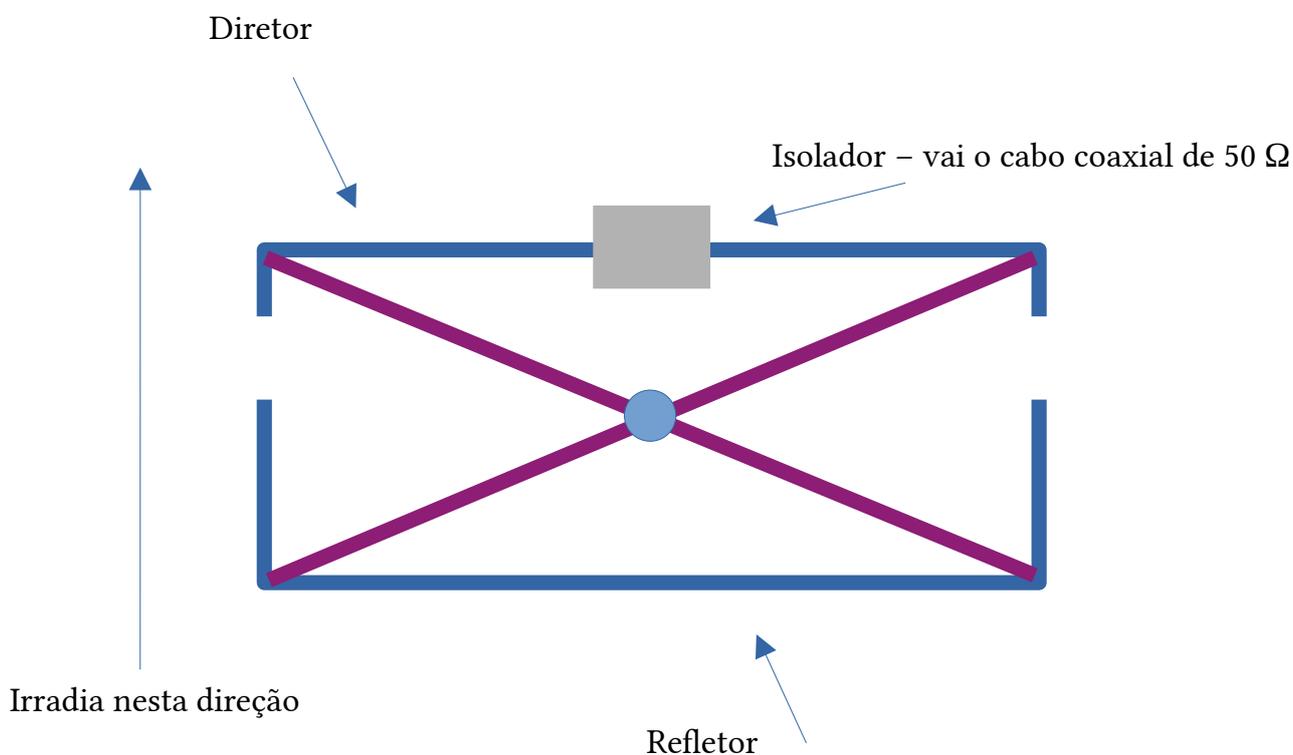
A antena Moxon é uma antena direcional que está se tornando popular, tanto nas faixas de HF como nas bandas mais altas, como V e UHF devido as seguintes vantagens:

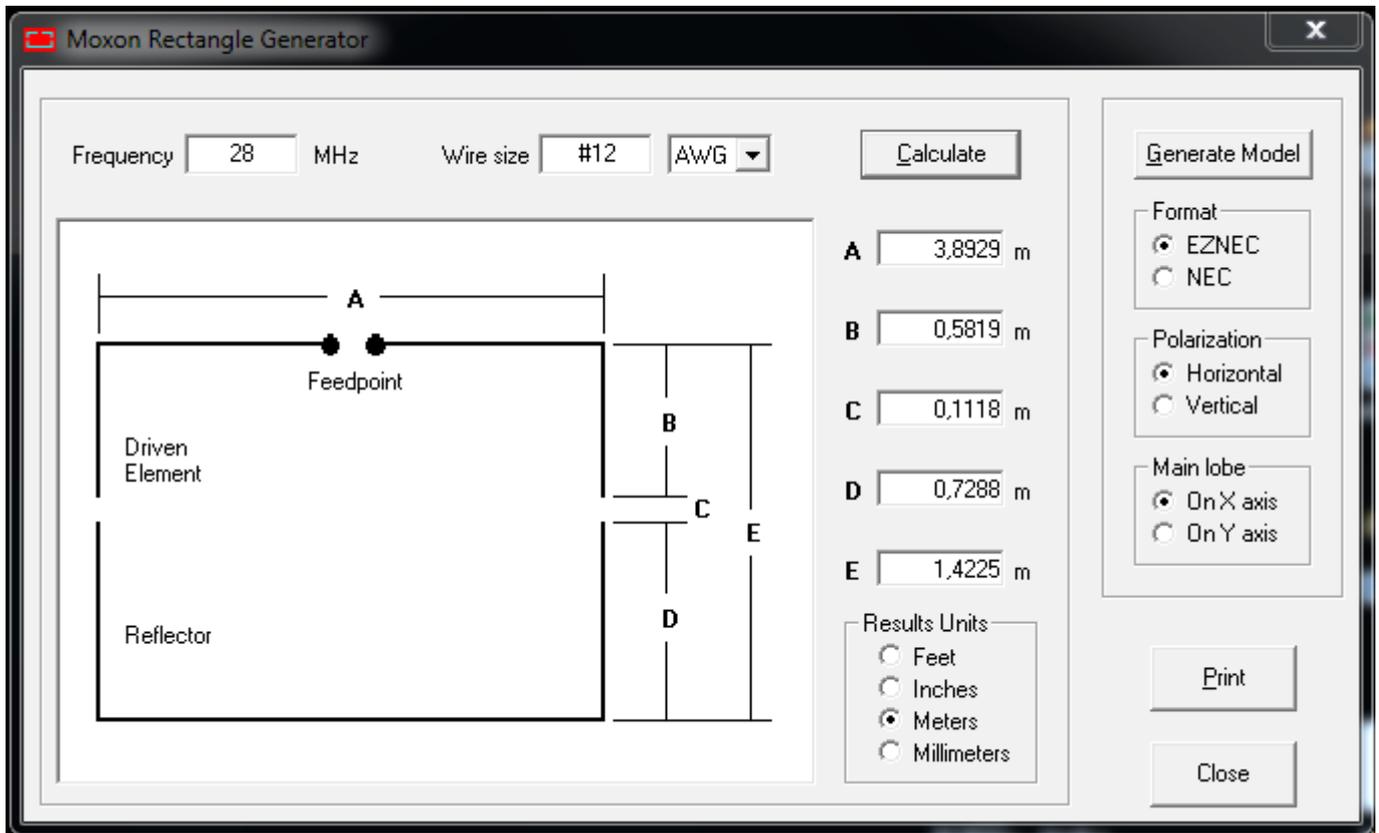
Pequena em tamanho físico, a Moxon pode ser construída usando uma estrutura leve, com irradiantes de fio de cobre que é montada sobre um X aberto, cuja estrutura pode ser metálica ou não. Por estas características, pode ser instalada num mastro rotativo ou fixada em troncos de árvores (fixa) e com o programa para cálculo, você pode construir uma Moxon multibanda!

Segundo cálculos, a relação frente/costas de uma Moxon é de mais de 30 db e mesmo numa altura inferior a  $\frac{1}{2}$  comprimento de onda, comporta-se bem, além de exibir baixa ROE em quase toda a faixa para a qual foi projetada.

A Moxon é acoplada diretamente a um cabo coaxial de 50 ohms sem necessidade de acopladores, mas alguns colegas que a montam para três bandas, acham vantajoso usar um acoplador 1:1.

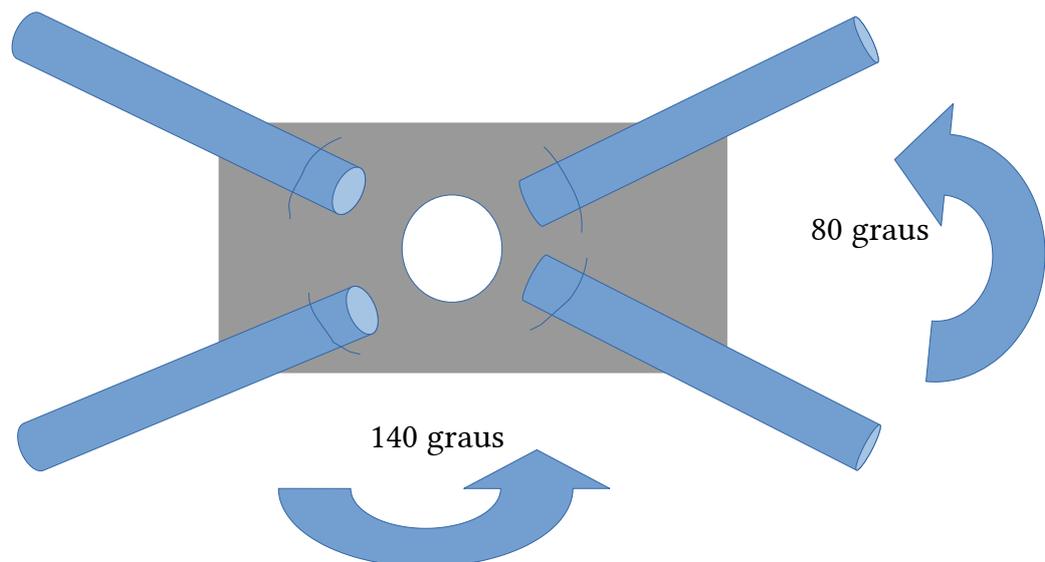
E como curiosidade, que não está apontada nos sites que pesquisamos, o ângulo do “X” da antena tem uma abertura de  $140^\circ$  na parte mais aberta e  $80^\circ$  na parte mais estreita do X. Isso facilita construir a estrutura que suportará os fios, podendo ser metálicos ou não. O ideal seria varas de fibra de vidro, pela sua dureza. Varas de PVC faz com que ela fique “acanoada” alterando suas medidas originais.





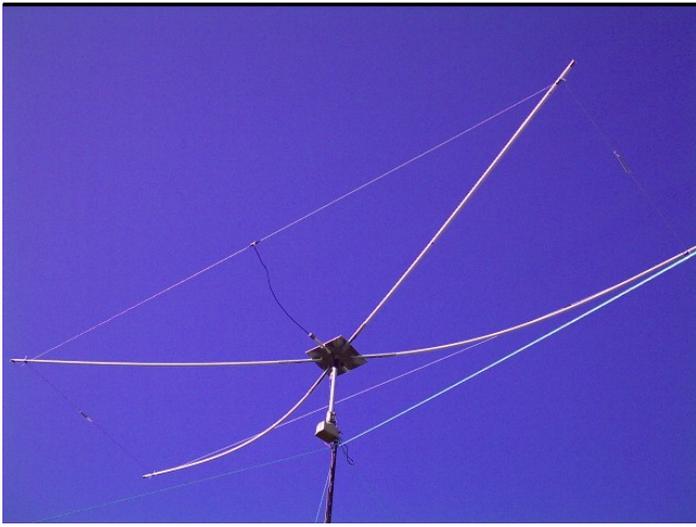
Este é o programa para o cálculo da antena Moxon. Você pode baixá-lo do site oficial da antena no seguinte endereço: <http://www.moxonantennaproject.com>

Você deve ter cuidado – como em qualquer programa de computador – com as diferenças entre uma vírgula e um ponto! Neste programa, para cálculos mais precisos, deve-se usar uma vírgula para achar a frequência com a ROE mais baixa. Exemplo 14,1 MHz, 28,3 MHz, etc.



Note o leitor que o ângulo maior do “X” tem 140 graus e o menor, 80 graus de abertura. Esta informação facilita na hora de montar a cruzeta onde irão os dois suportes da antena.

Para a Moxon V/UHF pode-se usar cruzeta e “T” de PVC.



Todas as fotos foram retiradas do site  
<http://www.moxonantennaproject.com>

Temos várias fotos obtidas do site mencionado. Note porém que usar PVC abaixo da faixa de VHF é uma loucura! Esse material é muito flexível e vai ficar acanoado. Os colegas tem usado varas de fibra de vidro ou vara de pesca de fibra de vidro. O uso de duas cruzetas é uma ideia excelente para quem não quer construir um suporte com uma placa grande de alumínio ou ferro.

## ANTENAS QUADRA CÚBICA E LOOP

“A rainha das antenas”. Esta frase é bem comum e tem razão: uma quadra cúbica é um verdadeiro “canhão”, quando bem projetada. O problema é justamente sua construção física, que envolve materiais até pesados.

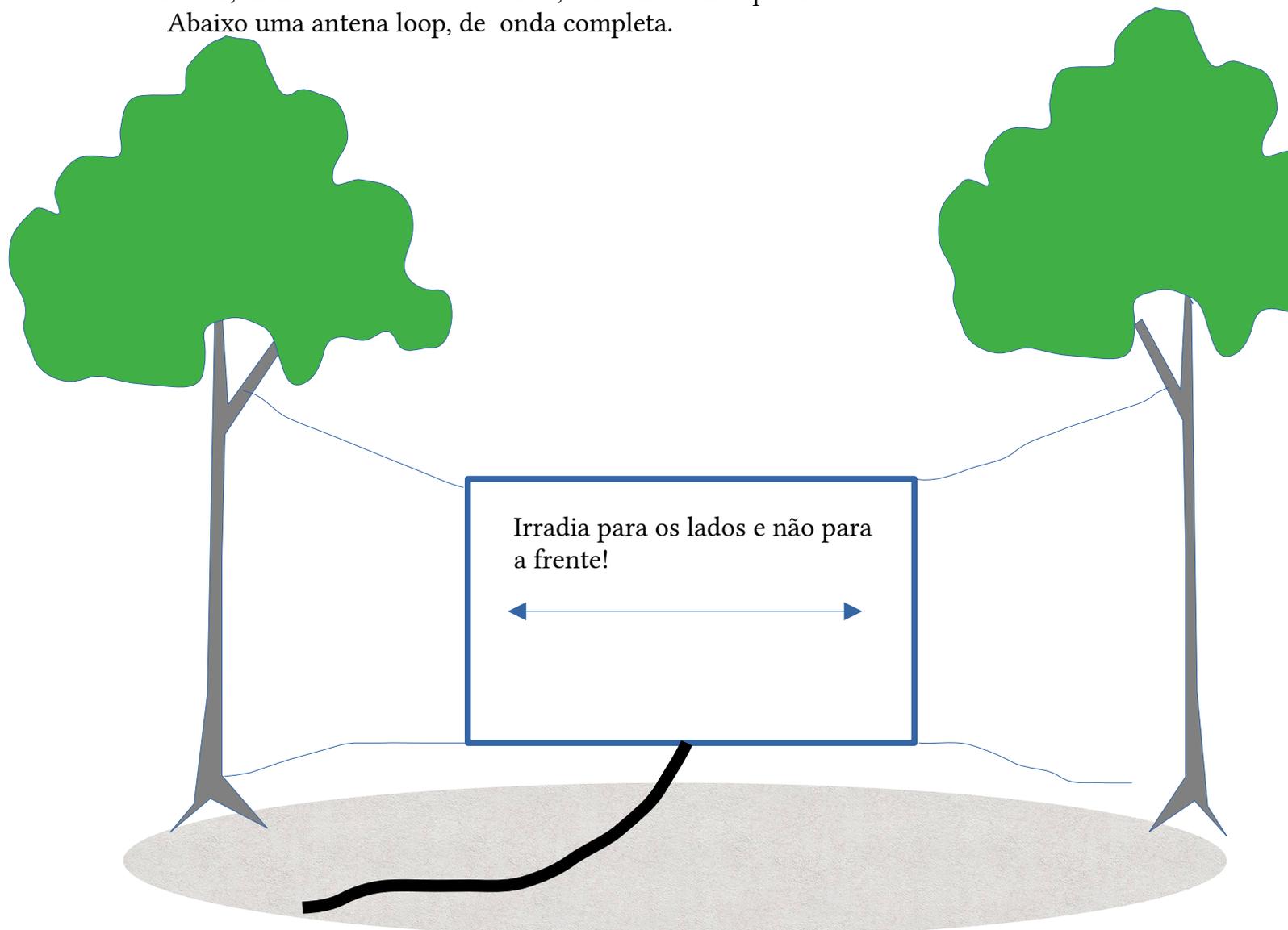
Uma quadra cúbica é na verdade uma antena loop com dois ou mais elementos. Por isso, vamos falar um pouquinho sobre a antena loop e como calculá-la. Embora bi-direcional, por ser uma antena de onda completa, dá um ganho razoável e muitos radioamadores norte-americanos tem verdadeira paixão por este tipo de antena.

Como vimos no início, a loop é uma antena de onda completa. Portanto, usa a fórmula padrão de 306 dividido pela frequência que nos interessa. A impedância fica em torno dos 120  $\Omega$  e pode assumir várias formas, desde triângulo, quadrada ou conforme for seu terreno. Se usar mais um elemento parasita, torna-se uma quadra-cúbica.

Uma sugestão é sempre afastá-la ao máximo do solo. Ajuda muito. Se assumir a forma de um quadro, cada lado do quadro terá  $\frac{1}{4}$  de onda. O cabo pode ser ligado na lateral (polarização vertical) ou embaixo (polarização horizontal). Alguns colegas fazem-na na forma de um retângulo. Parece que casa melhor a impedância e dá um bom ângulo para irradiar na linha do horizonte.

Um detalhe: a loop pode ficar “de pé” na vertical, ou ser montada na horizontal, o que chamamos de “quadra deitada”. Irradia para o céu, mas como o sinal sobe como um canhão, também desce com força total num raio de 1000 Km! Interessante para os 7 e 3,5 MHz. Para bandas altas, melhor usar dois elementos, formando uma quadra-cúbica.

Abaixo uma antena loop, de onda completa.



Agora, um pouco de cálculo. Queremos esta antena para operar nos 10 metros, frequência de 28 MHz.

Fórmula padrão para loop de fio fino:  $306/28=11,25$  metros. Este é o comprimento total do fio, ou seu perímetro. Basta dividir o valor por 4 (cada lado da antena) e teremos o comprimento: 2,81 m de cada lado.

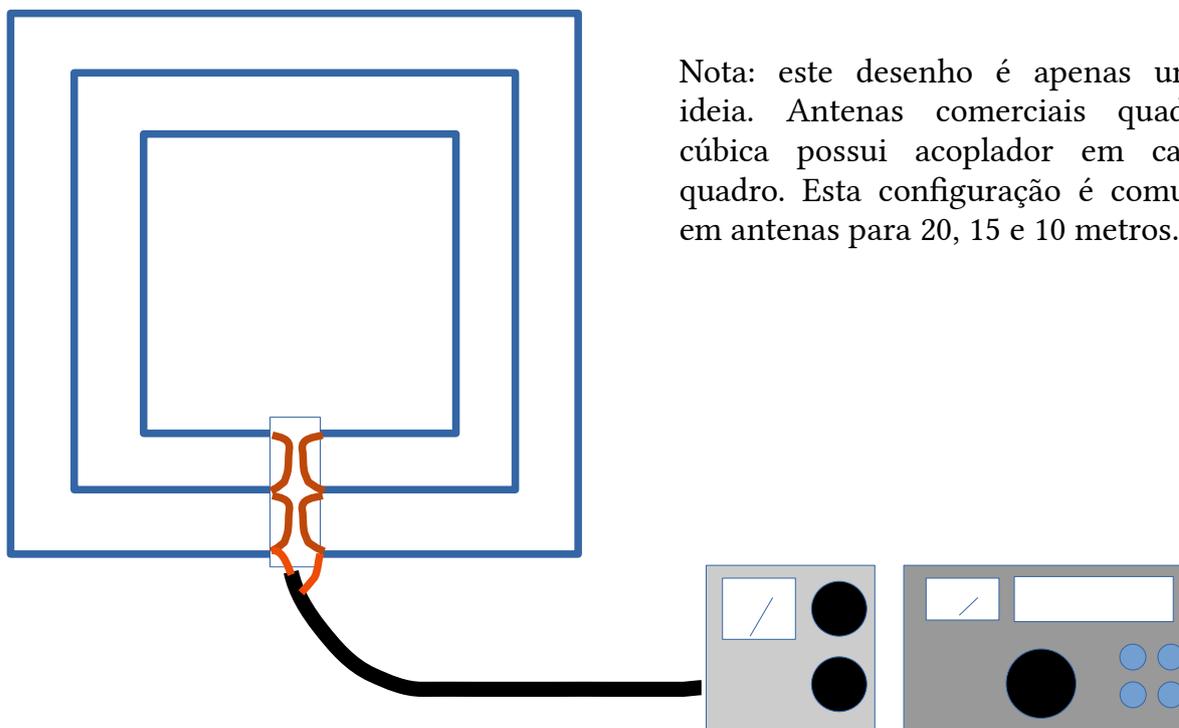
Pode-se usar o gamma match, calculado com o programa de computador ou usar o transformador de impedâncias, que é um pedaço de cabo coaxial de  $75 \Omega$  RG 58, de  $\frac{1}{4}$  de onda. Temos então  $285/28=10,92$  dividido por 4. Obtemos 2,73 metros aproximadamente. As fórmulas levam em conta o fator velocidade do cabo coaxial, normalmente em torno de 0,66% que deve ser multiplicado pelos 2,73 metros obtidos. Isto significa que o transformador terá no final 1,8 metros. Se após a montagem da antena e do gamma ainda a ROE for alta, experimente reduzir o comprimento do gamma. Veja que o restante da linha é de 50 ohms, senão, você estaria apenas fazendo uma emenda no cabo coaxial! Nota: o casador acima é de 2:1, pois “casa” os  $120 \Omega$  da antena com os  $50 \Omega$  do cabo coaxial.

Claro que se você tiver um destes fabulosos analisadores de antenas, seu trabalho será infinitamente facilitado, podendo testar o gamma antes de soldá-lo à antena.

A antena loop tem um quadro apenas. Se acrescentar mais elementos (quadros), tornar-se-á uma cúbica de quadro e a impedância irá variar de 25 a mais de  $300 \Omega$ , por isso, o gamma-match em série com um capacitor variável, para ajuste grosso. O transformador neste caso tem a proporção de 4:1 usando-se o cabo coaxial de 50 ou  $75 \Omega$ , embora muitos usam o que foi descrito acima.

Já pensou em usar uma loop multibanda? É fácil de fazer e os quadros receberão a mesma ligação do cabo coaxial. Visto que cada quadro requer um casador de comprimento físico apropriado, o ideal é usar um acoplador entre o rádio e o cabo coaxial. Você poderia, por exemplo, calcular o gamma para uma das bandas especificamente e “casar” as outras com o acoplador de antenas, caseiro ou comprado “pronto”.

Abaixo uma idéia sobre uma loop multibanda, polarização horizontal.



Nota: este desenho é apenas uma ideia. Antenas comerciais quadra cúbica possui acoplador em cada quadro. Esta configuração é comum em antenas para 20, 15 e 10 metros.

Cabo coaxial + acoplador antenas + rádio

CONCEITOS BÁSICOS

Maneira simples e fácil de se entender como funciona uma quadra cúbica ou uma loop de um único quadro. Com os cálculos em mãos, você pode construir facilmente uma antena para qualquer faixa que você quiser. O mais difícil será fazer a parte mecânica da antena, como suporte do quadro e do mastro.

A antena pode ter um refletor e vários diretores, mas apenas um irradiante.

O elemento menor é o diretor e o maior o refletor. No caso de uma antena com dois elementos como o exemplo ao lado, o irradiante pode ser o maior ou menor, mas o fato é que ela irradia sempre na direção do elemento menor.

E = espaço

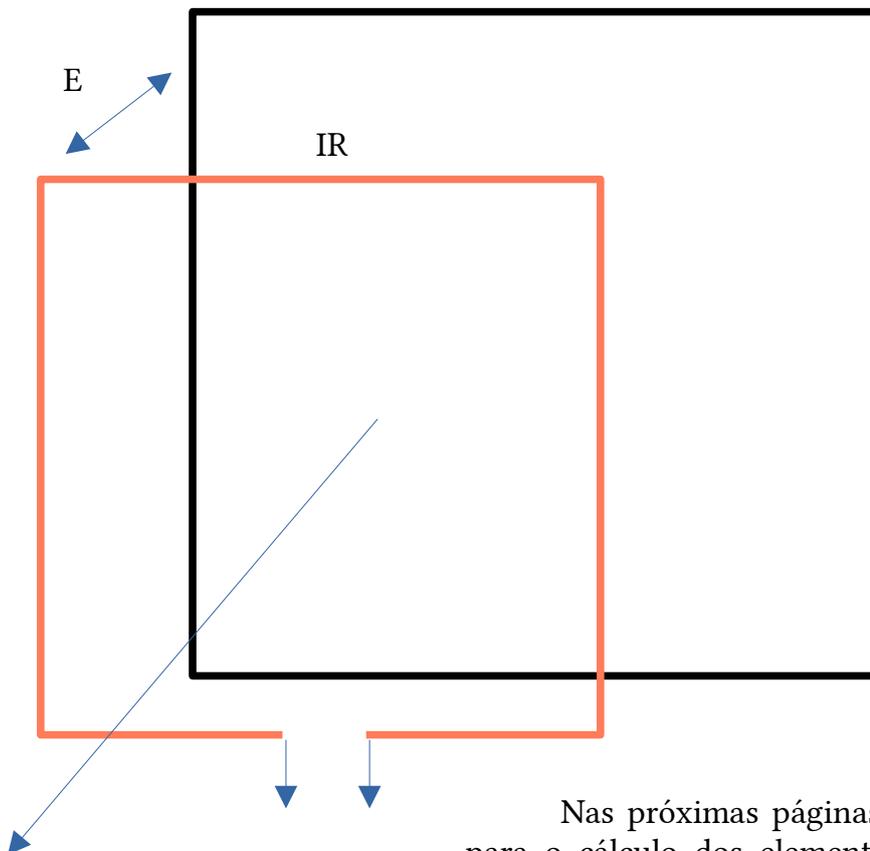
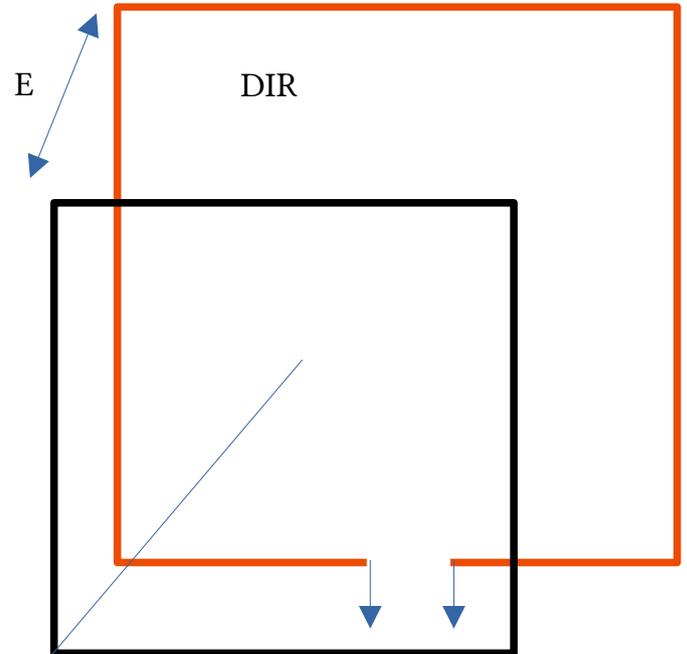
REF = refletor

IR = irradiante ou drive

DIR = diretor

REF

IR



Nas próximas páginas, fórmulas matemáticas simples para o cálculo dos elementos e espaçamento dos quadros. Mais à frente, páginas só com cálculos dos casadores de impedâncias.

Para antenas com mais de dois quadros, sugerimos que você faça uso de programas de cálculo encontradas na internet, conforme exemplos mostrado neste livro.

## CALCULANDO SUA LOOP OU QUADRA CÚBICA

Conforme já explicado, as antenas dipolo ou outras tem o tamanho padronizado em meia onda, o que lhe confere a impedância de  $50 \Omega$  e “casa” perfeitamente bem com a etapa de saída dos aparelhos de radiocomunicação, que também tem a impedância na saída do mesmo valor, ou seja,  $50 \Omega$ .

Segundo o que se sabe, a velocidade da luz é aproximadamente de 300.000 km por segundo! Essa também é a medida padrão do comprimento de onda. Então, sabendo o valor desse padrão, pode-se calcular antenas para qualquer frequência. Por uma questão de facilidade, tira-se os três zeros e temos um valor de “300” que será sempre o dividendo. No nosso caso, divide-se esse 300 (mais ou menos) pela frequência a ser trabalhada, em MHz.

Para nossas antenas quadra cúbica e loop, vamos levar em conta o aumento e a diminuição do comprimento físico do material condutor, visto que a radiofrequência varia de velocidade em meio sólido e no espaço.

$\lambda$  (lambda – comprimento de onda)

F = frequência em MHz

E = espaço em comprimento de onda ( $\lambda$ )

$\lambda$  Refletor =  $315/F$  = metros

$\lambda$  Irradiante =  $306/F$  = metros

$\lambda$  Diretor =  $297/F$  = metros

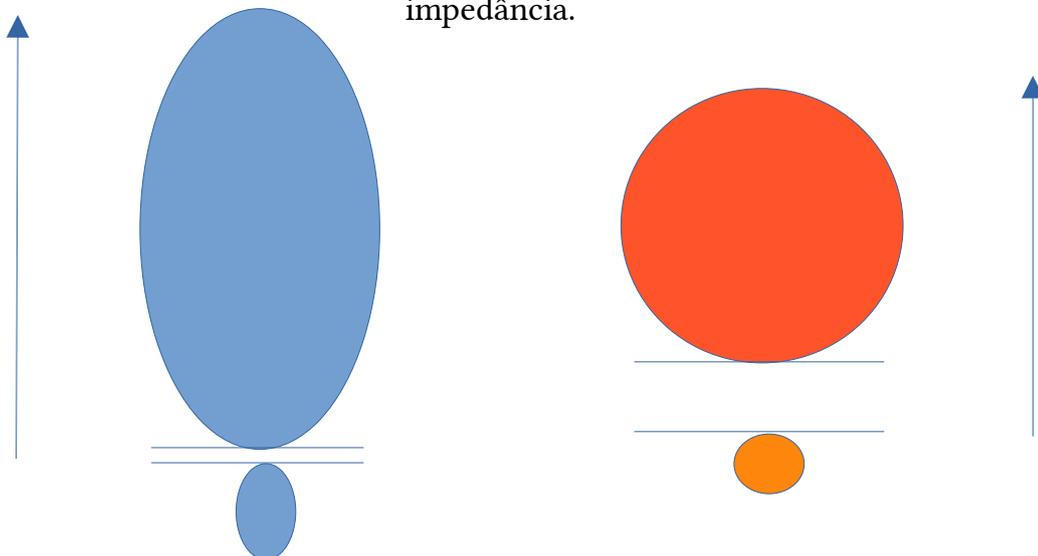
E =  $60/F$  = metros

Um detalhe: esse valor para achar o espaçamento entre os quadros equivale a  $\frac{1}{4}$  de onda. Esse mesmo cálculo é usado para achar o comprimento do cabo casador de impedâncias!

Sobre o tão sonhado ganho: Uma quadra cúbica de dois elementos tem um ganho real em relação a uma antena dipolo de 7 dB e uma relação frente costas – feixe do sinal irradiado – de até 25 dB. Um verdadeiro canhão!

Relação frente/costas significa máximo ganho em uma direção. Quando mais próximos os quadros, mais “agudo” será o feixe de irradiação. Porém, menos a impedância da antena, necessitando obrigatoriamente de um casador de impedâncias.

Quando mais separado os quadros, menos agudo será o feixe e a impedância pode ir de  $50 \Omega$  a mais de  $120 \Omega$  de impedância.



## PROJETO PRÁTICO:

QUADRA CÚBICA DE 2 ELEMENTOS PARA FAIXA DO CIDADÃO

Vamos fazer um cálculo simples, que você pode aplicar para qualquer faixa que queira operar. Claro, para VHF os cálculos são um pouco diferente, pois os elementos terão um diâmetro maior, caso se use tubinhos de alumínio.

Primeiro, calculando o perímetro de um quadro para a Faixa do Cidadão, algo como 27.5 MHz. Perímetro é o comprimento total do fio que será dobrado em quatro partes para forar o quadro. Se fosse uma loop triangular, a divisão seria por três.

Elemento irradiante ou driver:

$306/27,5 = 11,2$  metros. Esse é o comprimento total do fio.

Para calcular cada lado da antena, basta dividir o resultado final por 4 e teremos: 2,78 metros.

Para o elemento refletor (preferimos sempre usar o refletor e não um diretor) temos:

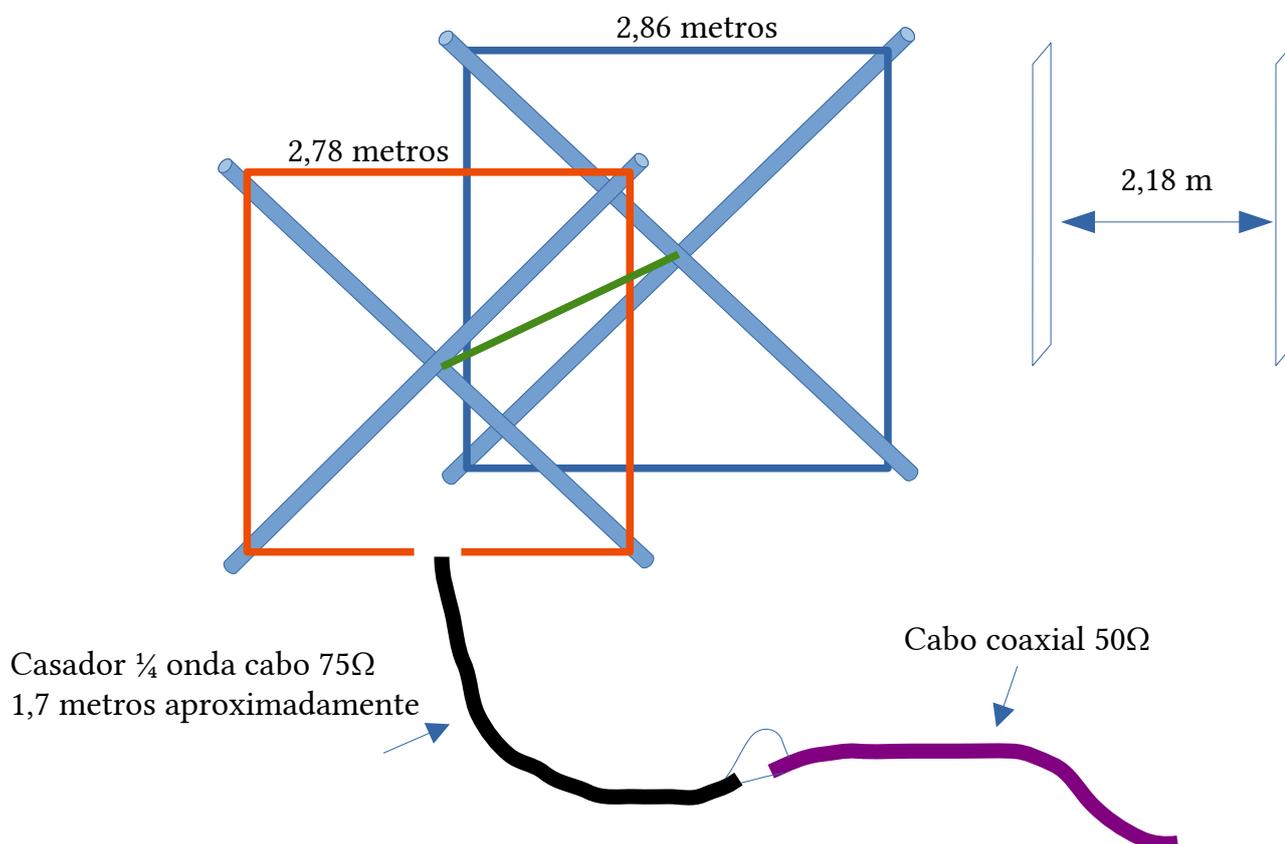
$315/27,5 = 11,45$  metros

Dividindo por 4 temos cada lado do refletor: 2,86 metros

A separação dos elementos será de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda:

$60/27,5 = 2,18$  metros.

Tudo certo. Se você tiver – acredito que não tenha! - um bom medidor de impedâncias, você pode fazer um teste e ver qual a impedância de sua antena sem colocar o cabo coaxial. Lembre-se de que afastando ou aproximando os dois quadros, você pode até conseguir uma impedância de  $50 \Omega$  mas vai afetar a relação frente/costas da antena.



E as cruzetas? Qual o comprimento? Veja um cálculo para nunca errar!

## CALCULANDO O "X" DA ANTENA – SUPORTES NA DIAGONAL

Até hoje não vi um esquema de antena onde explicasse como calcular o comprimento das varas diagonais, que formam o suporte das antenas loop de quadro ou quadra cúbica. É uma matemática até simples e muito eficiente. Você nunca mais vai quebrar a cabeça com o comprimento.

A fórmula matemática é a seguinte:

D = diagonal

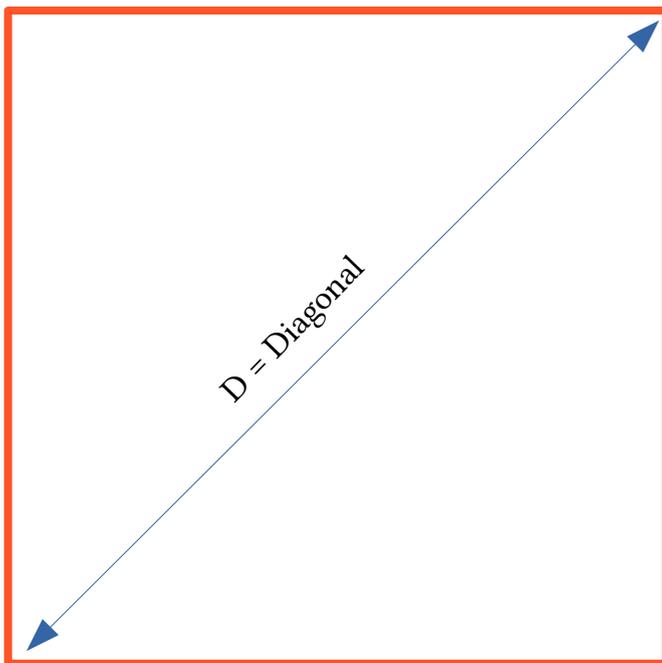
L = lado da antena

Valor padrão: Raiz quadrada de 2 = 1,414

Então  $D=L \times \sqrt{2}$

No nosso exemplo, temos um lado da antena que é de 2,86 metros multiplicado por 1,414 temos o comprimento total de: 4,04 metros. Veja que *sempre* a diagonal é maior que o lado da antena.

L = lado da antena



Para o exemplo anterior, cada vareta do elemento irradiante e refletor terá o seguinte comprimento total:

Varetas do irradiante = 3,93 metros

Varetas do refletor = 4,04 metros

Abaixo temos o excelente programa para cálculos de antenas quadra cúbica do Al Legary VE3-SQB. Segundo se sabe, o programa é padrão e não calcula otimizando a impedância em exatos 50 Ω, embora outros o façam. Por isso o mesmo programa tem um sub programa capaz de calcular o comprimento do cabo coaxial de 75Ω que funciona como casador de impedâncias. É o clássico cabo de ¼ de comprimento de onda.

Para quem prefere ter controle total da impedância de sua quadra cúbica, deve utilizar os acopladores capacitivos conforme descrito nas próximas páginas deste livro.

**QUAD ANTENNA DESIGN by VE3SQB**

STANDARD HIGH GAIN  
 DOUBLE REFLECTOR  
 SPECIAL 4 OR 8 ELEMENT

**AWG # WIRE SIZE**: 14  
**NUMBER OF ELEMENTS**: 3  
**INPUT CENTER FREQUENCY IN MHZ**: 28

CALCULATE/FEET\_INCHES    MATCHING INFO    WEB LINK    EXIT  
 CONVERT TO METRIC

DIRECTORS ARE THE DRIVEN IS THE REFLECTOR IS ELEMENT SPACING IS THE BOOM LENGTH IS APPROXIMATE HOLE SPACING ON THE SPREADERS IS

10	45,7489593!
10	94,0142691!
11	42,2795788!
1	76,6650159!
3	53,3300319!
METER	CM
3	86,8508638!

**BEST USUABLE FREQUENCY RANGE**  
 27.5996    28    28.4004

1.5    1.7  
 ESTIMATED FREQUENCY / SWR RATIO

PRINT

**QUAD ANTENNA DESIGN by VE3SQB**

**QUAD MATCHING**

By design, quads have an impedance as low as 40 ohms in free space.  
 This design uses a more realistic value that considers a reasonable height above ground and a more forgiving design formula.  
 This design requires between 90 and 120 ohms which can be matched with a 1/4 wave 75 ohm serial section of coax.

RG-6  
 RG-11  
 RG-11 foam  
 RG-12 or 12a  
 RG-59 or 59a  
 RG-59 foam  
 RG-216

< SELECT YOUR COAX

CALCULATE FT./INCHES    Meter    Cm  
 CALCULATE METER/CM    1    76,740

50 OHM FEED LINE    75 OHM SERIES MATCHING SECTION

PRINT

Nesta versão 3 do programa para cálculo de antenas quadra cúbica, temos a opção de escolher a impedância da antena entre 50 Ω, 75Ω ou 120Ω. No primeiro caso, podemos ligar um cabo coaxial direto no irradiante, ao passo que nas outras opções, precisamos usar um “casador” de impedâncias ou mesmo um acoplador junto ao rádio.

### QUAD ANTENNA DESIGN V3 by VE3SQB

STANDARD HIGH GAIN

DOUBLE REFLECTOR

SPECIAL 4 OR 8 ELEMENT

ARC #  
WIRE SIZE: **10**

NUMBER OF ELEMENTS: **3**

INPUT CENTER FREQUENCY IN MHZ:  
**27.5**

SET FREQUENCY

CALCULATE/FT\_INCHES

CONVERT TO METRIC

MATCHING INFO

WEB LINK   PRINT

DIRECTORS ARE: 10 → 64,76

THE DRIVEN IS: 11 → 13,90

THE REFLECTOR IS: 11 → 63,04

ELEMENT SPACING FOR:

.....50 OHMS IS: 1 → 96,22

.....75 OHMS IS: 2 → 34,38

.....125 OHMS IS: 3 → 16,14

BOOM LENGTH:

.....FOR 50 OHMS IS: 3 → 92,45

.....FOR 75 OHMS IS: 4 → 68,77

.....FOR 125 OHMS IS: 6 → 32,29

APPROX SPREADER HOLE SPACING IS: 3 → 93,88

AFTER THE 2nd DIRECTOR YOU MAY PROGRESSIVELY REDUCE EACH DIRECTOR LENGTH BY ANOTHER: 0 → 31,94

METER                      CM

**BEST USUABLE FREQUENCY RANGE**

271,067                      27,5                      278,932

1.5                      1.7

SWR  
ESTIMATED FREQUENCY / SWR RATIO

### QUAD MATCHING

*By design, quads can be feed directly from coax although a choke of 6 or more turns of coax helps to convert from the unbalanced coax to the balanced antenna. The ferrite core off a tv picture tube helps here. A 50 ohm feed gives you the shortest boom, but the narrowest bandwidth. The 75 ohm feed gives the highest gain but requires a gamma match or tri-filament coil. This defeats the idea of not using lossy matching devices. The 125 ohm feed gives the broadest bandwidth and almost maximum gain. From one end of the band to the other may be plus or minus 10 ohms or much more. That is a variation of 20% +/- of a 50 ohm antenna, but only 8% of a 125 ohm antenna. To match this you can use a 1/4 wave series coax transformer made of 75 ohm coax with minimum losses.*

RG-6

RG-11

RG-11 foam

RG-12 or 12a

RG-59 or 59a

RG-59 foam

RG-216

< SELECT YOUR COAX

CALCULATE FT/INCHES

CALCULATE METER/CM

Meter      Cm

1              79,953!

PRINT

75 OHM SERIES MATCHING SECTION

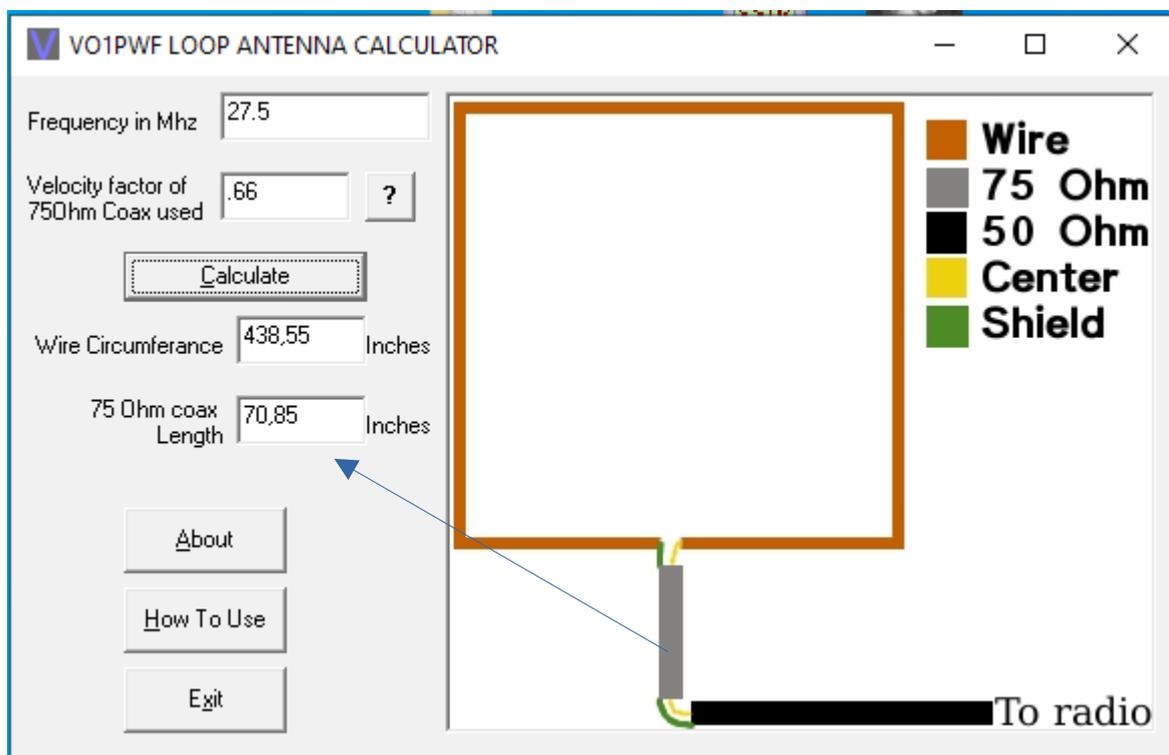
50 OHM FEED LINE

## ANTENAS LOOP – COMO CALCULAR E CONSTRUIR

As antenas loop são fáceis de fazer e ótimas em resultados. Tem uma largura de banda maior que um dipolo e muito silenciosas, sem contar o ganho, por se tratar de uma antena de onda completa. Daí você ter que usar o acoplador, feito com um cabo coaxial de 75 ohms de  $\frac{1}{2}$  onda de comprimento. O programa faz esse cálculo automaticamente para você. Cuidado ao usar uma vírgula ou ponto para apresentar frações... dá diferença! Pelo visto, o programa utiliza por padrão o ponto ao invés de vírgula. Ex: 27,5 MHz ou 27.5 MHz.

### POLARIZAÇÃO

Para utilizar a antena na posição horizontal, faça como está no desenho, com o isolador central para baixo, em direção ao solo. Cuide para que tenha uma boa altura. Essas antenas muito próximas do solo são um desastre... mas funcionam! Note que ela irradia pelas laterais.



Wire, no caso, é o perímetro ou comprimento total do fio, que deve ser dobrado em 4, deixando apenas um espaçamento onde irá o isolador central. O cabo coaxial é de  $\frac{1}{2}$  onda, de 75 ohms. Não se preocupe (só um pouco...) com o fator de velocidade do cabo que você encontra no comércio – especialmente os chineses. O valor 0,66 é adequado. Basta você converter polegadas em sistema métrico e tudo estará bem. Infelizmente esse programa não dá a opção de calcular ou converter em sistema métrico, como os programas do Al Legary VE3-SQB, nosso “guru” predileto em se tratando de programas para cálculos de antenas.

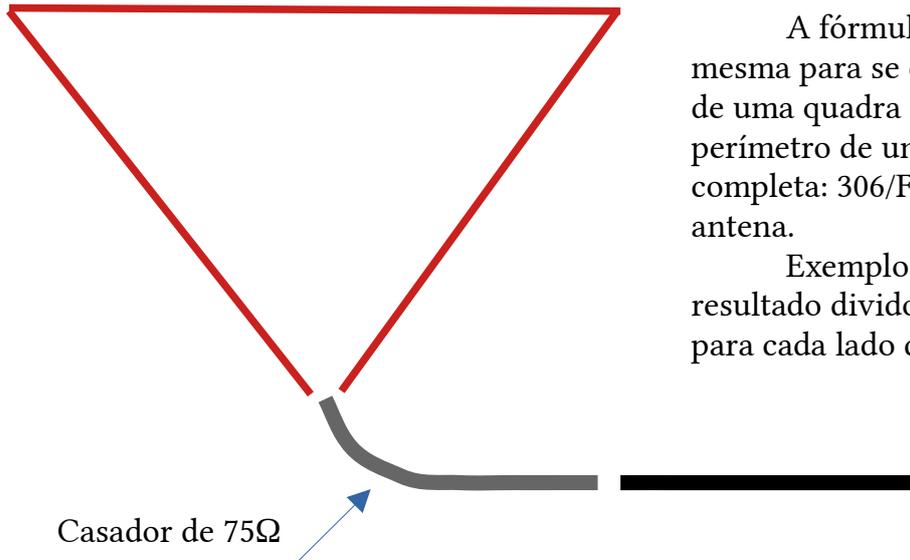
Veja que as cores referem-se aos dados da antena, como comprimento do gamma, cabo direto ao rádio, centro da antena, wire circunference que é o perímetro ou comprimento total do fio.

O cálculo de uma loop é simples:  $306/F$ =onda completa. A impedância está em torno de 100 ohms.

O link para baixar esse programa, tanto para Windows como para Linux, está aqui: <http://www.linuxwolfpack.com/> Note que o resultado está em POLEGADA!

Mas talvez você esteja se perguntando: “mas a loop não é redonda ou triangular?” Bom, as loop pequenas, no formato de um círculo exigem cálculos mais elaborados, pois normalmente são antenas capazes de sintonizar uma gama muito grande de frequências e quase sempre ela é sintonizável, com um capacitor para adaptar sua frequência.

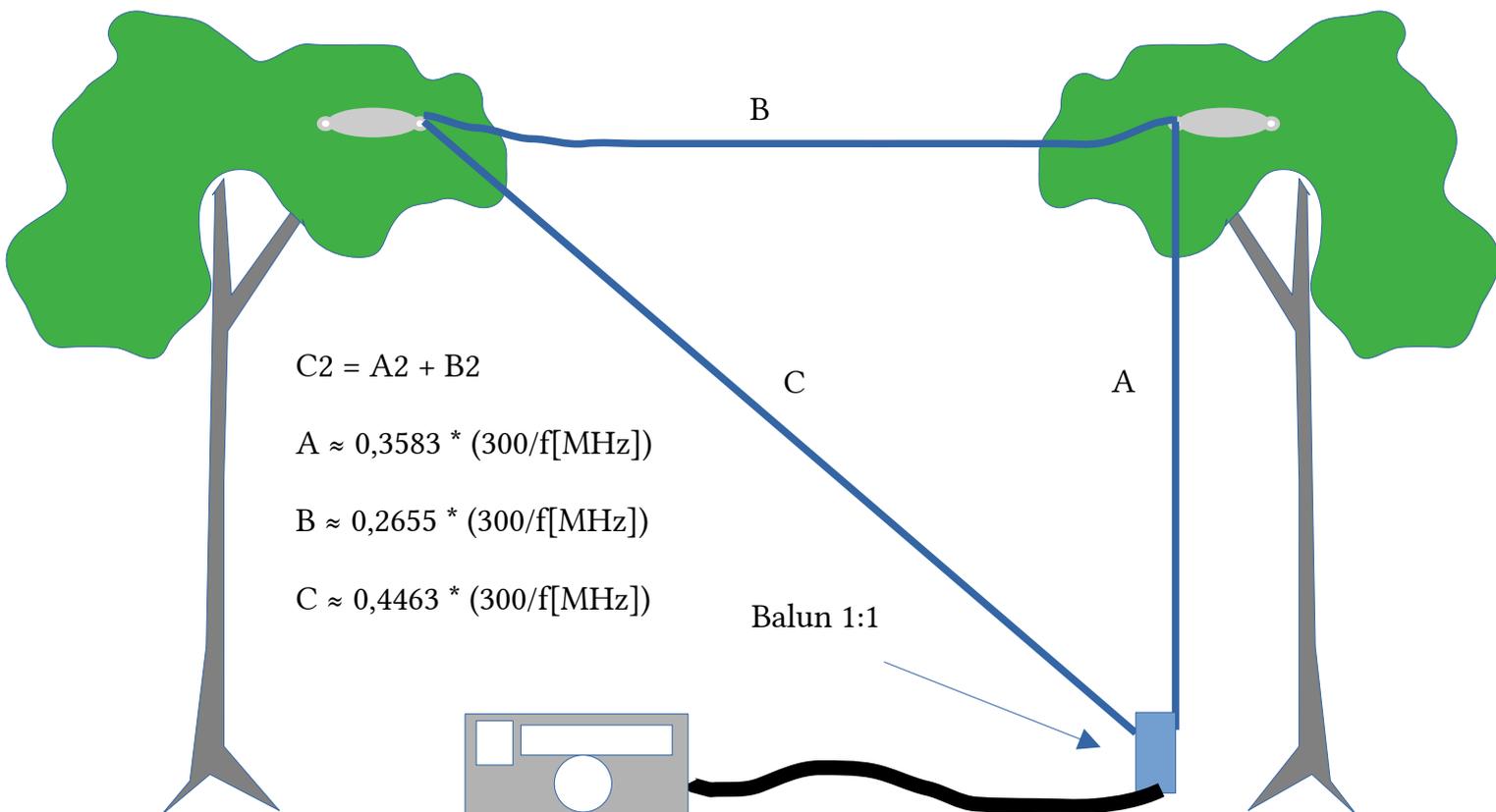
As antenas loop que mostramos aqui são para faixas específicas, de cálculo fácil. Elas podem ter a mais diversas formas geométricas. Alguns fabricantes produzem loop triangulares de dois ou mais elementos. São semelhantes a quadra cúbica mas seu formato permite soluções engenhosas para sua construção. Veja abaixo um exemplo.

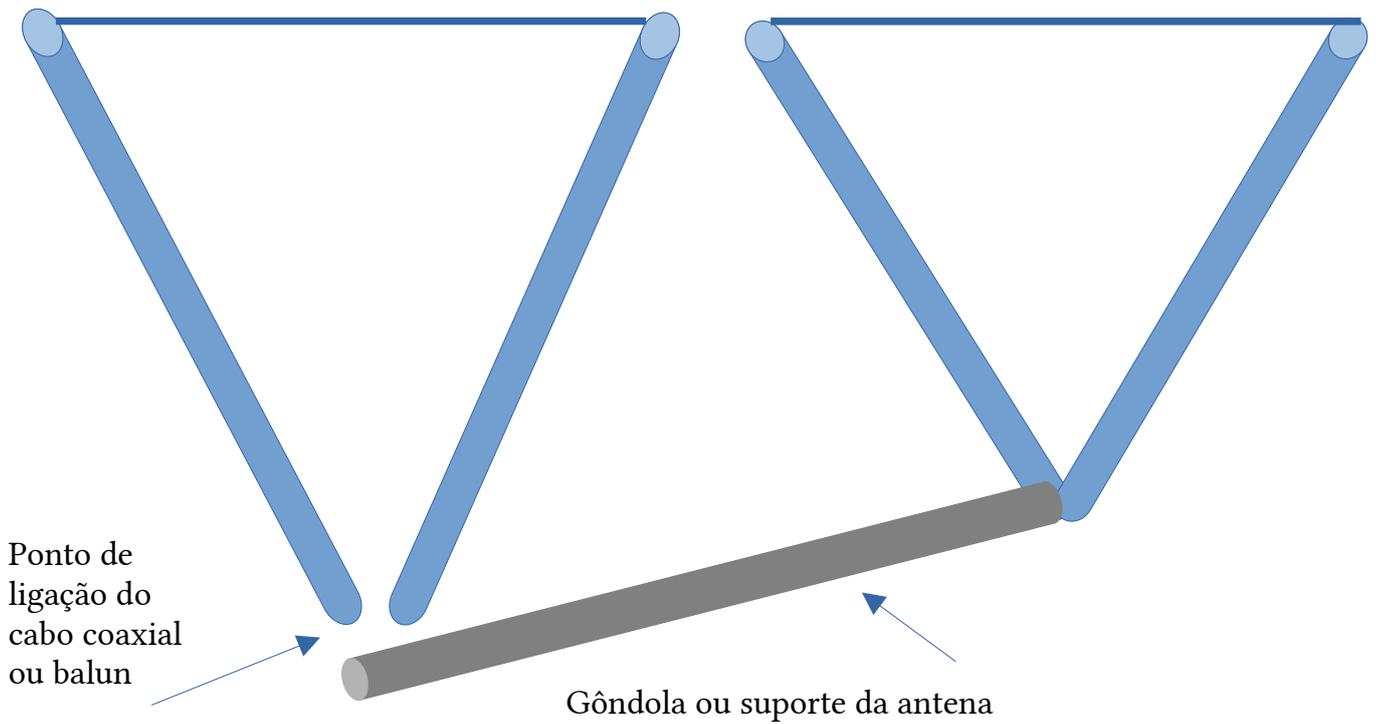


A fórmula matemática é a mesma para se calcular um quadro de uma quadra cúbica ou o perímetro de uma antena de onda completa:  $306/F = \text{metro}/3 = \text{lado da antena}$ .

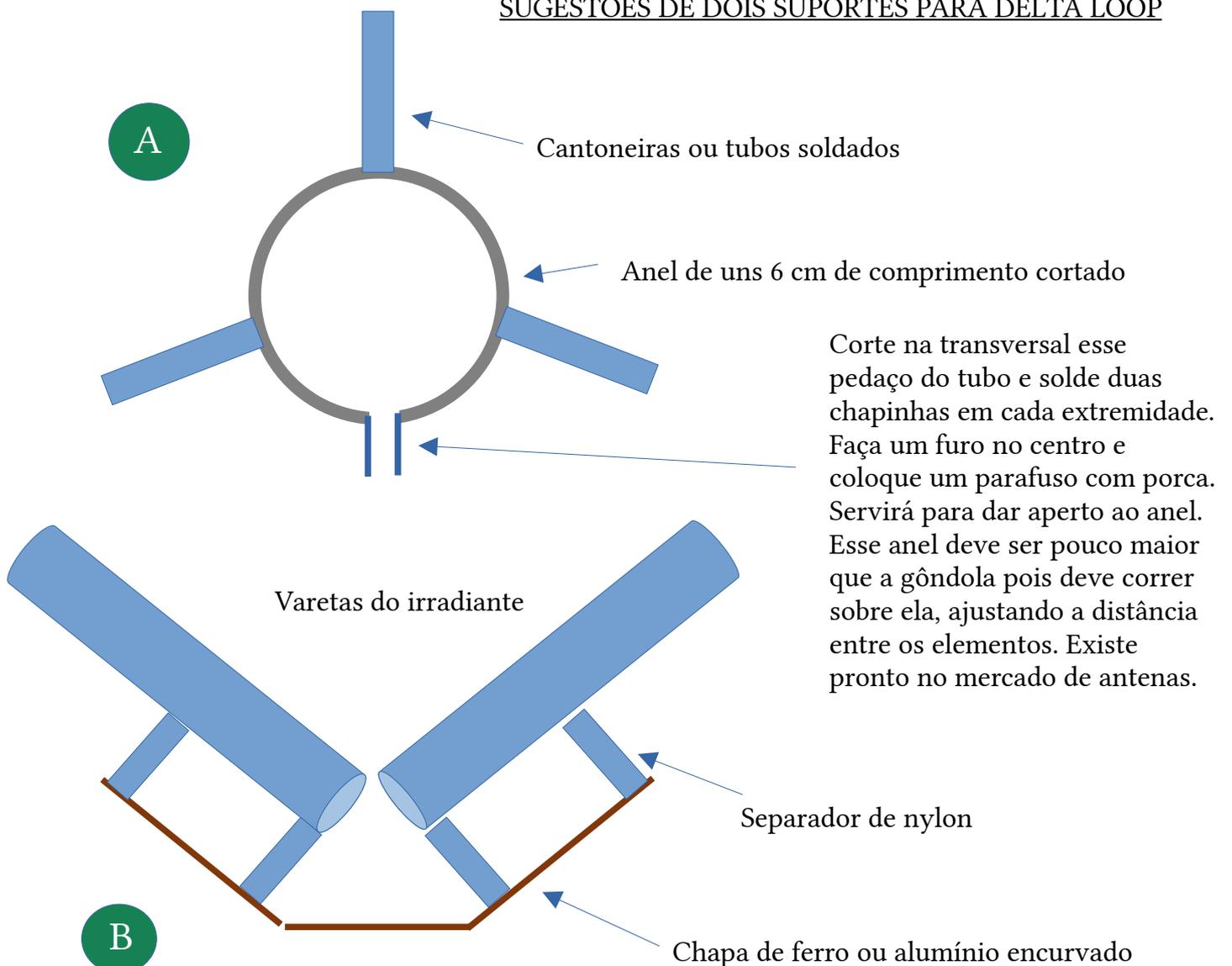
Exemplo prático:  $306/27.5$  e resultado dividido por 3 = 3,7 metros para cada lado da antena.

E se você quiser dar uma outra forma à sua loop, aproveitando aqueles grandes pés de manga que tem em seu quintal? Veja este outro exemplo e note que a matemática é outra. Na verdade, a matemática resolve qualquer problema, mas nem sempre conseguimos uma fórmula pronta, como esta do colega radioamador LA8-OKA. Esta é a delta corner (delta de canto) impedância de aproximadamente 50 Ω





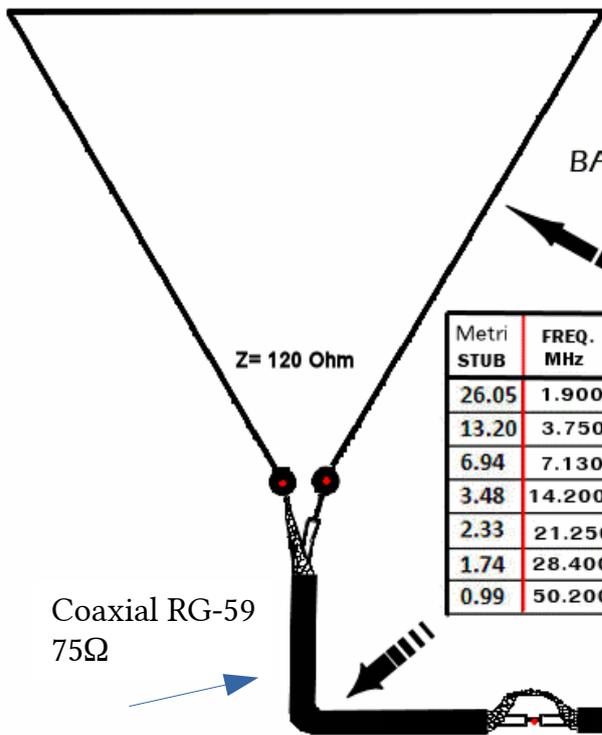
SUGESTÕES DE DOIS SUPORTES PARA DELTA LOOP



antenna multi banda

# Delta Loop

BALUN 2:1 in cavo coassiale 75 OHm RG-59



Metri STUB	FREQ. MHz	Metri LOOP DELTA
26.05	1.900	161.05
13.20	3.750	81.40
6.94	7.130	42.92
3.48	14.200	21.55
2.33	21.250	14.40
1.74	28.400	10.77
0.99	50.200	6.10

IGIBE

Ivo Brugnera

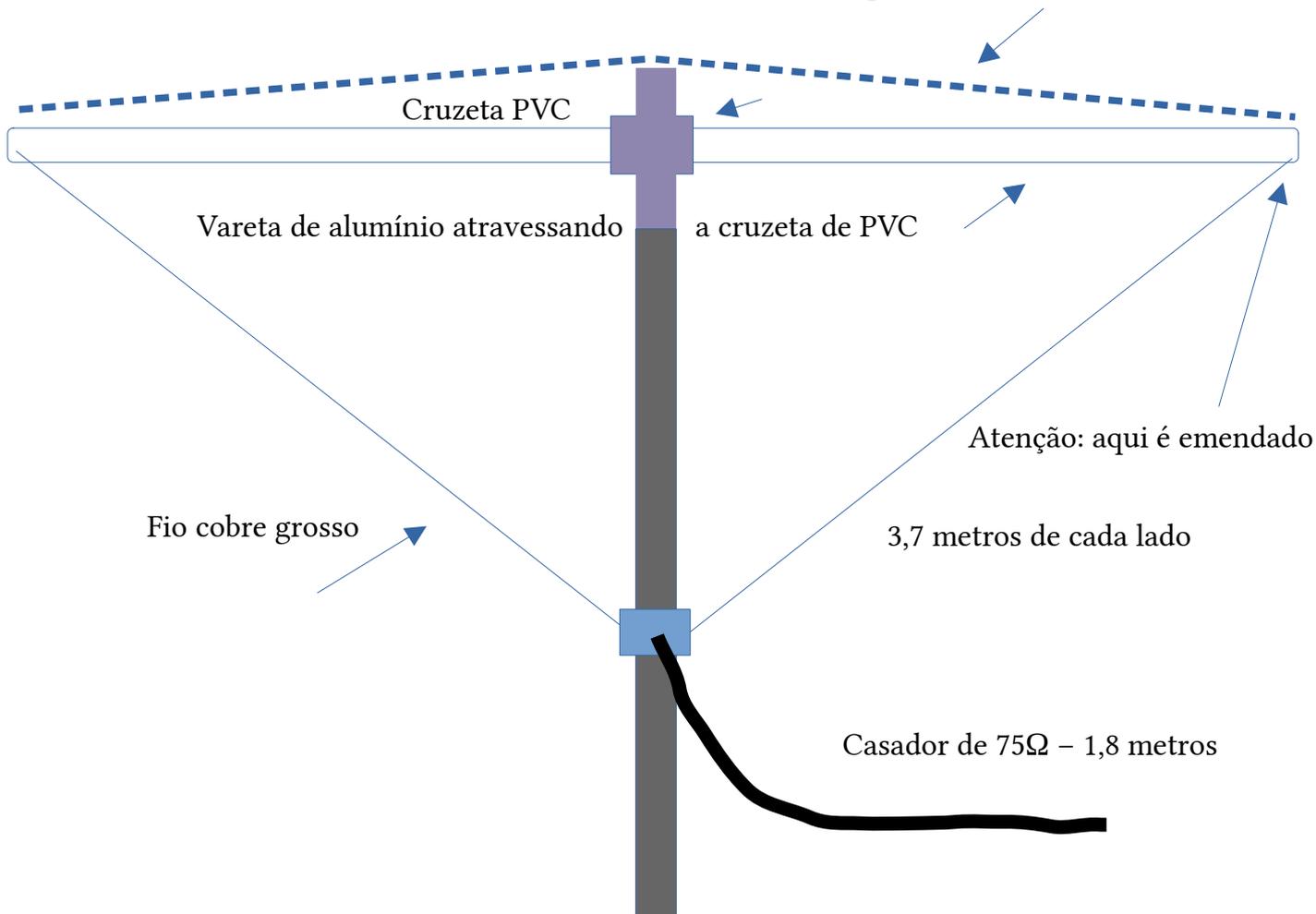
RTX

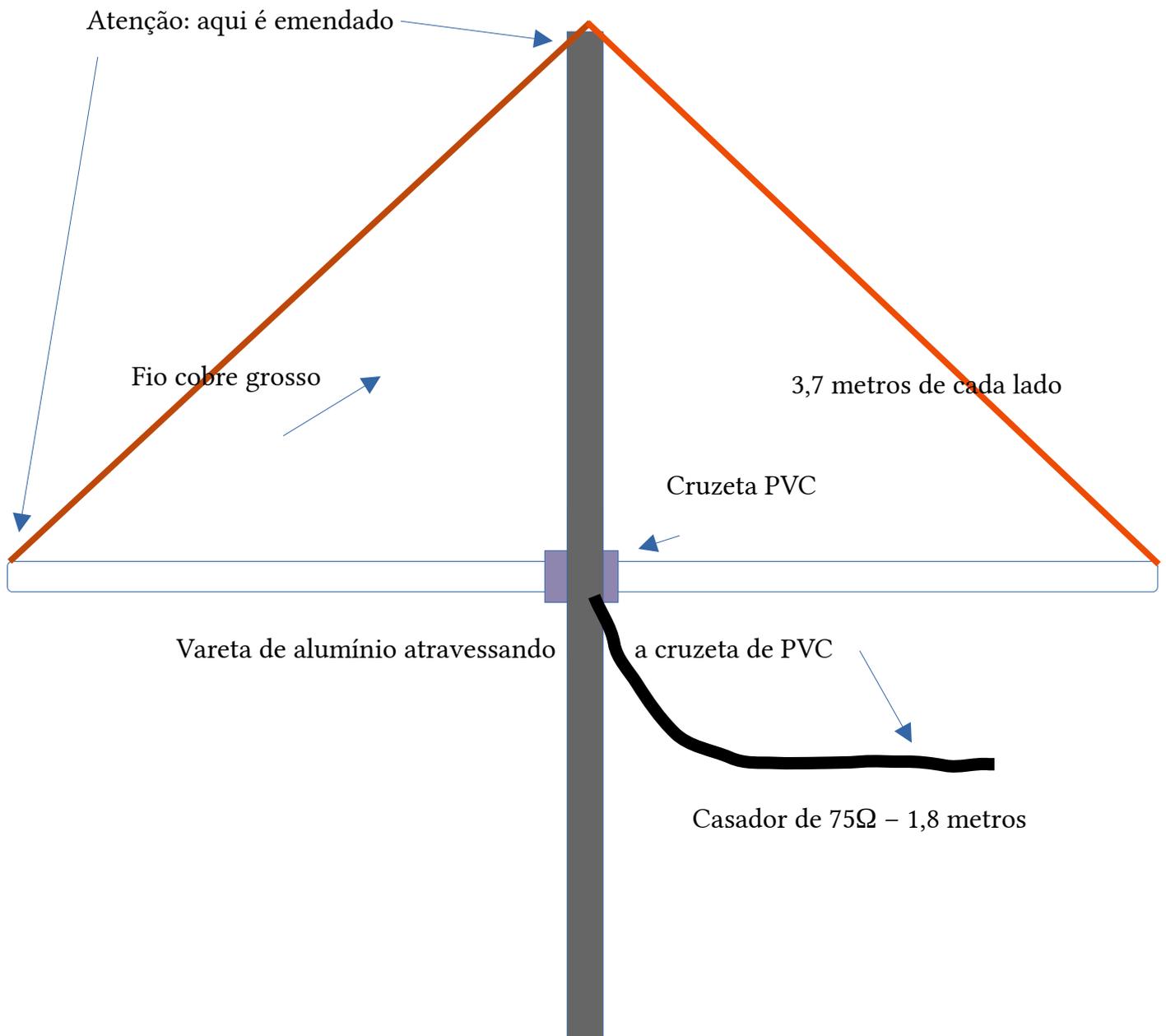
Qualquer comprimento

bocchettone PL

## DELTA LOOP PARA 27,5 MHZ

Bom usar um fio de nylon ou fio de pesca para usar como tensionador ou esticador para as varetas de alumínio





A mesma delta loop porém invertida. Neste modelo fica mais fácil suportar o elemento de alumínio já que fica esticado devido a gravidade. Na ponta superior do mastro – se usar um mastro metálico, use um caninho de PVC a mais e passe o fio por um orifício. Nem os fios nem o tubinho de alumínio deve encostar em mastro que seja de metal.

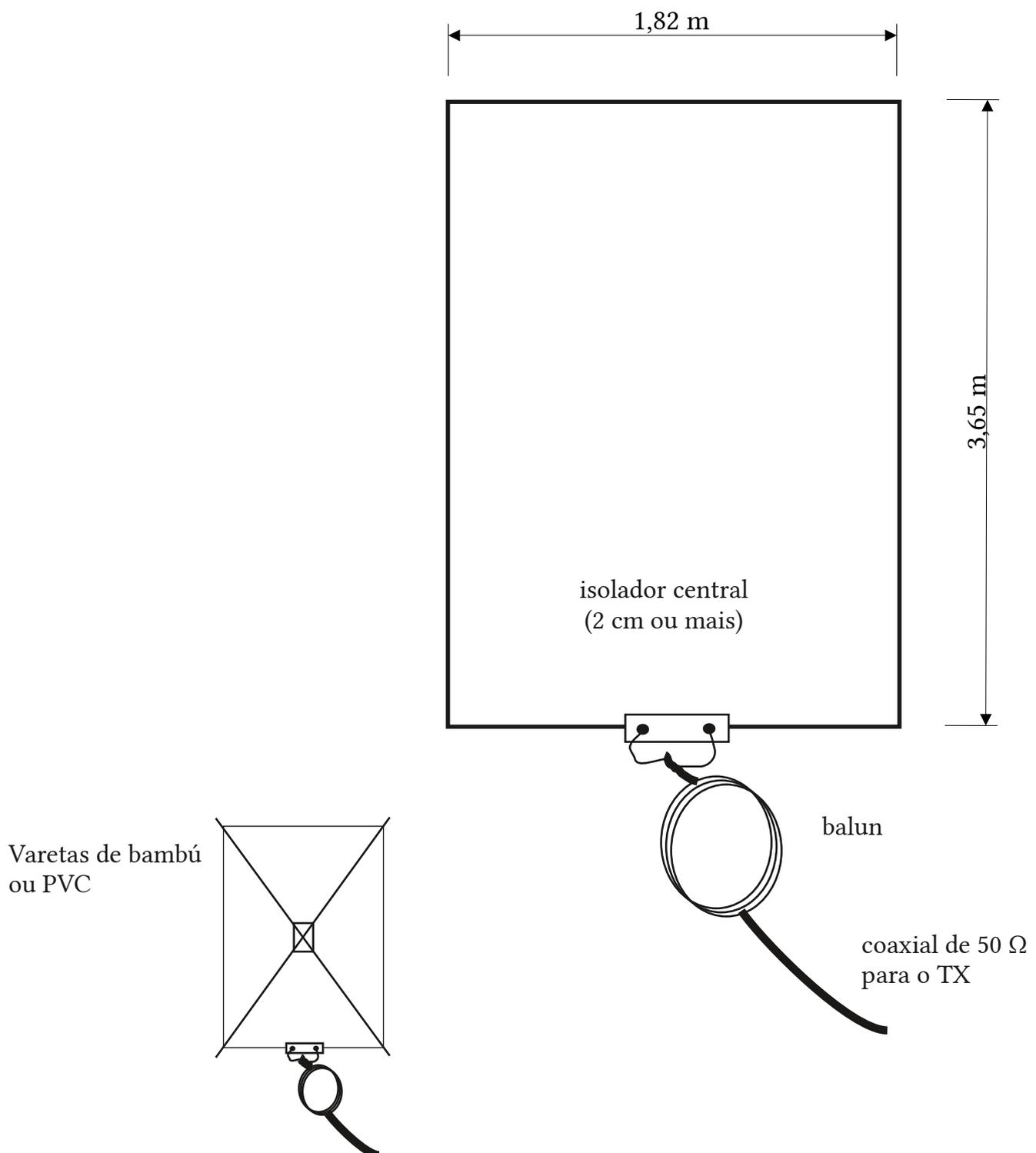
## Loop retangular para 10 metros

Esta antena loop para 28 MHz é de fácil construção e, pelo seu formato retangular, permite a ligação de um cabo coaxial de  $50 \Omega$  diretamente à antena.

Por via das dúvidas (e aí está o segredo!) faça um transformador de impedância enrolando o cabo coaxial, formando 3 espiras de uns 30 cm de diâmetro.

O fio para essa antena é o de nº 12 AWG e o ganho é pouco mais de 2 dB sobre um dipolo, o que não é nada desprezível, dando 1:1 de ROE em 28.400 KHz.

Se não amarrar as pontas em árvores ou postes de madeira, você pode construir uma cruz de bambú ou PVC para suportar a antena, como se faz com uma quadra-cúbica.



## Monte uma Quadra Cúbica para VHF



Nesta foto vemos uma antena Quadra Cúbica para 144 MHz, de alto ganho. Por ser construída em PVC, ela torna-se bastante resistente às intempéries e é fácil de ser carregada. Neste caso, não usamos cola para fixar os dois quadros, permitindo assim que ela possa ser desmontada e levada no porta-malas do carro. A parte do suporte, onde estão o “T” e a cruzeta estão sim, colados com cola própria para PVC “soldável”.

Mostramos como construir esta antena, cujos cálculos permitem que seja confeccionada para qualquer frequência na banda de V/UHF.

Esta antena Quadra Cúbica pode ser operada em qualquer terreno, pois está suportada num tripé. Na verdade, o “tripé” é parte de um varal de roupas, que custa em torno de 25 reais em lojas de produtos populares.

Nota do autor: esta antena foi divulgada na revista Eletrônica Popular nos anos 90 pelo radioamador Miécio Ribeiro de Araújo, PY1-XR (SK). Ele era conhecido nos meios radioamadorísticos como “capyau – o radioamador da roça”, pelos excelentes artigos mostrando como a improvisação e o espírito radioamadorístico fazia com que alguém, mesmo isolado no sertão do Rio de Janeiro, podia “sair no ar” e fazer contatos com o mundo todo com equipamentos totalmente artesanais.



Formula para cálculos dos elementos

Irradiante 306,3/F (MHz)

Refletor 314/F (MHz)

O resultado mostra o comprimento físico total de fio para cada quadro da antena. Estes resultados você deve dividir por 4, pois será cada lado do quadro.

Experimente usar esta fórmula e comparar com os programas de computador mostrados neste livro. Pode ter diferenças devido a vários fatores, como diâmetro do fio utilizado, que poderá ser levado em conta pelo idealizador do programa!



Este “macete” é um segredo até desconhecido por muitos radioamadores. O uso de “t”, curvas e cruzetas em PVC torna fácil não só montar a estrutura de uma antena, mas de fixá-la também num mastro. A foto ao lado dá uma ideia de como fizemos nossa Quadra Cúbica de dois elementos para a faixa de VHF.

O fio utilizado é de cobre rígido bitola 10 AWG, que torna o quadro bastante estável.

## NOSSA ANTENA QUADRA CÚBICA PARA VHF NA PRÁTICA

Vamos construir nossa antena quadra-cúbica, considerada a rainha das antenas, pelo seu alto ganho... e pelas dificuldades mecânicas apresentadas. Adotamos o estilo “diamante”, que embora aproxime mais o quadro do chão, dá mais firmeza nos quadros e facilita a colocação do cabo coaxial próximo ao tubo de PVC.

Cada quadro da antena é suportado por uma cruzeta de PVC de boa qualidade e tubos também o mais retilíneos possível. Veja os detalhes nas fotos neste livro. NOTA: nem toda antena com irradiantes ou refletores (Yagi e Quadra Cúbica) necessitam de um acoplador de impedâncias para ajuste correto, pois alguns programas fazem cálculo para uso direto de linhas de 50 ohms, mas pode haver perda de ganho, direcionalidade, etc. Uma antena dipolo *não precisa* de acopladores de impedância.

Eis as medidas da antena para a faixa de RADIOAMADORES – 144 MHZ:

REFLETOR: 2,165 metros de comprimento total de fio 10 – vareta diagonal tem 76 cm

Cada lado do elemento tem 54 cm

IRRADIANTE; 2,11 metros de comprimento total de fio 10

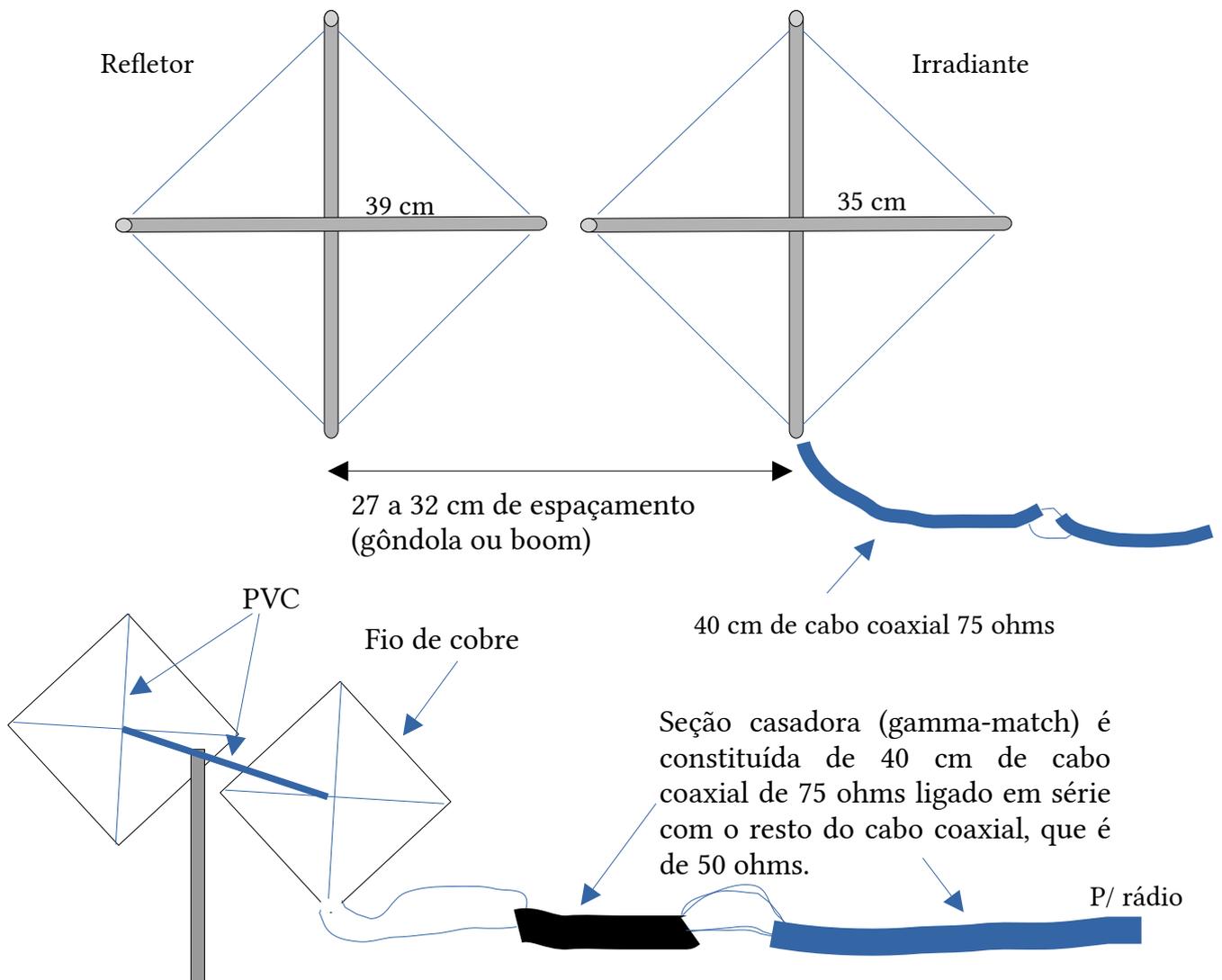
Cada lado do elemento tem 52 cm – vareta diagonal tem 74 cm

Espaçamento na vareta (spreader), onde vai o furo para passar o fio:

Refletor: do centro para a ponta: 39 cm

Irradiante: do centro para a ponta: 35 cm

A gôndola (boom) tem 27 cm de comprimento total, que é o espaçamento ideal entre os dois elementos. Nada impede usar um pouco maior, para ajustes. Nota: o desenho abaixo mostra os elementos lado a lado, mas na montagem final, eles estão defronte um ao outro!





Aí está o conector SINDAL prendendo o quadro irradiante da antena e o cabo coaxial, neste caso o acoplador de 75 ohms. Cruzetas e “T” de PVC podem ser apenas encaixados, transformando nossa anteninha de VHF para operação portátil, fácil de colocar no porta malas do carro,



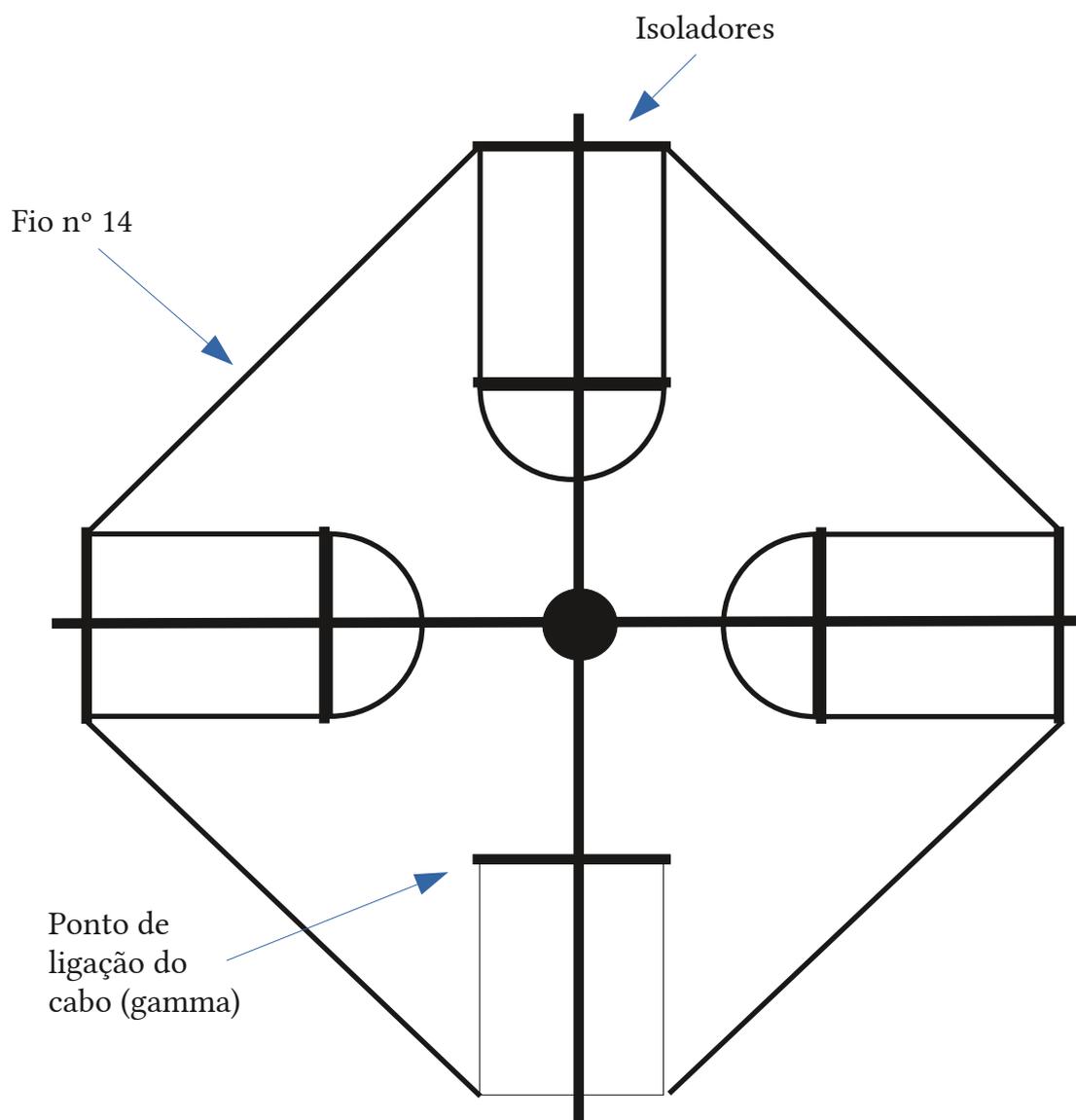
## Quadra Pfeiffer - Quadra Cúbica encurtada

Que tal construir uma quadra-cúbica para 40 metros.... rotativa?! É possível, pois o colega Andrew Pfeiffer K1KLO desenvolveu uma maneira de encurtar uma antena quadra, a ponto de uma para 40 metros ter o quadro menor que uma cúbica comum para 10 metros.

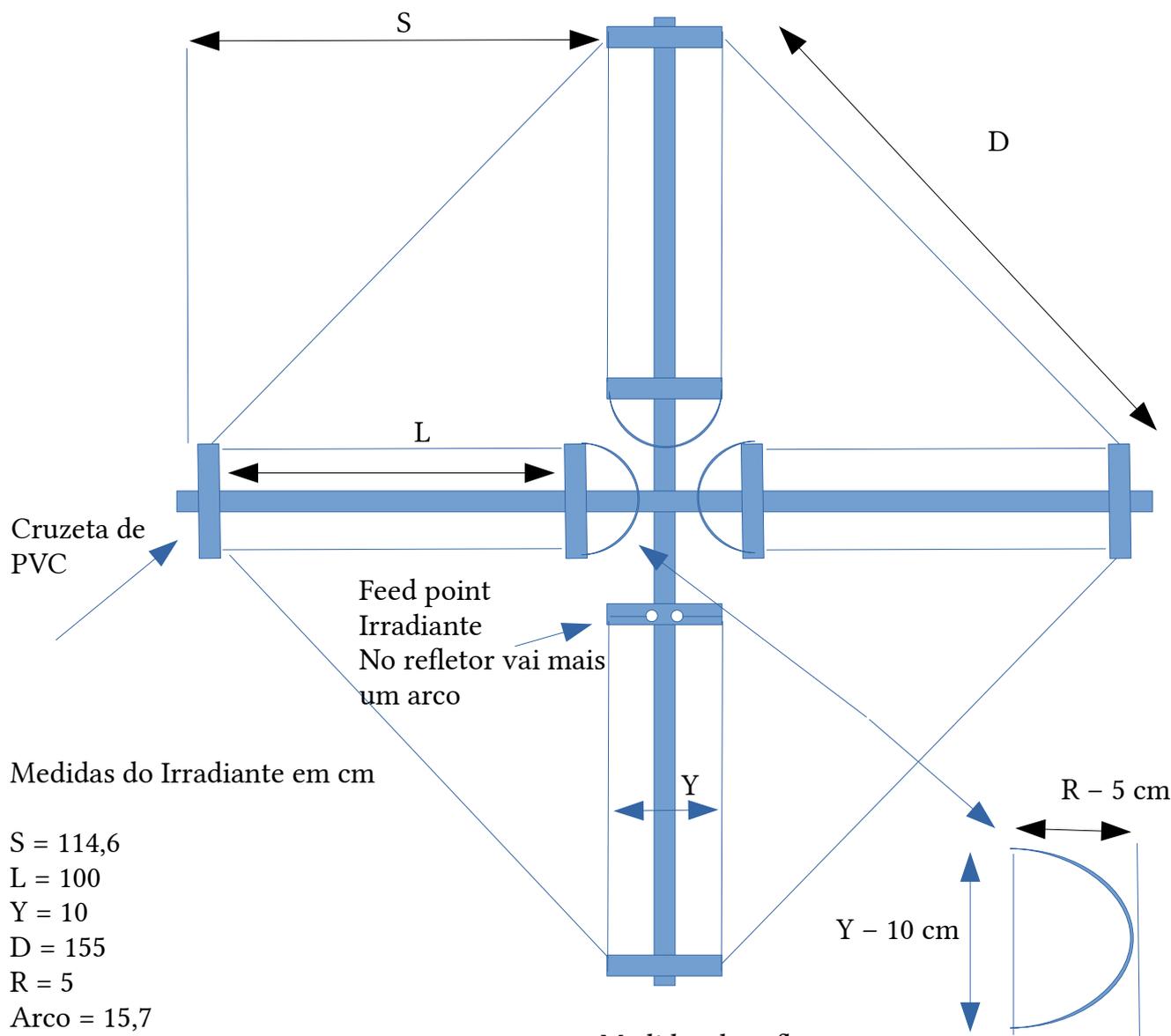
A mudança consiste em se fazer o quadro em forma de uma cruz de Malta. Duplicando ou triplicando os quadros, a redução é drástica. Para detalhes, procurem na internet, que encontrarão um manual fornecido pelo autor, com todas as dimensões da antena. Vale a pena uma experiência, pois a maioria dos radioamadores desconhece este tipo de antena.

A possibilidade de se ter uma quadra-cúbica para 40 metros é bem atraente. A matemática para a construção do refletor e/ou diretor é a mesma que estudamos até agora. Pensamos inclusive na possibilidade de usar os casadores construídos com cabo coaxial de 75 ohms, descritos neste livro. Neste caso, o quadro da antena seria aberto para receber o casador (malha e fio central).

Procure na internet e veja uma versão desta antena realizada por David K. Shortess, W7PTL. Está no site da ARRL.



Nota: NÃO montamos essa antena. Mas alguns colegas já experimentaram e até existe modelos prontos para venda. Na próxima página apresentamos um modelo com as medidas para operação entre 12 e 10 Metros. Ajustes podem ser feitos aproximando ou afastando os dois elementos. A dificuldade para a montagem dessa antena é a parte mecânica.



Medidas do Irradiante em cm

$$S = 114,6$$

$$L = 100$$

$$Y = 10$$

$$D = 155$$

$$R = 5$$

$$\text{Arco} = 15,7$$

Comprimento total de fio utilizado no irradiante:

14,771 metros

Medidas do refletor em cm

$$S = 117,8$$

$$L = 104,7$$

$$Y = 10$$

$$D = 162,3$$

$$R = 5$$

$$\text{Arco} = 15,7^*$$

Comprimento total de fio utilizado no irradiante: 15,496 metros – veja páginas seguinte para seu cálculo.

Outros detalhes sobre a construção desta antena são:

- 1 – No elemento refletor, haverá mais um arco.
- 2 – A distância – variável – entre os dois elementos são de 1,3 a 2 metros.
- 3 – Fio rígido de cobre 14 AWG.
- 4 – Casadores de impedância igual aos da quadra cúbica comuns. Veja várias sugestões neste livro.
- 5 – O suporte “X” diagonal terá no mínimo 2,20 no irradiante e 2,30 metros no refletor, cada vareta de PVC ou vara de fibra de vidro.

ARCO – COMO CALCULAR

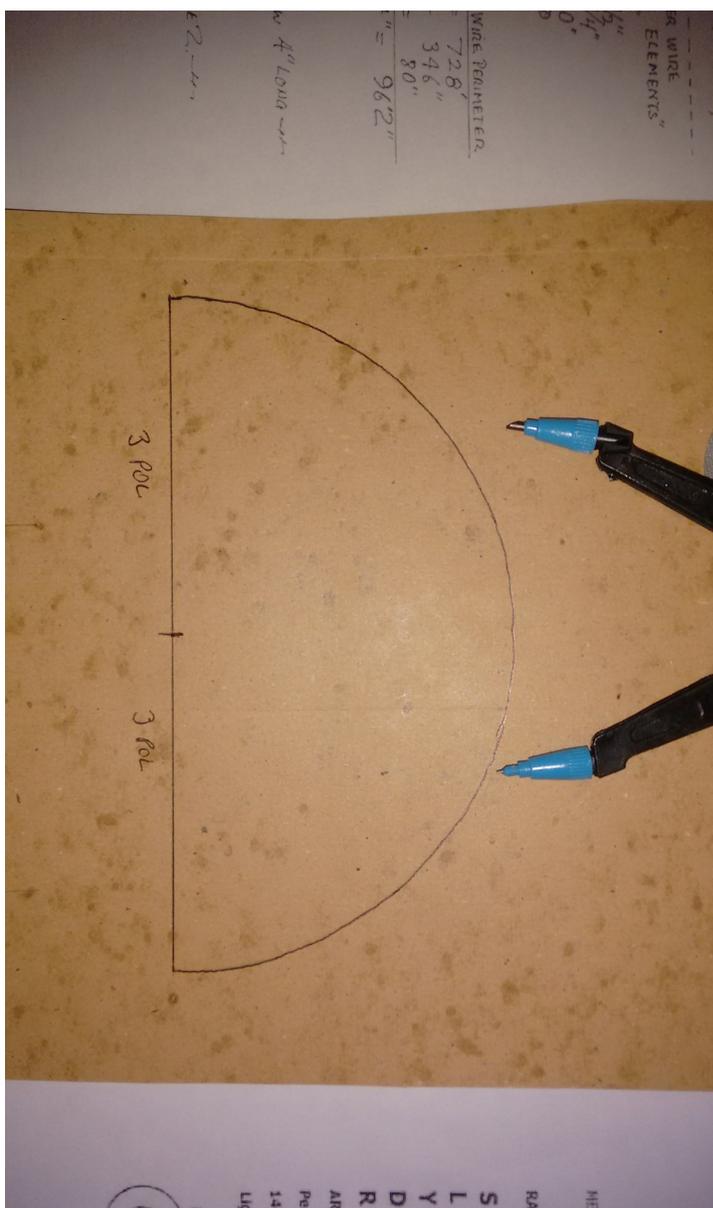
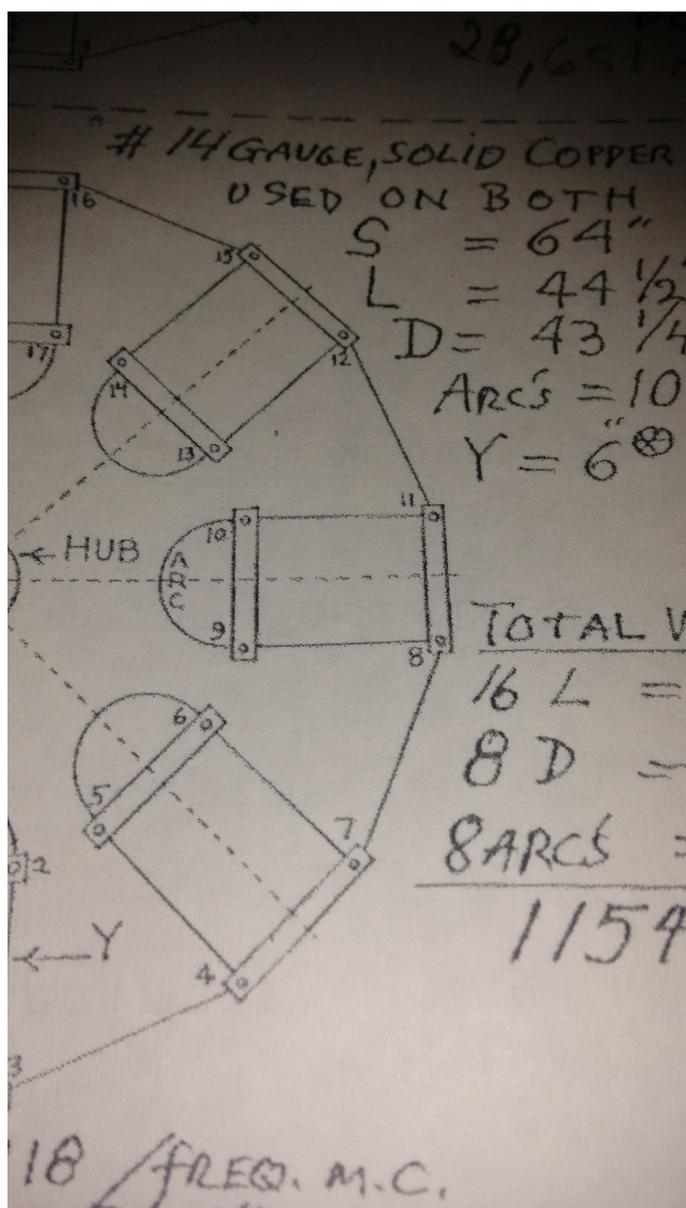
Brincando de geometria, chegamos à conclusão que um dos pontos mais críticos da antena quadra cúbica encurtada é a construção do tal arco – ARC no esquema.

Pois bem, como temos a largura do arco e até mesmo a distância da meia lua até sua base, fica fácil – com um compasso – desenhar o arco ou semi círculo 180° numa cartolina e usá-lo como molde para a curvatura do fio, que no nosso caso, é cobre rígido.

As fotos abaixo mostra como fizemos nosso molde.

- 1 – A largura de “yard” é de 4 ou 6 polegadas, conforme a antena a ser montada.
- 2 – Meça com uma régua 4 ou 6 polegadas e ache a metade.
- 3 – Com um compasso fixo no centro ou metade das medidas acima ( 2 ou 3 polegadas) trace um semi círculo numa folha de papel, cartolina ou cartão.
- 4 – Pronto, você tem um meio círculo que equivale a ARC do esquema.
- 5 – Só para tirar a prova, brincando com geometria, corte um fio na medida indicada – perímetro de ARC e enrole-o sobre o molde. O fio está na medida certa, conformando o arco criado.

Leve em consideração que arco ou “arc” visa facilitar o arredondamento da curva da antena. O molde de papelão facilita na hora de você passar o fio sobre os isoladores. Por usar fio de cobre rígido, ele ficará encurvado. Você pode fixar os pontos com cola quente ou outro material de secagem rápida.



**Pfeiffer Maltese Quad Antenna System**

PFEIFFER MALTESE DOUBLE-CROSS QUAD  
20 METER BAND - CENTER FREQ. 14.175 MC  
DRIVEN ELEMENT : APPROXIMATE DIMENSIONS

3.2 m

Fig. 8

No refletor, haverá mais um arco no lado...  
A medida calculada da distância entre...  
de 130 cm.  
Fio rígido 14 de cobre e armação de...  
Para casar impedância, o capacitor variável é o...  
suficiente, sem a necessidade de rabinho com cabo

Total: 75 ohms

Gamma Match

"DRIVEN ELEMENT"	
S	= 63"
L	= 44 5/16"
D	= 42 1/2"
ARC	= 10 1/2"
F.P. WIRE	= 6" =
Y	= 6" ⊕

TOTAL WIRE PER...  
16 L = 76  
8 D = 34  
7 ARCS = 7  
1 F.P. WIRE =  
112.8.5" =  
28,651 mm

CAUSE, SOLID COPPER WIRE  
USED ON BOTH ELE...  
S = 64"  
L = 44 1/2"  
D = 43 1/4"  
ARCS = 10"  
Y = 6" ⊕

TOTAL WIRE PER...  
16 L = 72  
8 D = 34  
8 ARCS = 8  
1154" =

BOOM LENGTH: 118 / FREQ. M.C.  
118 / 14.175 MC = 8' 4"

⊕ THIS IS AN EARLY MODEL! ALL YARD ARMS ARE NOW 4" L

FOR DETAILS REFER TO: FIG. 2, PAGE 2.

44 + 5/16

117 + 5,6 mm

Page 10

## Open-Sleeve - antena vertical bi-banda ou tri-banda

Esta antena foi baseada num artigo do livro eletrônico “Idéias e Projetos para QRP”, do colega russo Igor Grigorov RK3-ZK e pode ser vista (com muitas outras coisas interessantes) no site [www.antentop.org](http://www.antentop.org).

O criador é Dmitry Fedorov, UA3-ARV e segundo os dados, pode operar em duas ou três bandas simultaneamente. É uma antena interessante, pois o mesmo design é usado para a construção de antenas dual-band em VHF/UHF.

Abaixo os desenhos da antena e a tabela com os dados para a sua construção. O cabo coaxial é de 50 ohms. A malha é ligada nos elementos parasitas e a alma (fio central do cabo) é ligado no elemento irradiante, que obviamente deve estar isolado dos demais. Sugestão: monte os elementos numa chapa em forma de “L”, isolando a vareta irradiante.

Não são fornecidas fórmulas matemáticas nem detalhes para o ajuste de frequências, mas o comprimento diferente para cada “ressonador” com certeza irá alterar o ponto ideal de operação da antena. Na figura 1 e 2 o diâmetro do elemento M é de 25 mm e S é de 10 mm. Na figura 3 e 4 os elementos S tem 1,5 mm de diâmetro e M continua com 25 mm.

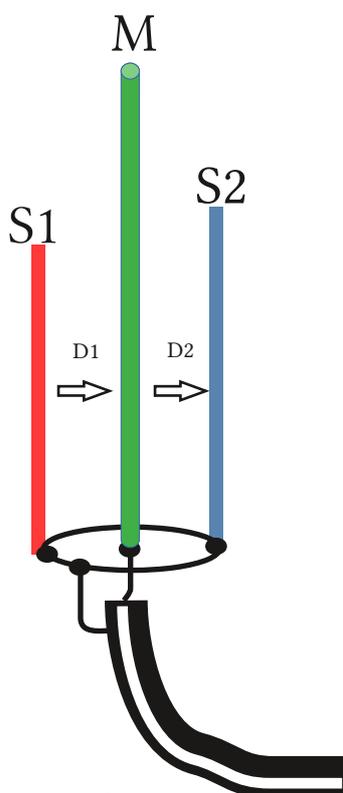


Figura 1 e 3

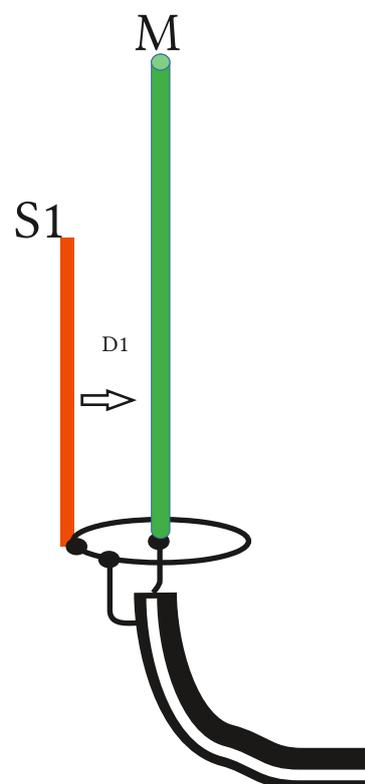
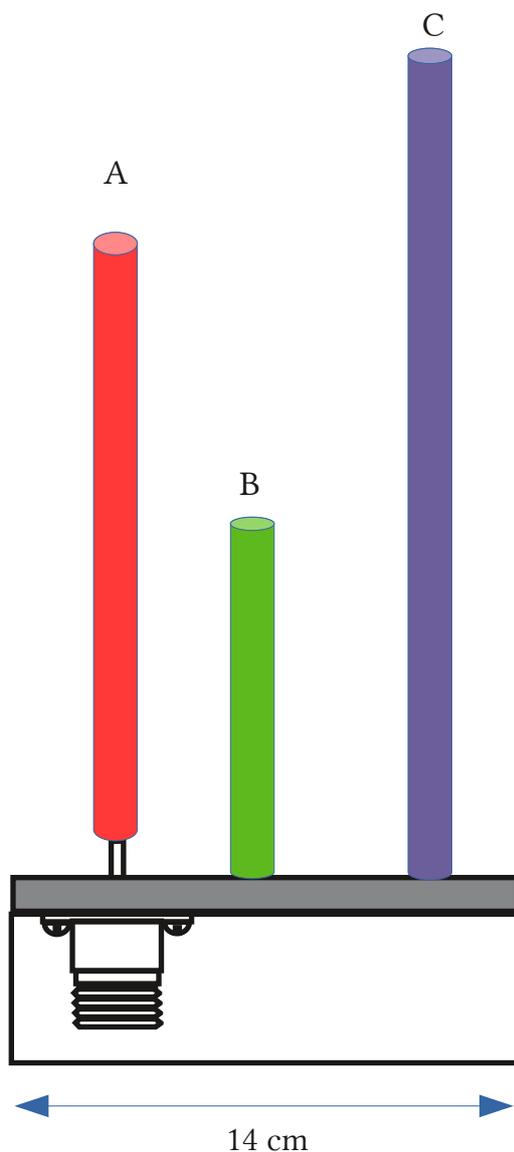


Figura 2 e 4

Figura	Banda em Metros	Comprimento de M em mm	Comprimento de S1 em mm	Distância de D1 em mm	Comprimento de S2 em mm	Distância de D2 em mm
1	20, 15, 10	5168	3407	220	2573	200
2	14, 10	3630	2527	220		
3	20, 15, 10	5149	3451	220	2661	200
4	14, 10	3432	2567	210		

OPEN SLEEVE PARA V/UHFCOMPRIMENTO DOS ELEMENTOS  
E DISTÂNCIA ENTRE ELES

Elemento A - 48,9 cm de comprimento.  
 Elemento B - 15,9 cm de comprimento.  
 Elemento C - 146 cm de comprimento.  
 Distância entre A e B - 3,65 cm  
 Distância entre A e C - 11,4 cm  
 Elementos metálicos de 9,5mm de diâmetro.

Este suporte é uma cantoneira de alumínio. O elemento A, irradiante, é soldado direto no pino central do conector coaxial fêmea. Os demais tem contato direto com a cantoneira metálica.

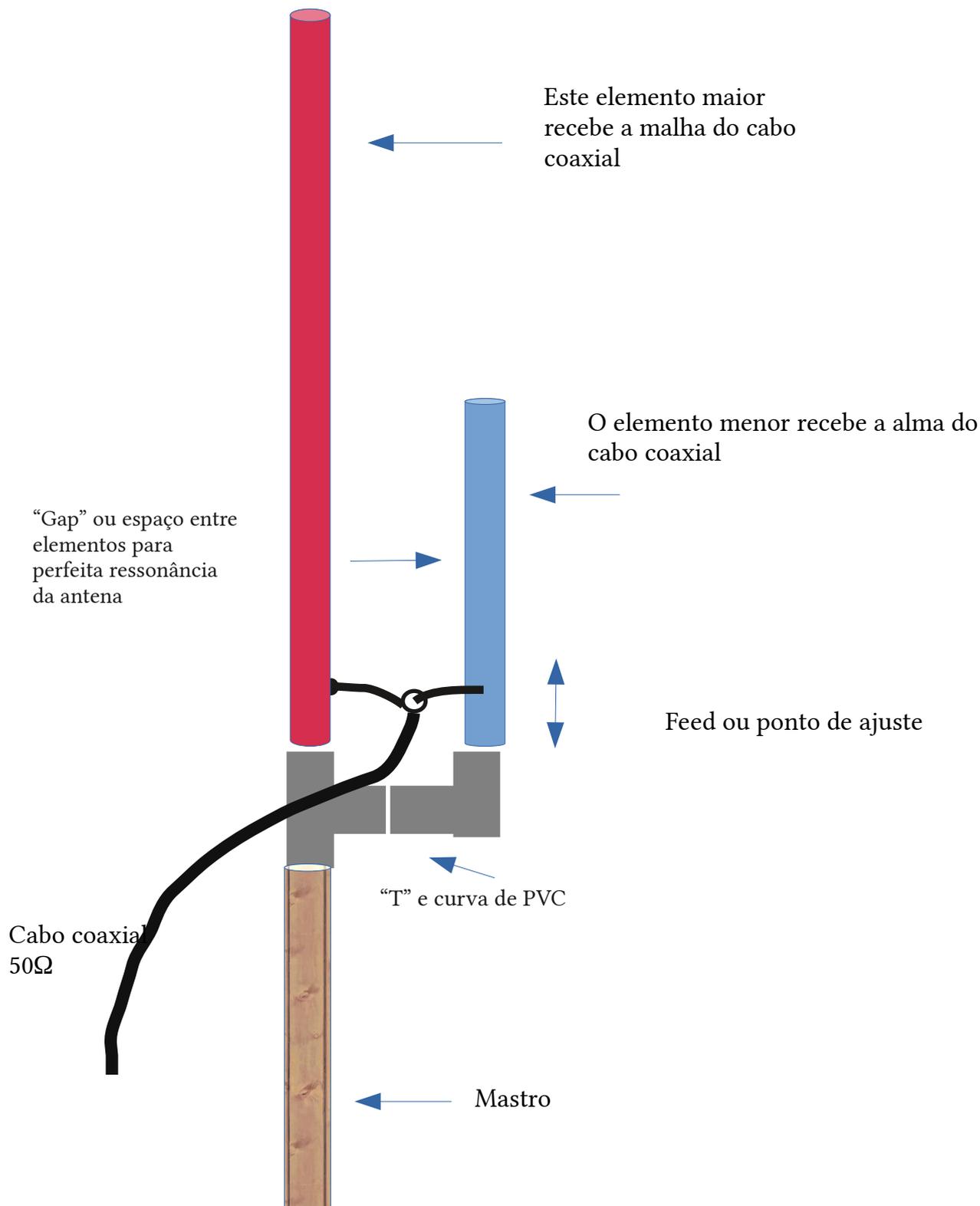
Sugestão de como construir a antena, usando uma cantoneira metálica. Repare que o elemento irradiante é isolado da cantoneira. Se usar conector coaxial fêmea (para VHF/UHF), o irradiante é ligado só no furo central, senão ficaria em curto com os demais elementos. Não há problema da cantoneira ser aterrada através de um mastro metálico.

Esta antena também é conhecida como Open Sleeve Júnior e é uma combinação de duas antenas J e ótima para operação de satélites. O leitor poderá encontrar detalhes sobre o funcionamento desta antena na página do Roland Zurmely, PY4ZBZ (<https://www.qsl.net/py4zbz/>). Caso este endereço esteja obsoleto por ocasião da publicação deste livro, digite o indicativo do Roland no site de busca do Google, que você o encontrará com facilidade.

## Antena J-Pole para VHF ou V/UHF

Esta é uma antena muito apreciada pelos europeus e é semelhante, senão igual, a antena descrita acima, a Open Sleeve. Abaixo os dados obtidos com o programa do VE3-SQB. Por ser uma antena pequena, as cruzetas podem ser de PVC ou outro material isolante.

Repare nesta antena que a posição da ligação do vivo do coaxial ao “stub” ou elemento que faz às vezes de acoplador, tem grande influência.



**J-POLE DESIGN** by **A. Legay VE3SQB**

INPUT FREQUENCY IN MEGAHERTZ

**147** INCHES CM

The radiator will be **144,624** CM long

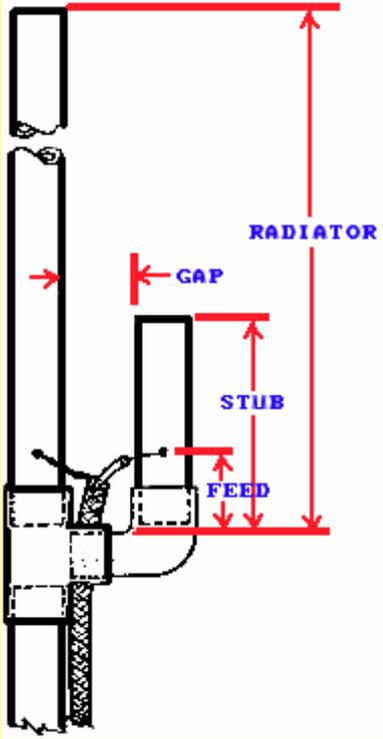
The driven stud is **48,156** CM long

The Gap space is **2,851** CM

The Feedpoint is about **5,961** CM up

See sample triband 2m, 220 and 440

GO EXIT



The diagram shows a vertical J-Pole antenna structure. It consists of a main vertical radiator, a shorter driven stud, and a feedpoint. Red arrows indicate the dimensions: 'RADIATOR' is the total height of the main vertical element; 'GAP' is the horizontal distance between the radiator and the driven stud; 'STUB' is the height of the driven stud; and 'FEED' is the height from the base to the feedpoint. The antenna is shown in a cross-sectional view with a feedline connected to the feedpoint.

Este programa calcula sua antena J-Pole automaticamente. Veja que este tipo de antena são dimensionadas para as faixas de VHF ou UHF. Poderia até calcular para HF, mas com certeza haverá problemas mecânicos para sua construção.

## OS CASADORES GAMMA MATCH – SAIBA CALCULAR

A partir desta sessão do livro Manual das Antenas, damos uma atenção toda especial aos acopladores de impedância das antenas. Vamos abordar os tipos mais fáceis de fazer e calcular. Com estas descrições e desenhos, será impossível você não construir um gamma ideal para sua antena. Veja que um bom analisador de antenas é fundamental para você saber qual a impedância de sua antena.

O comprimento elétrico do cabo é aquela seção coberta pela malha, então quando você corta o comprimento do cabo coaxial de  $\frac{1}{4} \lambda$  ou  $\frac{3}{4} \lambda$  mantê-lo mais comprido do que 3 cm para poder descascar.

As fórmulas para calcular o comprimento de  $\frac{1}{4} \lambda$  ou  $\frac{3}{4} \lambda$  de um cabo de 75 ohms são:

Comprimento  $\frac{1}{4} \lambda$  em cm =  $(7.500 \times \text{MHz}) \times 0,80$

Comprimento  $\frac{3}{4} \lambda$  em cm =  $(22.500 \times \text{MHz}) \times 0,80$

As fórmulas para calcular o comprimento de  $\frac{1}{4} \lambda$  ou  $\frac{3}{4} \lambda$  de um cabo de 52 ohms são:

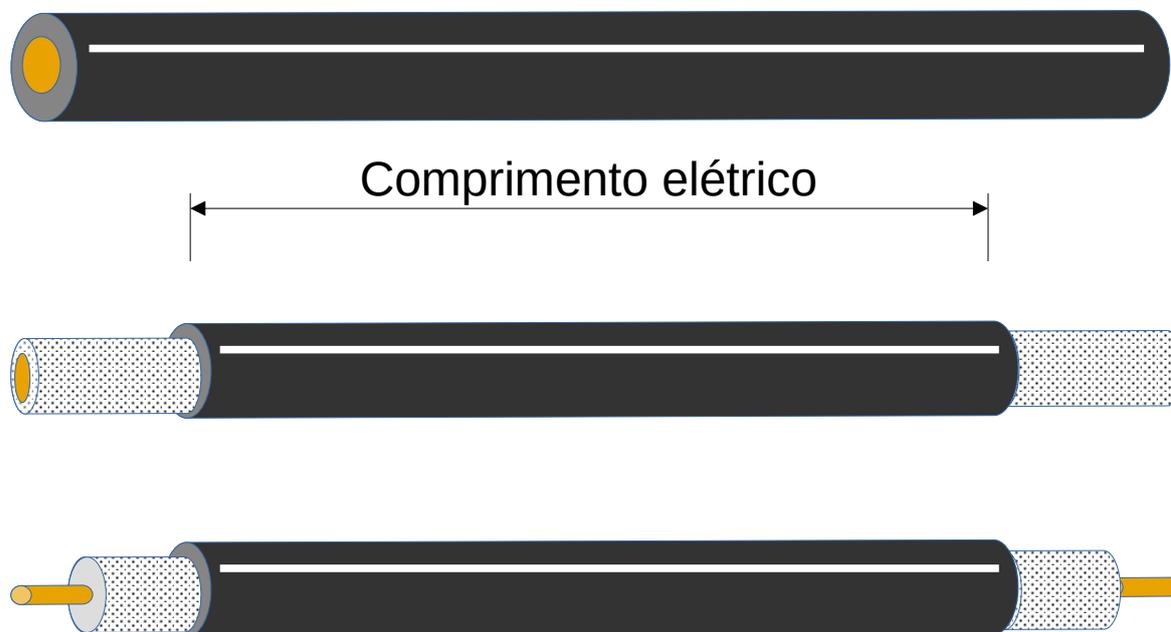
Comprimento  $\frac{1}{4} \lambda$  em cm =  $(7.500 \times \text{MHz}) \times 0,66$

Comprimento  $\frac{3}{4} \lambda$  em cm =  $(22.500 \times \text{MHz}) \times 0,66$

NOTA: Onda é mostrada pelo símbolo “lambda” do alfabeto grego –  $\lambda$

0,66 ou 0,80 é o fator de velocidade FV do cabo coaxial e no Brasil, esses valores vem impresso na capa plástica do cabo. Os cabos de boa qualidade tem em torno de 0,66 FV e os utilizados para recepção de satélites, tipo branco e blindado, tem FV de 0,80.

Na prática, ao calcular um acoplador com cabo coaxial, ele ficará mais curto do que as medidas iniciais devido a esse fator de velocidade.



Sabendo a impedância de sua antena, você pode associar dois ou mais cabos em paralelo, em série ou série/paralelo. Na maioria das vezes neste livro mostramos o cabo no comprimento certo, mas saber as fórmulas ajuda você a calcular para qualquer frequência que desejar.

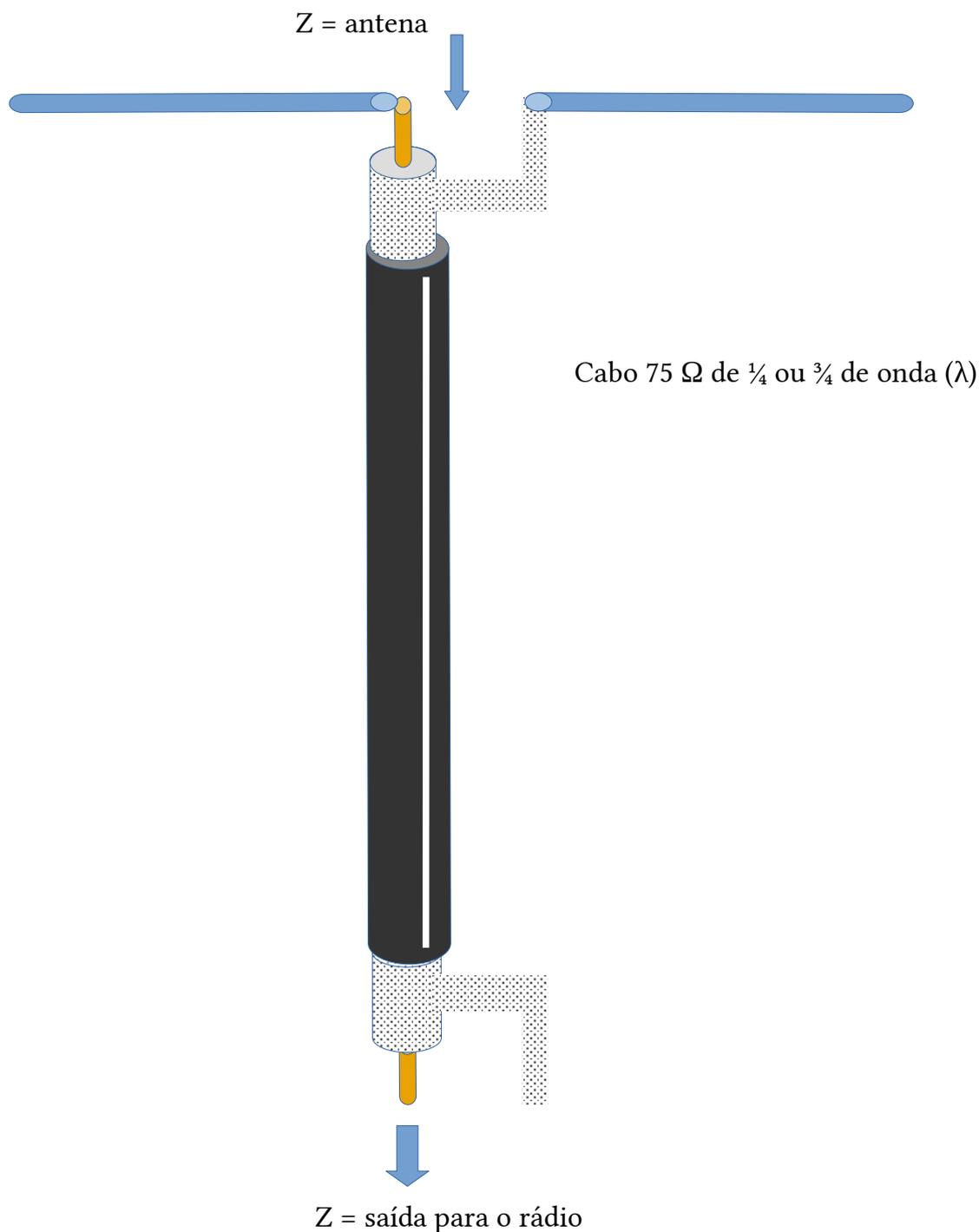
CONSTRUINDO TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIA COM CABO COAXIAL

Para conectar um cabo coaxial de 52 ou 75 ohms para uma antena que tem uma impedância maior ou menor, você tem que usar um comprimento de cabo  $1/4\lambda$  ou  $3/4\lambda$  que prevê adaptar esses dois diferentes valores de impedância:

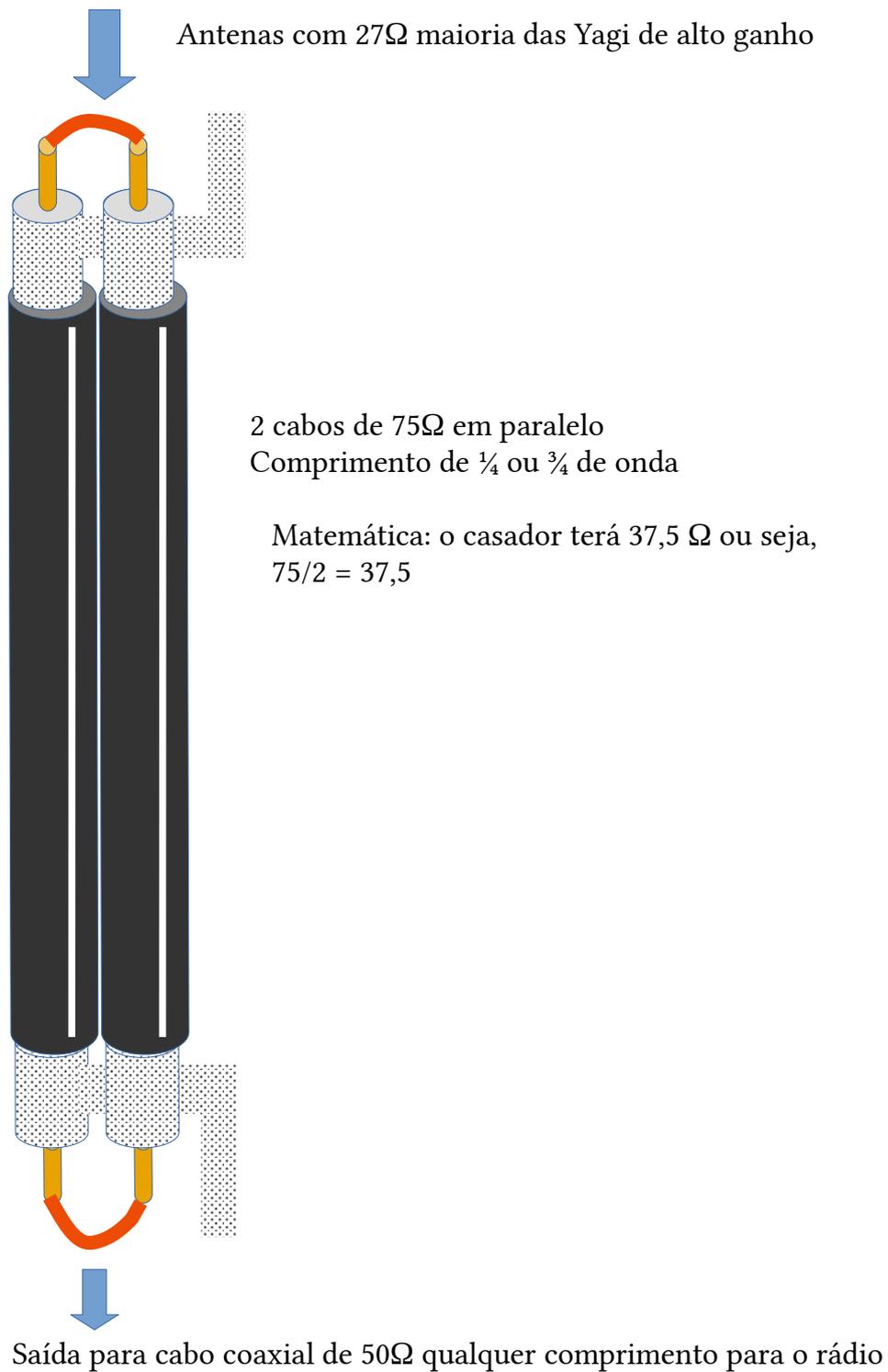
Comprimento do cabo  $Z = \sqrt{Z_{\text{antena}} \times Z_{\text{saída}}}$

Antena  $Z = (\text{comprimento } Z \times \text{comprimento } Z) / Z_{\text{saída}}$

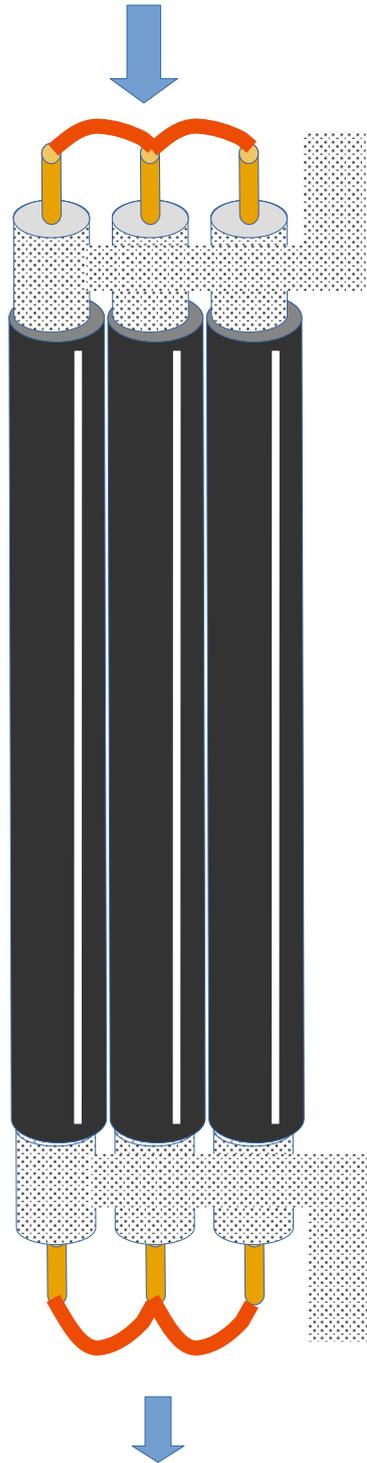
Saída  $Z = (\text{comprimento } Z \times Z) / \text{antena } Z$



## TABELINHA PRONTA PARA IMPEDÂNCIAS JÁ CONHECIDAS



$Z = \text{antena de } 12 \Omega$

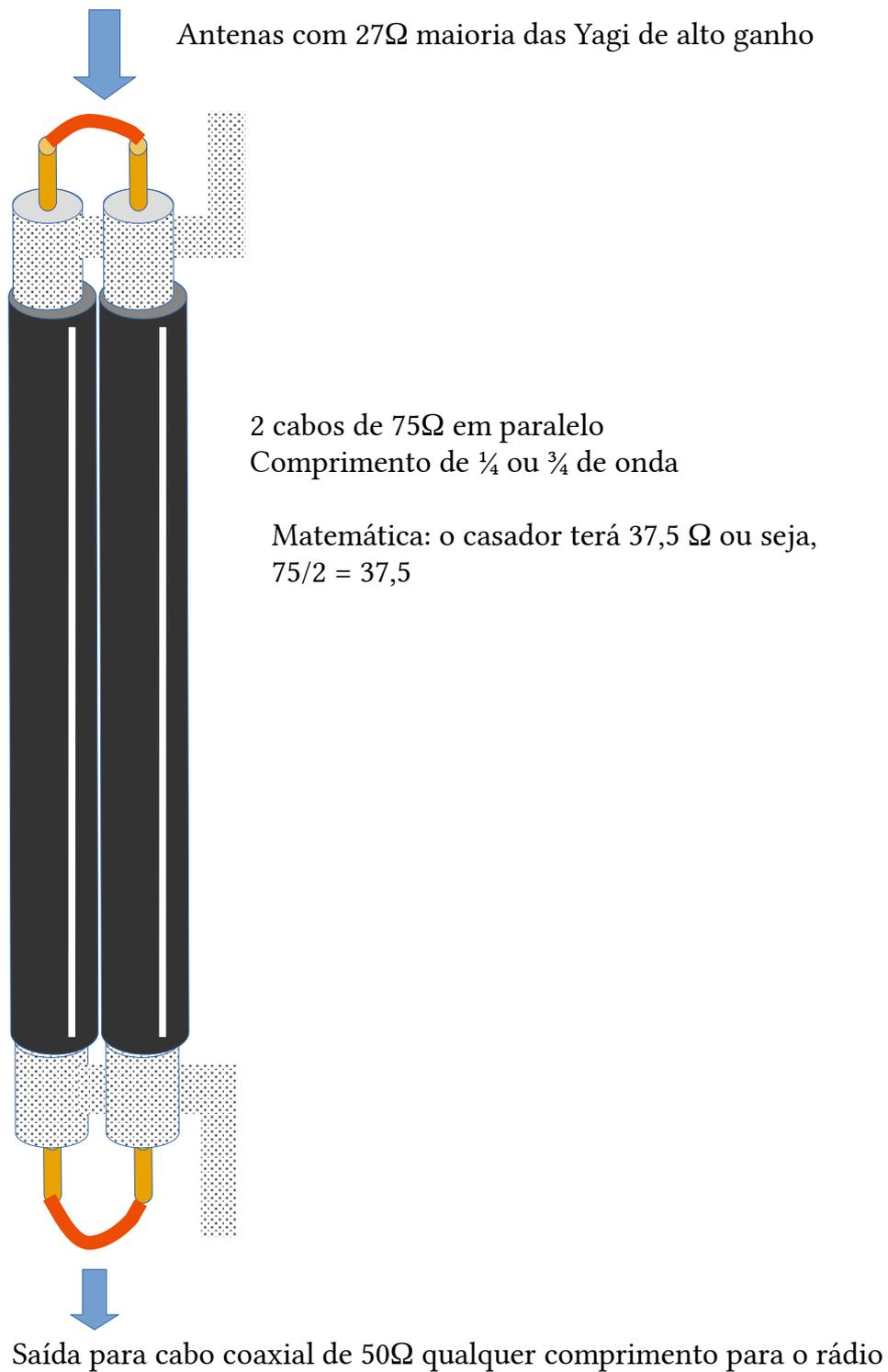


Três cabos coaxiais de  $75 \Omega$  em paralelo – malhas interligadas, alma interligada. Comprimento elétrico de  $\frac{1}{4}$  de onda ou  $\frac{3}{4}$  de onda.

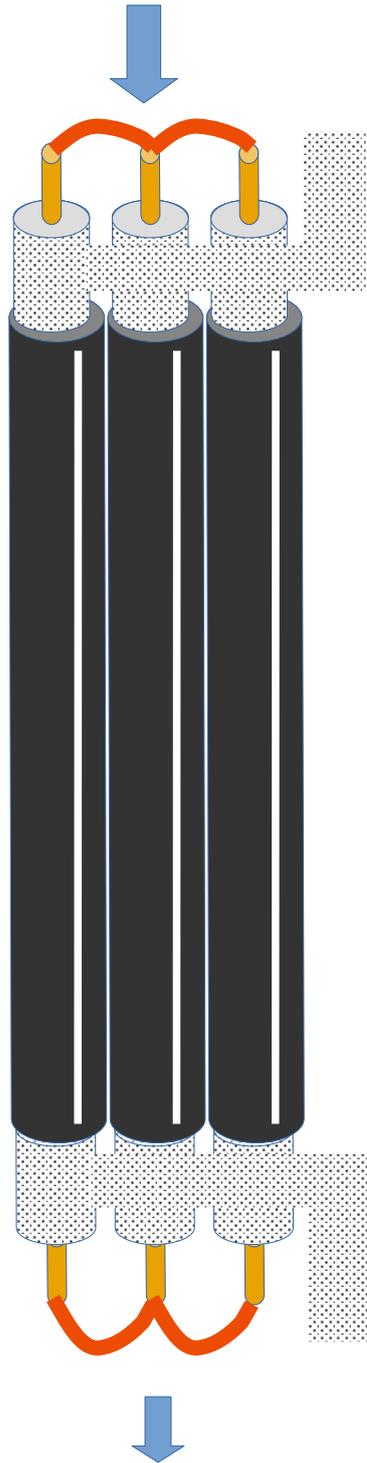
Matemática: O cabo terá  $25 \Omega$ , ou seja,  $75/3 = 25$

$Z = \text{saída para o cabo coaxial de } 50 \Omega \text{ para o rádio.}$

## TABELINHA PRONTA PARA IMPEDÂNCIAS JÁ CONHECIDAS



$Z = \text{antena de } 7 \Omega$



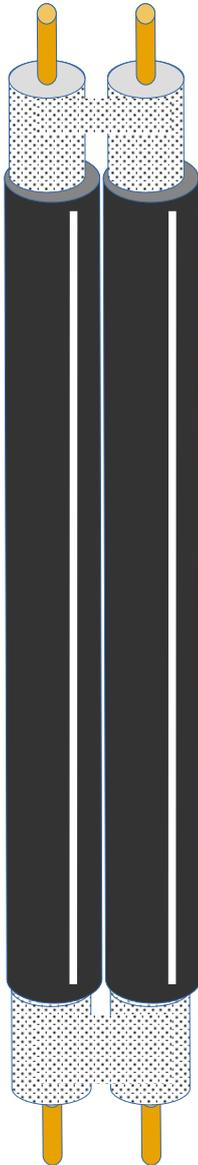
Três cabos coaxiais de  $50 \Omega$  em paralelo – malhas interligadas, alma interligada. Comprimento elétrico de  $\frac{1}{4}$  de onda ou  $\frac{3}{4}$  de onda.

Matemática: O cabo terá  $16 \Omega$ , ou seja,  $50/3 = 16$

$Z = \text{saída para o cabo coaxial de } 50 \Omega \text{ para o rádio.}$



$Z =$  antena com impedância de  $430 \Omega$



Só a malha interligada

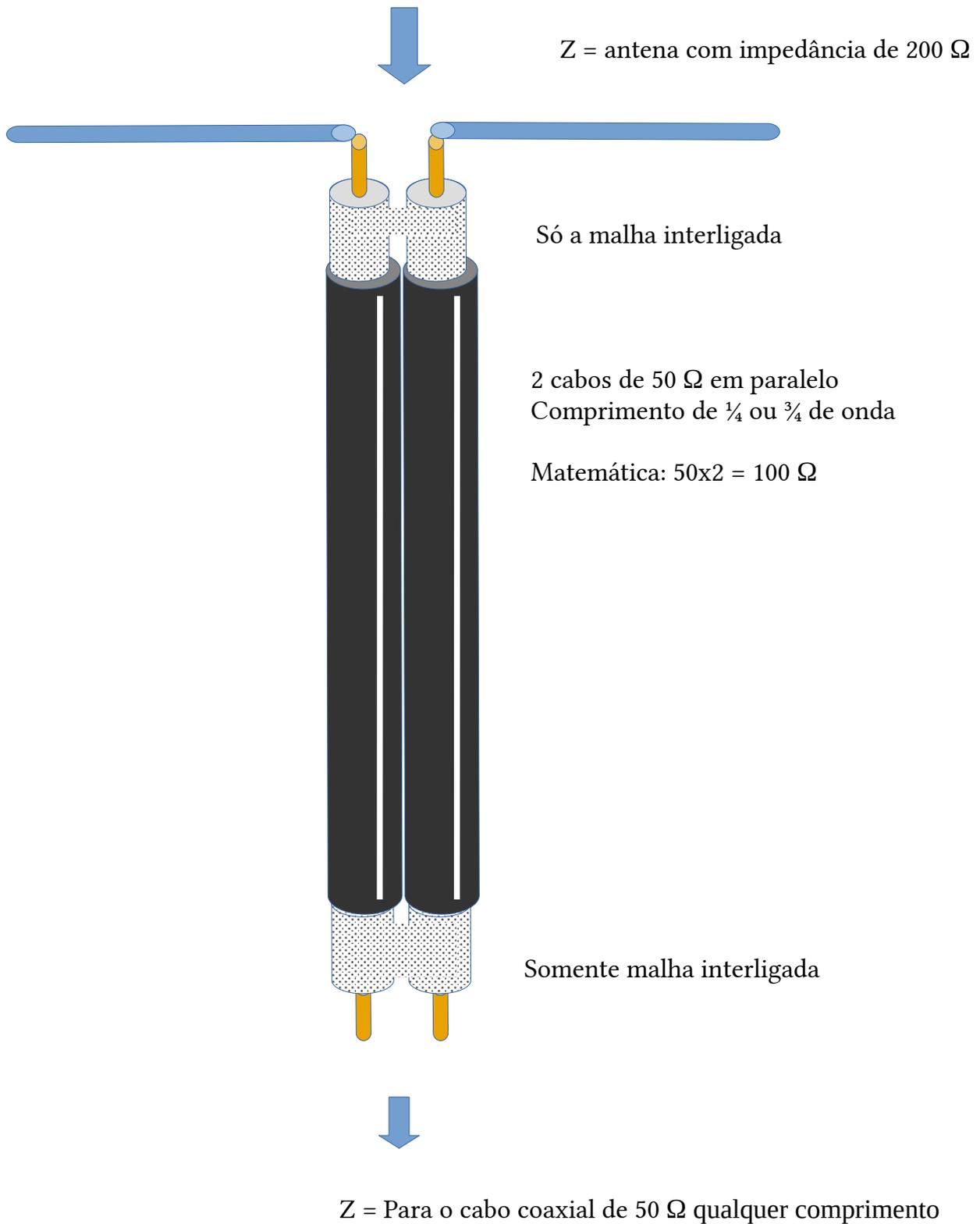
2 cabos de  $75 \Omega$  em paralelo  
Comprimento de  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{3}{4}$  de onda

Matemática:  $75 \times 2 = 150 \Omega$

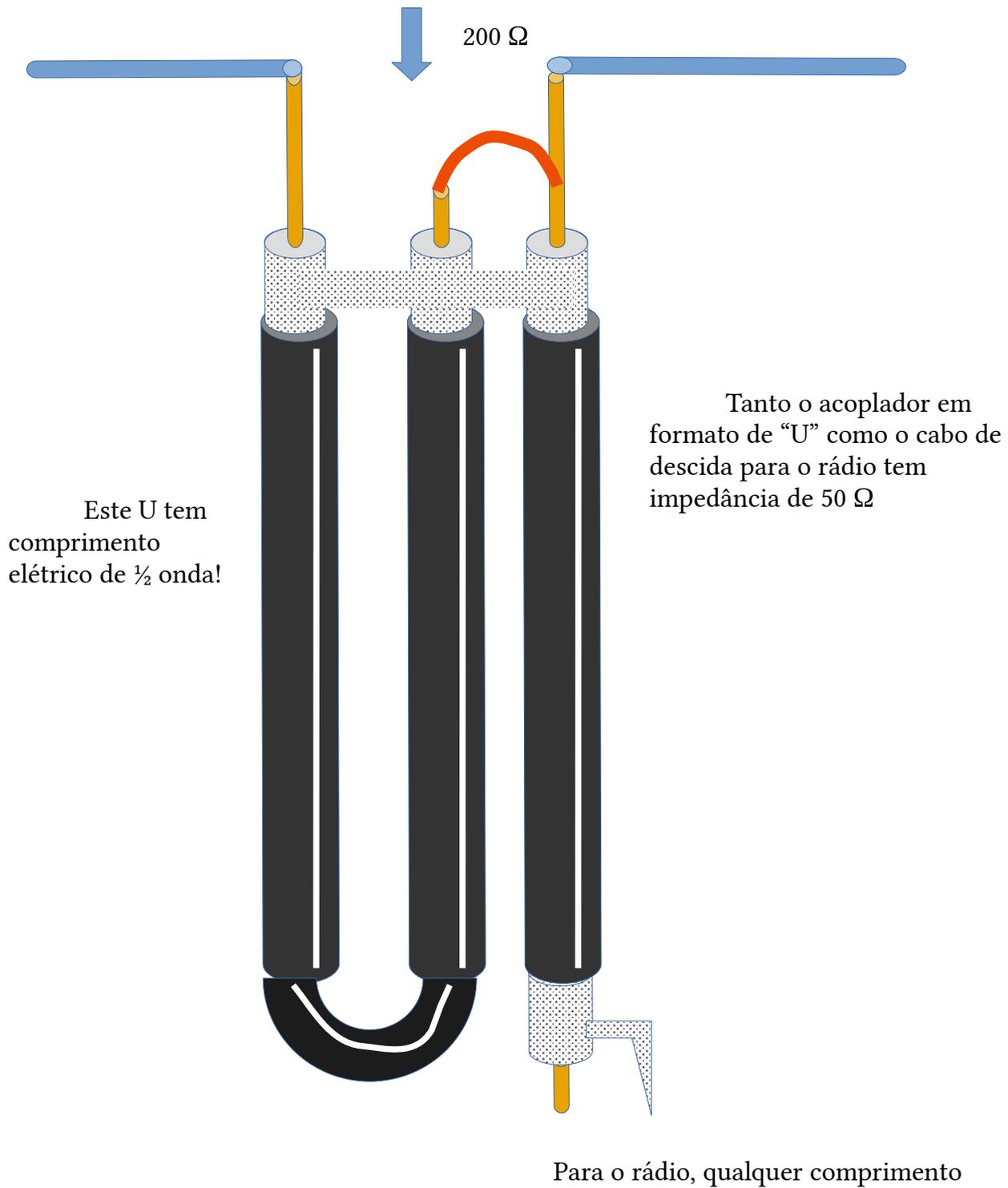
Somente malha interligada



$Z =$  Para o cabo coaxial de  $50 \Omega$  qualquer comprimento



Este é um casador bem utilizado em antenas de quadro, como loop ou cúbica de quadro pois acopla antenas de aproximadamente  $208 \Omega$  de impedância.

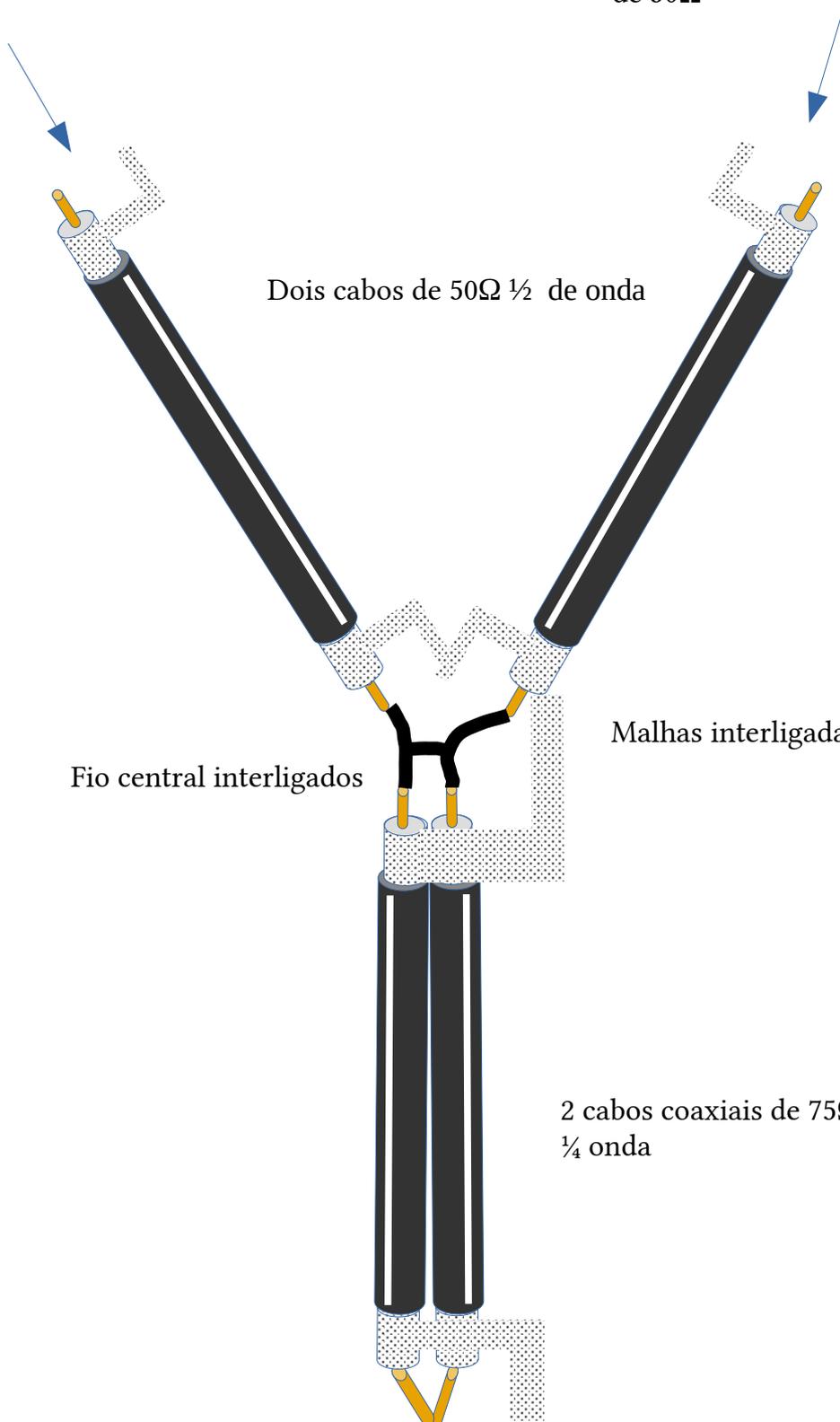


COMO LIGAR DUAS ANTENAS EM PARALELO (COFASAMENTO DE ANTENA)

Na página 88 você tem a fórmula matemática para calcular os comprimentos de onda. Embora seja possível usar duas antenas para faixas de HF, este método de cofasamento de antenas é mais indicado para antenas de VHF. Nem sempre o comprimento dos cabos de  $\frac{1}{2}$  darão o espaçamento suficiente entre as duas antenas.

Aqui liga uma das antenas de  $50\Omega$

Aqui liga a outra antena de  $50\Omega$



Aqui liga o cabo de  $50\Omega$  para o rádio

## Sugestões para casadores de impedância

Muito prático de se fazer, é enrolar uma parte do cabo coaxial, (comprimento dado na tabela, em metros) o mais próximo possível da antena, formando algumas espiras. É o balun de 1:1 de corrente. Veja a tabela abaixo:

Faixa individual, muito eficiente

Faixa	Cabo RG 213 (grosso)	RG 58 (fino)
80 m	6,68 metros 8 espiras	6,1 metros 6 a 8 espiras
40 m	6,68 metros 10 espiras	4,58 metros 6 espiras
30 m	3,65 metros 10 espiras	3,5 metros 7 espiras
20 m	3,5 metros 4 espiras	2,45 metros 8 espiras
15 m	2,45 metros 6 a 8 espiras	1,82 metros 8 espiras
10 m	1,82 metros 6 a 8 espiras	1,22 metros 6 a 8 espiras

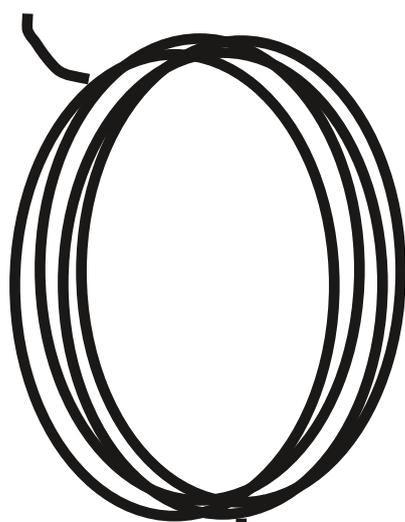
Balun multibanda, usando todos os tipos de cabo coaxial

80 a 10 metros 3,4 metros 7 espiras  
 80 a 30 metros 5,47 metros 9 a 10 espiras  
 20 a 10 metros 2,45 metros 6 a 7 espiras

E agora, qual o diâmetro das espiras? Uma sugestão: marque com um pedaço de fita adesiva onde termina o comprimento do pedaço, segundo a tabela. Enrole aproximadamente o número de espiras ou voltas. Depois, é só ir afrouxando ou apertando as espiras até coincidir o número delas segundo a tabela.

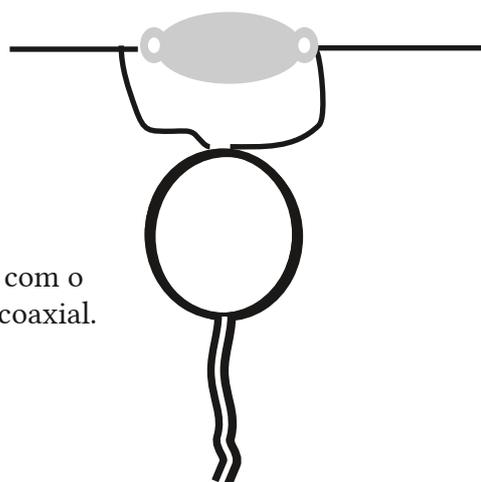
Os números foram baseados no Antenna Book da ARRL e a medida em pés foi convertida para metros.

Para a antena



Espiras feitas com o próprio cabo coaxial.

Para o rádio



## Construa um balun com núcleo de ar

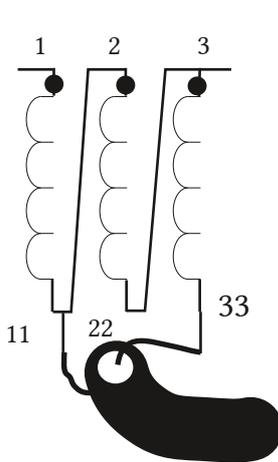
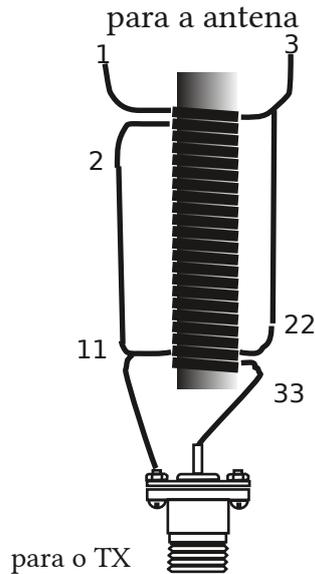


Diagrama de um balun 1:1 de ferrite

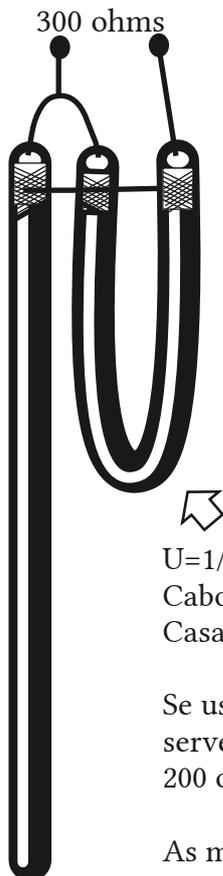


Balun 1:1 de ar  
12 espiras trifilar  
Fio nº 12 esmaltado  
Forma tubo de 25 mm de diâmetro (PVC)

Balun 1:1 com ferrite  
16 espiras trifilar  
Fio nº 16 de cobre encapado  
Ferrite 10 ou 12 mm de diâmetro e comprimento de 6 a 12 cm (corte o excesso)

Acima, um balun 1:1 com núcleo de ar. Depois de tudo soldado, coloque o miolo num cano de PVC de maior diâmetro, com ganchos de metal para suportar a antena. No final, coloque um conector coaxial. Dá uma aparência profissional. Na tabela, dados para se usar um ferrite, mas este tipo não é recomendado para potências acima de 100 Watts. Experimente o modelo com núcleo de ar. Funciona em toda a banda de HF.

Abaixo, um típico balun de 4:1, construído com um pedaço de cabo coaxial de 75 ohms. A parte em forma de "U" tem o comprimento de  $\frac{1}{2}$  onda. O restante, qualquer comprimento, também de 75  $\Omega$ . Pode-se usar cabo de 50  $\Omega$ , mas serviria para casar impedâncias de 200 ohms da antena.



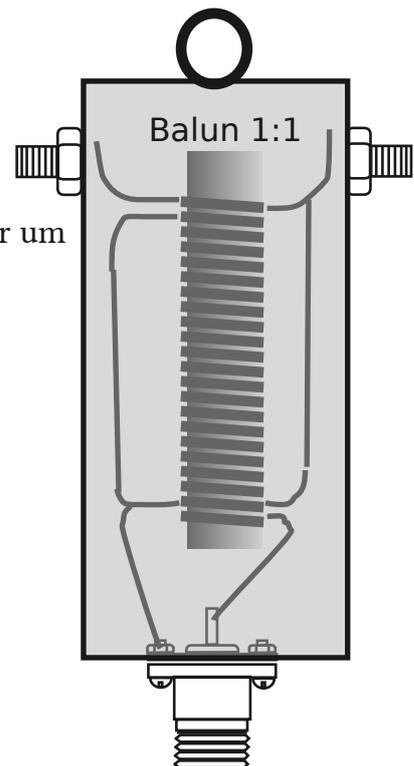
BALUN 4:1

$U = \frac{1}{2}$  onda  
Cabo coaxial de 75 ohms  
Casa antena de 300 ohms

Se usar cabo coaxial de 50 ohms  
serve para casar antena com  
200 ohms de impedância

As malhas estão interligadas

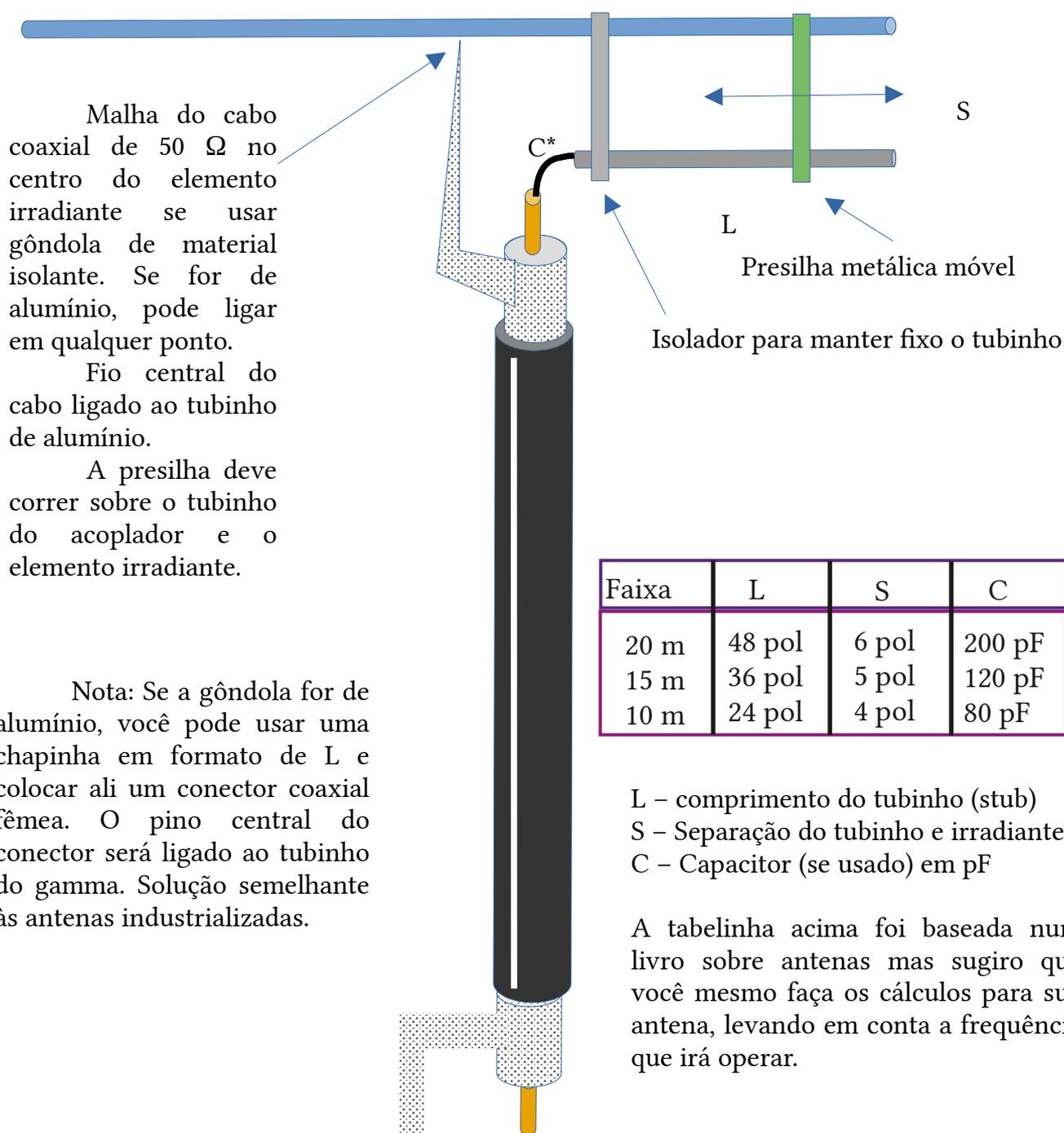
Balun protegido por um tubo plástico (PVC)



## ACOPLADOR CAPACITIVO

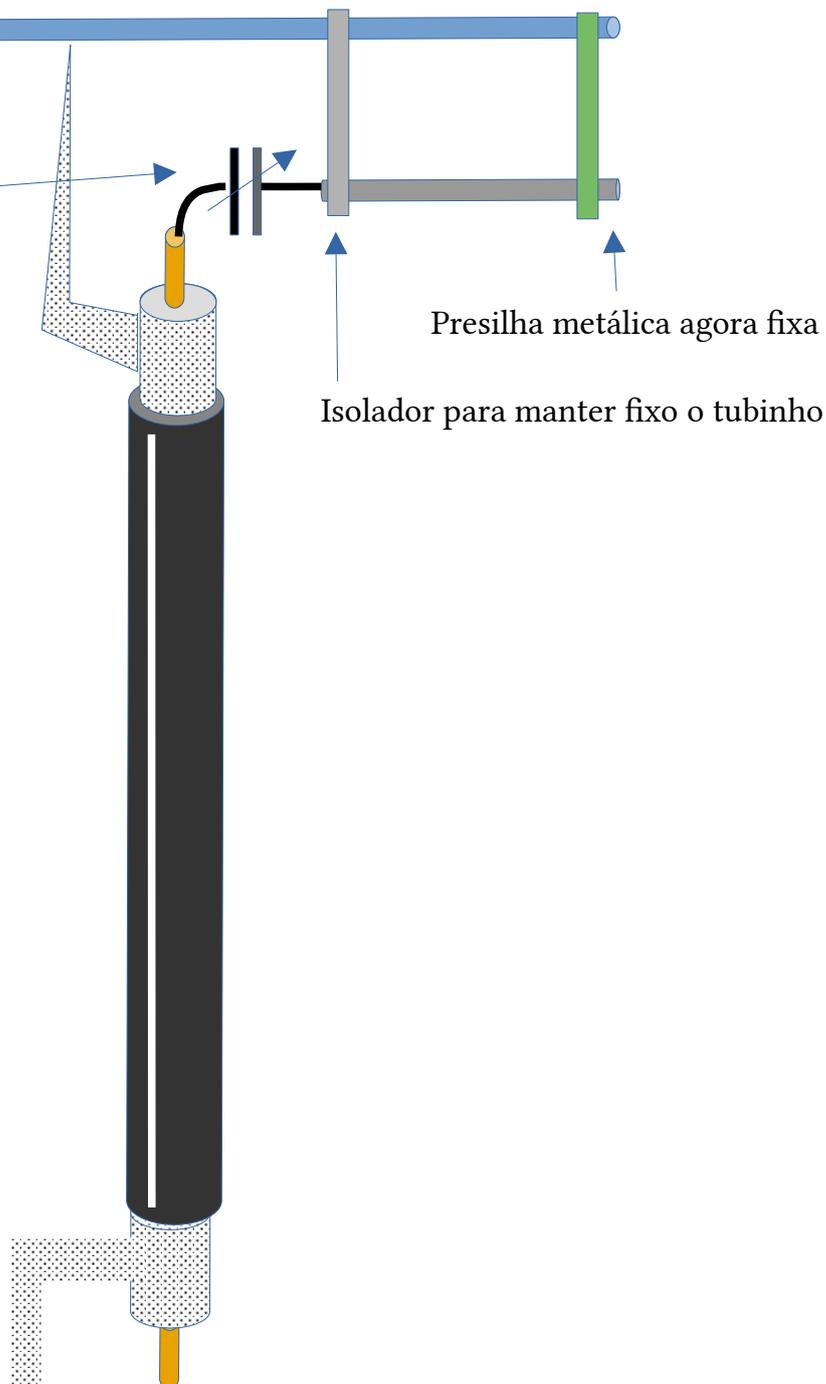
Mostramos nas páginas anteriores alguns macetes para se casar a impedância de uma antena com valores diferentes de  $50 \Omega$  para o rádio. Agora vamos mostrar uma solução otimizada para qualquer faixa em que você calculou sua antena. Neste caso é especialmente indicado para antenas Yagi e quadra cúbica.

A dificuldade pode ficar por conta da fabricação do casador, mas vale à pena. Com o gamma match capacitivo você casa qualquer impedância apresentada na antena com a saída de seu rádio.



Você pode usar também um capacitor variável de até 100 pF ou mais, dependendo da faixa que você pretende calcular sua antena. Em algumas faixas, é requerido um capacitor variável de até 500 pF e alta isolação, devido a potência que os colegas costumam usar na transmissão.

É possível usar um capacitor cerâmico de valor fixo, mas deve ter alta isolação.



Conforme já explicado neste livro, a impedância de uma antena, dependendo de seu espaçamento, pode variar de meros 12 ohms a mais de 300 ohms. Você pode calcular um acoplador para cada uma delas se tiver um bom instrumento de medida e conhecer qual a impedância apresentada. Mais fácil, porém, é fabricar este tipo de acoplador e ajustar segundo suas necessidades para uma ROE a mais baixo possível.

Conforme vocês podem observar, o tubinho metálico sempre de diâmetro menor que o tubo do irradiante, tem um comprimento de  $1/16\lambda$  próximo a metade da dipolo de  $1/4\lambda$  a partir do centro do dipolo.

Pelo desenho, vocês podem observar que esta barrinha (o gamma) será ligada através do irradiante através de uma abraçadeira, também metálica.

E a distância do gamma em relação ao elemento irradiante? Pode-se colocar entre 5 a 10 centímetros de distância.

CÁLCULO DO TUBO DO ACOPLADOR (STUB)

Comprimento em centímetro =  $(30.000/\text{MHz})/16$

Exemplificando: para uma Yagi em VHF (145 Mhz) a fórmula fica da seguinte maneira:  
 $(30.000/145)/16 = 12,9$  cm

Se fosse para uma antena de 27 Mhz, Faixa do Cidadão, ficaria assim a fórmula:  
 $(30.000/27)/16 = 69,4$  ou arredondando, 70 centímetros.

CÁLCULO DO CAPACITOR VARIÁVEL

É possível substituir a abraçadeira móvel por um capacitor variável, embora este componente seja muito difícil de se encontrar nos dias de hoje. Alguns radioamadores costumam projetar seus capacitores variáveis para alta tensão, visto que a RF presente neste local pode danificar um capacitor comum, de baixa tensão. É possível ainda - desde que se conheça o valor da capacitância, substituir o capacitor variável por um capacitor fixo, de alta isolação.

Vamos aos cálculos do capacitor. A fórmula matemática é a seguinte:

Picofarad =  $2.100/\text{MHz}$

Exemplificando, se montamos uma Yagi ou Cúbica para 27 Mhz, o cálculo do capacitor daria o seguinte resultado:

$2.100/27 = 77$  pF

Difícilmente se encontra um capacitor variável nesse valor exato, portanto, usa-se um capacitor de capacitância padrão, no caso 100 pF

Abaixo o programa calculadora de gamma match capacitivo. Na outra página, uma tradução do texto explicativo que aparece nele.

**Form1**

**GAMMA by VE3SQB**

This program will give you a starting point for matching your home-brew antenna when you do not have the means to measure or calculate the resistance and reactance. The gamma tube should be 1/4 the diameter of the element. In 'A' the capacitor is a piece of coax with the coating and braid removed. 'B' allows more freedom in the size of the tube. Fit the tube, sleeve and rod snug. 'C' uses a variable capacitor. After adjustment, waterproof everything. NOTE. Quads have been made with tube gammas but decrease the tap length by 25%. Decrease the capacitance and tube length by 10% and divide the spacing distance by 2.5. A proper quad gamma should be made of stiff wire but this usually limits you to the 'C' style gamma.

**FREQUENCY IN MHZ**  
27.5

**INCHES** **CM**

**SPACING**  
10,518

**TAP POINT LENGTH**  
62,182

**TUBE LENGTH**  
14,182

**CAPACITOR VALUE**  
65,455

Capacitor (gamma rod) insertion length  
11,084

**WEB SITE**

TRADUÇÃO DAS ORIENTAÇÕES DO PROGRAMA PARA CÁLCULO DO GAMMA

Este programa lhe dará um começo pronto para construir sua antena caseira quando você não tem o trabalho de medir ou calcular a resistência e reatância da antena.

O tubo gama deve ser de  $\frac{1}{4}$  do diâmetro do elemento no caso de se usar um tubinho de alumínio, como no caso das antenas Yagi.

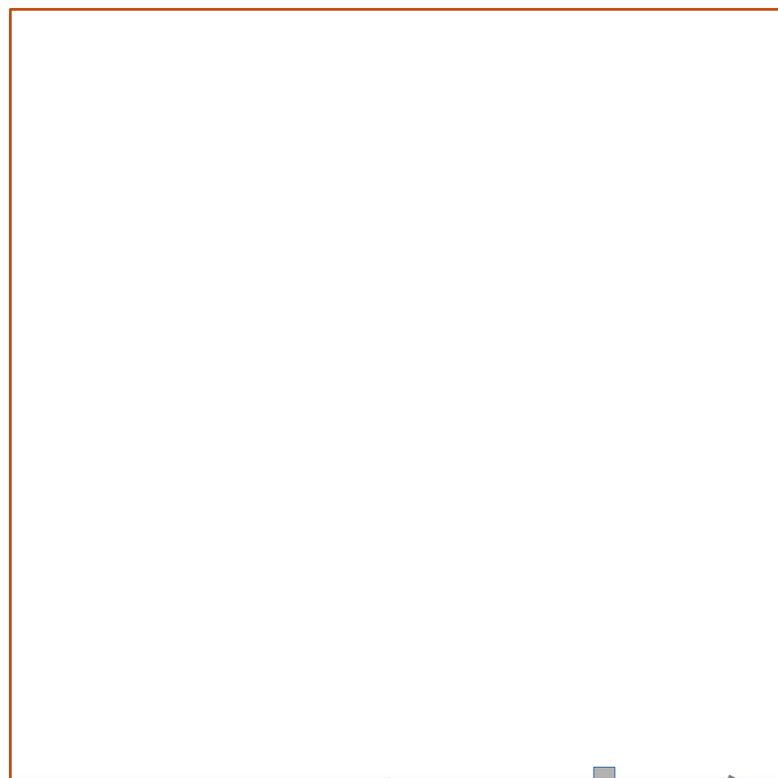
'A' o capacitor é um cabo coaxial com o revestimento e trança removidos.

'B' permite mais liberdade no tamanho do tubo. Ajuste o tubo, manga e haste bem justa.

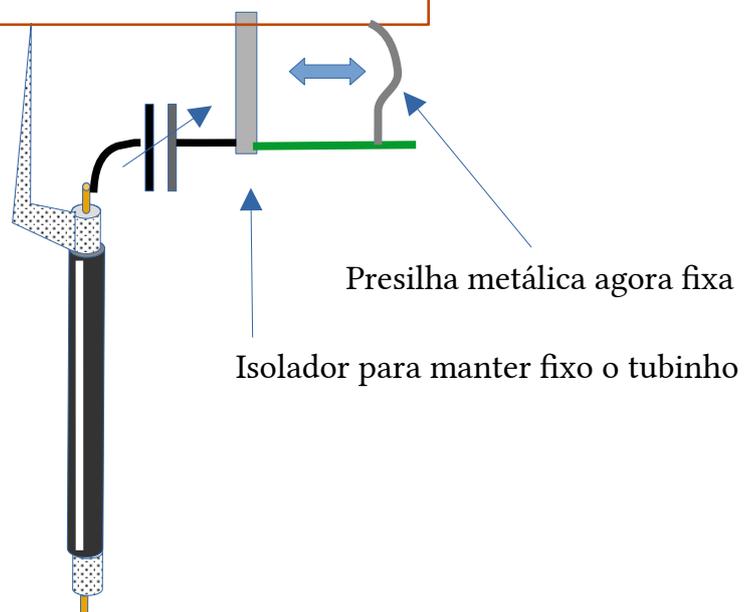
'C' usa um capacitor variável. Depois de ajustado, providencie um isolante à prova d'água.

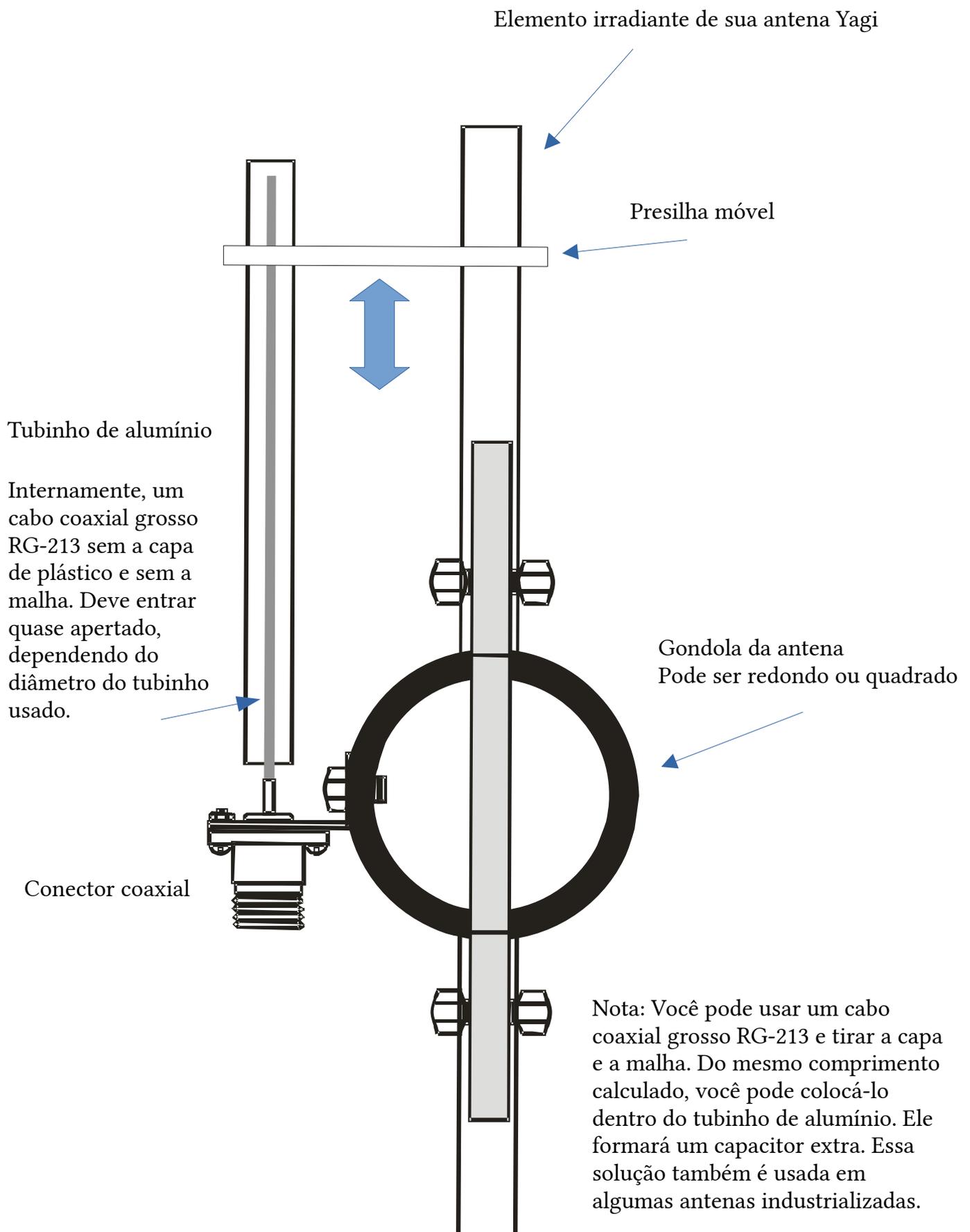
NOTA. As antenas quadra cúbica e loop podem até ser feitas com gamas de tubo, mas diminuam o comprimento do tubinho gamma em 25%. Diminuir a capacitância e o comprimento do tubo por 10% e divida a distância de espaçamento por 2,5.

Um gamma match adequado para uma quadra cúbica deve ser feito de fio rígido, algo como fio 10 AWG, mas isso leva você a optar pela solução 'C'.



No caso da quadra cúbica, você pode experimentar ligar o cabo coaxial direto no fio do gamma. Após ajustar com o cabinho com as garras jacaré, marque o ponto, retire as garrinhas e solde o fio aí. Você vai precisar de um medidor de ROE para ter certeza que a impedância da antena está casando com o cabo de descida e o rádio.



SUGESTÃO PARA O ACOPLADOR CAPACITIVO USANDO TUBINHO DE ALUMÍNIO

## EXÓTICA E PARA POUCO ESPAÇO – A ANTENA ISOTRON

Em primeiro lugar, é bom que se diga que “Isotron” é marca comercial e registrada do colega radioamador Ralph Bilal, WD0-EJA, proprietário de uma fábrica de antenas chamada Bilal Company, nos Estados Unidos.

O que caracteriza este tipo de antenas e suas variantes, é que a antena propriamente dita é uma bobina e um capacitor de grandes dimensões. Tem seus adeptos e seus críticos. A verdade é que as antenas Isotron tem realmente suas vantagens e desvantagens.

Sobre as vantagens, podemos dizer que é especialmente projetada para aqueles colegas que tem espaço reduzido ou simplesmente precisa de uma antena invisível. O modelo caseiro, que tem sido divulgada pela internet, cumpre bem esse papel: pode ser instalada num balcão de um apartamento e não chama a atenção de ninguém. Alguns até pensam em se tratar de um pára-raio iônico, devido os dois discos que formam o capacitor. O ganho é unitário, mas quem tem usado a antena em campo aberto, aponta outra vantagem: por ser pequena e leve, pode-se usar um mastro comum, leve ou instalar no topo de uma torre. Os adeptos são entusiastas em mostrar cartões QSL de contatos intercontinentais realizadas com as Isotron, comercial ou caseira.

Outra vantagem é que mesmo para bandas baixa, como 40 e 80 metros e mesmo 160 metros, o que aumenta é o comprimento da bobina e separação dos discos.

A desvantagem seria a ausência de ganho e o local onde seria instalada. Se ficar escondida, numa sacada de prédio, com certeza haveria alguns obstáculos que prejudicariam qualquer tipo de antena. Óbvio!

Outra desvantagem é que ninguém usaria este tipo de antena para competições e DX em 160 metros, mas pode ser a única solução para “sair” na faixa.

### CONSTRUINDO A SUA ANTENA

Dados obtidos na internet mostram grandes discrepâncias em relação ao número de espiras da bobina, o que indica logo de início que a montagem de uma Isotron é quase sempre empírica.

O material necessário: dois discos metálicos de 13 (ou até 20) centímetros de diâmetro (“largura”) que formarão o capacitor com isolador a ar. Pode-se improvisar uma placa de circuito impresso, uma tampa de alumínio “emprestada” da Xtal ou, o que é melhor ainda, dois discos metálicos retirados de velhos HD de computador. O material é brilhante e dá uma resistência mecânica muito grande. O brilho pode até atrapalhar, pois é praticamente um espelho. Uma cobertura de tinta fôca resolve.

Os atuais HD encontrados em sucatas são de diâmetro menor, de uns 9,5 cm. Os antigos tem os 13 cm (“big-foot”), e são os utilizados nas montagens que vimos.

O núcleo da bobina é um cano de PVC de 32 mm (1 1/4). O fio é de cobre encapado de 2,5 mm, espiras unidas. A tabela anexa indica a quantidade de espiras e fornecemos também dados obtidos com a nossa Isotron. Como na matemática, o diâmetro da bobina pode variar, mas requer ajustes no número de espiras de fio. O mesmo acontece com os discos, cujo diâmetro também pode variar, mas necessitará correções na separação entre sí.

Nota: queremos deixar bem claro que não montamos esta antena, mas tem vídeos no Youtube mostrando sua construção por colegas dos 11 Metros.

## DICAS PARA AJUSTES

Quem já montou avisa: o ajuste é um pouco tedioso e a antena é de banda estreita. Deve-se passar o fio pelo centro do cano de PVC, ou na melhor das hipóteses, mantê-lo fixo, pois se ficar solto dentro, provoca variações nos ajustes. A idéia é usar um “taboque” (um tipo de rodelinha) de madeira, borracha ou outro material, que tenha um furinho no centro, por onde passará o fio de ligação do disco superior à massa do conector coaxial. O desenho dá uma idéia clara do que estamos falando.

O fio é fixado nos discos através de parafusos, a menos que você consiga soldar o metal do disco.

Outra sugestão é manter uns 2 cm de distância entre a bobina e o primeiro disco. Não seria má idéia dar um espaço maior entre as primeiras espiras da bobina, pois isso serve para ajustar o ponto de ressonância da antena. No disco superior, é bom deixar uma certa folga de fio acima do disco, caso você precise aumentar a separação entre os discos. Nesse caso, o fio acaba sendo esticado.

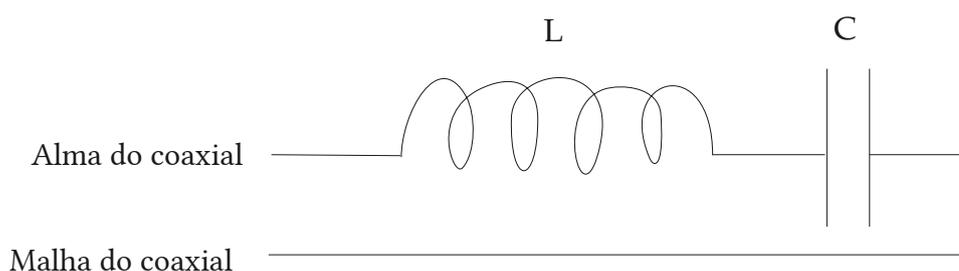
O primeiro ajuste deve ser feito afastando ou aproximando o disco superior do disco inferior. A princípio, o espaço entre os dois discos é equivalente ao diâmetro de cada disco! Depois deste ajuste, afaste as primeiras espiras de fio da parte inferior da bobina. Se a ROE ainda for alta talvez seja necessário retirar espiras.

É sempre bom lembrar que uma bobina com mais espiras, ressona em frequência mais baixa. Menos espiras, ressona em frequência mais alta. Nada como um impedâncímetro ou ponte de ruídos para ajustar antenas!

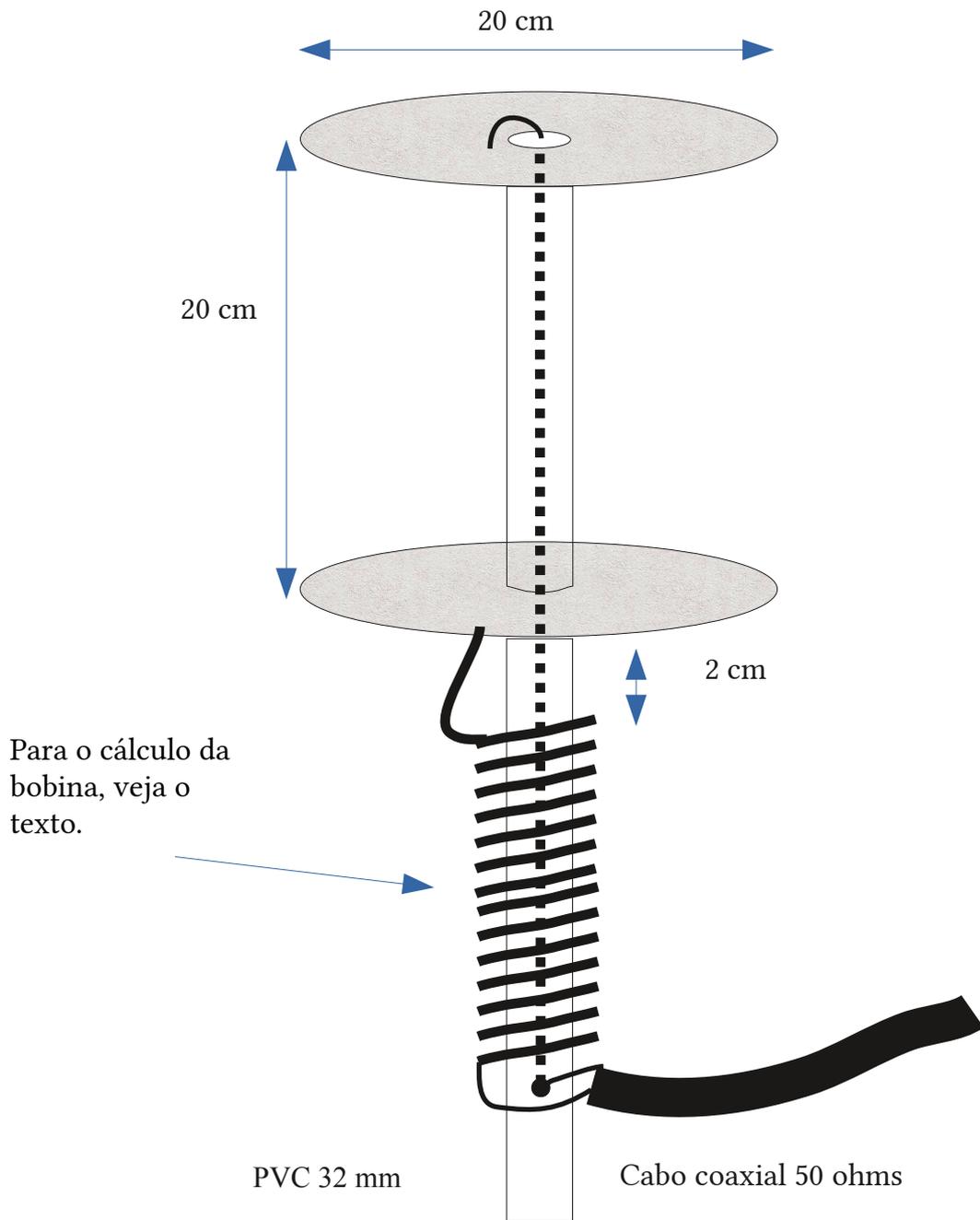
O ambiente ao redor da antena tem influência em seu funcionamento e conseqüente ajuste.

E para finalizar, se aquele vizinho chato que vive reclamando de interferência lhe perguntar o que é “aquilo” em cima de seu telhado, você pode dizer que é uma antena especial para captar ondas telepáticas de seres extraterrenos. Ele vai pensar que você é doido e nunca mais vai torrar sua paciência!

## ESQUEMA ELÉTRICO DA NOSSA ISOTRON



A antena na verdade é um circuito LC sintonizado, conforme mostra seu diagrama elétrico. Este modelo de antena é divulgado pelo colega francês F5-IXU e não deixa de ser “aparentada” da polêmica antena EH.



Esta é a verdadeira antena Isotron. Foto tirada do site oficial da empresa que fabrica e comercializa a antena:

[www.isotronantennas.com](http://www.isotronantennas.com)

## DADOS DA BOBINA DISCOS DE 27 CENTÍMETROS

15 metros - 13 espiras

20 metros - 28 espiras

40 metros - 85 espiras

## OUTROS DADOS ACHADOS NA NET DISCOS DE 13 CM

10.100 kHz = 61 espiras / separação entre discos de 5 cm

10.150 KHz = 64 espiras / separação entre discos de 5 cm

14.120 KHz = 47 espiras / separação entre discos de 20 cm

14.102 kHz = 47 espiras / separação entre discos de 18 cm

14.065 kHz = 47 espiras / separação entre discos de 15 cm

14.011 kHz = 47 espiras / separação entre discos de 13 cm

14.298 kHz = 45 espiras / separação entre discos de 20 cm

14.285 kHz = 45 espiras / separação entre discos de 18 cm

14.240 kHz = 45 espiras / separação entre discos de 15 cm

14.195 kHz = 45 espiras / separação entre discos de 13 cm

14.070 kHz = 45 espiras / separação entre discos de 10 cm

18.100 kHz = 29 espiras / separação entre discos de 20 cm

18.060 kHz = 29 espiras / separação entre discos de 15 cm

18.024 kHz = 29 espiras / separação entre discos de 13 cm

18.180 kHz = 28 espiras / separação entre discos de 10 cm

21.000 kHz=24 espiras / separação entre discos de 6 cm

28.350 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 15 cm

28.318 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 13 cm

28.276 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 12 cm

28.066 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 9 cm

27.950 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 8 cm

27.450 kHz = 13 espiras / separação entre discos de 6 cm

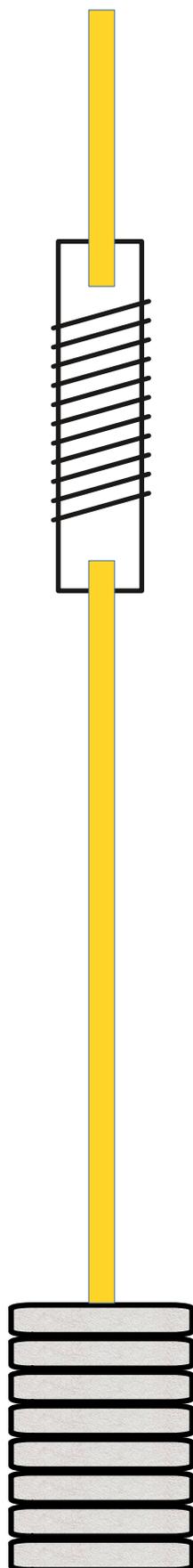
28.450 kHz = 12.5 espiras / separação entre discos de 7 cm

28.245 kHz = 12.5 espiras / separação entre discos de 6 cm

28.147 kHz = 12.5 espiras / separação entre discos de 5.5 cm

28.690 kHz = 12 espiras / separação entre discos de 7 cm

28.580 kHz = 12 espiras / separação entre discos de 6.5 cm

ANTENA VERTICAL MÓVEL

Visto que são, mecanicamente falando, difíceis de serem construídas, a maioria dos colegas radioamadores prefere comprá-las prontas, como é o caso de antenas para veículos.

Elas consistem, basicamente, de uma antena de meia-onda ou menor, sendo que a massa metálica do veículo faz o aterramento. Usa-se uma bobina para encurtar ainda mais o tamanho físico da antena, daí que seu rendimento costuma ser precário.

Sugestão: cortar uma antena tipo “Maria-Mole” para PX e inserir no meio a bobina. Esta pode ser inclusive de um pedaço de cabo de vassoura, por ser mais leve. Faz-se um furo em ambas as pontas. O difícil costuma ser soldar a bobina de cobre nesse tipo de metal, normalmente aço. Pode-se prender com uma presilha ou abraçadeira.

Para operação fixa, liga-se uma perna do dipolo a bobina onde vai o centro do cabo e a parte da malha, liga-se a radiais de meia-onda. Ou faça um bom terra.

Abaixo, detalhes para a construção de uma antena móvel para 40, 20 e 15 metros, seguindo a receita publicada no fabuloso livro “Equipamentos e Antenas para Radioamadores e Faixa do Cidadão”, da editora Antenna. O artigo original é de autoria do colega Nelson Franco F. de Almeida, PY6JD e foi publicado na Eletrônica Popular nº 5 volume XXIII há mais de 30 anos.

Nota: a matemática envolvida em antenas encurtadas para uso móvel é a mesma aplicada às antenas encurtadas dipolo, conforme aparece neste livro. Procure a tabela de indutâncias no ARRL Handbook e você terá todos os detalhes para a confecção da bobina, como diâmetro do fio, comprimento do enrolamento, número de espiras e, o que é mais importante, a indutância da bobina em microhenries.

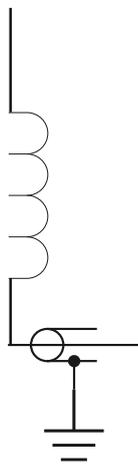
Como o diâmetro da bobina é bem maior que um caninho de PVC, pode-se fazer um molde de papelão, enrolar a bobina e fixá-la com alguma cola plástica, como Araldite. Depois de seca, retire o papelão e você terá uma bobina larga, que poderá ter as extremidades soldadas ou seguras por abraçadeiras de rosca.

Mesmo que a vareta de metal fique um pouco adentrada no tarugo de madeira, para dar firmeza à estrutura, faça um teste de ressonância da antena, afastando a vareta superior. Em último caso, altere o número de espiras. Curiosamente, o número de espiras para cada faixa, é aumentada na proporção de mais 10. Aumente ou retire uma ou duas, para fins de ajuste fino.

Outra sugestão, não testada, é montar a versão para 40 metros e curto-circuitar as espiras com uma garra jacaré. Isto fará com que a antena ressoe numa frequência mais baixa. Pode haver perdas, mas você terá uma antena móvel “multibanda”.

Não se esqueça que se usar a mola conforme mostra o desenho, ela deverá ser isolada do chassi do carro ou terra.

Frequência	Nº espiras	Fio nº AWG	Diâmetro bobina	Comp. enrolamento
7200 KHz	26	16	6,3 cm	5 cm
14 200 KHz	16	14	5 cm	5 cm
21 250 KHz	8	12	5 cm	5 cm



Basicamente, este é o esquema elétrico de uma antena móvel

# MONTE UMA ANTENA QUADRIFILAR HELICOIDAL

- antena especial para recepção de satélites meteorológicos em 137 MHz -

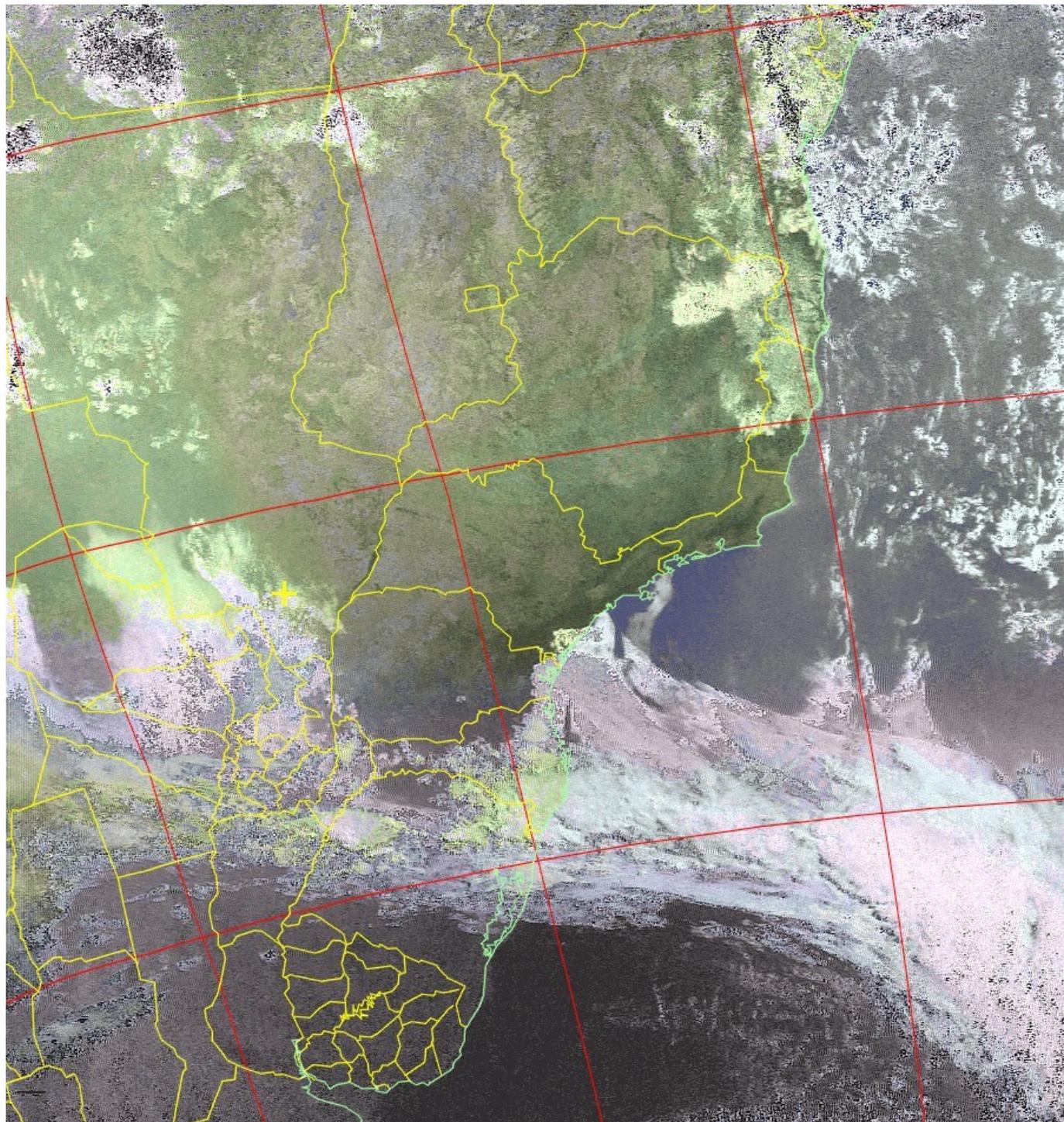
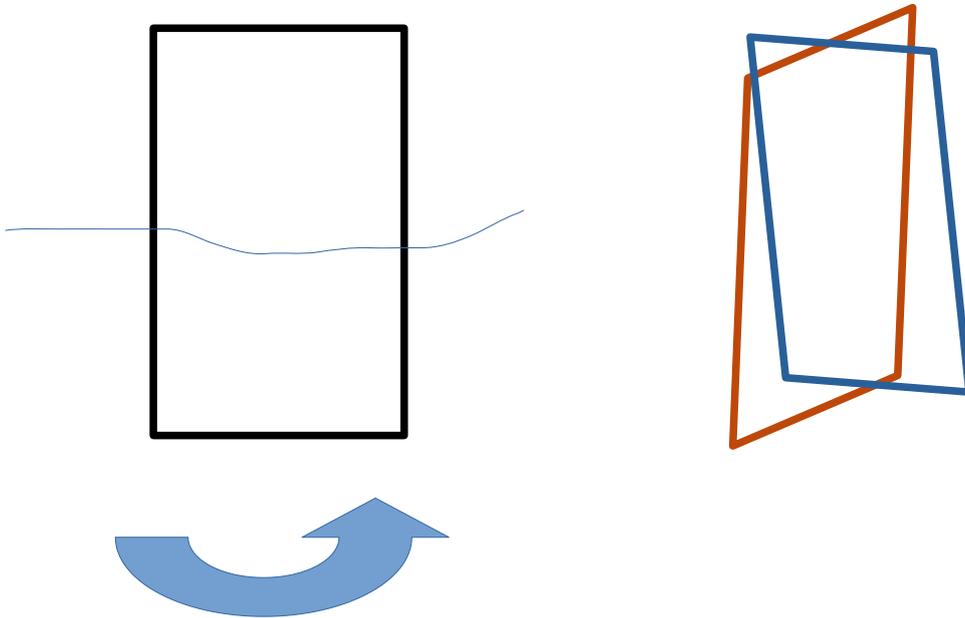


Imagem do satélite Noaa-18

DESFAZENDO O NÓ NO CÉREBRO

Quando você entender o que é a forma real de uma antena quadrifilar helicoidal, terá desfeito o nó no cérebro que atrapalha muita gente. Eu mesmo levei um tempão estudando os desenhos e fotos, que por não serem 3D acabavam gerando dúvidas sobre como fazer.

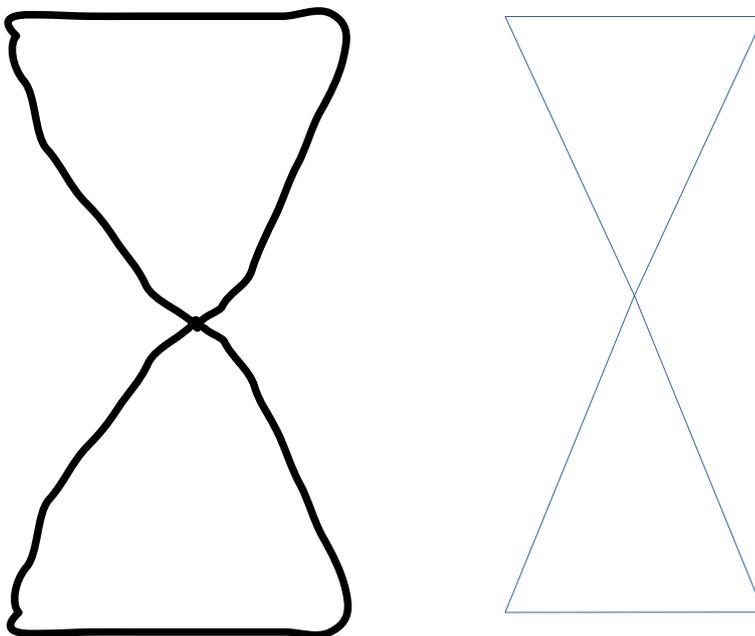


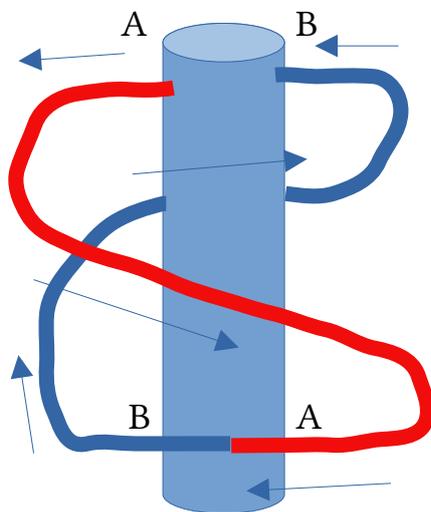
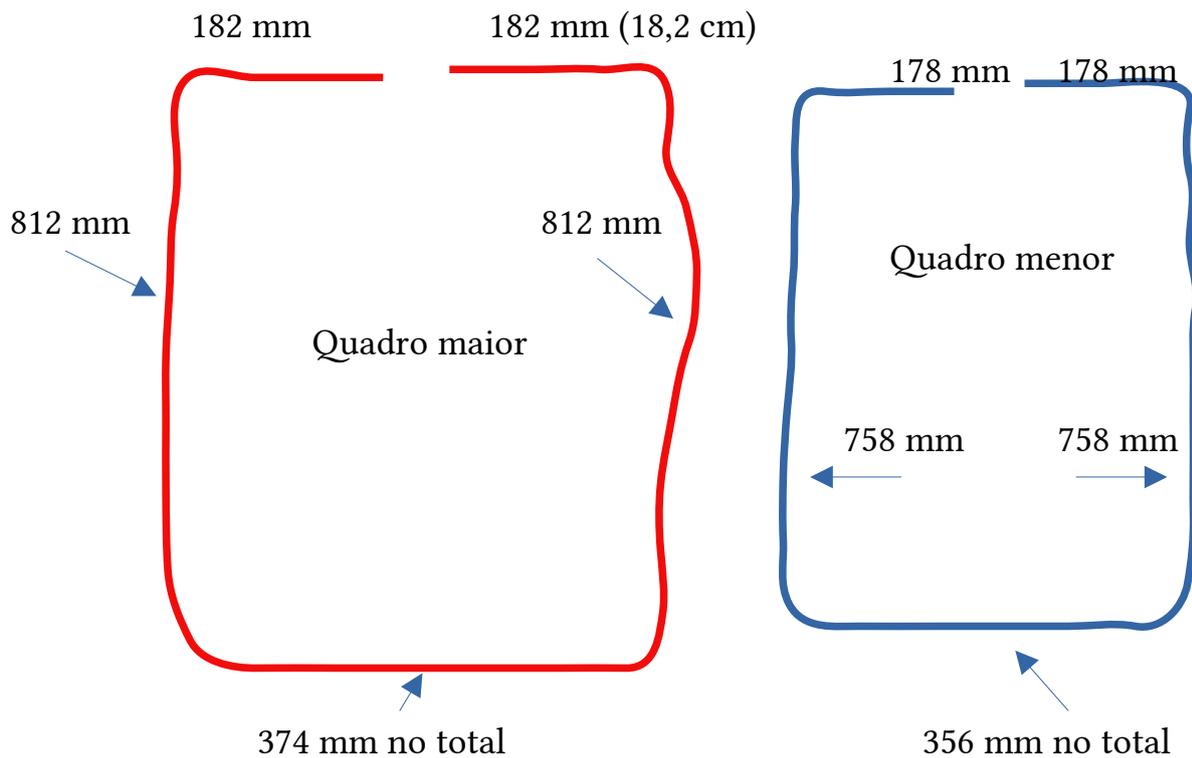
Imagine um retângulo... Imagine agora que você irá torcer a metade de baixo do retângulo e dar um giro de meia volta. Vai ficar parecendo dois triângulos, com o centro encostando um no outro, formando um “nó”.

Na prática, isso não acontece porque você irá “arredondar” as curvas, fazendo o triângulo parecer um barril.

Agora imagine dois retângulos, um menor e dentro do outro perpendicularmente. Bidú! É uma antena quadrifilar, agora só falta “torcer” a parte de baixo do conjunto e você terá uma antena quadrifilar helicoidal.

Uma helicóide é o mesmo que uma espiral. Só muda o nome.



COMPRIMENTO DO QUADRO MAIOR E MENOR

Levei um século para entender esse “S” aí do lado! Ele inicia no furo A do lado esquerdo, passa entre sua barriga e o tubo de PVC e entra pelo furo A do lado direito! Continua, sai pelo furo B do lado esquerdo, sobe, passa POR TRÁS do cano e entra no furo B do lado direito.

Se entendeu, parabéns, você construirá muitas antenas quadrifilar helicoidal e ganhará uns trocados.

A mudança de cores do fio é apenas para você entender a direção deles. Não tem separação em baixo, é o mesmo fio.

Este é o quadro maior! Ainda tem o menor, que segue o mesmo padrão ou direção.

## MATERIAIS PARA A SUA QUADRIFILAR HELICOIDAL

- siga atentamente as instruções e não fique maluco -

### LISTA DE MATERIAIS

- 1 – Seu remédio para pressão alta
- 2 – Uns jarros grandes de chá de erva-cidreira ou maracujá
- 3 – Uma caixa de cerveja para o final, caso você chegue lá....

Brincadeira à parte, este é todo o material que você precisa, pois tive que calcular tudo antes de começar a montar a antena e os tutoriais que se vê na internet, não dão tudo mastigadinho.

1 – 2.362 mm (2,36 metros) de fio de cobre rígido encapado, de bitola 10 ou 8 AWG. Na prática, o cobre – sem a capa plástica – tem 3 mm de diâmetro. É grosso mas ainda flexível para fazer as curvas de cada quadro. Este é o quadro maior.

2 – 2.228 mm (2,22 metros) de fio de cobre rígido encapado, de bitola 10 ou 8 AWG. Na prática, o cobre – sem a capa plástica – tem 3 mm de diâmetro. É grosso mas ainda flexível para fazer as curvas de cada quadro. Este é o quadro menor.

3 – Um metro de tubo de cano de PVC branco de 40 mm de diâmetro, usado em instalações hidráulicas. O pessoal conhece como “tubo de esgoto”. Pode ser até mais largo, mas esse deu certo no nosso caso.

4 – Uma tampinha de vedação para o diâmetro do tubo de PVC. Vai tampar a parte de cima do “mastro” vedando contra a entrada de água e ainda mantém a estrutura mais rígida.

5 – Uma plaquinha de circuito impresso de 5x5 cm quadrado. Você irá transformá-la numa plaquinha redonda, suficiente para entrar um pouco apertada no cano de PVC.

Outros materiais necessários:

Fita crepe, alicate robusto para corte, uma trena, estilete para cortar o revestimento do fio de cobre, percloroeto férrico (alternativo), canetinha para riscar a PCI e o PVC, perfurador de placa de circuito impresso (alternativo), serrinha para metal, ferro de solda e solda.

## FAZENDO O GABARITO E PERFURANDO O PVC

Já tentou fazer furos em um cano de PVC super alinhado e não deu certo? Então você precisa fazer um gabarito e conhecer uns macetes para fazer tudo alinhado.

1 – Você vai fazer 4 furos na parte de cima do PVC, 2 cm abaixo do topo, onde ficará encaixado a tampinha de vedação.

2 – Você vai fazer 2 furos na parte de baixo, em sentido oposto e 2,5 cm acima da linha do outro. Lembre-se que um quadro é um pouco menor que o outro, portanto, na parte de baixo o menor atravessa o PVC sem encostar no quadro maior. Só no topo, onde serão feitas as ligações do cabo coaxial é que tudo é interligado.

O gabarito.... Pegue sua fita crepe, passe uma volta em torno do cano de PVC e corte rente entre o fim e o começo.

Marque com a canetinha esta junção, fazendo um pequeno círculo, metade do círculo em cada ponta da fita.

Retire com cuidado (estou avisando, vai enrolar tudo...) a fita crepe e cole levemente numa superfície lisa, como um pedaço de vidro, por exemplo. Pode até colar em alguma parte do cano de PVC.

Agora o segredo do gabarito: a menos que você seja um geômetra, você vai dividir este pedaço de fita crepe por 4 e anotar com a canetinha cada uma das partes. Vou te ajudar.

O PVC tem 4 centímetros de diâmetro, mas na prática, a fita desenrolada terá um comprimento maior que 4 centímetros, pois trata-se de um círculo que você mediu.

Comprimento do gabarito/fita crepe:

12,5 cm

Divisão por 4=3,125 cm

Marquinha ou pontinho na fita em 0 – 3,125 – 6,25 – 9,375 – 12,5. Valores aproximados pois você não vai conseguir estas marcas na fita,



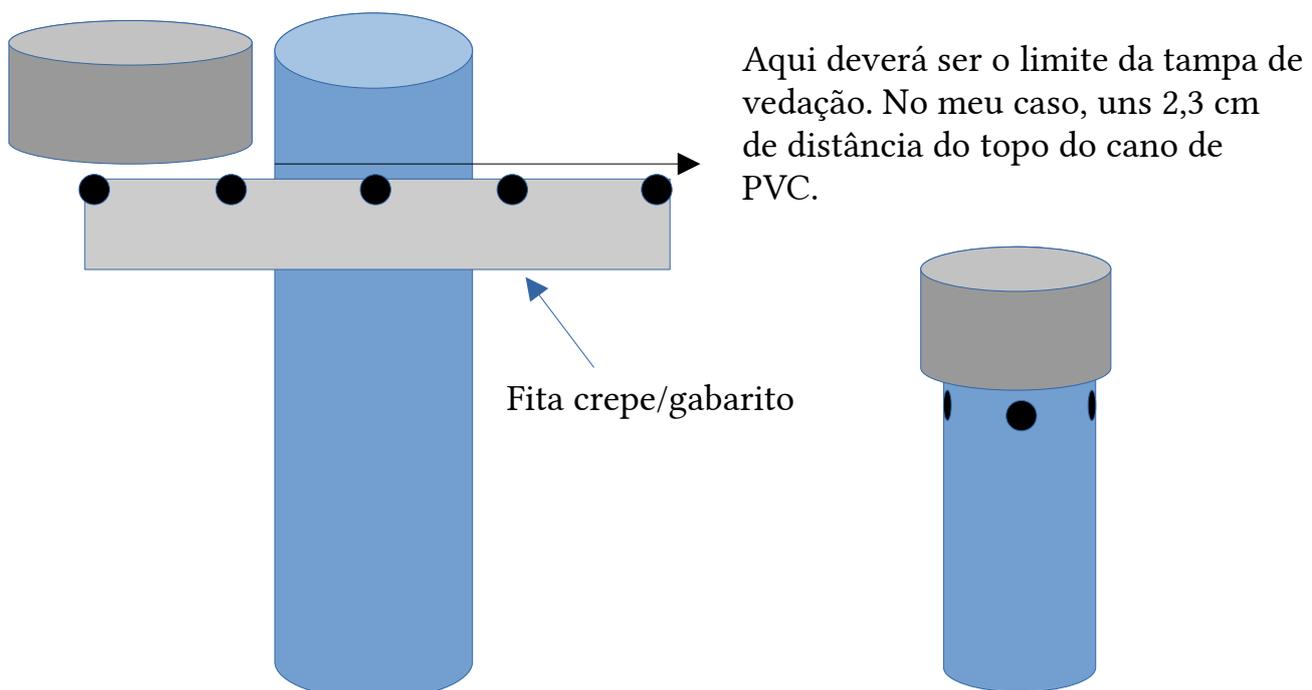
Agora você fará uma marca no topo do cano, após colocar a tampinha de vedação. A minha tem uma altura de 2 cm. Coloque e risque até onde ela chega.

Veja bem, agora você irá colar novamente a fita crepe com as marcas próximo à linha de onde chegou a tampinha de vedação. Só para adiantar: vamos fazer uns rasgos na parte de cima do cano, para encaixar a PCI e as pontas dos fios de cobre. A tampinha não pode atrapalhar nem pode ficar muito distante dos furos (eu “comi barriga” quando fiz a minha)

Veja as fotos e desenhos.



Este é o seu gabarito nas medidas informadas na outra página.



Este deverá ser o resultado final, se você mediu certo com o uso do gabarito. Eu errei no meu projeto!



Dicas que aprendi “na marra”:

1 - Use uma broca de 3mm ou um pouco menor para fazer os furos no cano de PVC. É mais fácil alarguecer do que encolher um buraco já feito (se você souber este segredo, avise-me!)

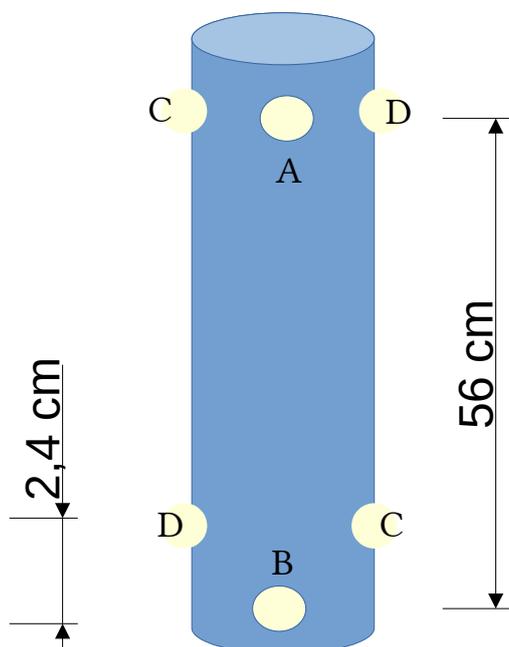
2 - Para centralizar os furos embaixo (serão apenas dois para cada quadro!) use a fita crepe.

3 - Para que os furos A/B e B/A fiquem no prumo, estique um fio ou linha no sentido longitudinal do cano de PVC e risque com uma canetinha. Se o cano tiver alguma imperfeição, como sulcos, veja se estão em linha reta. Vai facilitar.

Veja as fotos e desenho abaixo,



Usei um fiozinho azul esticado e preso com fita.

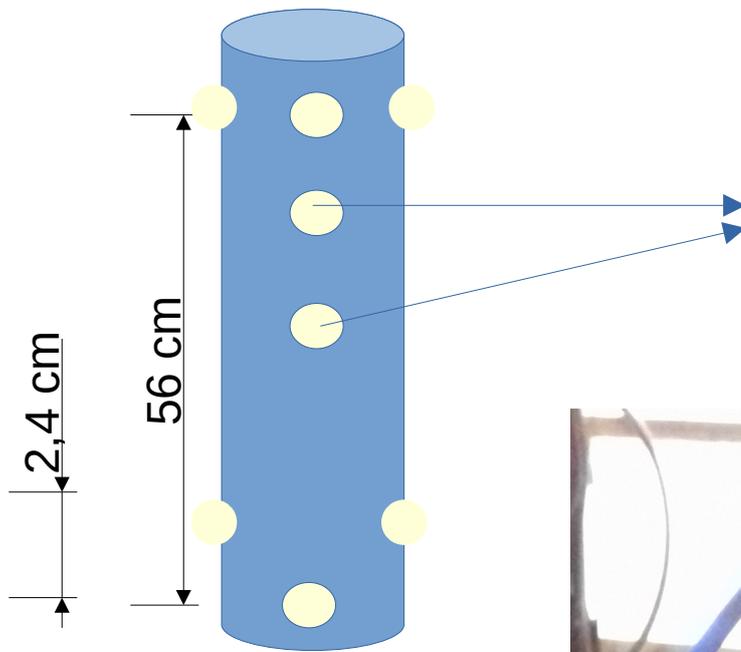


Distância dos furos quadro maior: 56 cm

Distância dos furos quadro menor: 53,5 cm

Desfaça o nó no cérebro: a ponta A de cima é ligada com a ponta A de baixo mas veja que elas ficam em sentido oposto! Isso faz o fio dar um “giro” de meia volta para chegar lá. O mesmo ocorre com os furos B/B e CC/DD.

Do lado de trás, teremos em cima o furo B e embaixo o furo A. Os outros furos não alteram pois eles são mostrados de perfil em suas posições. Apenas os furos AA/BB é que são vistos de frente.



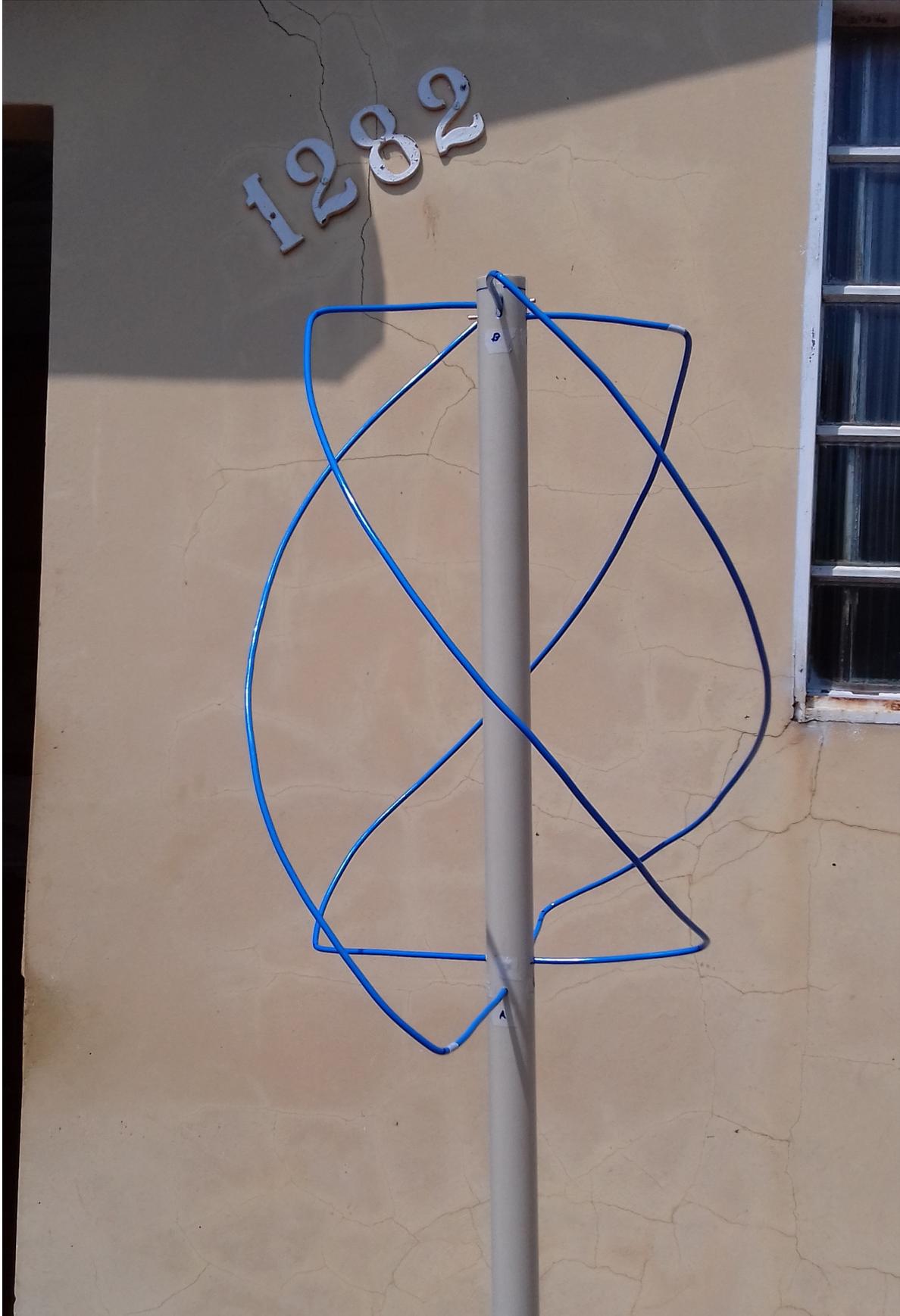
Estes dois furos, podendo estar em qualquer dos lados, permite a entrada e saída do cabo coaxial, visto que teremos 4 espiras externas formando um pequeno balun.

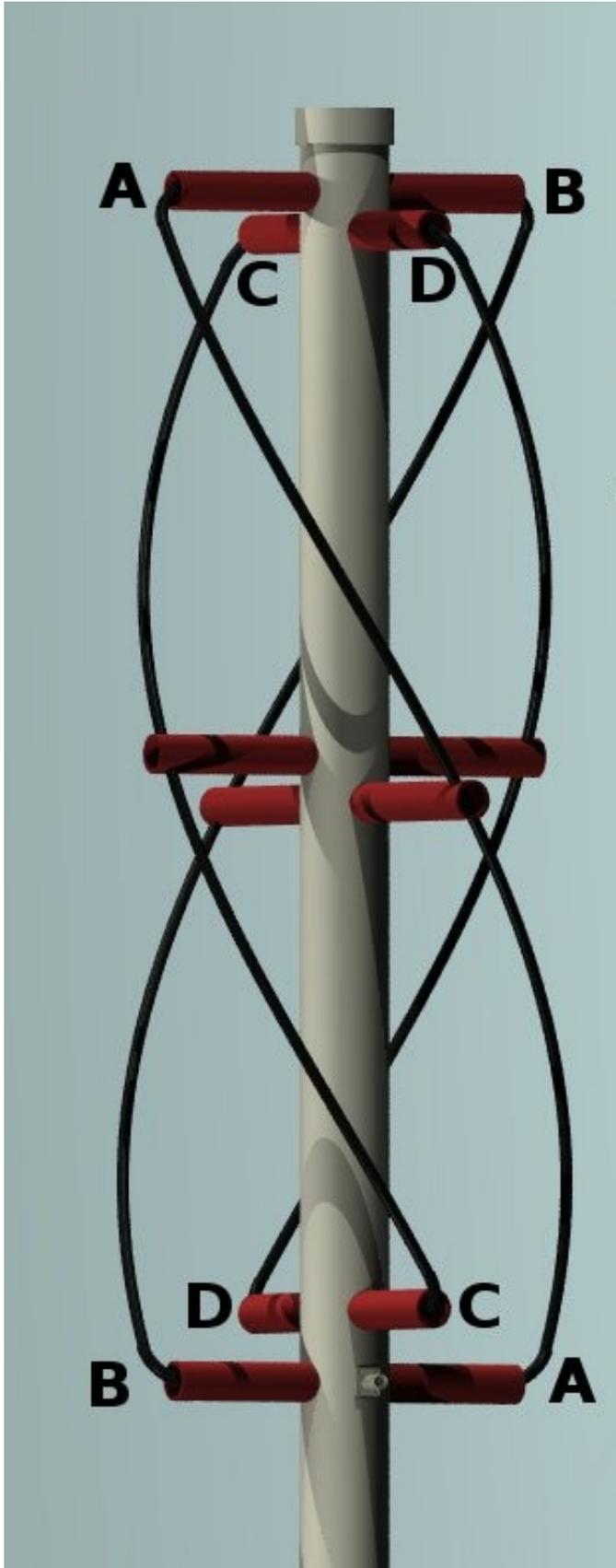
Na foto mostramos o cabo saindo pelo lado externo, mas você pode deixá-lo para o lado de dentro. Veja que se enfiar um mastro dentro do cano de PVC, terá pela frente o cabo coaxial e o cruzamento dos dois quadros!

São 4 espiras, pelos esquemas que vimos na internet e em outros tutoriais. Cabo coaxial de 50 ohms. Use cabo com malha de cobre, senão não vai soldar na plaquinha de circuito impresso!



Esta é a forma final que ficará sua antena. Vamos aos detalhes das conexões dos quadros e feitura da placa de circuito impresso.



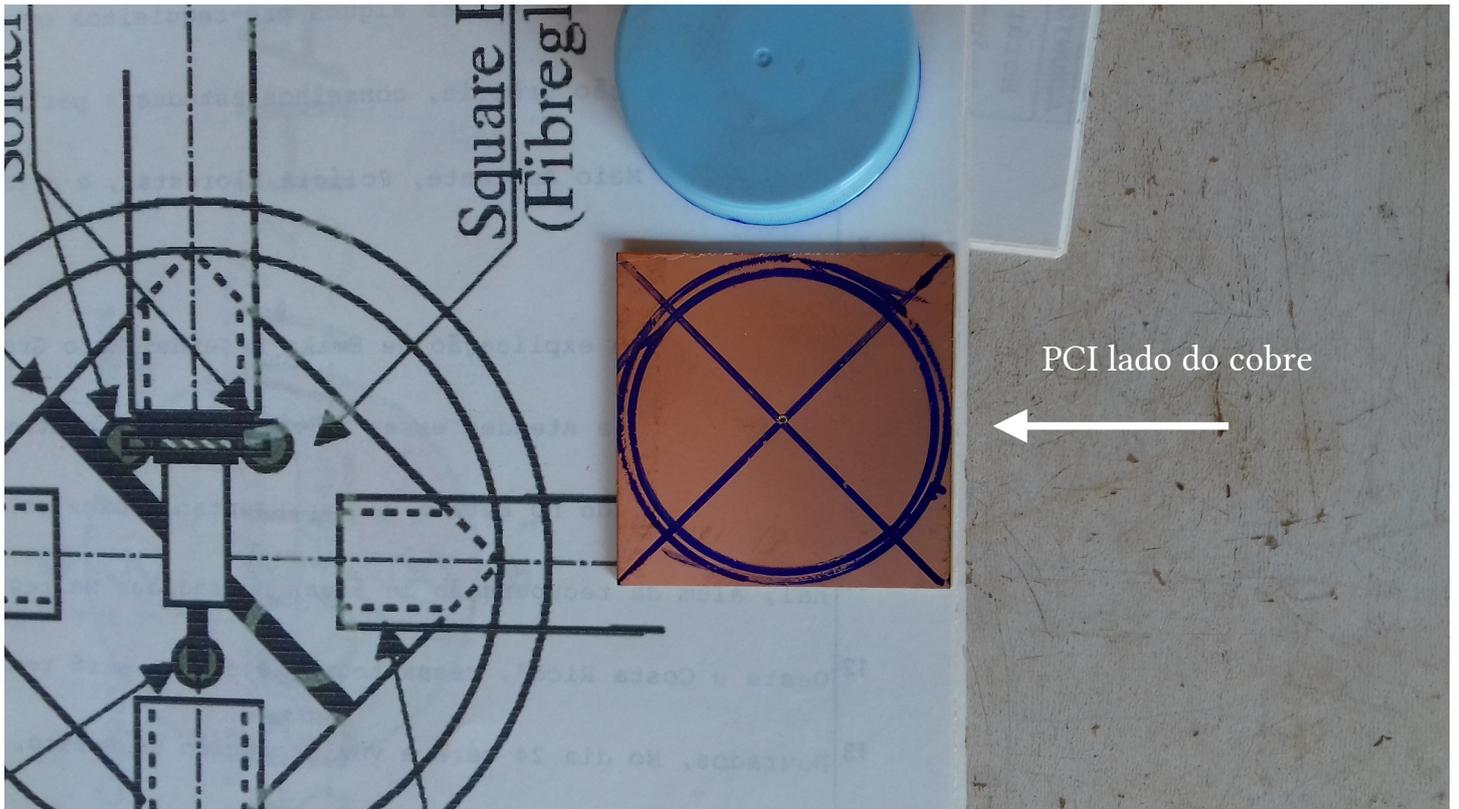


Este é um desenho em 3D que encontrei na net neste endereço: <http://jcoppens.com/ant/qfh/fotos2.en.php>

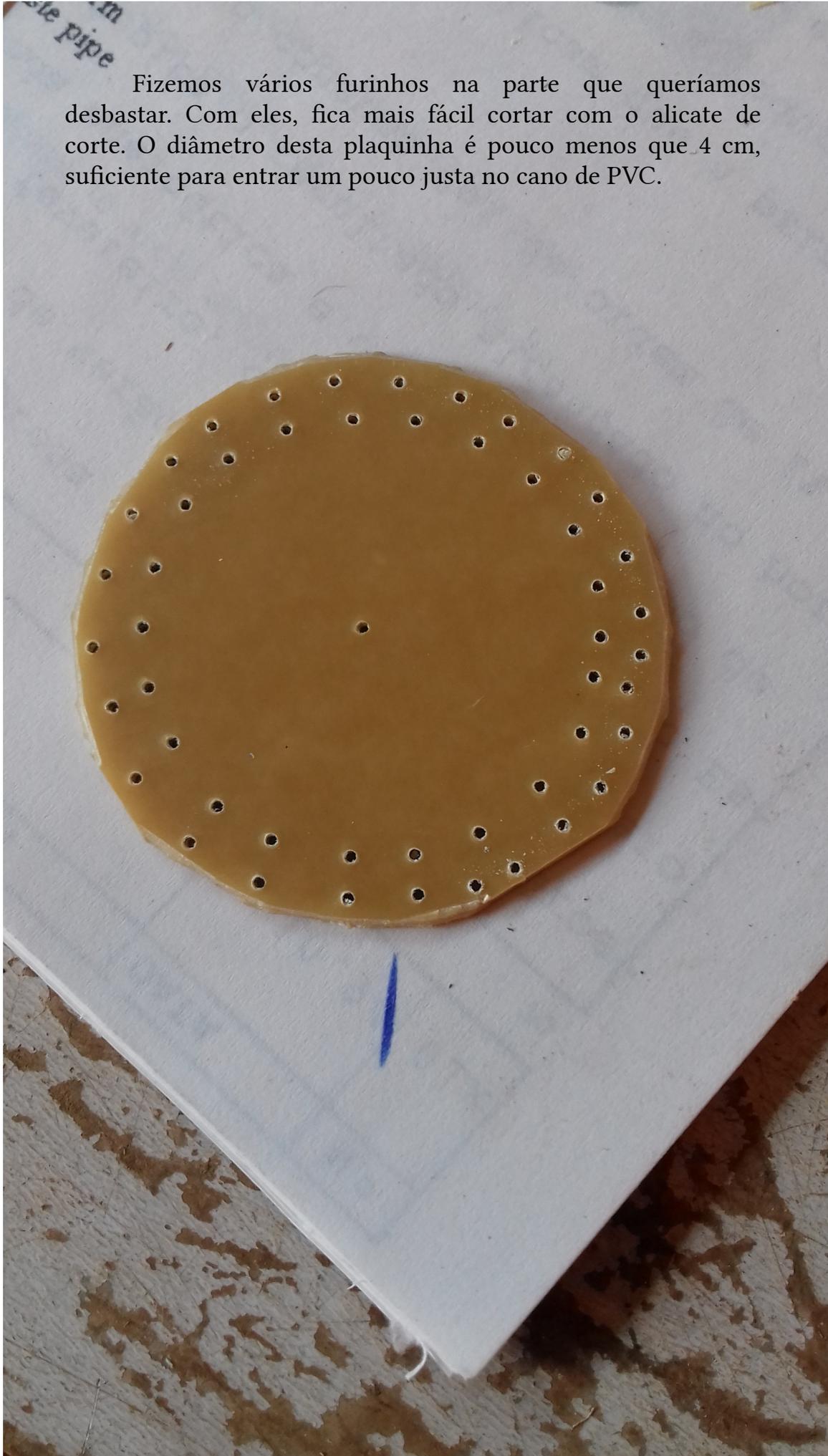
Dá para ver as entradas e saídas de cada lado do fio, tanto do quadro maior como do menor. No nosso caso, não utilizamos caninhos de PVC para sustentar os quadros pois os fios 10 e 8 AWG são bem grossos e mantêm em sua posição após serem moldados,

Veja que neste desenho, os furos superiores A/B e C/D estão deslocados, mas isso porque o autor está usando abraçadeiras internas. No nosso caso estão no mesmo nível, pois cada ponta dos fios será soldada numa plaquinha de circuito impresso.

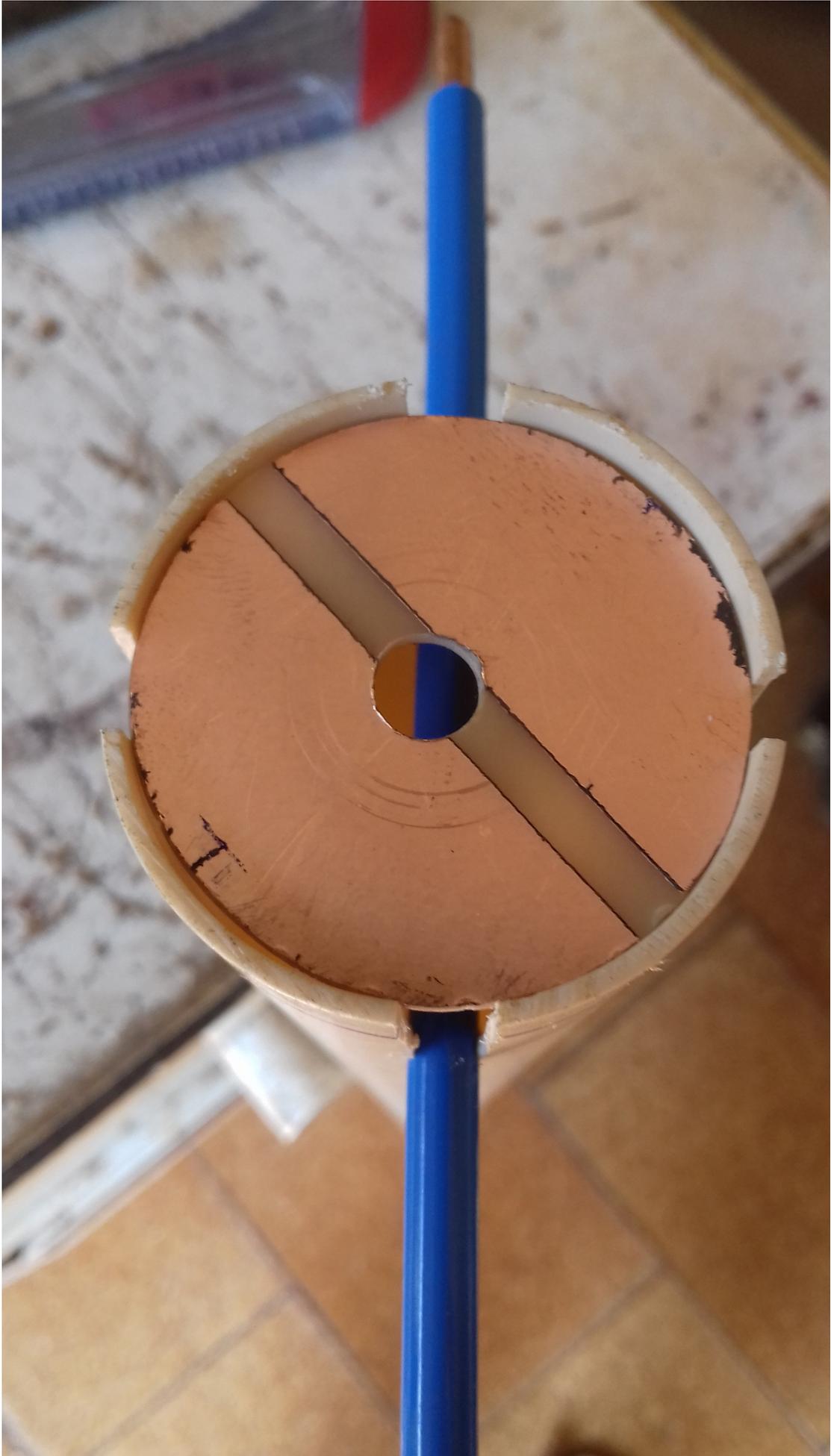
PREPARANDO A PCI E AS CONEXÕES INTERNAS



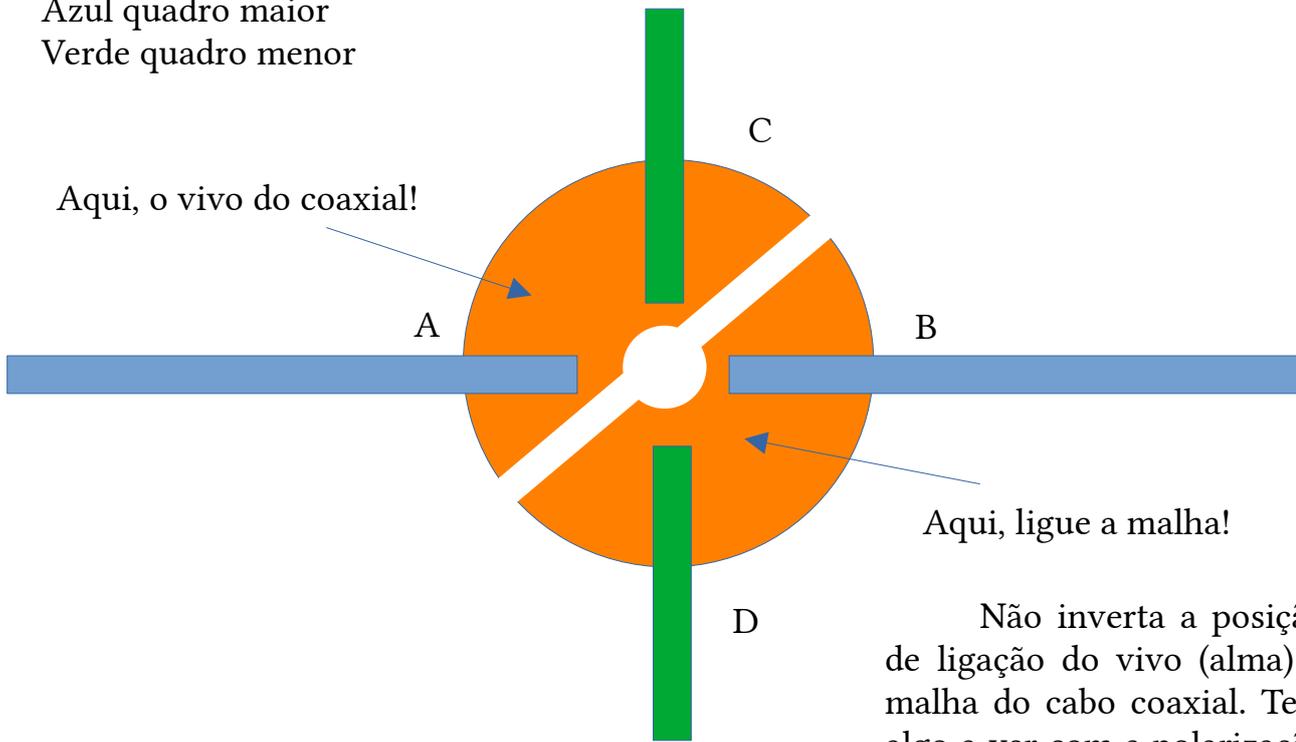
Fizemos vários furinhos na parte que queríamos desbastar. Com eles, fica mais fácil cortar com o alicate de corte. O diâmetro desta plaquinha é pouco menos que 4 cm, suficiente para entrar um pouco justa no cano de PVC.



Na foto abaixo, como a PCI redondinha se encaixa no tubo de PVC. Os fios não foram ainda soldados nela. Veja estes detalhes na sequência.



Azul quadro maior  
Verde quadro menor



Não inverta a posição de ligação do vivo (alma) e malha do cabo coaxial. Tem algo a ver com a polarização dos sinais emitidos pelos satélites Noaa.



Outro segredo: faça a soldagem dos fios depois de soldar o cabo coaxial e quando estes estiverem já armados dentro do cano. Como os fios de cobre são grossos, é muito importante que eles estejam armados na sua posição final, senão a solda solta do cobre da plaquinha de circuito impresso.

Essa gambiarra feia no cabo coaxial é porquê a malha é de alumínio e não de cobre! Uma desgraça esse tipo de cabo coaxial...

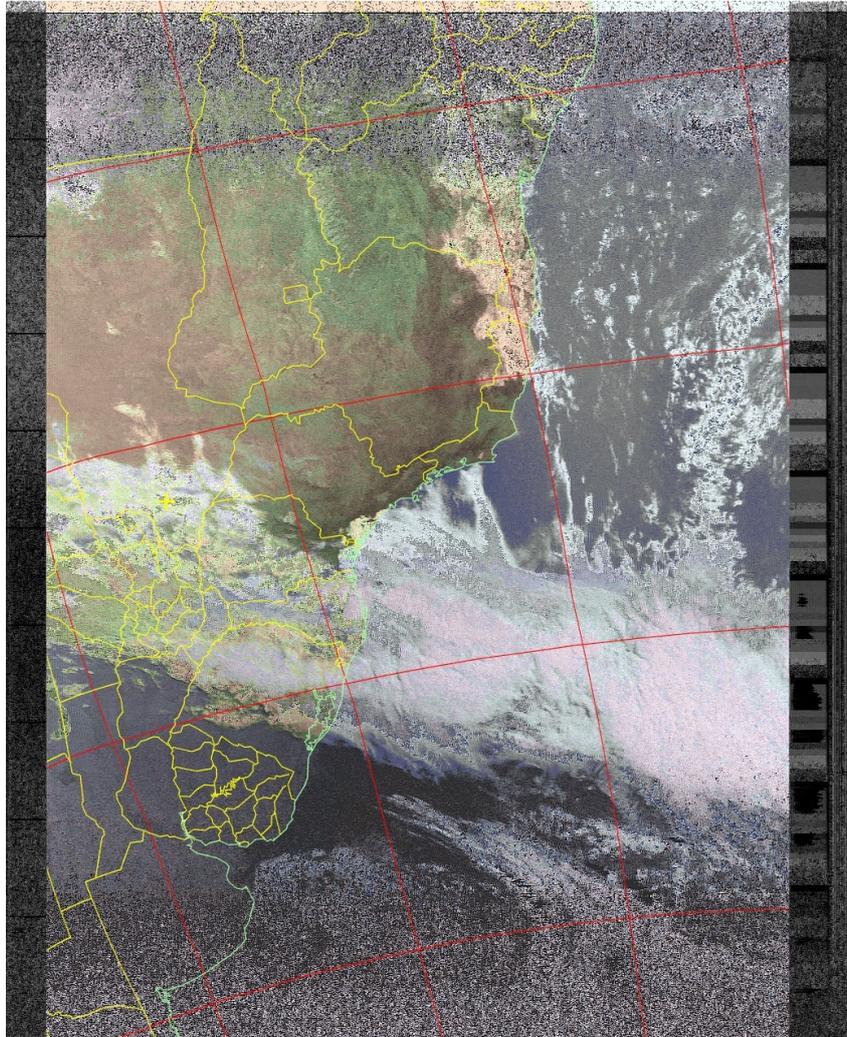


Imagem enviada pelo satélite meteorológico Noaa-18, captada através de nossa anteninha QFH – Quadrifilar helicoidal. Nota, a antena está em testes dentro de casa! Basta ver a bagunça do laboratório nas fotos.

Ficou curioso? Vamos preparar um tutorial sobre o que aprendemos até agora. Você vai precisar de um rádio VHF e alguns programas de computador, obtidos gratuitamente pela internet.

## Equipamentos de medidas - medidor simples de ROE

Embora não sejam muito caros, é sempre bom construir um e ver como funciona. Os componentes não estão numerados no esquema, pois os valores são iguais para cada tipo.

O segredo é fazer a placa de circuito impresso com as linhas captadoras de RF bem finas, pois teoricamente o aparelho poderia funcionar com baixa potência (QRP). Outra dica é substituir os resistores de carvão de 470  $\Omega$  por trim-pots no mesmo valor e calibrá-los com um multímetro digital, o que garantirá um ajuste de escala mais preciso.

A calibração dará um certo trabalho, mas o resultado final valerá à pena.

Depois de montado, conecte um pequeno transmissor (pode ser um PX) num dos lados do medidor e no outro, uma carga fantasma de 50  $\Omega$ . Na falta, poderia até ser sua antena, desde que você saiba que ela tem ROE 1:1.

1 Coloque a chave HH (ou outro tipo) numa posição. Assuma que seja a posição ADJ (ajuste ou “cal”).

2 Pressione a tecla do microfone, estando em Amplitude Modulada.

3 O ponteiro avançou para o final da escala? Se sim, acione o potenciômetro para que ele chegue ao final e não ultrapasse o último marco da escala. Se o ponteiro colou “para trás”, deve-se inverter a posição do rádio/antena. A chave HH está invertida. Inverta a posição da marca ADJ/ROE.

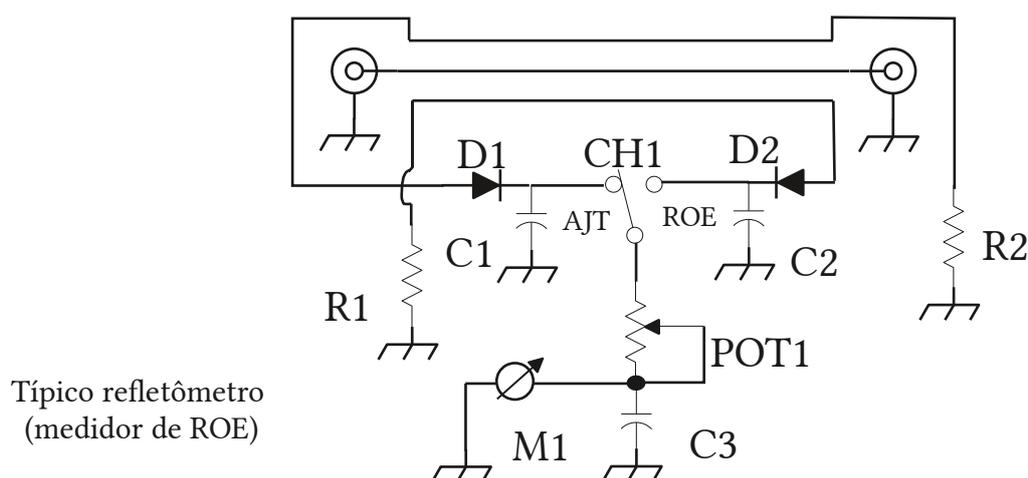
4 Coloque a chave HH agora na posição ROE. Aperte o mike e veja o resultado.

5 Meça a ROE. Se o ponteiro do instrumento nem se mexeu, é sinal que a ROE está 1:1 e o aparelho calibrado.

6 Se houve algum avanço do ponteiro, há um desequilíbrio nos valores dos resistores de 470  $\Omega$ . Se você usou trim-pots, recalibre cada um deles, cuidadosamente, até obter os 1:1.

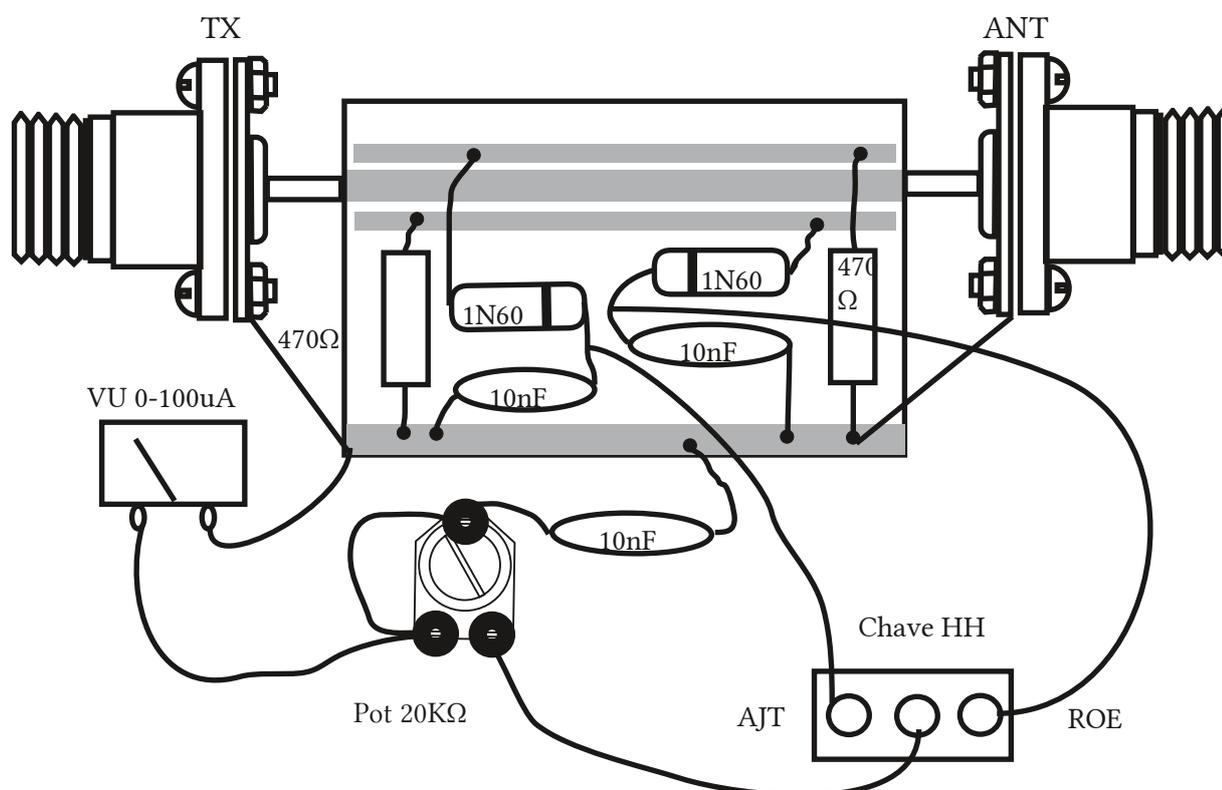
Agora, como calibrar o medidor para saber o valor exato da ROE, se ela for acima de 1:1? Existe um macete simples. No lugar da carga não-irradiante (fantasma), use agora um resistor de 75  $\Omega$  (ROE 1,5:1); 100  $\Omega$  (ROE 2:1); 150  $\Omega$  (ROE 3:1) e 300  $\Omega$  (ROE 6:1). Isto significa enganar o medidor, apresentando ROE de 2 a 3, limite máximo para a saúde de seu rádio.

Não se esqueça de que neste caso, você irá transmitir com baixa potência, 1 watt, ou então, os resistores de carvão (associação série/paralelo) devem ter pelo menos 50 watts de dissipação. O tempo para isso deve ser de poucos segundos, senão o resistor vira fumaça. E os transistores de saída do rádio também...



## LISTA DE COMPONENTES

- 2 diodos de germânio OA96 ou 1N60
- 2 resistores de 470 ohms\*
- 1 Potenciômetro linear de 20 K ohms
- 3 capacitores cerâmicos NPO de 10.000pF (10nF, 103Z ou 0,010 uF)
- 1 medidor de 100 uA (VU-meter)
- 1 chave HH duas posições



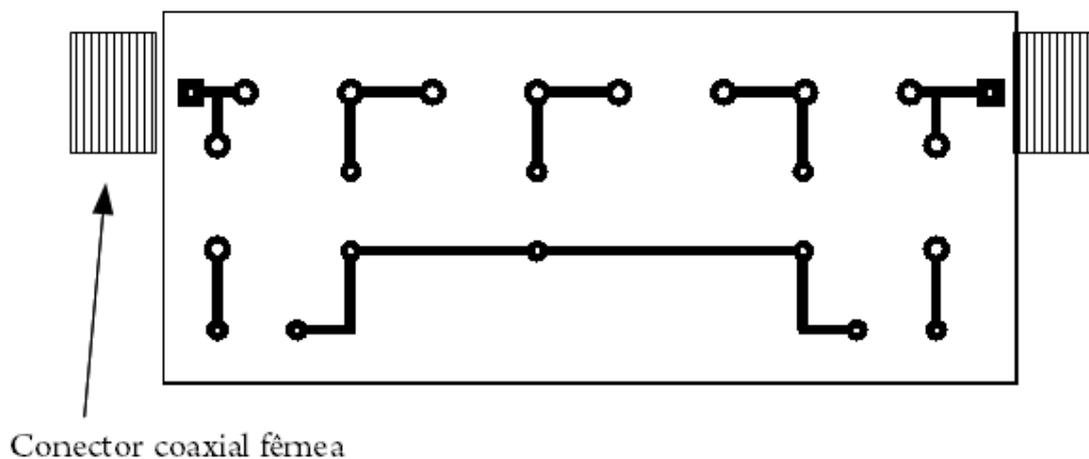
Acima, um desenho sem escala, para que o leitor tenha uma idéia de como projetar sua placa impressa. O comprimento das linhas de captação de RF mede de 7 a 10 centímetros e devem estar próximas um milímetro da linha principal. A largura da trilha do meio pode ter uns 3 milímetros, (é onde vai os pinos dos dois conectores coaxiais) e as laterais, dois milímetros. Porém, as linhas de captação devem seguir este desenho, retilíneo. Alguns circuitos usam um pedaço de cabo coaxial como linha de captação. Não se esqueça que o conector coaxial também vai aterrado à massa, através da caixa metálica.

Uma dica: se não achar medidores tipo VU-Meter, compre um multímetro no camelô, de uns 10 reais, e aproveite o galvanômetro! Não experimentamos, mas pode dar certo (acho que a dica vai “inflacionar” o preço dos multímetros “Made in China”!).



Você pode usar uma placa de circuito impressa, como as que mostramos nesta página. No entanto, a montagem é tão simples que seria mais fácil você montar o circuito “aéreo” em uma caixa de metal, tendo o cuidado de soldar as blindagens nos pontos indicados (linhas tracejadas). Fure as três blindagens internas para passar os terminais das bobinas. Se possível, faça ligações as mais curtas possíveis.

Um detalhe importante: o seu transmissor deve estar bem aterrado. Visto que os terminais do filtro são iguais, tanto faz você ligar o transmissor num lado ou noutro. De acordo com informações técnicas, este filtro funciona de 160 a 10 metros, com uma atenuação de uns 75 dB nos sinais interferentes.



As bobinas são todas auto-suportadas e de fio rígido esmaltado de fio 12. O diâmetro interno das bobinas é de 12 mm.

L1 e L6 – 4 espiras esticadas para caber em 1,4 cm (comprimento da bobina)

L2 e L5 – 5 espiras esticadas para caber em 1,6 cm.

L3 e L4 – 6 espiras esticadas para caber em 1,6 cm.

C1 e C5 são capacitores cerâmicos de 42pF por uns 160 volts ou mais. Se quiser e achar, pode usar de até 1 KV!

C2, C3 e C4 são capacitores cerâmicos de 136pF pela mesma voltagem dos outros. Se não achar neste valor, use de valores aproximados, mas para mais e não para menos.

Nota: Este esquema e informações foram extraídos da revista Eletrônica Popular Vol. XXIV nº 3

## Acopladores de antenas

Quem usa rádio valvulado não gosta muito deles, pois requer sintonias infundáveis ao custo de emissão das preciosas válvulas. Mas é, inegavelmente, um acessório essencial à estação do radioamador, especialmente se usa vários tipos de antenas.

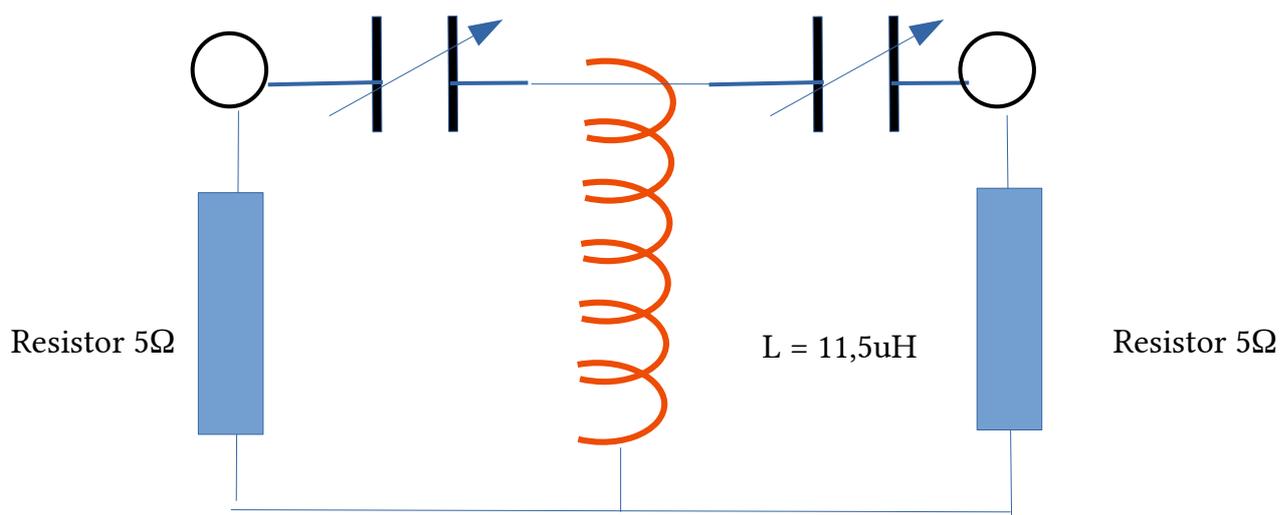
Existem várias configurações de acopladores, para alta ou baixa potência e o mais recomendado é o modelo “T”, conforme o diagrama abaixo, embora provoque consideráveis perdas na potência final irradiada. Sua vantagem são os valores dos componentes, que podem ser encontrados no comércio eletrônico.

Veja que o símbolo dos resistores é apenas uma ilustração elétrica, pois o que existe mesmo são os dois capacitores variáveis, de alta isolamento e um indutor, construído segundo fórmulas matemáticas.

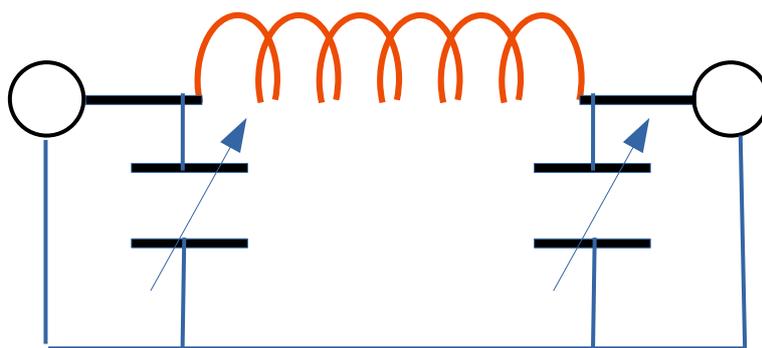
Um excelente programa (TLW) é fornecido junto ao livro Antenna Book da ARRL para cálculos de indutores e capacitores dos vários tipos de acopladores de antenas.

Uma das maneiras mais simples é curto-circuitar as espiras usando uma garra jacaré, após achar o “ponto ideal” para cada faixa. Mas atenção: altas tensões e corrente de RF estarão presentes nas ligações dos capacitores e indutor. Os capacitores variáveis devem ser para mais de 1500 volts de isolamento. Teoricamente, deveriam ter mais de 8 mil volts de isolamento. Também corre-se o risco de haver um arco entre os capacitores e a caixa metálica do acoplador.

Nos Estados Unidos, pode-se adquirir um indutor variável com motor controlado eletronicamente. Uma facilidade para os montadores “dolarizados”.



Acoplador tipo T



Acoplador em PI

## PROJETO PRÁTICO: ACOPLADOR PARA 24 A 28 MHZ

Este circuito anda circulando por aí - páginas da internet e boletins de grupos de PX e radioamadores, mas poucos sabem sua origem verdadeira: um artigo na revista Eletrônica Popular de fevereiro de 1980, de autoria do Jaime G. Moraes Filho.

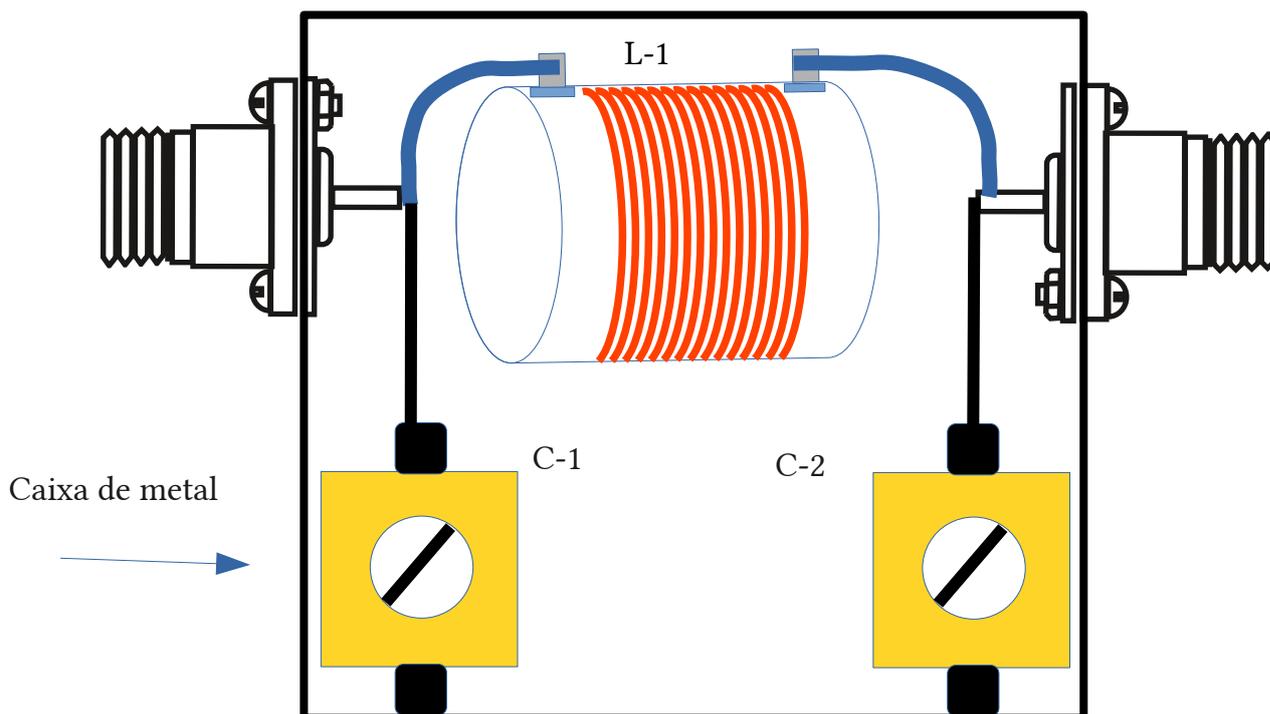
Por ser fácil de montar e bem eficiente, mostramos o desenho e os dados para sua construção.

Deve-se levar em conta que, pelo tipo de capacitor usado (ou trimmer), só serve para transmissores de baixa potência.

Por abranger um espectro que vai dos 20 a 70 MHz, é ideal para rádios Faixa do Cidadão com saída de até 5 watts, ou para quem gosta dos 10 metros, também usando os modernos rádios PX para esta faixa. O bom é que estes aparelhos tem controle de potência, que vai de 1 a 25 watts.

Só para fins didáticos, você pode experimentar um número maior de espiras e tentar em outras faixas, como um QRP para 40 metros, por exemplo. Outra idéia seria enrolar mais algumas espiras e curto-circuitar as últimas, com uma garrinha “jacaré”. Uma regra simples: quanto mais espiras, mais baixa a frequência. Quanto menos espiras, mais alta a frequência de ação do acoplador, mas isso requer alterações nos valores dos capacitores.

Os conectores coaxiais e os dois trimmers estão ligados ao terra através da caixa metálica. Lembre-se: se usar os trimmers, baixa potência!



### DADOS CONSTRUTIVOS DO ACOPLADOR

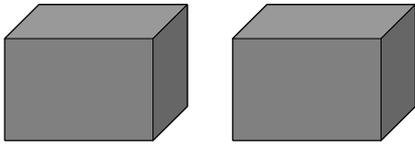
L1 - 5 espiras auto-suportadas de fio esmaltado nº 14 AWG (1,6 mm) em forma de 12,5 mm (1/2 polegada).

C-1 e C-2 - Trimmer ou capacitor variável de 3 a 30 pF.

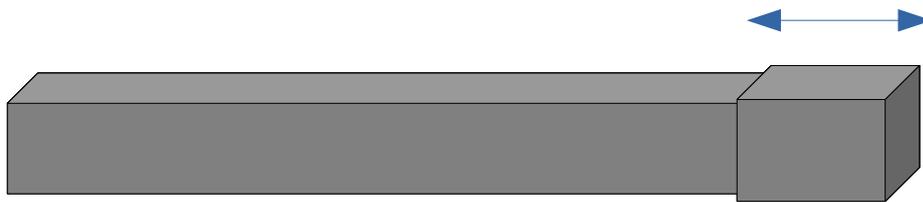
Dois conectores coaxiais.

SUGESTÕES PRÁTICAS PARA MONTAGEM DE SUA ANTENACruzeta para sua antena quadra cúbica

Esta é a sua gôndola



Estes são os dois pedacinhos de uns 15 centímetros de comprimento e diâmetro um pouco maior, pois correrão sobre a gôndola!

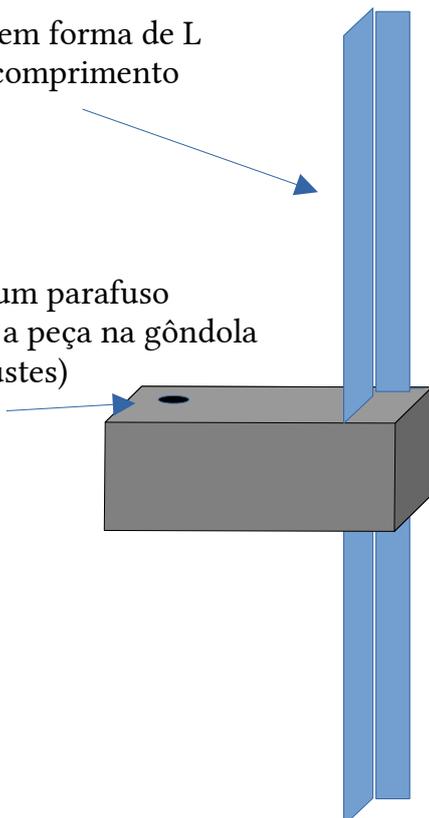


A ideia é fazer um tubinho quadrado de metal (ferro tubular) correr sobre a sua gôndola, que neste caso deve ser quadrada! Normalmente esses tubos são padronizados e o número menor se encaixa dentro do maior. Nesse sistema pode-se fazer o ajuste de ROE afastando ou se aproximando as duas cruzetas.

Nas próximas páginas, os detalhes sobre a cantoneira em L e o tubinho de 1x1 cm que servirá de apoio para os fios.

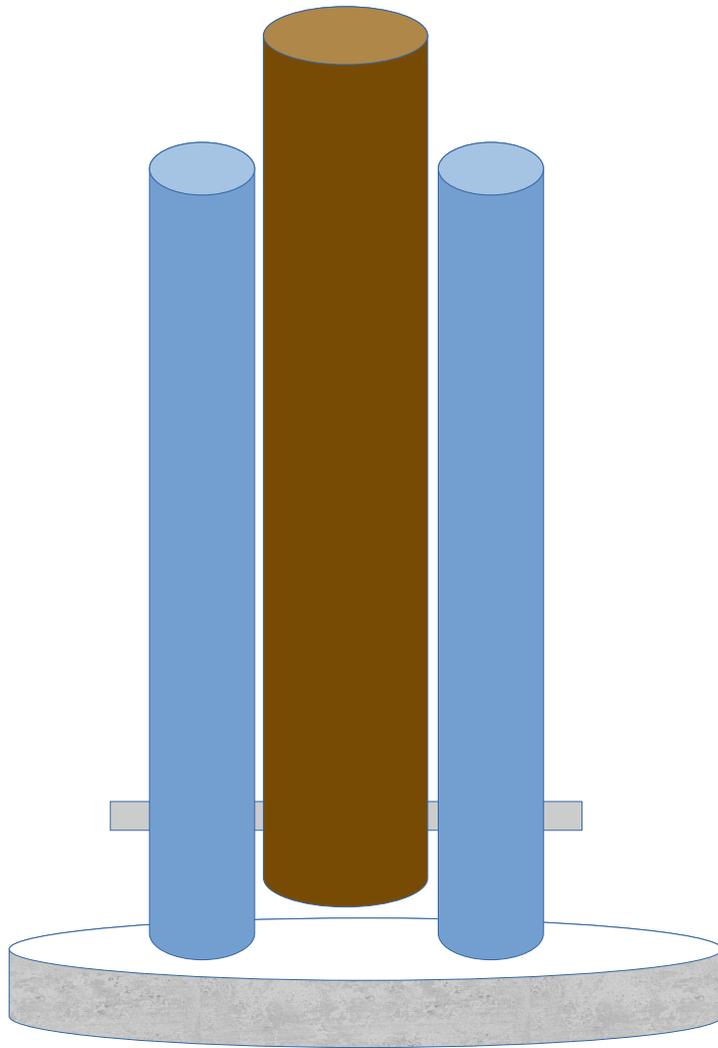
Cantoneira em forma de L  
1 metro de comprimento

Furo para um parafuso  
(para fixar a peça na gôndola  
após os ajustes)



As cantoneiras em forma de L medem um metro de comprimento e são soldadas 4 delas em cada peça corrediça. No desenho só mostramos duas, a de cima e a de baixo para facilitar sua compreensão. A largura pode ser de 1,5 a 2 centímetros, pois as varetas de ferro tubular quadrado de 1x1 cm serão soldados nesse pedaço, que garante uma rigidez ao quadro.

Antes que me pergunte, o ferro tubular é largamente usado em armação para forro de PVC e vem no comprimento padrão de 6 metros cada barra.



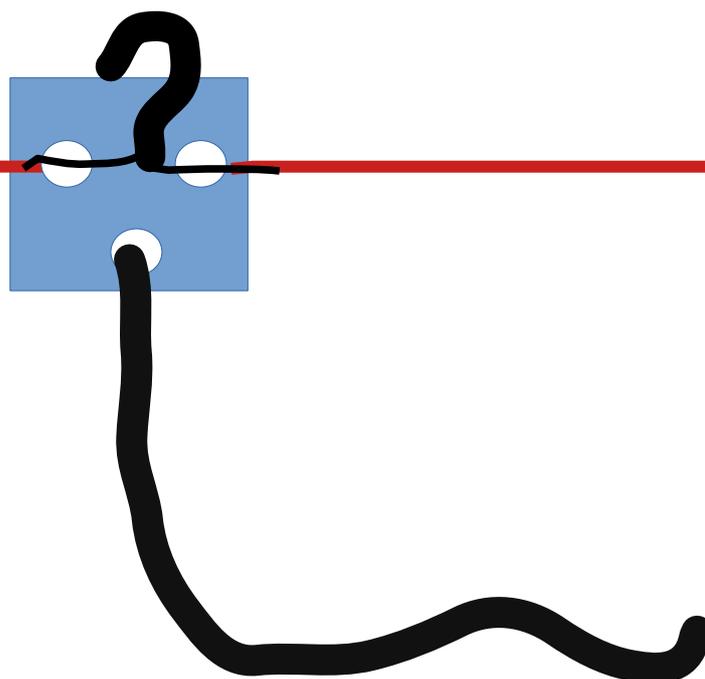
Ao lado temos uma sugestão para fixação de um mastro móvel. Ele é aparafusado embaixo e pode também ter furos passantes mais em cima, para fixação definitiva.

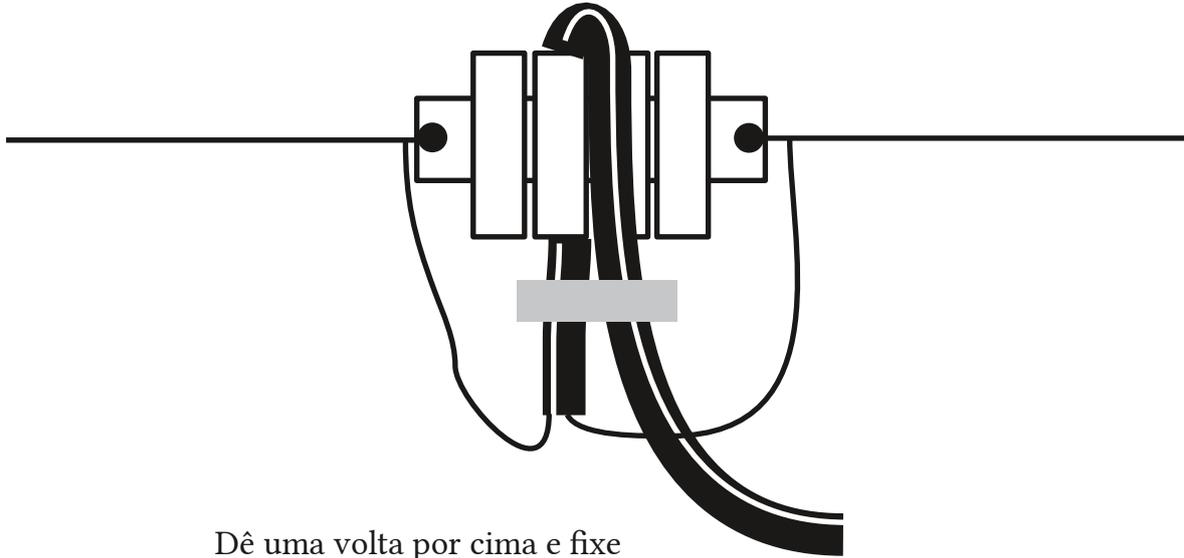
Mesmo assim, esse mastro precisa ser estaiado para maior segurança.



Suporte de antena Hygain ATB-75 universal. Imagem retirada da internet, site do ebay.com

Neste caso, observe que o cabo coaxial entra pelo furo inferior, passa para a parte de trás e entra novamente pelo furo superior, ficando de “cabeça-para-baixo”, evitando a entrada de água. Muitos preferem usar uma bolinha de silicone para vedar a ponta do cabo coaxial, mas é arriscado a se soltar e entrar água no cabo, danificando-o ou, no mínimo, alterando suas características elétricas.

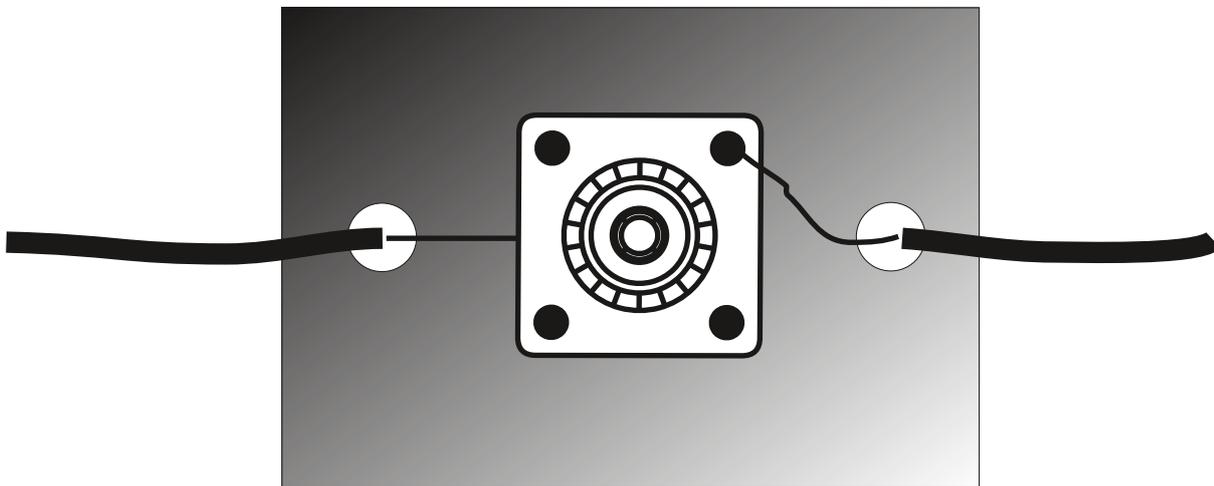




Dê uma volta por cima e fixe na parte de baixo com presilha

Quase qualquer coisa que não seja metálico pode ser usado como isolador central, como pedaço de madeira, tubos de PVC, mangueira de borracha e até mesmo uma corda de fibra vegetal. Numa emergência, quase tudo serve, até mesmo um botão de paletó (ou da farda!) serve como isolador em uma antena!

Numa emergência, já vimos um dipolo com o isolador central encoberto por uma sacolinha de plástico, para não entrar água dentro do cabo.



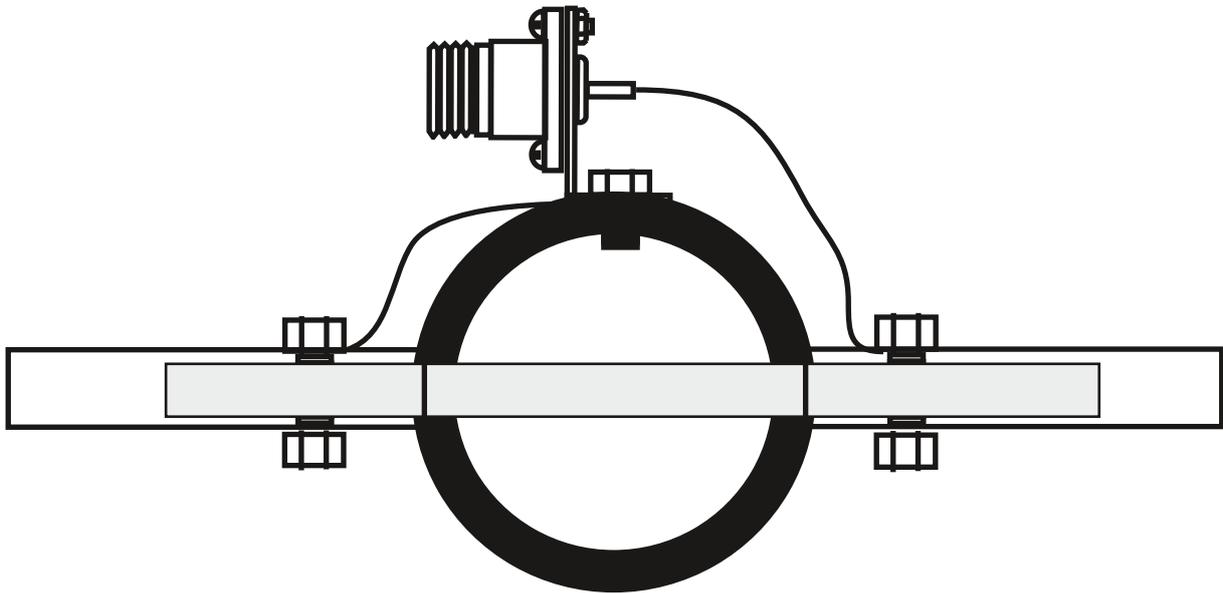
Neste desenho, a conexão é feita por um conector coaxial fêmea, devidamente aparafusado numa placa acrílica ou outro material isolante. Uma das pernas vai soldada no pino central do conector e a outra perna num dos parafusos do conector. Ao final, deve-se vedar a conexão do cabo coaxial com uma fita de alta fusão, evitando a entrada de água. É bem provável que, devido ao peso do cabo, o conector acabe ficando de cabeça-para-baixo. Neste caso, a parte de trás (o pino central) deve receber algum tipo de resina isolante. Poderia ficar dentro de uma caixinha de plástico.

## Como emendar tubos numa gôndola ou conectar o cabo coaxial

Observe que no desenho abaixo, trata-se de um elemento irradiante, separado no meio por um material isolante. Os elementos não encostam na gôndola, caso contrário seria um curto! Se fosse o caso, poderia ser usado o gamma-match, como veremos adiante. A chapinha em L que sustenta o conector também é de material não condutivo, senão, faria contato com a gôndola.

A partir deste desenho, fica fácil imaginar um gamma-match para esta antena. Neste caso, os elementos podem estar encostados na gôndola, exceto o fio central do conector, já que aí seria ligado o stub ou alma de um cabo coaxial grosso, que serviria como capacitor.

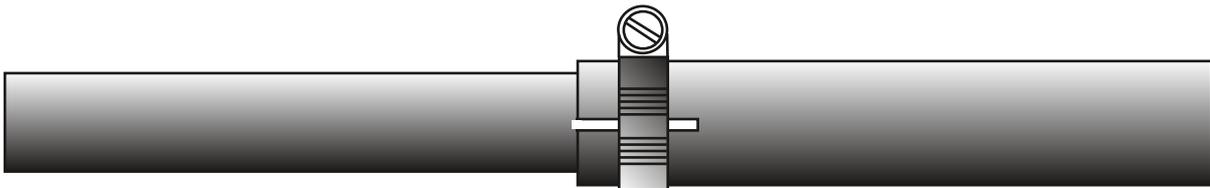
No desenho abaixo, uma maneira de ligar o cabo diretamente no irradiante, caso se use uma seção casadora de  $75 \Omega$  ou mesmo cabo de  $50 \Omega$ . O suporte "L" é de material não-condutor, que isola o conector da gôndola, se esta for de metal. No caso de Yagi para VHF, use tubos de PVC para a gôndola, não precisando se preocupar com a isolação da chapinha "L".



Sugestão de como ligar cabo num elemento irradiante.

Com alguma mudança, tem-se um gamma-match. Você encontra cálculos para o gamma-match neste livro.

## Ideia da abraçadeira para emendar duas varetas de alumínio

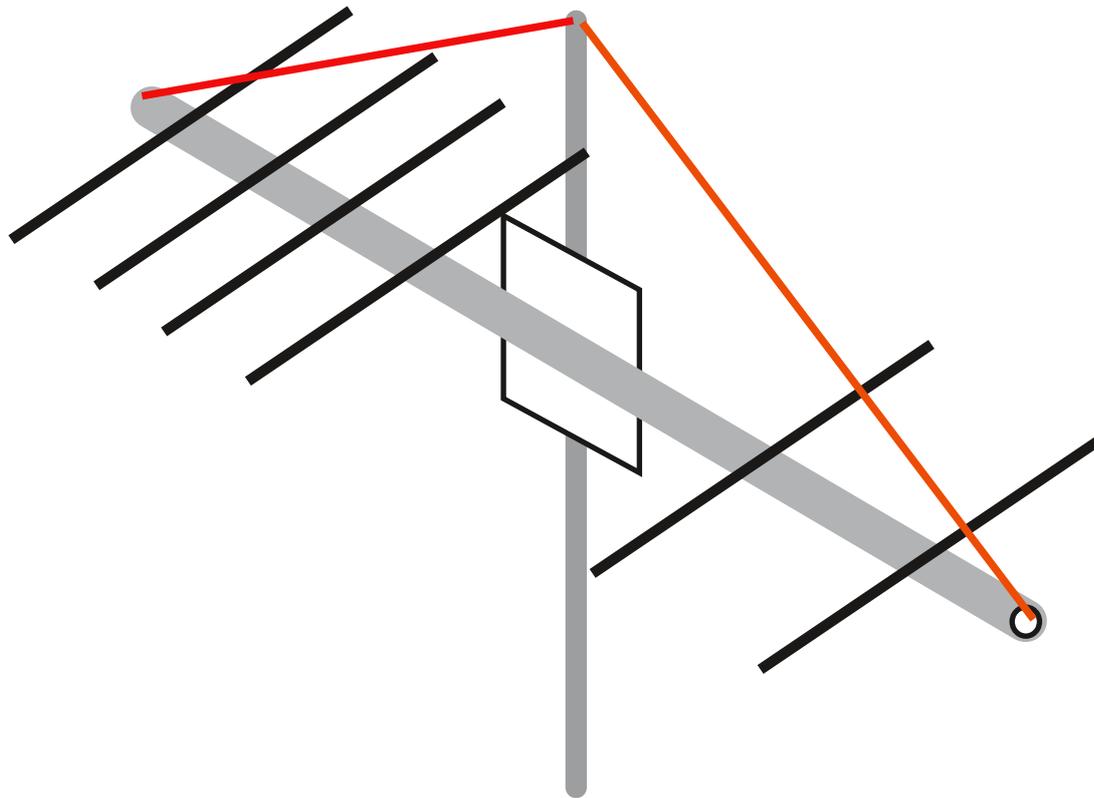
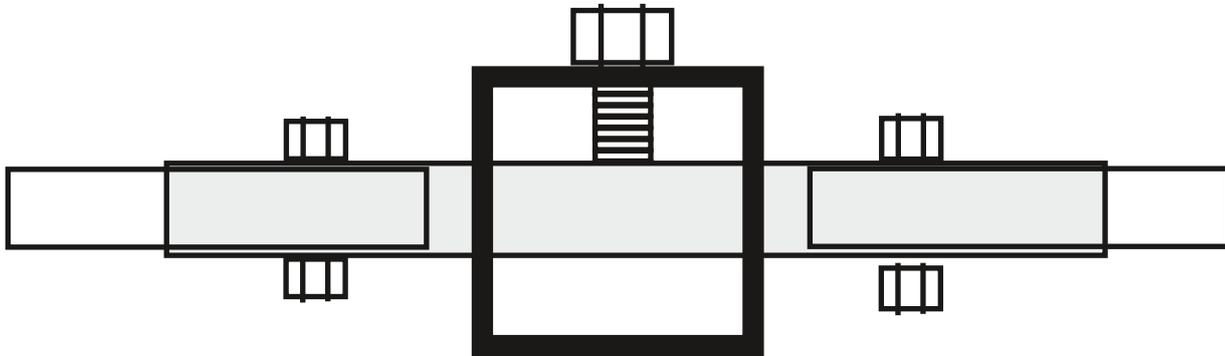


tubo mais fino (ponta da antena)

tubo mais grosso

Outra forma de fixar um elemento na gôndola, no caso de diretores ou refletores de uma Yagi. Pode-se isolar o elemento, com um cano de PVC, ou não, de acordo com seu projeto.

Usando-se tubo quadrado, fica até mais fácil fazer os furos, centralizar e suportar os elementos. Os parafusos são para fixar melhor os elementos. É sempre bom usar um estai na gôndola, para evitar que esta envergue e quebre no meio.



O desenho não está em escala, mas é bom usar um estai de corda de nylon. Até mesmo elementos de grande comprimento, como no caso de Yagi mono banda para 40 ou 20 metros, podem levar um estai, evitando que envergue muito ou quebre, já que os tubos de alumínio comuns tem um ponto de ruptura bem inferior aos tubos de duralumínio (liga composta com outros metais duros).

Poderia usar apenas um tirante, ao invés de dois. Existem fórmulas para se calcular a resistência dos tubos de alumínio ao vento. É comum usar tubos de menor diâmetro e ir encaixando nas extremidades. Isto também serve para pequenos ajustes de ressonância da antena.

Como prender um suporte na gôndola (boom) de uma antena quadra-cúbica ou loop

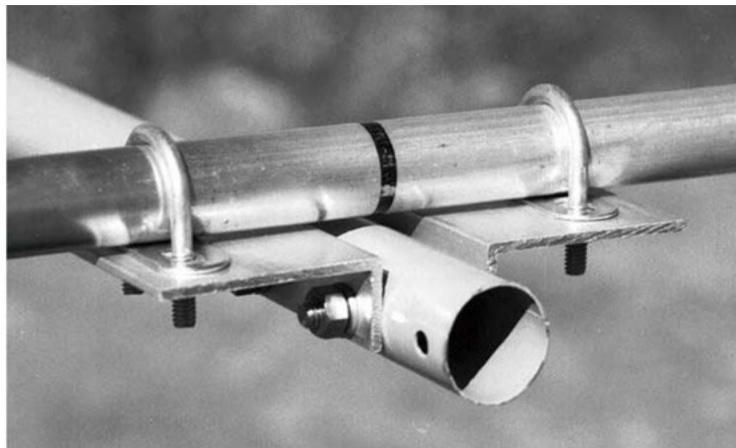
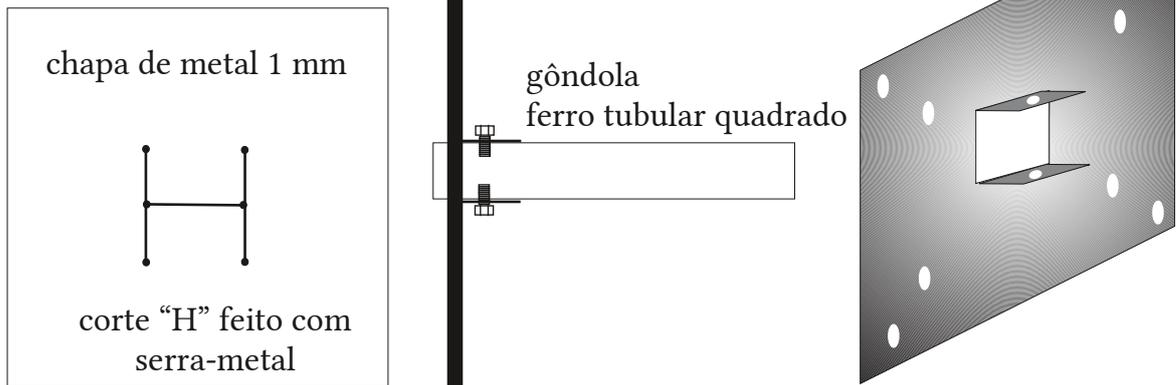
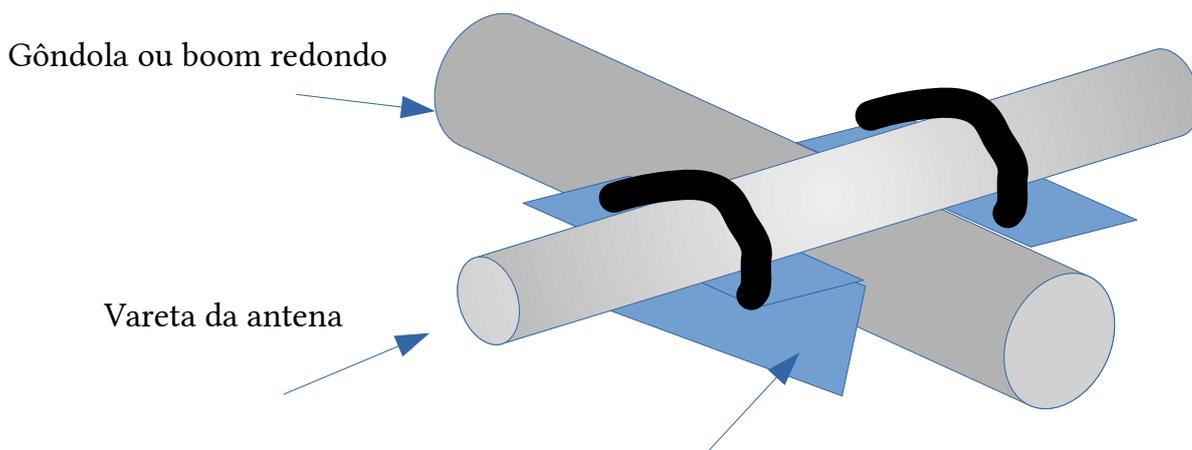


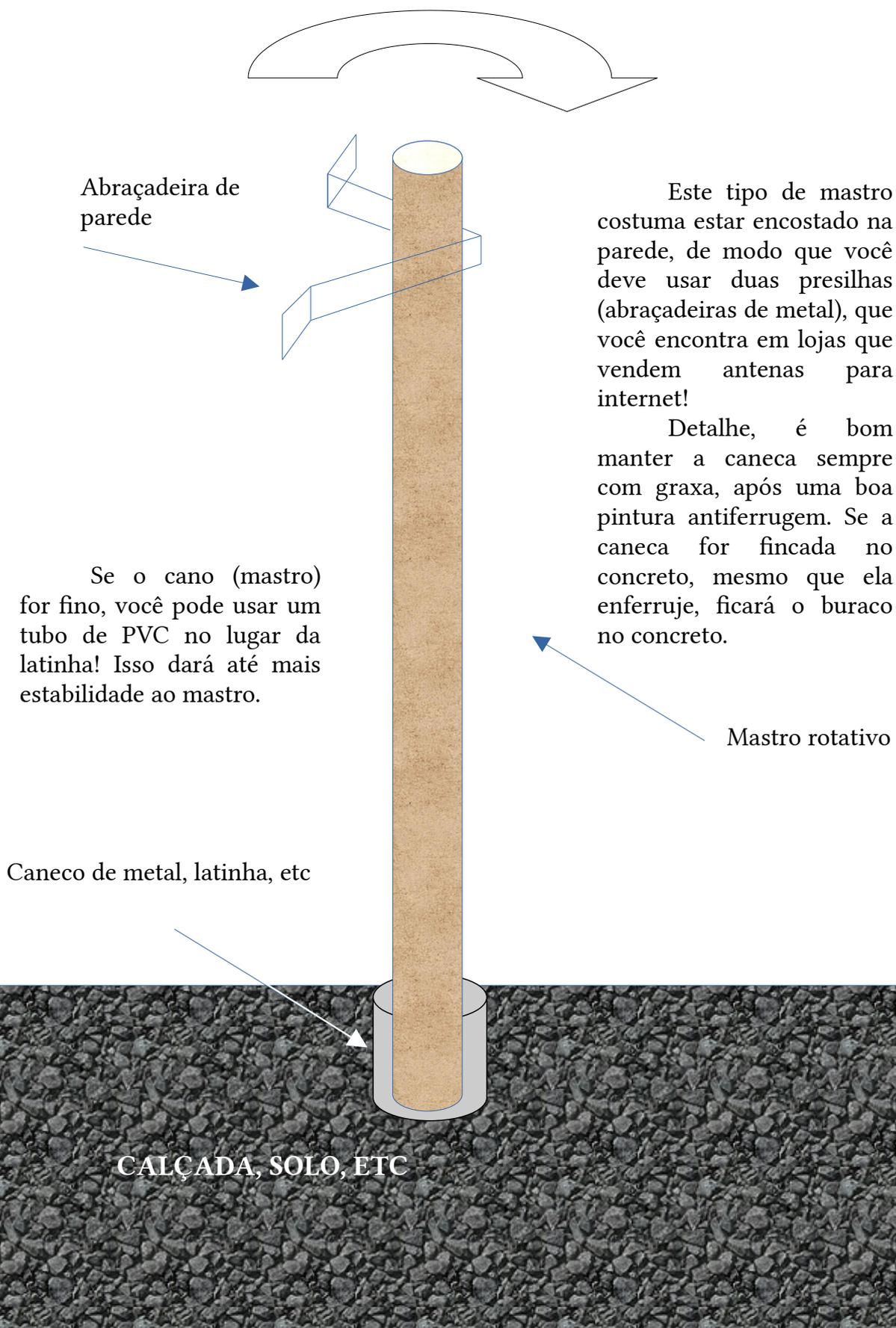
Imagem encontrada na internet



Cantoneiras são fixadas ou trespassadas por parafuso

Boa sugestão para prender um elemento de uma antena em um boom ou gôndola redonda ou quadrada. Neste exemplo, usa-se uma cantoneira em forma de L sendo presa por duas abraçadeiras redondas. Pode-se ainda usar uma chapa sobre os dois L para dar maior firmeza ao conjunto.

## SUGESTÃO PARA UM MASTRO ROTATIVO

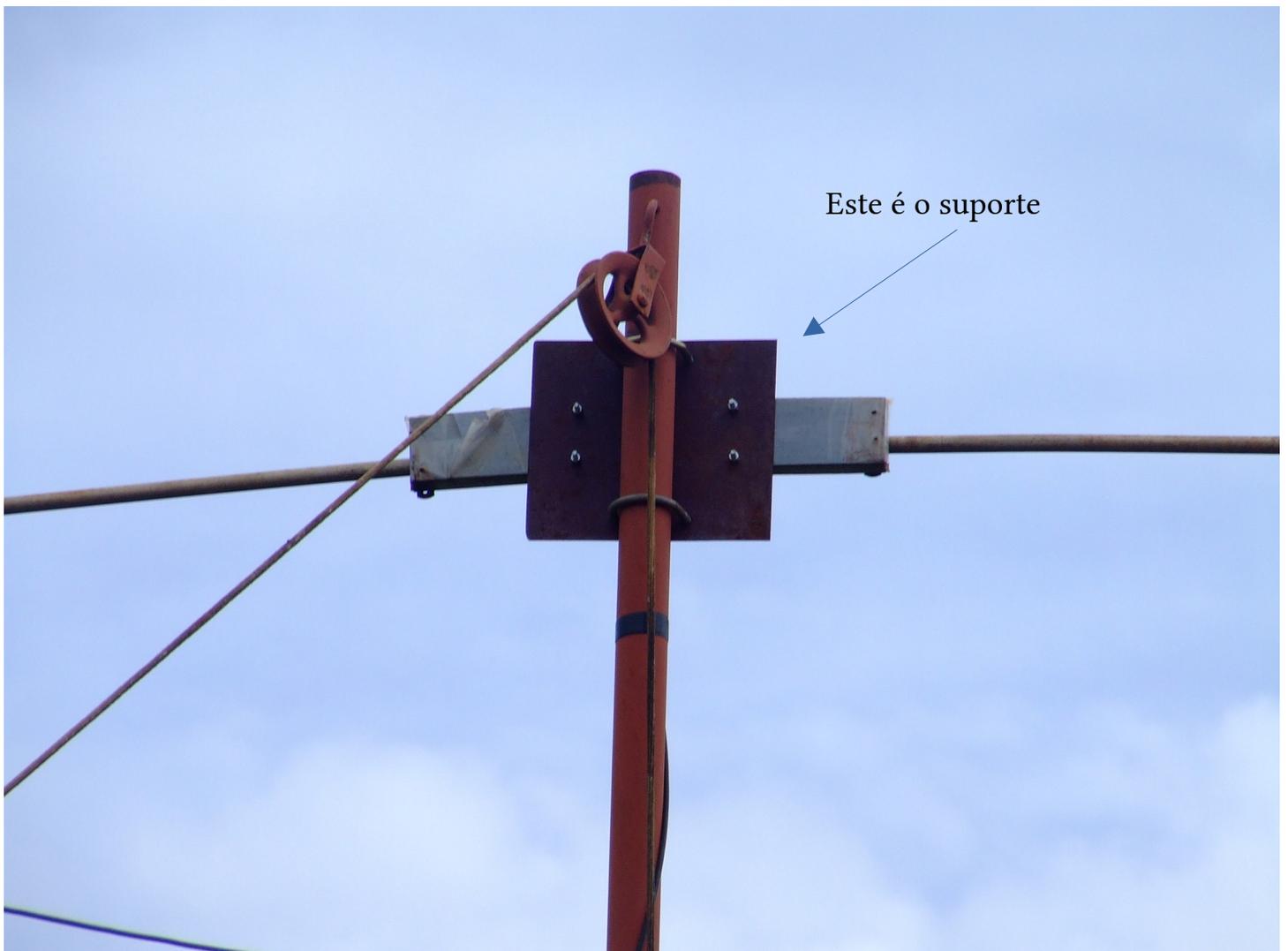


## Onde achar chapas metálicas para suporte de antenas

Já teve que procurar num ferro velho ou comprar uma chapa de ferro ou mesmo de alumínio para fazer seu suporte de antena? Meus pêsames... você pode consegui-las de graça! É só procurar na farta sucata de informática, mais precisamente, aqueles drives de CD ou DVD que o pessoal ficam loucos para jogar fora e muitas vezes não sabem onde.

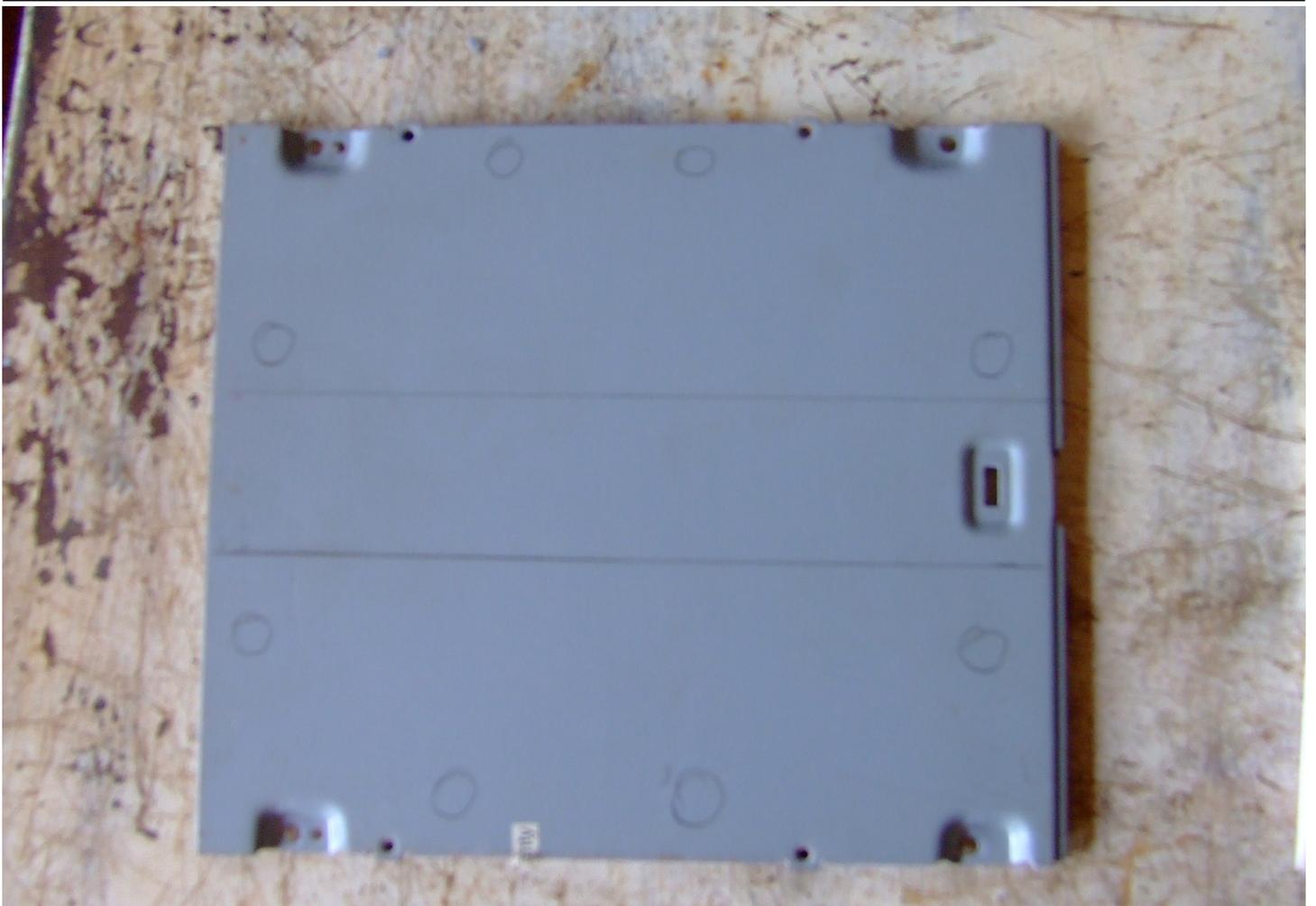
Tudo se aproveita num velho drive de CD ou DVD: a parte superior da caixa dá uma excelente caixinha para a montagem de seus QRP. A parte de baixo, que usaremos como suporte de antena, também serve para montagens.

Deve-se ressaltar que o metal tem várias espessuras, mas os driver mais antigos tem uma chapa bem grossinha, suficiente para suportar uma antena Yagi para VHF ou mesmo para 10 Metros. As fotos falam por si... o resto vai depender de sua imaginação e habilidade com a furadeira.



Informações, contatos e tudo o mais relacionado a nossa revista, você consegue acompanhando o nosso blog oficial:

[www.revistaradioamadorismo.blogspot.com.br](http://www.revistaradioamadorismo.blogspot.com.br) Ficamos contente quando alguém manda um e-mail pelo menos agradecendo o trabalho que temos. Críticas, sugestões e apontamento de erros são bem vindos.



## Suporte universal para antenas

Esta semana ganhei de presente uma antena dipolo rígida de excelente qualidade para 10 e para os 80 metros com bobina de corte. Como não encontrei nenhuma etiqueta ou coisa parecida, não deu para identificar o fabricante, mas o suporte da mesma chamou-me a atenção pois já tinha visto outros, inclusive em antenas da Electril.

A peça que vocês veem nas fotos, pode ser usada como suporte universal para um elemento – no caso de um dipolo monobanda – ou uma Yagi com vários elementos. Esta foto mostra o suporte com o centro separado, bem apropriado para a construção do irradiante. O elemento diretor e o refletor não deve ter essa separação de 10 centímetros no meio.

### LISTA DE MATERIAIS

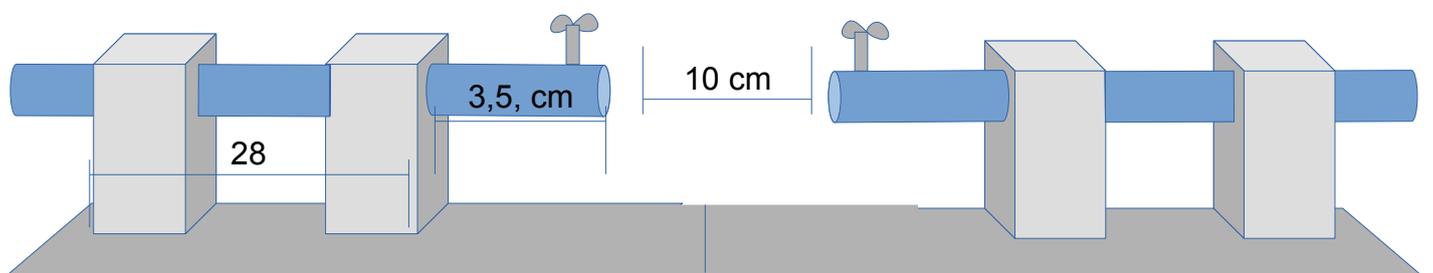
01 barra de cantoneira de alumínio em forma de “U”, de 5 cm de largura por 2,4 de altura e 75 centímetros de comprimento. O comprimento irá variar, mas o tamanho recomendado é para antenas de 10 e 11 metros. Se pretende montar uma antena que exige elementos muito longos, como direcionais para 20 metros, essa cantoneira pode ser maior. Para aproveitamento do material, sugere-se 1,5 metro.

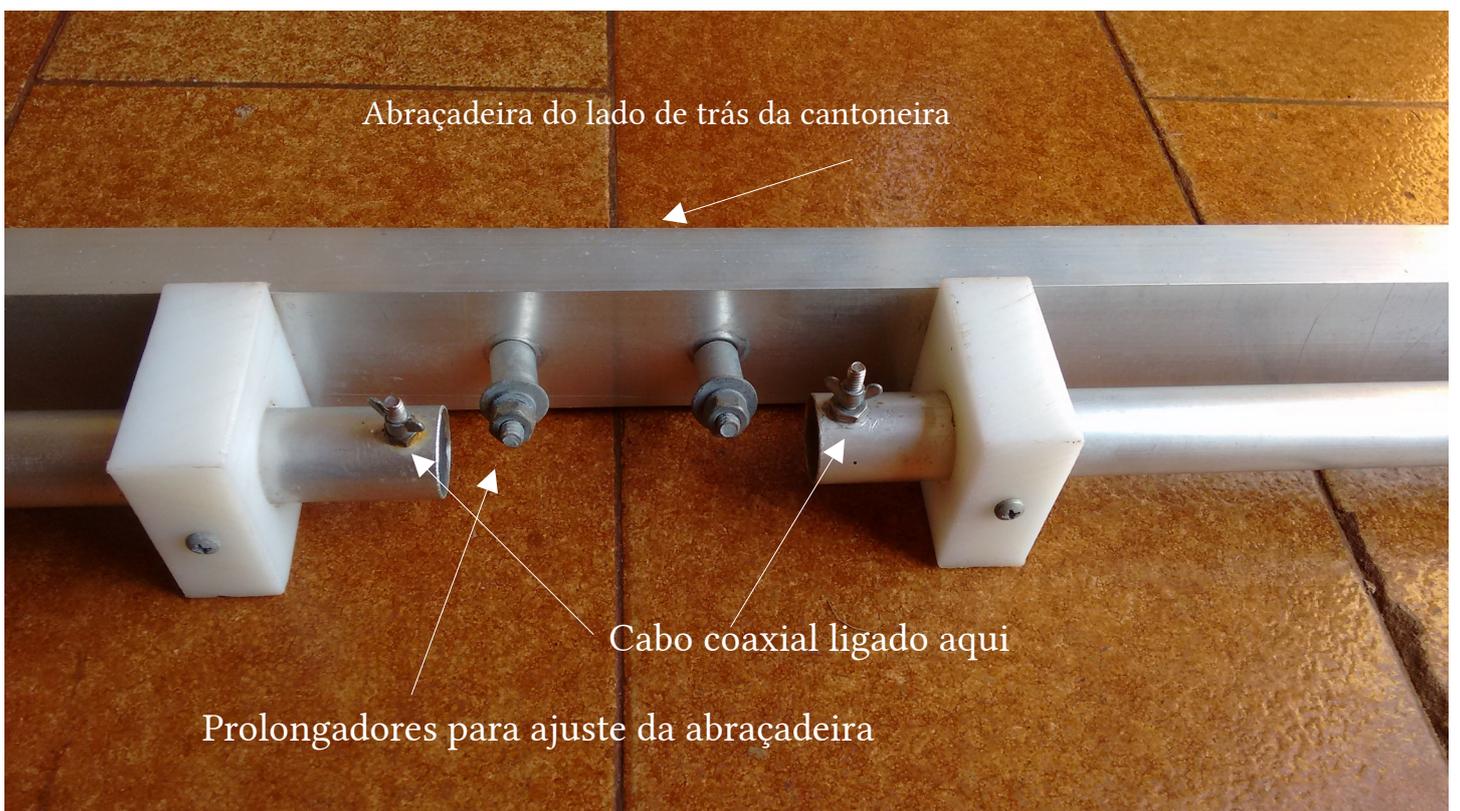
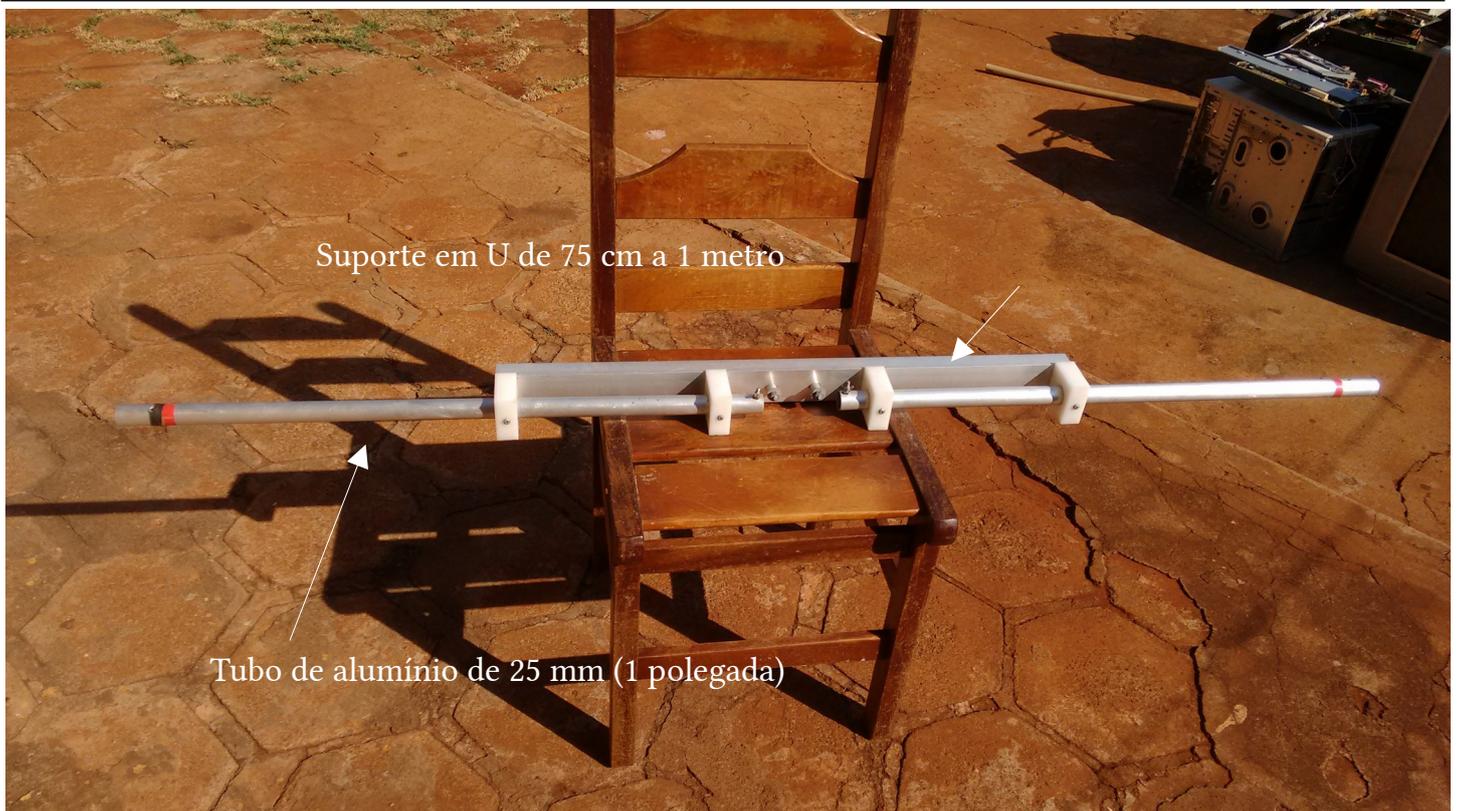
02 varas de alumínio de 2,5 centímetros de diâmetro por 75 centímetros de comprimento. Esse elemento que vai ao centro deve ser o mais reforçado, pois irá aguentar o peso de cada vara de alumínio.

04 peças de náilon de 6 centímetros de cada lado por 2,5 de espessura ou grossura. Esse bloquinho quadrado de náilon é conhecido pelo pessoal como “tecnil” e poderia ser substituído por um bloco de compensado naval, visto que esse tipo de madeira tem tratamento especial para resistir à água. Cada bloco de náilon terá um pouco acima do centro uma abertura de 2,5 cm onde passará o tubo de alumínio. Evidentemente, esse buraco terá que ser levemente alarguecido, senão o tubo de alumínio não entrará.

Notem que a uns 2 centímetros na ponta de cada tubo de alumínio será fixado o parafuso com porca tipo borboleta. É aí que será fixado o cabo coaxial. Uma boa ideia é usar material inoxidável ou utilizar arruelas ou engates estanhados.

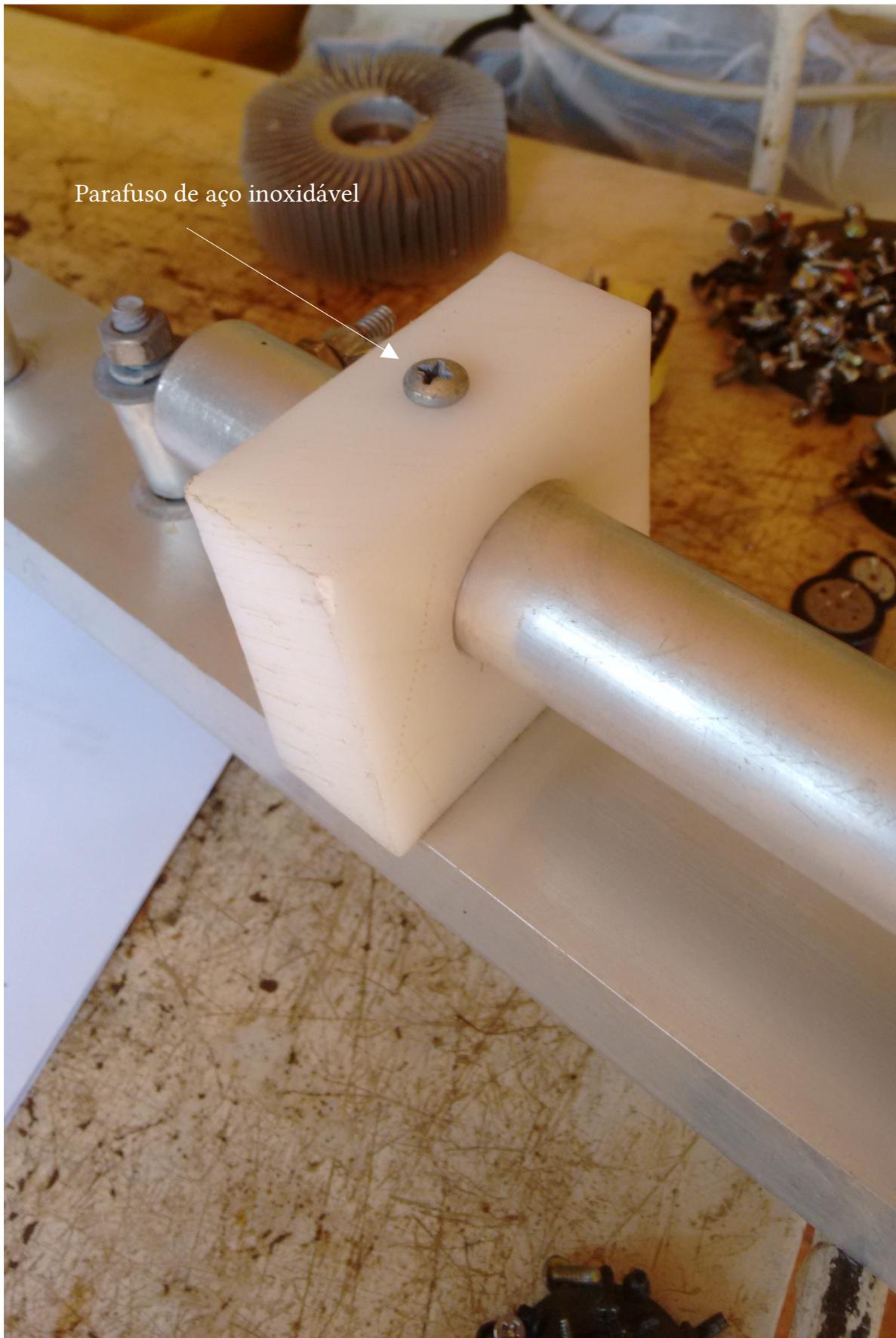
Nota: alguns blocos de náilon são vendidos nessa medida, mas eles podem ser cortados individualmente em 5x5 cm, ficando bem rente com a barra “U” de alumínio, que tem uma largura padronizada em 5 cm.





O suporte, como mostrado na foto, seria colocado direto num mastro, através da abraçadeira, formando assim uma antena dipolo rígida. Se o suporte servir para sustentar os elementos de uma Yagi, eles ficarão deitados e presos direto na gôndola.

Normalmente uma barra de alumínio tem três ou seis metros. Se você pretende montar uma antena Yagi de quatro elementos, uma barra de três metros dará exatos quatro suportes de 75 centímetros. Essa é a lógica de quem monta antenas: evitar sobras ao máximo, pois alumínio no Brasil é vendido como se fosse ouro...



Detalhes do bloco de náilon. Veja que ele é aparafusado por baixo, com parafuso de rosca soberba e em cima um outro parafuso que ajuda a prender o tubo de alumínio de 25 mm.



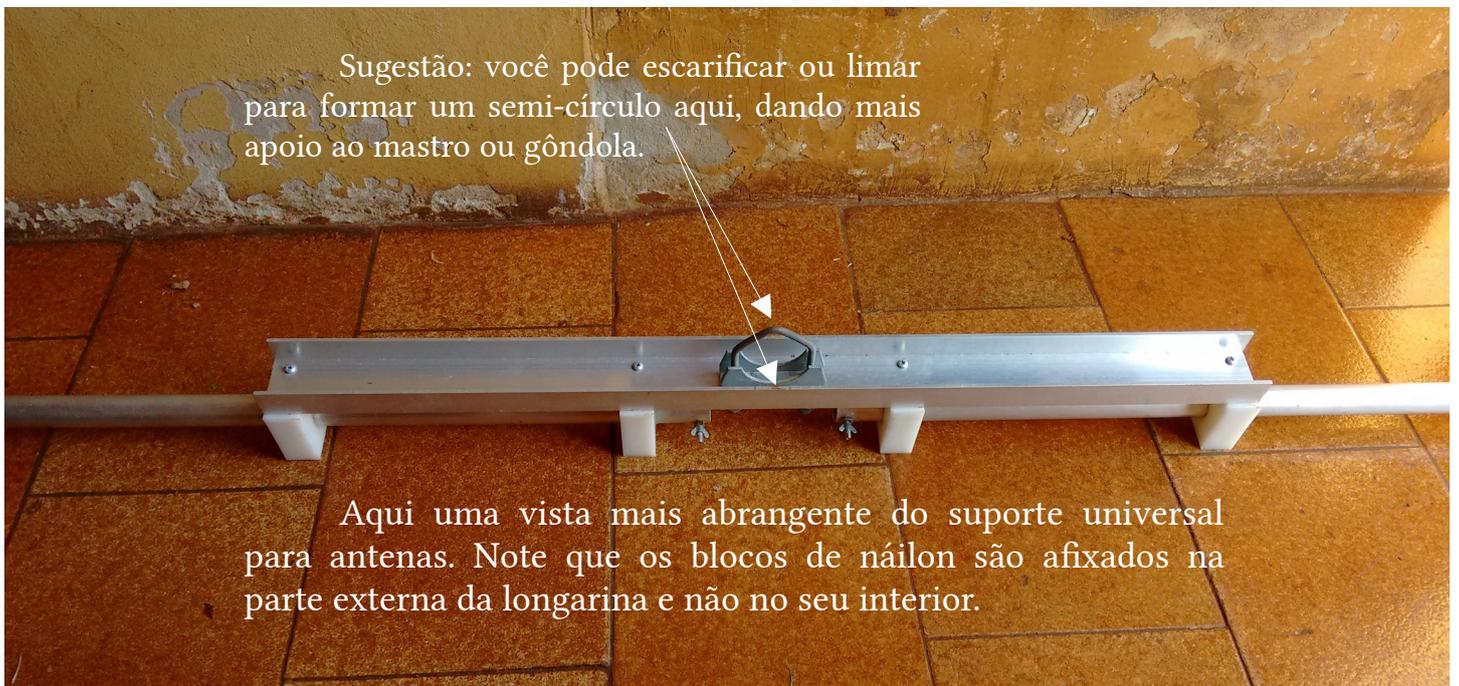
Mais detalhe da fixação do bloco de náilon na cantoneira. Veja que cada lado do suporte são dois blocos de náilon, perfazendo 4 para cada suporte. Claro, se seu suporte for mais comprido, poderá utilizar mais deles, garantindo a imobilização da vara de alumínio no lugar.



Aqui temos a abraçadeira. Ela deve ter um diâmetro de acordo com o mastro ou gôndola que você vai usar em sua montagem. Sugiro usar um calço de borracha. Evita o atrito entre os metais e fixa melhor.

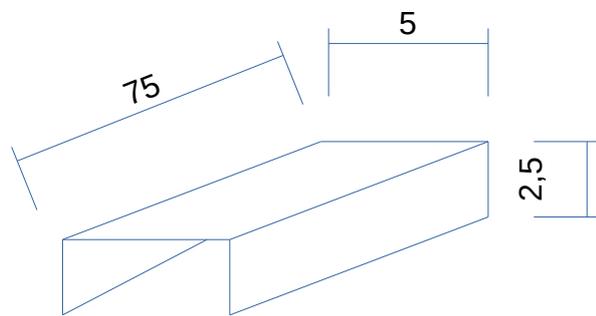
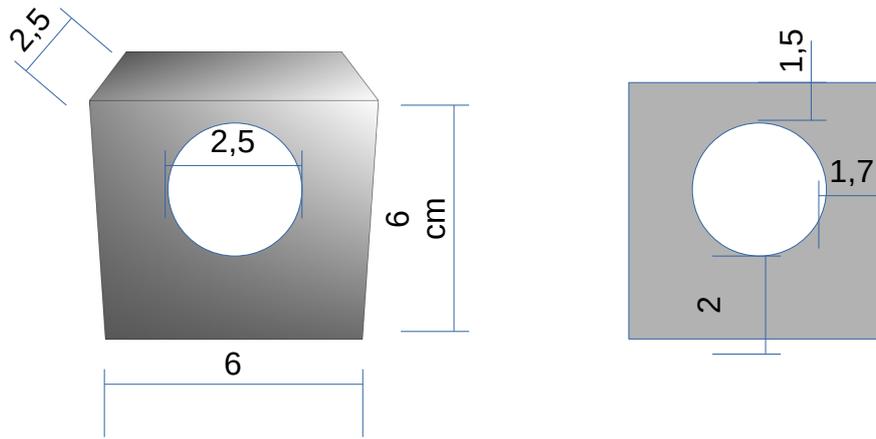


Sinal de oxidação!

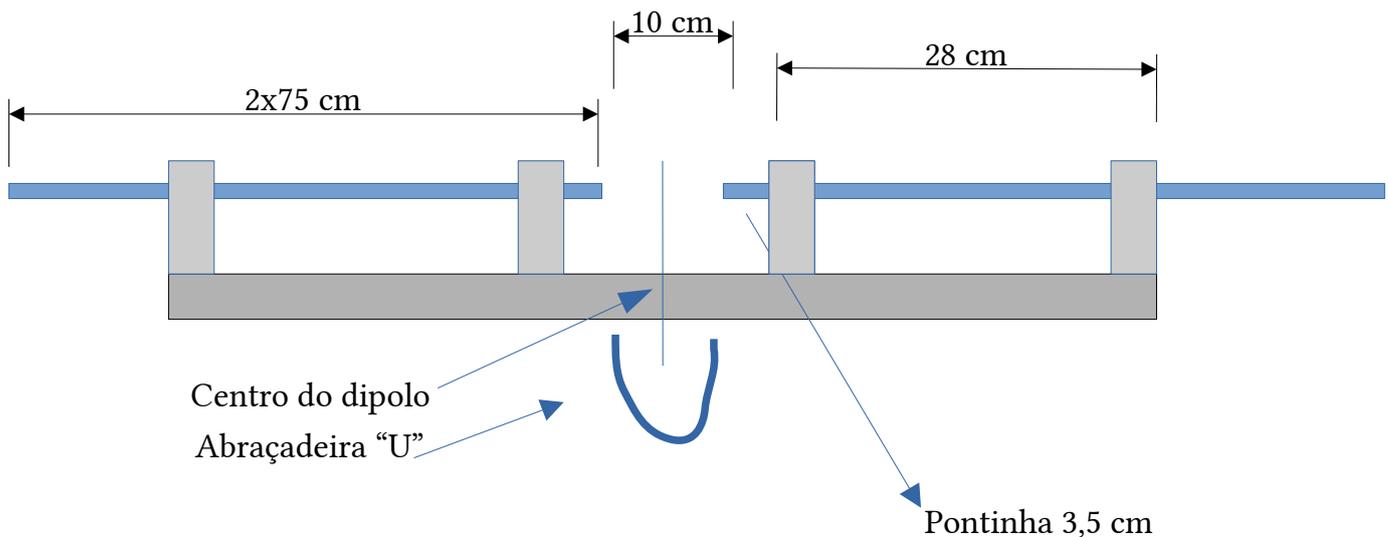


Sugestão: você pode escarificar ou limar para formar um semi-círculo aqui, dando mais apoio ao mastro ou gôndola.

Aqui uma vista mais abrangente do suporte universal para antenas. Note que os blocos de náilon são afixados na parte externa da longarina e não no seu interior.



Cantoneira ou barra em forma de U  
(comprimento variável segundo sua antena)



\*Cada lado desta vareta de alumínio com diâmetro de 25 mm (uma polegada) pode ter um comprimento maior, de acordo com a faixa que você irá operar. Quanto mais longo o dipolo, maior deve ser para maior firmeza do conjunto. Você poderia usar 70% de um tubo maior e 30% de tubo com diâmetro ligeiramente menor (para dar encaixe).

## Outros programas de computador que facilitam a vida dos radioamadores

Na internet encontramos vários programas elaborados por radioamadores para facilitar o exercício da atividade. Como visto neste livro, são programas para cálculos de antenas, transformadores de impedâncias, gamma-match. Outros facilitam o tedioso trabalho de se calcular uma bobina para um projeto de um dipolo encurtado ou uma vertical.

Abaixo alguns programas que podem ser encontrados nos sites citados. Como os endereços da internet variam ao longo do tempo, basta digitar o indicativo do autor do programa nas páginas de busca, que você os encontrará.



Programa do colega Fernando F. Almeida, que calcula bobinas (indutâncias). Ideal para cálculo de "traps" para antenas encurtadas.

**Cálculo de Indutâncias**

Sobre

**Cálculo de Indutância**

Diametro da Bobina (em mm)

Número de Espiras

Comprimento do Enrolamento (em mm)

Indutância (em uH)

Calcular

**Cálculo de Nº de Espiras**

Diâmetro da Bobina (em mm)

Comprimento do Enrolamento (em mm)

Indutância Requerida(em uH)

Número de Espiras  Diâmetro do fio (em mm)

Comprimento do Fio (em mts)

Calcular

**Tabela de fio AWG**

AWG	D (mm)	Corrente (A)
AWG	Diâmetro	Corrente
1	7.348	120

Acima, excelente programa do colega PY2-FWA, para cálculos de bobinas. Note que vem com uma tabela de diâmetro de fio e o número no código AWG. Facilita a vida dos enroladores de bobinas e experimentadores!

**ROE V0.4 Transmissor - Cabo - Antena : Relações básicas**

Dados de entrada :

Frequência :  MHz

Potência direta TX :  W

Ganho da antena :  dBi

Tipo de cabo :

Comprimento :  m

Determinar :

o efeito da perda do cabo sobre a ROE no TX, baseado na :

a ROE real da antena, a partir da perda do cabo e medições de :

as perdas do cabo (desconhecido) a partir de medições de :

ROE da antena

Impedância da antena

ROE no transmissor

Potências no transmissor

ROE no TX e na antena

Potências no TX e na antena

ROE da antena :  / 1 ( de 1 a infinito )

Ajuda

Sobre...

Resultados

TRANSMISSOR	CABO	ANTENA
ROE = <b>1,00 / 1</b> (ref: 50 ohms)	Perda básica = <b>2,03 dB</b>	ROE = <b>1,00 / 1</b> (ref: 50 ohms)
Coef. de reflexão de potência = <b>0,0000</b>	Perda por descasamento = <b>0,00 dB</b>	Coef. de reflexão de potência = <b>0,000</b>
Potência direta = <b>100,00 W</b>	Perda TOTAL = <b>2,03 dB</b>	Potência direta = <b>62,66 W</b>
Potência refletida = <b>0,00 mW</b>	Impedância = <b>50 ohms</b>	Potência refletida = <b>0,00 W</b>
	Capacidade = <b>101 pF/m</b>	Potência irradiada = <b>62,66 W</b>
	Fator de velocidade = <b>66,6 %</b>	EIRP = <b>62,66 W = 47,97 dBm</b>
Sistema	1/4 de onda no cabo = <b>34,20 cm</b>	Comprimento de onda no ar = <b>2,05 m</b>
Potência total perdida = <b>37,34 W</b>	Meia onda no cabo = <b>68,40 cm</b>	
Rendimento do sistema = <b>62,70 %</b>		

Acima, programa elaborado por Roland Zurmely, PY4ZBZ/F5NCB, que calcula os parâmetros, cabo, transmissor, antena. Muito bom e intuitivo. Pode-se usar para calcular baluns (casadores de impedâncias) usando cabos coaxiais nacionais, que diferem em muito dos importados. É um excelente programa.

ADENDOS

Colocamos aqui algumas informações que obtivemos após o fechamento do livro. Isso evita de termos que repaginar tudo novamente, colocando manualmente a numeração de página, etc.

