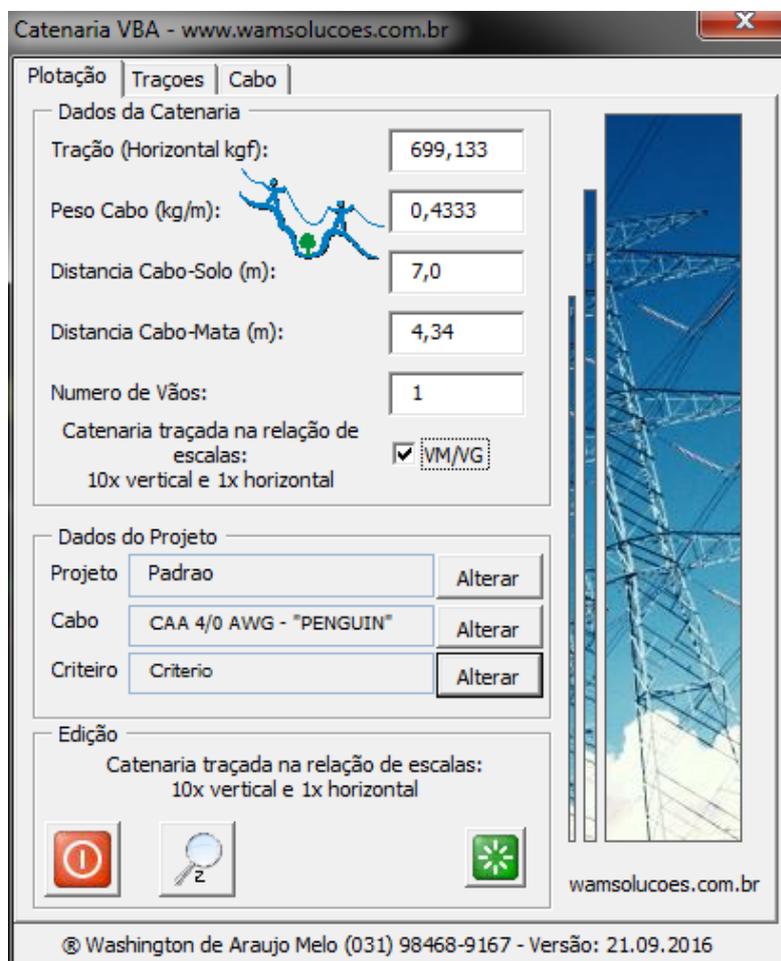


PROJETO ELETROMECHANICO – PLOTAÇÃO (CatenariaVBA)



APRESENTAÇÃO

O programa CatenariaVBA foi desenvolvido para a locação dos perfis e plantas compactos, usando os cálculos de tensões e flechas dos cabos, entrando-se com as cargas limites admissíveis, onde os valores são digitados de acordo com um percentual em relação a carga de ruptura dos cabos, e pressões de vento máximo e reduzido.

Assim para cada trecho devemos criar um critério de locação, usando as condições regentes para os cálculos mecânicos dos condutores.

Com esses critérios devidamente preenchidos, usamos o programa para locarmos um tramo, onde inserimos graficamente as estruturas no perfil e planta, que representa a topografia do terreno, atravessado pela linha de transmissão.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. Introdução	3
2. Considerações sobre os Condutores e Para-raios das Linhas Aéreas de Transmissão	3
2.1 Condutores de Fase.....	3
2.2 Cabos Para-raios	4
2.3 Considerações sobre o Número de Cabos Condutores por Fase;.....	4
3. Dados para o Cálculo Mecânico dos Cabos.....	5
3.1 Levantamento Topográfico	5
3.2 - Considerações sobre a equação da catenária (ABNT / NBR-5422);	5
4. Condições de contorno (Cargas Limites Admissíveis).	6
4.1 Vão Básico.....	6
4.2 Carga de ruptura	7
4.3 Distancias de Segurança.	8
5. Considerações das Estruturas	8
5.1 Vão de Vento e Vão de Peso.....	8
5.2 Vão de Vento	8
5.3 Vão de Peso.....	9
5.4 Tipo de Estruturas.....	9
6. Plotação do Perfil e Planta (Posicionamento das Estruturas no Terreno).....	10
6.1 Condições básicas de carga - Condutor:	10
6.2 Pasta do Projeto.....	11
6.3 Critério de Cálculo.....	12
6.4 Trações e Flechas.....	15
6.5 Calcular a tração de um Vão onde o Cabo é conhecido.	16
6.6 Calcular a tração de Rompimento de um Vão.....	18
6.7 Altura útil da estrutura	19
6.8 Perfil e Planta.....	20
6.9 Plotação do Perfil.....	21
6.10 Aplicação das Estruturas	24

1. Introdução

Atualmente devido à facilidade tecnológica, podemos usar programas computacionais que facilitam e aceleram a execução de um projeto de linhas aéreas de transmissão, para o proposto vamos usar o programa CatenariaVBA (feito para Plotação de linhas de Transmissão de Energia).

As linhas são classificadas quanto ao nível de tensão pelos seguintes grupos:

- **Linhas de distribuição:** tensão de 13,8 kV e 34,5 kV.
- **Linhas de alta tensão (AT):** tensão de 69 kV, 138 kV e 230 kV.
- **Linhas de extra alta tensão (EAT):** tensão de 345 kV, 500 kV e 800 kV.

2. Considerações sobre os Condutores e Para-raios das Linhas Aéreas de Transmissão

2.1 Condutores de Fase

Os cabos condutores formam o guia para o campo eletromagnético da linha de transmissão e sua escolha está ligada a aspectos técnicos, e econômicos. Nas linhas aéreas de transmissão, o cabo condutor é normalmente sem isolamento, os cabos aéreos são submetidos a grandes esforços mecânicos e por este motivo é necessário um cuidado extra com relação a sua carga mecânica de ruptura.

A carga de **ruptura** é o ponto de rompimento um cabo, quando este é submetido a um esforço de tração maior do que sua resistência mecânica.

Os cabos podem ser classificados de diversas maneiras, os mais usados são:

- I. **AAC** (“all aluminum conductor”): Este tipo de cabo é composto por vários fios de alumínio encordoados.
- II. **AAAC** (“all aluminum alloy conductor”): Mesmo princípio dos cabos AAC, porém neste caso são utilizadas ligas de alumínio de alta resistência. É o cabo com menor relação peso/carga de ruptura e menores flechas, mas é o de maior resistência elétrica entre os aqui citados.
- III. **ACSR** (“aluminum conductor steel-reinforced”): É também denominado de cabos CAA. Composto por camadas concêntricas de fios de alumínio encordoados sobre uma alma de aço, que pode ser um único fio ou vários fios encordoados.
- IV. **ACAR** (“aluminum conductor, aluminum alloy-reinforced”): É composto de maneira idêntica aos cabos do tipo ACSR, porém ao invés de se utilizar alma com cabos de aço, utiliza-se alma com fios de alumínio de alta resistência mecânica. Assim, a sua relação peso/carga de ruptura fica ligeiramente maior do que a do cabo ACSR.

Os cabos condutores ACSR possuem alma de aço com o objetivo de dar maior resistência mecânica ao cabo. Devido ao efeito pelicular e a diferença de condutividade, a corrente elétrica circulará apenas pelo condutor de alumínio.

Para escolha adequada do condutor devem ser examinados diversos itens, a saber: custo do condutor e valor de perdas, projeto mecânico e custos, níveis de isolamento e considerações referentes à faixa de segurança.

2.2 Cabos Para-raios

Os cabos para-raios utilizados em linhas aéreas de transmissão podem ser divididos em quatro categorias:

- I. **Aço Galvanizado:** podem ser de aço de alta resistência (HS) ou de extra alta resistência (EHS). São compostos de fios de aço galvanizados (revestidos com zinco) encordoados.
- II. **Alumoweld (Aço revestido de alumínio):** são cabos de fios de aço encordoados levando uma capa de alumínio.
- III. **ACSR:** mesmo tipo de construção dos condutores de fase, cabos de alumínio com alma de aço. Normalmente só a formação 12/7 é empregada.
- IV. **OPGW:** Com o grande tráfego de transmissão de dados e o enorme avanço das telecomunicações nos últimos anos, a utilização das fibras ópticas foram primordiais para evolução. Com a redução de custo das telecomunicações e a difusão das fibras ópticas, a procura crescente de banda larga vem sendo cada vez mais cobrada, um dos motivos é a crescente demanda de usuários e a difusão do 3G e 4G. Com o aproveitamento das redes de transmissão de alta tensão, na qual, utilizamos os cabos OPGW (Optical ground Wire) que além de cabos para-raios são também, cabos de fibra ópticas, utilizados nas transmissões de telecomunicação.

As perdas nos cabos para-raios ocorrem devido à indução eletromagnética causada pelas correntes nos cabos de fase. A escolha adequada do arranjo dos cabos para-raios pode ser um fator importante principalmente quando a tensão da linha é elevada.

Os padrões de arranjos mais utilizados para cabos para-raios são:

- **Aterrados:** com este tipo de arranjo os cabos para-raios são aterrados em todas as estruturas, circulando frequentemente corrente pelos cabos.
- **Isolados e transpostos:** neste tipo de arranjo os cabos são aterrados apenas em torres extremas e nas torres intermediárias o cabo sofre transposição. Somente é vantajoso utilizar este tipo de arranjo quando as correntes nos cabos possuem um valor significativo.
- **Isolados e seccionalizados:** com este arranjo os cabos são seccionalizados e o aterramento é feito em apenas um ponto em cada seção. É utilizado quando não há necessidade de transportar sinais nos cabos, assim as perdas ficam reduzidas a zero.

2.3 Considerações sobre o Número de Cabos Condutores por Fase;

Para diminuir, para uma mesma potência, o nível de corrente nos cabos condutores e conseqüentemente as perdas por Efeito Joule. Em primeira instância, o aumento da tensão exigirá condutores com um maior diâmetro para evitar problemas de Efeito Corona. Entretanto, aumentar o diâmetro do condutor provocará um acréscimo considerável em seu custo, bem como o impacto nas cargas sobre a estrutura (torre).

Outra solução é então utilizar mais de um condutor por fase, montados em paralelo. Um feixe com vários condutores por fase se comporta como se fosse um único cabo com um diâmetro bem maior, a figura, mostra o campo elétrico ao redor de um feixe com quatro condutores por fase.

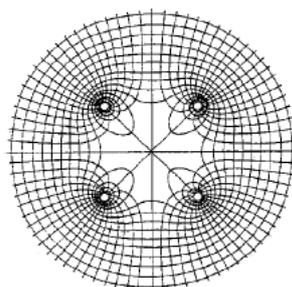


Figura 1: Linhas de campo elétrico para um feixe com quatro condutores por fase.

3. Dados para o Cálculo Mecânico dos Cabos

3.1 Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico deve ser cuidadosamente estudado para evitar acréscimos de tempo e de custo no projeto. Deverão ser identificados todos os trechos do traçado a fim de evitar, passagens por florestas ou terrenos precários, deflexão desnecessária, travessia em locais que exijam estruturas especiais.

Primeiramente devem ser feitos alguns estudos de traçado, dos pontos onde a linha passará, descobrindo os principais obstáculos e dificuldades do traçado.

Após a análise básica deverão ser feitas inspeções no local para confirmar os obstáculos previstos e verificar a possibilidade de desvios. Somente após um estudo de viabilidade econômica do traçado escolhido começará a implantação definitiva do traçado.

Assim são gerados os desenhos de perfil e planta em escala apropriada, (H= 1 e Vertical = 10x) fornecendo o perfil da linha, dados do proprietário dos terrenos, tipo de solo, tipo de vegetação, localização, entre outros dados.

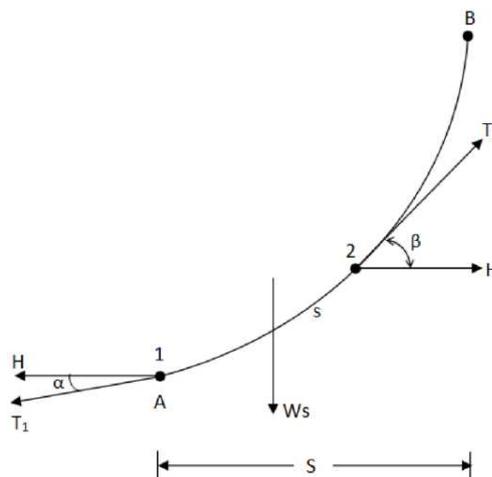
Para o cálculo mecânico dos cabos e estruturas, é necessário conhecer por onde as torres serão alocadas e o perfil do terreno, como, por exemplo, seu desnível.

3.2 - Considerações sobre a equação da catenária (ABNT / NBR-5422);

Qualquer cabo de densidade uniforme apresenta certa flexibilidade. Ao ser conectado entre dois suportes fixos, devido ao seu peso, tal cabo formará uma curvatura chamada de catenária.

Dependendo das condições ambientais e do comportamento dos cabos a catenária dos cabos da linha de transmissão muda significativamente. Existem quatro hipóteses fundamentais no cálculo mecânico dos condutores:

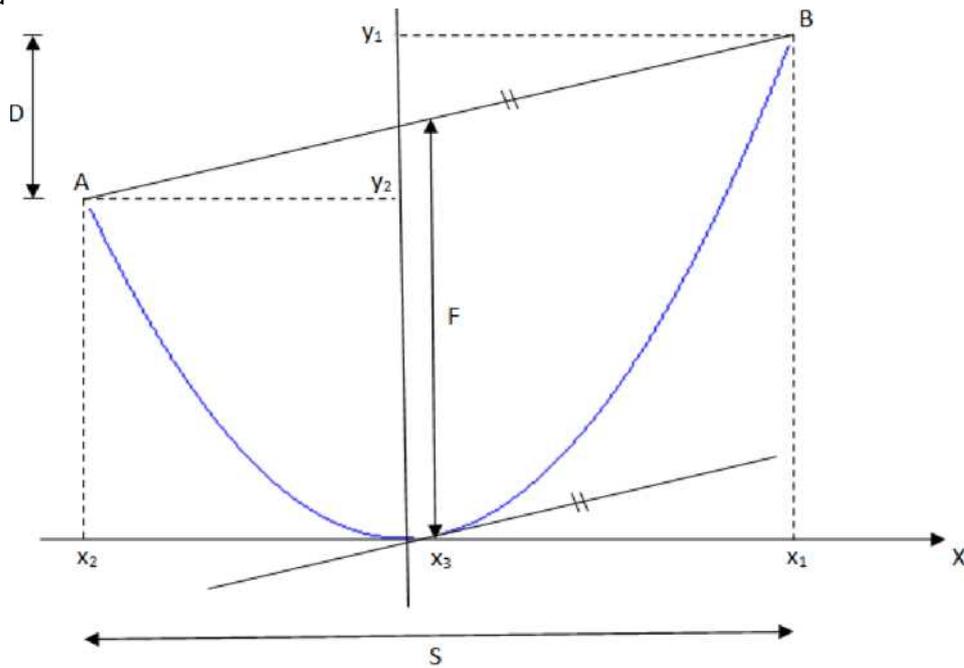
- Condição de temperatura média e sem efeito do vento, conhecida como condição EDS.
- Condição de temperatura máxima, sem vento.
- Condição de temperatura mínima, sem vento.
- Condição de vento máximo, na temperatura coincidente com a ocorrência de vento máximo.



Assim temos a equação da catenária (UFRJ – Santiago, N.H.);

$$\cosh \frac{x}{C} = 1 + \frac{x^2}{2C^2} + \frac{x^4}{4! C^4} + \frac{x^6}{6! C^6} + \dots + \frac{x^n}{n! C^n}$$

Flecha



A distância entre a reta F que liga os pontos A e B até a curva da catenária no ponto X3 é chamada de flecha.

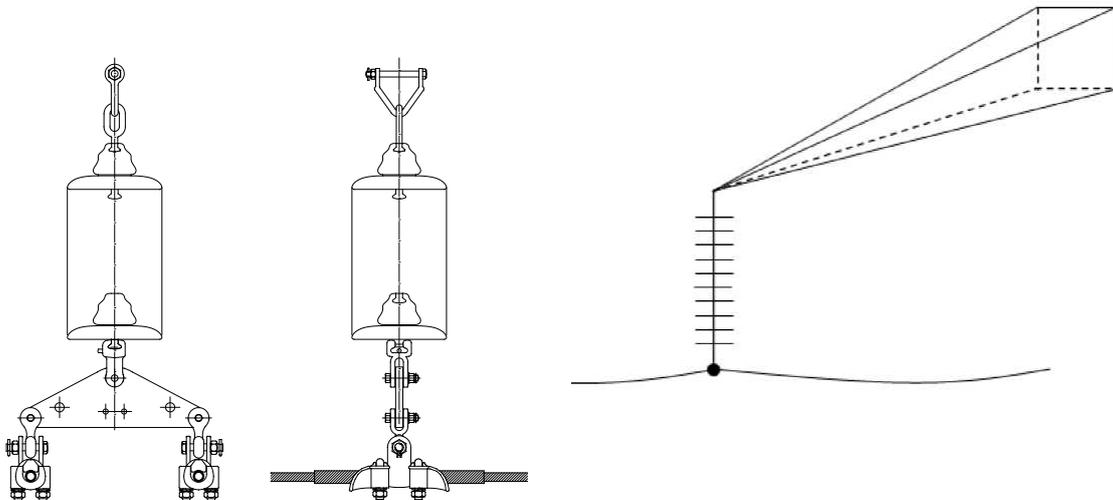
4. Condições de contorno (Cargas Limites Admissíveis).

4.1 Vão Básico

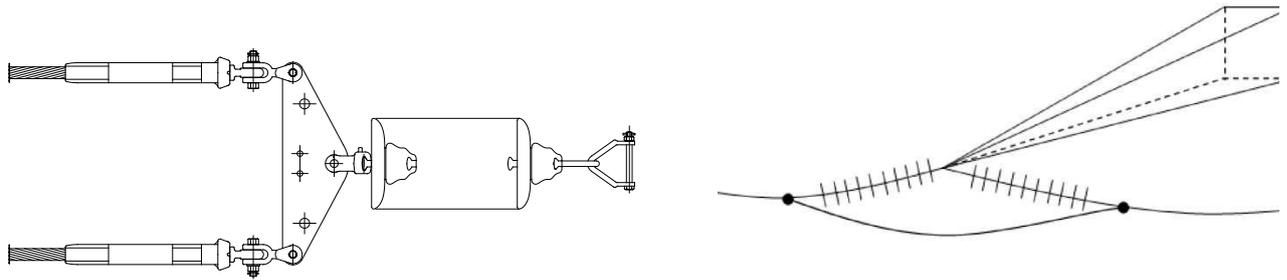
Para o cálculo inicial podemos considerar um vão básico de 400m, (Vão básico ou vão regulador – Admite-se que as tensões dos cabos, se todas iguais em cada vão, seria igual à de um vão teórico que é chamado de Vão Básico ou Vão Ideal de Regulagem do Tramo.

Em uma torre de transmissão os cabos são fixados através de cadeias de isoladores que são divididas em duas configurações básicas: Suspensão e Ancoragem.

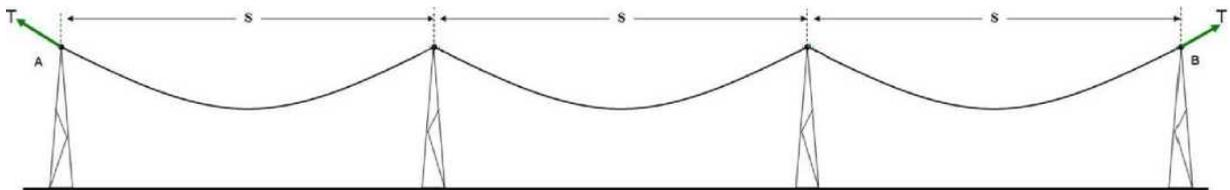
Cadeia de Suspensão



Cadeia de Ancoragem



Quando o vão está entre duas estruturas de ancoragem podemos denominá-lo de vão isolado. Um conjunto de vãos em cadeia de suspensão e delimitados por estruturas de ancoragem são denominados de vãos contínuos ou tramo, conforme é mostrado na figura abaixo;



Assim é possível calcular o vão básico, que é um comprimento de vão isolado, que apresenta as mesmas variações de tensões.

$$VB = \sqrt{\frac{(V1^3 + V2^3 + V3^3 + \dots + Vn^3)}{(V1 + V2 + V3 + \dots + Vn)}}$$

4.2 Carga de ruptura

A tensão no cabo Condutor deve ser um percentual da carga de ruptura do cabo.

Assim, temos as seguintes faixas percentuais da carga de ruptura dos cabos (ABNT / NBR-5422).

- Cabos ACSR de 18% a 23%
- Cabos AAC de 25% a 27%
- Cabos ACAR de 19% a 21%
- Cabos AAAC da ordem de 17%

- Variação de temperatura nos Cabos Condutores

Em uma linha de transmissão aérea os cabos estão constantemente sobre efeito da variação de temperatura. Esta variação de temperatura acontece devido à variação da potência transmitida, temperatura ambiente, radiação solar, etc.

- Efeito do Vento nos Cabos Condutores

O vento influencia as linhas aéreas de transmissão exercendo uma pressão sobre os condutores, que é proporcional a velocidade do vento e resulta em uma força perpendicular ao eixo longitudinal dos cabos.

A consideração da força do vento ser perpendicular ao cabo é feita objetivando o cálculo na situação mais desfavorável possível NBR-5422.

Normalmente em uma condição sem vento os vãos curtos são mais sensíveis a variação de temperatura, e para vãos muito longos, a temperatura praticamente não influenciará na tensão do cabo, mesmo se a variação de temperatura for extrema. Com relação ao vento, a tensão tangencial cresce a medida que o vão aumenta, tendendo a um valor constante para vãos muito longos. A norma brasileira NBR-5422/85 estabelece algumas recomendações de segurança com relação ao carregamento nos cabos. Para garantir uma maior proteção nos cabos, a norma recomenda o uso de dispositivos especiais de amortecimento para evitar danos devido à vibração eólica. Esta medida deve ser utilizada principalmente em casos onde o vão é muito grande e está situado em regiões planas, travessias de grandes rios e de lagos.

4.3 Distancias de Segurança.

Distância de segurança são afastamentos mínimos recomendados do condutor a quaisquer partes energizadas ou não. A NBR-5422/85 apresenta uma série de recomendações sobre as distâncias de segurança em linhas aéreas de transmissão. Para o cálculo da verificação das distâncias mínimas de segurança, deverão ser utilizadas as flechas dos cabos na configuração mais desfavorável possível. Para locação das estruturas é usada uma distância Cabo Solo, na temperatura de locação.

5. Considerações das Estruturas

As estruturas sofrem dois tipos de esforços mecânicos:

Os causados pela própria estrutura, tais como o peso próprio e os esforços causados pelo vento; e os esforços transferidos à estrutura pelos cabos condutores e para-raios.

Os esforços transferidos pelos cabos condutores e para-raios são classificados em quatro tipos:

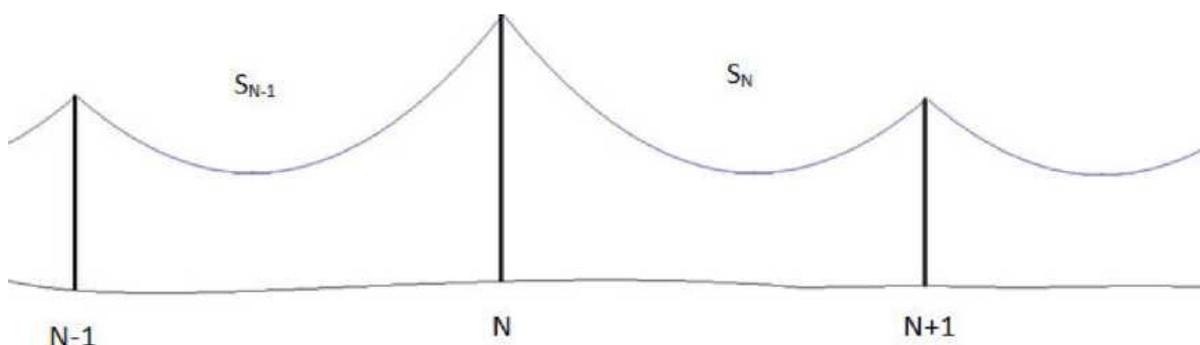
- Esforços Permanentes: esforços aplicados à estrutura devido ao peso e às trações dos cabos condutores e para-raios.
- Esforços Temporários: provenientes do efeito do vento nos condutores e para-raios.
- Esforços Excepcionais: devido a um rompimento de cabos.
- Esforços de Montagem: esforços provisórios que ocorrem na montagem da linha.

5.1 Vão de Vento e Vão de Peso

Para calcular os esforços aplicados na torre pelos cabos condutores e para-raios, é necessário primeiramente definir duas grandezas fundamentais: o Vão de Vento e o Vão de Peso.

5.2 Vão de Vento

A figura abaixo mostra um trecho de uma linha de transmissão onde se deseja obter o esforço total devido aos cabos condutores e para-raios, sujeitos a carga de vento, na N-ésima torre, onde V_{N-1} e V_N são os comprimentos dos vãos entre as torres N-1 e N e entre as torres N e N+1, respectivamente.



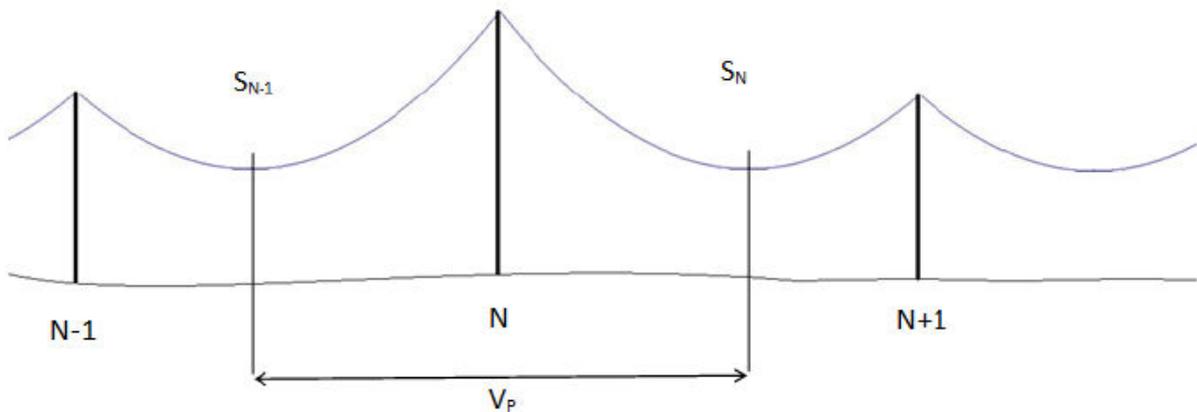
Considerando um vento soprando perpendicularmente ao plano por onde a linha passa, os esforços irão se distribuir igualmente entre as torres. Desta forma, o esforço devido à carga de vento na torre N é a metade do esforço no vão SN-1 e metade do esforço do vão SN.

Assim, a média aritmética dos vãos adjacentes à estrutura em análise é denominada de Vão de Vento (VV).

$$V_V = \frac{S_{N-1} + S_N}{2}$$

5.3 Vão de Peso

Para a definição do vão de peso consideramos novamente um trecho de uma linha de transmissão, como mostrado na figura abaixo;

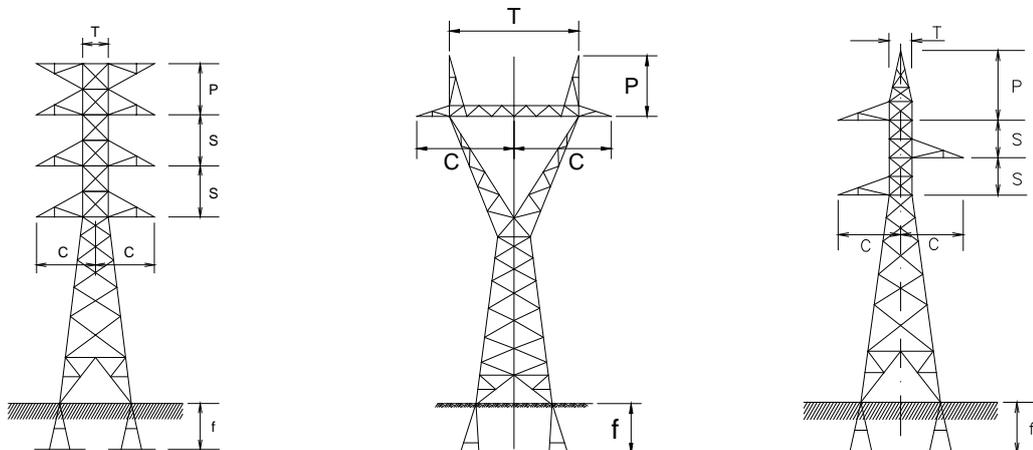


O esforço vertical agindo na estrutura é proporcional ao comprimento do condutor entre o suporte até o ponto mais baixo da curva da catenária de cada vão adjacente à estrutura N, em análise.

A soma do comprimento do cabo, do ponto mais baixo dos vãos adjacentes à estrutura N, em análise, é denominada de Vão de Peso (VP).

5.4 Tipo de Estruturas

As estruturas de linhas aéreas de transmissão podem ser: perfil de aço galvanizado em treliças, concreto e madeira. Normalmente para Altas Tensões as torres são de aço construídas em treliças, apresentando circuito trifásico, conforme figuras abaixo;



6. Plotação do Perfil e Planta (Posicionamento das Estruturas no Terreno).

Após conhecimento de todos os parâmetros referentes a LT, apresentados, podemos definir nosso critério de Cálculo. Para simplificação e entendimento do processo de Plotação de uma Linha de Transmissão usaremos os seguintes valores, apresentados abaixo.

Velocidade de vento; máxima: 44 kgf/m²

Pressão de vento; reduzida: 25 kgf/m²

Cabo condutor; CAA 170,5mm² - "LINNET"

6.1 Condições básicas de carga - Condutor:

- Carga Máxima – temperatura ambiente a 10 graus centígrados, vento máximo (110km/h), condição inicial; ou 0 graus centígrados. Sem vento, Condição Inicial.

40% da carga de ruptura

- Carga de Maior Duração (EDS) – Temperatura ambiente a 20 graus centígrados, sem vento, condição final.

18,5% da carga de ruptura

- Carga Limite Inicial – Temperatura do cabo a 20 graus centígrados, sem vento condição Inicial.

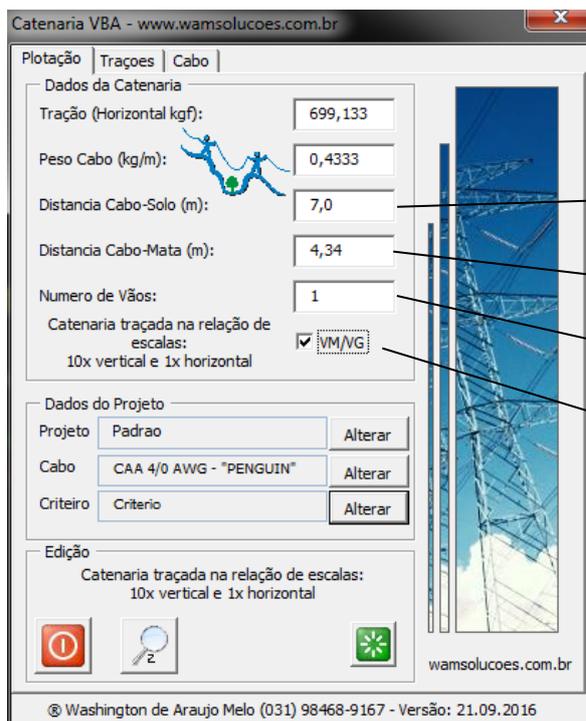
22% da carga de ruptura

- Temperatura de Locação ou Flecha Máxima – temperatura do cabo a 75 graus centígrados, sem vento, condição final.

- Distâncias verticais mínimas de segurança, em relação aos obstáculos para 138 kV.

Cabo Solo: (locais acessíveis apenas a pedestres 6,34m foram adotado para locação 7,0m)

Cabo Mata: matas de preservação 4,24m



Informações adicionais

- Potência máxima da LT, capacidade de 125 MVA
- Capacidade térmica do cabo 524 Amperes

Cabo Solo

Cabo Mata

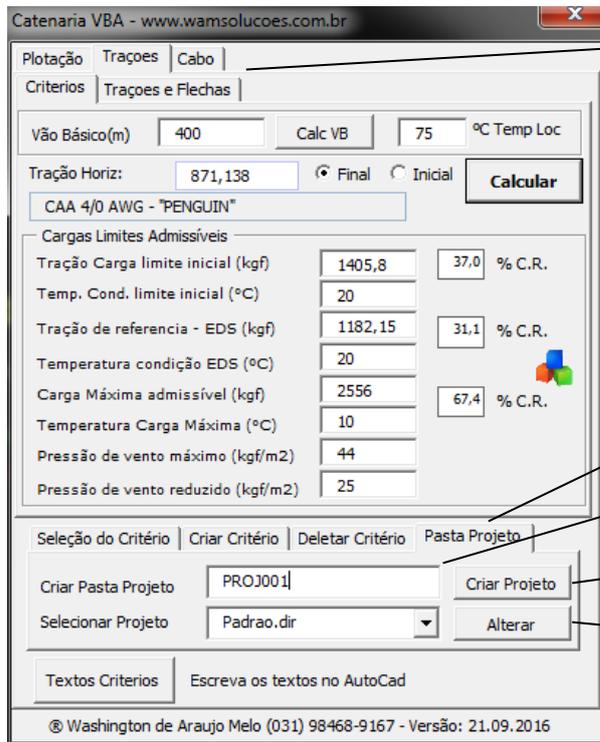
Números de vãos a desenhar

Escreve o Vão Médio e o Vão Gravante

Janela Inicial do programa usado para plotação do perfil e planta "CatenariaVBA".

6.2 Pasta do Projeto

Para início do processo e organização dos dados, devemos criar uma pasta para cada projeto, conforme descrito abaixo;



Guia Trações / Critérios

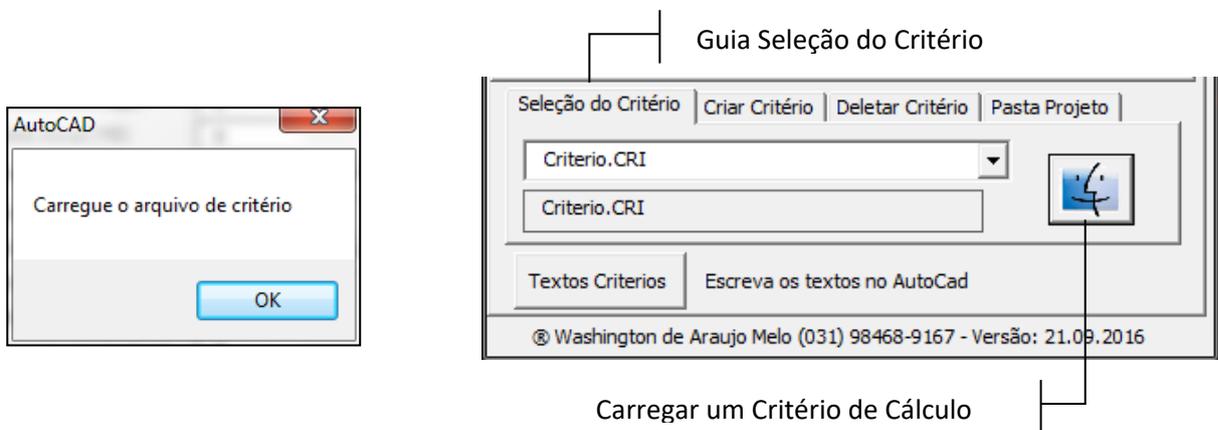
Guia Pasta Projeto

Digite um nome para seu projeto

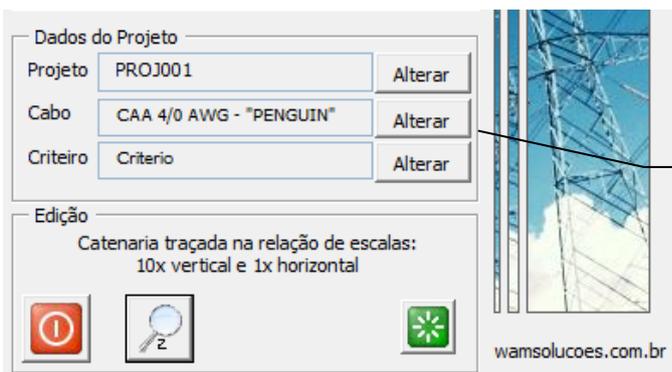
Pressione o botão "Criar Projeto"

Selecione o projeto criado e clique no botão "Alterar", para confirmar a alteração da nova pasta de projeto.

Importante - ao final da operação é solicitado que seja carregado um critério de cálculo. Para o mesmo, use o botão "Carregar Seleção", para carregar o critério existente.



Carregar um Critério de Cálculo



Agora a janela inicial mostra a nova pasta e o cabo de um critério padrão.

6.3 Critério de Cálculo

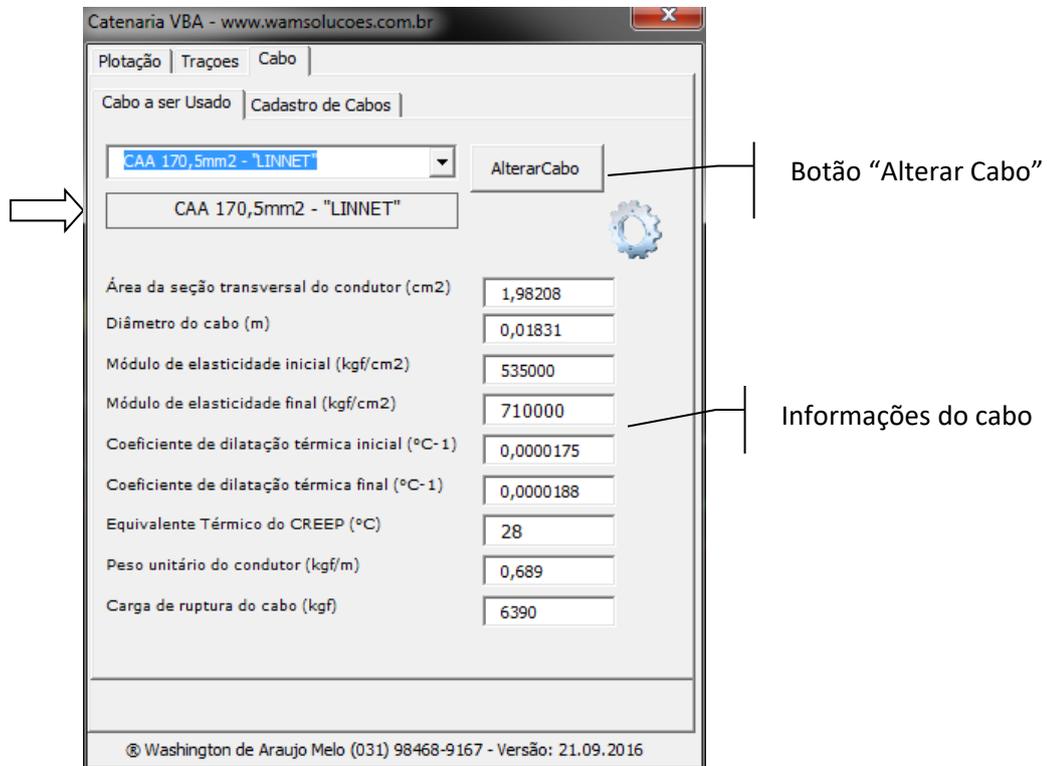
Agora podemos criar nosso Critério de Cálculo, na janela Cabo / Cabo a ser Usado

Selecione o cabo condutor a ser usado e clique no botão "Alterar Cabo"

Para o nosso exemplo vamos usar o Cabo Condutor "CAA 170,5mm² - LINNET"

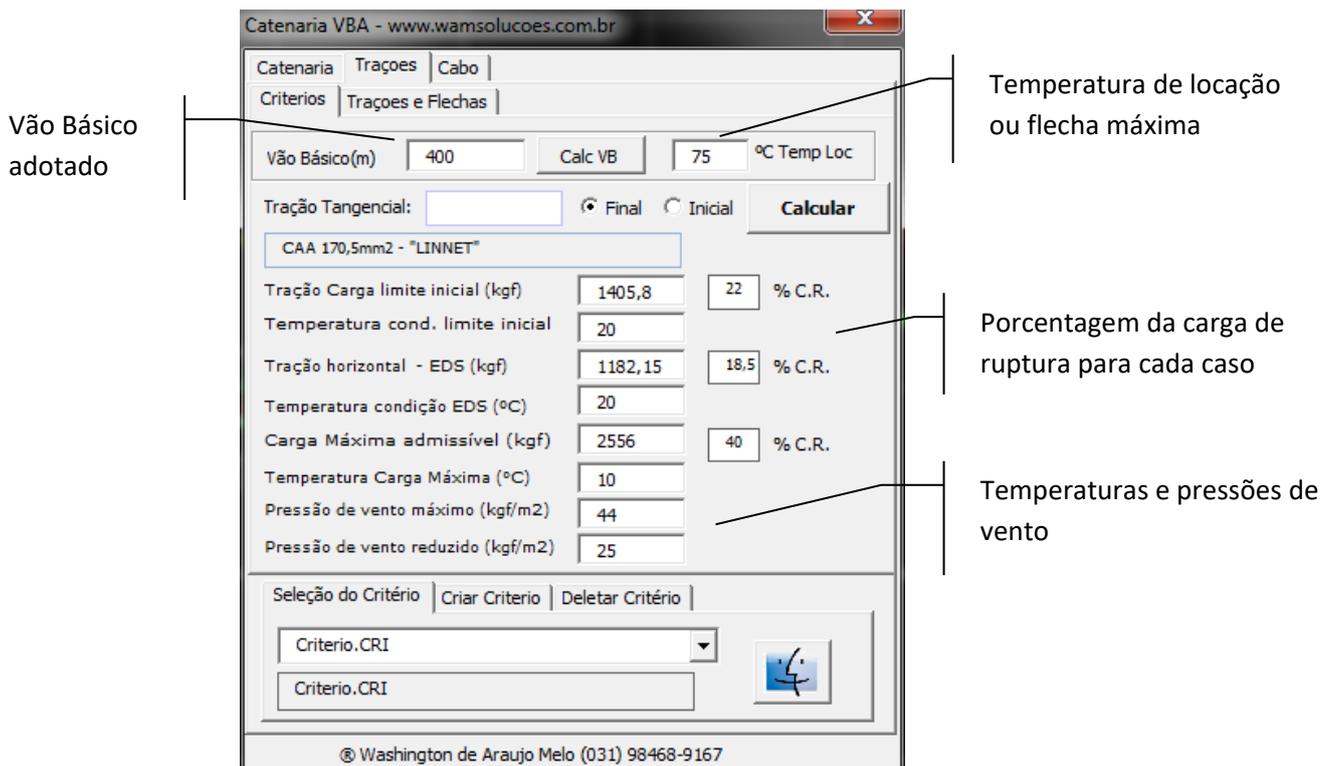
Após seleção do cabo o programa busca e preenche as suas informações nas células ao lado

É importante observar se todas as informações estão preenchidas, para evitar erros de operações.

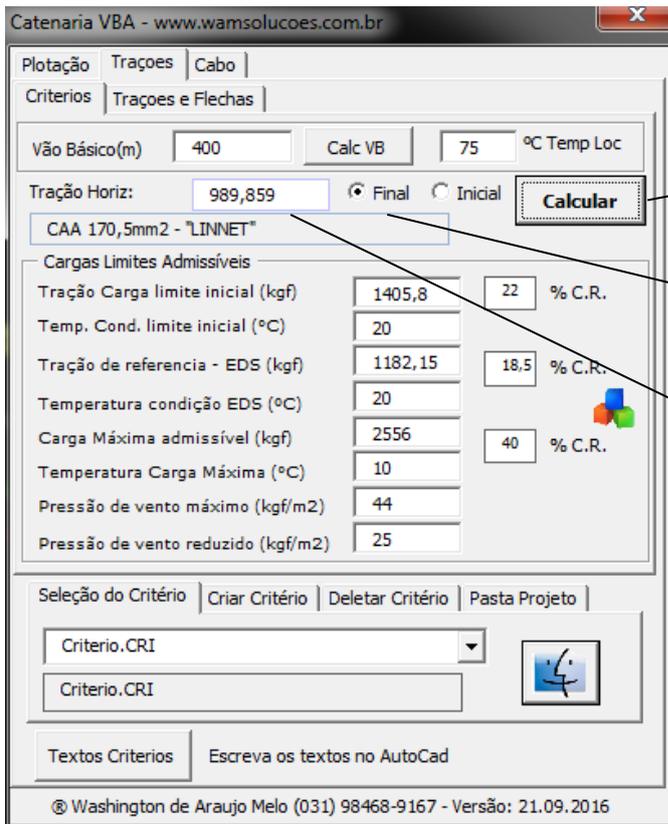


Na janela Trações / Critérios

Preencha as condições básicas de carga, item 6.0, conforme imagem abaixo;



Importante - Após preenchimento de todos os dados, use o botão **Calcular** para que o programa calcule a tração de locação horizontal, na condição indicada, conforme abaixo.



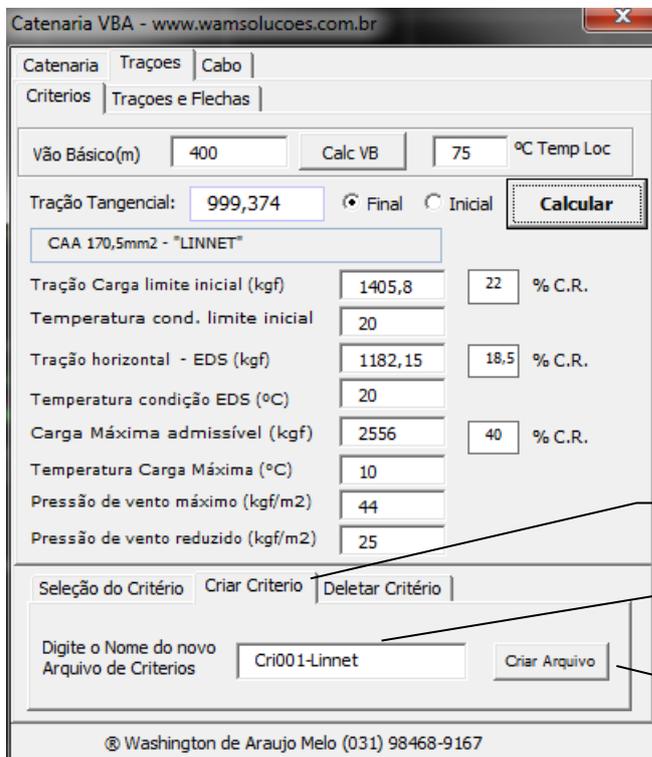
Botão **Calcular**

Condição final – para locação do Perfil e Planta

Tração horizontal calculada

Internamente o programa dispõe de um modulo de cálculo que usa a equação da catenária e funções que executam diferentes mudanças de estado para chegar às trações horizontais de Plotação.

Na guia Criar Critério, preencha o nome do seu critério de cálculo, e clique no botão “Criar Arquivo”.

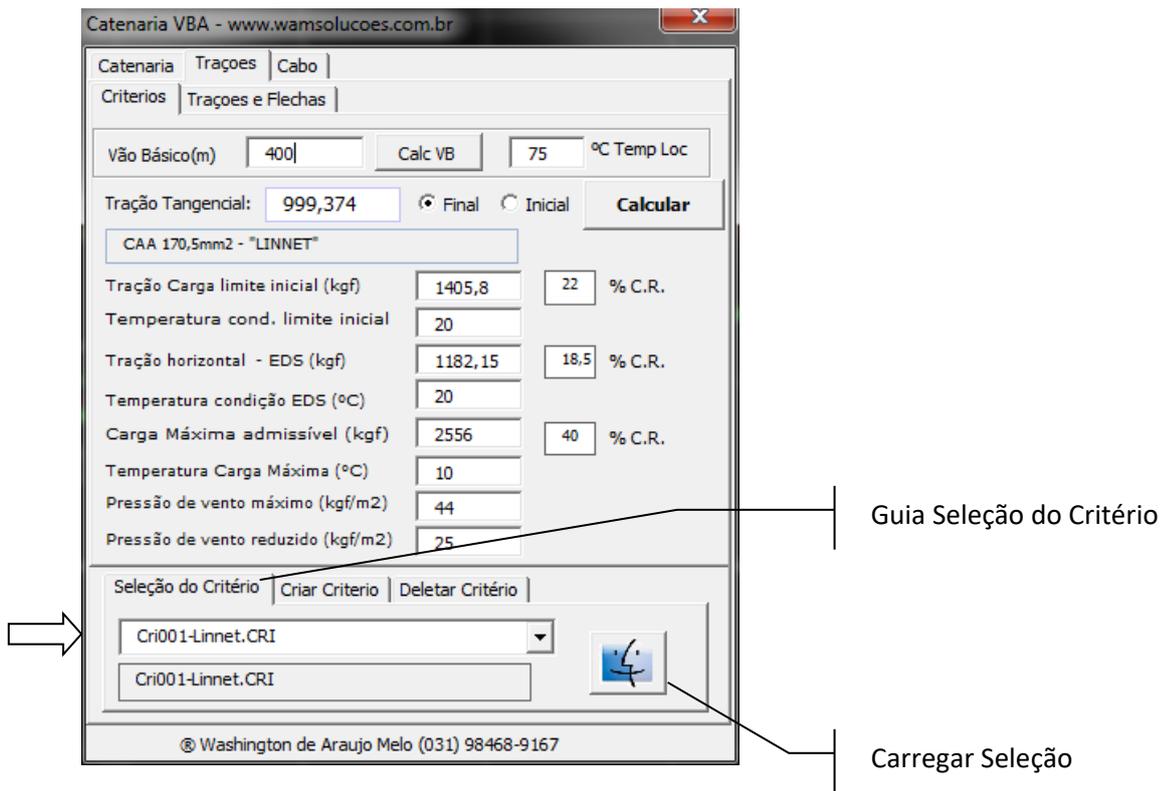


Guia Criar Critério

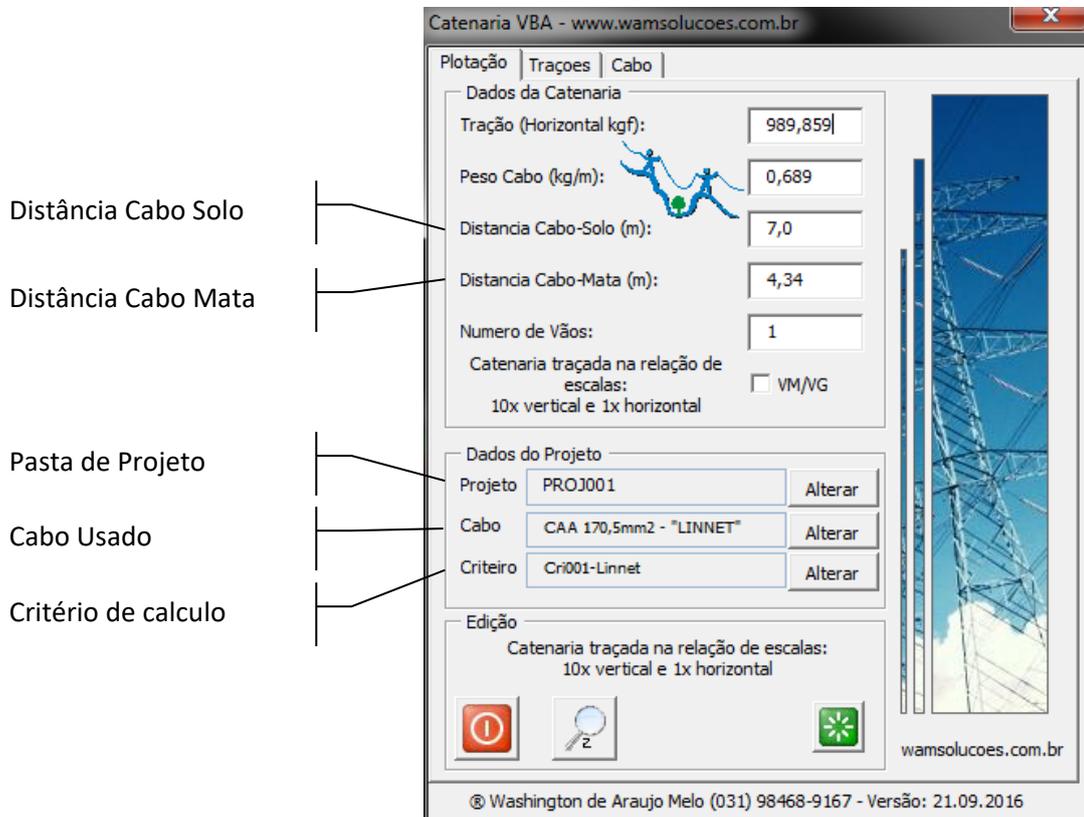
Nome do Critério - Cri001-Linnet

Botão Criar Arquivo

Após criar seu critério, selecione o mesmo, clicando na guia “Seleção do Critério”, e no botão “Carregar Seleção”.

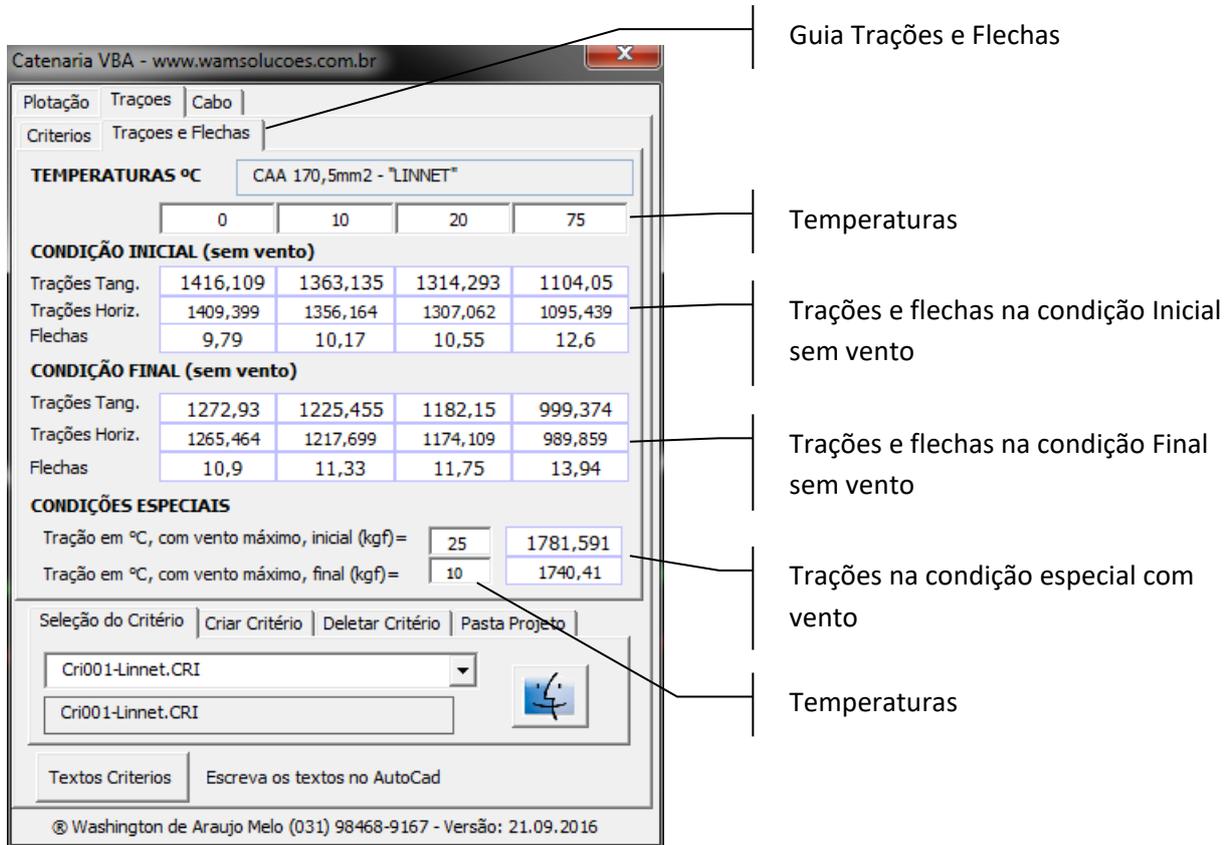


Agora a janela inicial mostrara as novas configurações de locação conforme definições dos seus critérios.



6.4 Trações e Flechas

Na Janela Trações / Trações e Flechas, são mostradas as trações para as condições Inicial e Final sem vento e 2 condições especiais com vento máximo, inicial e final, para fins da definição da condição regente, testes e verificação das flechas dos cabos.



Guia Trações e Flechas

Temperaturas

	0	10	20	75
CONDIÇÃO INICIAL (sem vento)				
Trações Tang.	1416,109	1363,135	1314,293	1104,05
Trações Horiz.	1409,399	1356,164	1307,062	1095,439
Flechas	9,79	10,17	10,55	12,6
CONDIÇÃO FINAL (sem vento)				
Trações Tang.	1272,93	1225,455	1182,15	999,374
Trações Horiz.	1265,464	1217,699	1174,109	989,859
Flechas	10,9	11,33	11,75	13,94

Trações e flechas na condição Inicial sem vento

Trações e flechas na condição Final sem vento

Trações na condição especial com vento

Temperaturas

Seleção do Critério | Criar Critério | Deletar Critério | Pasta Projeto

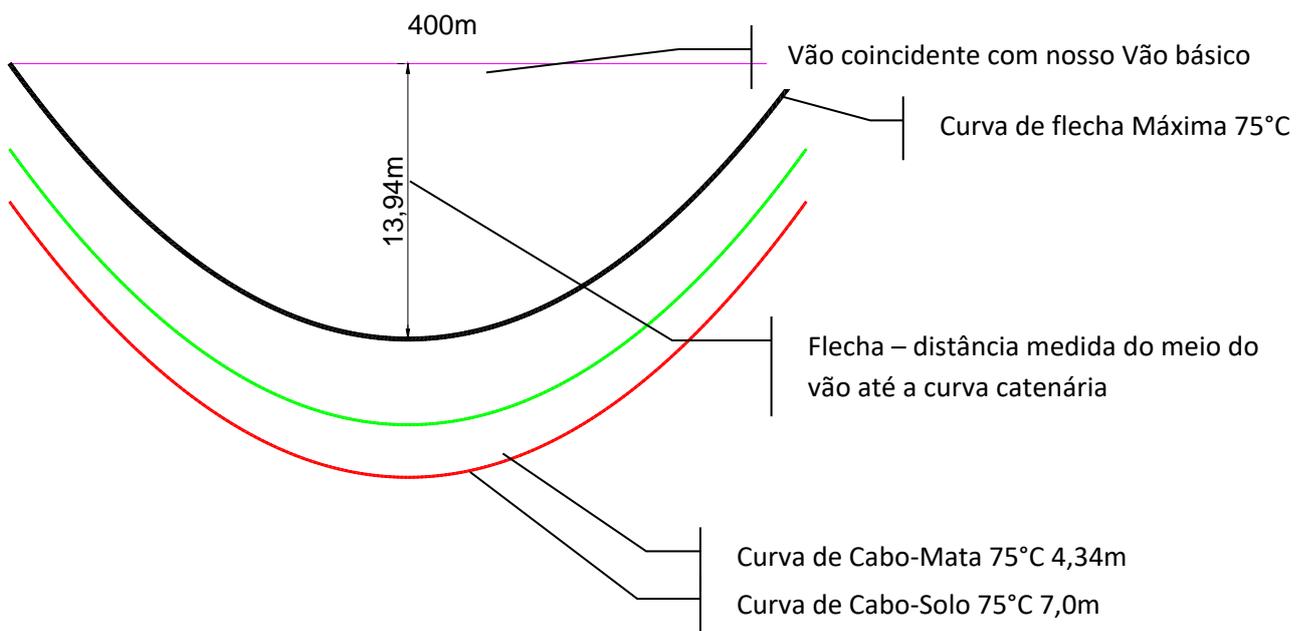
Cri001-Linnet.CRI

Cri001-Linnet.CRI

Textos Critérios | Escreva os textos no AutoCad

© Washington de Araujo Melo (031) 98468-9167 - Versão: 21.09.2016

Para procedermos a uma verificação, desenhamos um vão de 400m e lançamos nossa catenária, para podermos confirmar o comprimento da flecha do nosso vão básico, na temperatura de locação de 75°C.



6.5 Calcular a tração de um Vão onde o Cabo é conhecido.

Abra o programa **CatenariaVBA**, em seguida clique na aba **Trações** e depois na sub Aba **Calcular**.

3
DL1-26,5 12+4,5
VM=364
VG 75°=392

383,62

4
DL3A-29,5 12+9
VM=
VG 75°=

4,07m

Catenaria VBA - www.wamsolucoes.com.br

Plotação | Trações | Cabo |

Critérios | Trações e Flechas | **Calcular** |

Calculos de Rompimento & Tração de Um Vão

Todos os cálculos considerão os dados do Critério Atual

Calcular Tração para Catenaria - Cabo Rompido

Calcular Tração do Vão

do Critério | Criar Critério | Deletar Critério | Pasta Projeto |

io.CRI

io.CRI

Criterios | Escreva os textos no AutoCad

Washington de Araujo Melo (031) 98468-9167 - Versão: 16.01.2019

Registrado para WAM

Na aba Calcular,

- 1 – O Programa usa o Cabo atual para fazer os cálculos.
- 2 – Clique no botão “Calcular Tração do Vão”

Siga as instruções solicitadas;

AutoCAD

Clique no Topo da Segunda Torre

OK

4
DL3A-29,5 12+9
VM=
VG 75°=

AutoCAD

Clique no Topo da Primeira Torre:

OK

Vão: 383,62m
Tração: 965,12kgf
Peso: 0,689kgf/m
Comprimento Cabo: 385,32m

383,62

3
DL1-26,5 12+4,5
VM=364
VG 75°=392

AutoCAD

Clique no cabo em um ponto do vão

OK

4,07m

Catenaria VBA - www.wamsolucoes.com.br

Plotação Trações Cabo

Critérios Trações e Flechas Calcular

Calculos de Rompimento & Tração de Um Vão

Todos os cálculos considerão os dados do Critério Atual

Calcular Tração para Catenaria - Cabo Rompido

Calcular Tração do Vão

CAA 4/0 AWG - "PENGUIN"
Vão: 207,24m
Tração: 699,23kgf
Peso: 0,433kgf/m
Comprimento Cabo: 207,39m

Seleção do Critério Criar Critério Deletar Critério Pasta Projeto

Critério.CRI

Critério.CRI

Textos Critérios Escreva os textos no AutoCad

© Washington de Araujo Melo (031) 98468-9167 - Versão: 16.01.2019
Registrado para WAM

No final será exibido o resultado dos cálculos

*** Imagens ilustrativas

6.6 Calcular a tração de Rompimento de um Vão.

Clique no botão calcular Tração... é siga os passos, no final serão exibidas na tela as informações de cada vão conforme abaixo;

3
DL1-26,5 12+4,5
VM=364
VG 75°=3

38

4
DL3A-29,5 12+9
VM=
VG 75°=

Calculos de Rompimento & Tração de Um Vão
Todos os cálculos considerão os dados do Critério Atual

Calcular Tração para Catenaria - Cabo Rompido

AutoCAD

Vão: 3-4
Tensão a frente após o rompimento: 204,90kgf
Constante de Catenária: 472,88
FG: 42,93m

OK

Criterio.CRI
Criterio.CRI

Textos Criterios Escreva os textos no AutoCad

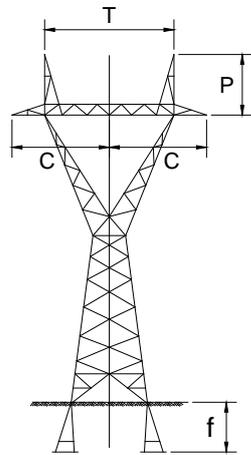
© Washington de Araujo Melo (031) 98468-9167 - Versão: 16.01.2019
Registrado para WAM

VB=380,88
TM=TRAMØ2
CRI=Criterio

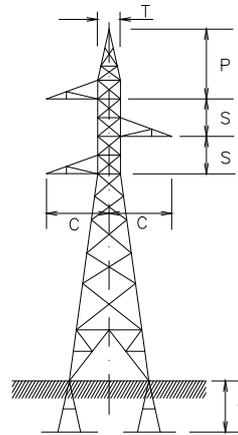
=9,96m

6.7 Altura útil da estrutura

Agora com nosso critério de cálculo pronto, podemos lançar nosso cabo no Perfil e Planta, para nosso exemplo, usaremos estruturas metálicas. Estruturas de ancoragem e suspensão, de circuitos trifásicos, simples, conforme mostrado abaixo;

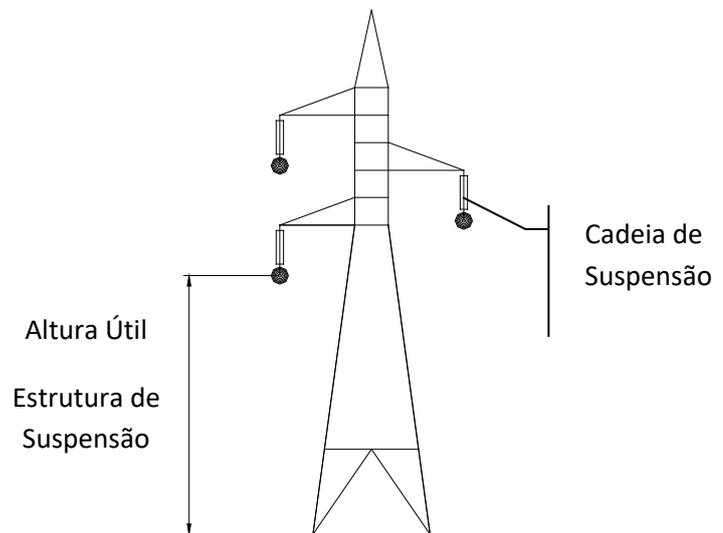
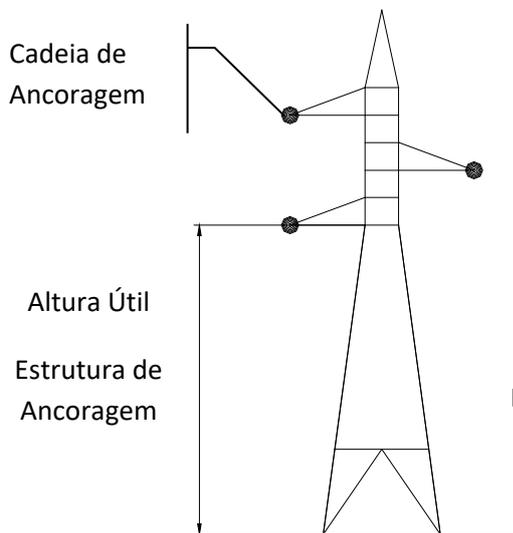


Circuito Simples
Horizontal



Circuito Simples
Vertical

Para representação no Perfil Planta é usado somente a altura útil da estrutura, o circuito inferior, mais próximo ao solo.

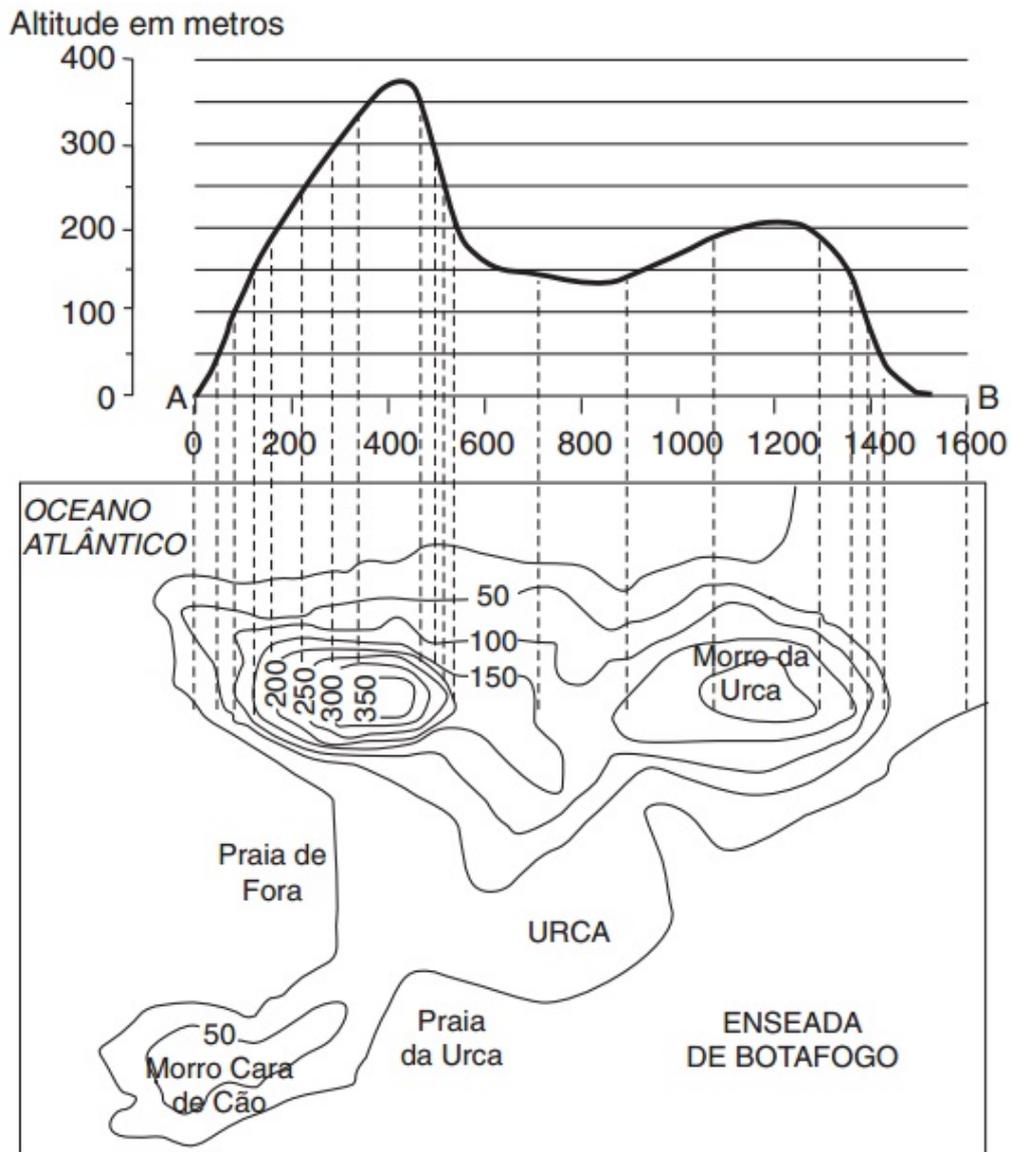


6.8 Perfil e Planta

Nome dado pelo fato do documento apresentar o perfil do terreno e uma planta baixa.

O perfil do terreno é a representação vertical de todo o caminhamento da linha de transmissão e sua planta detalha os obstáculos presentes na faixa de servidão da LT.

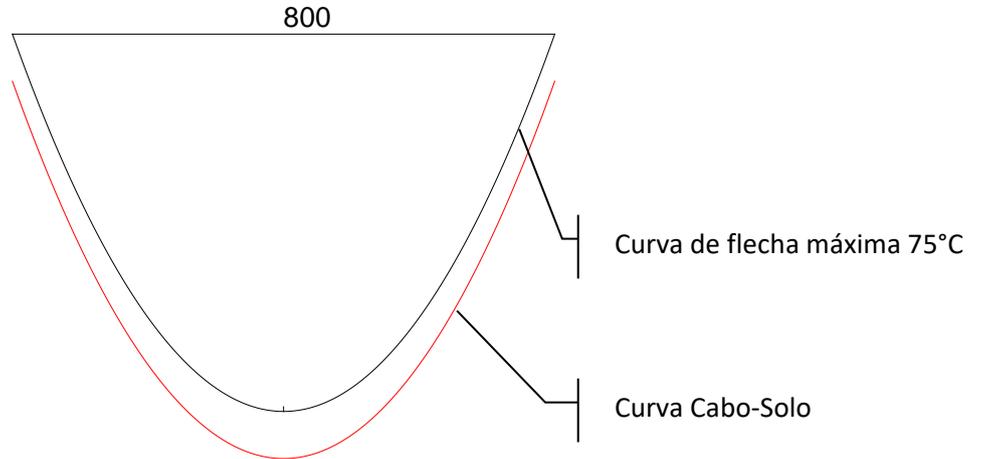
Exemplo Perfil topográfico;



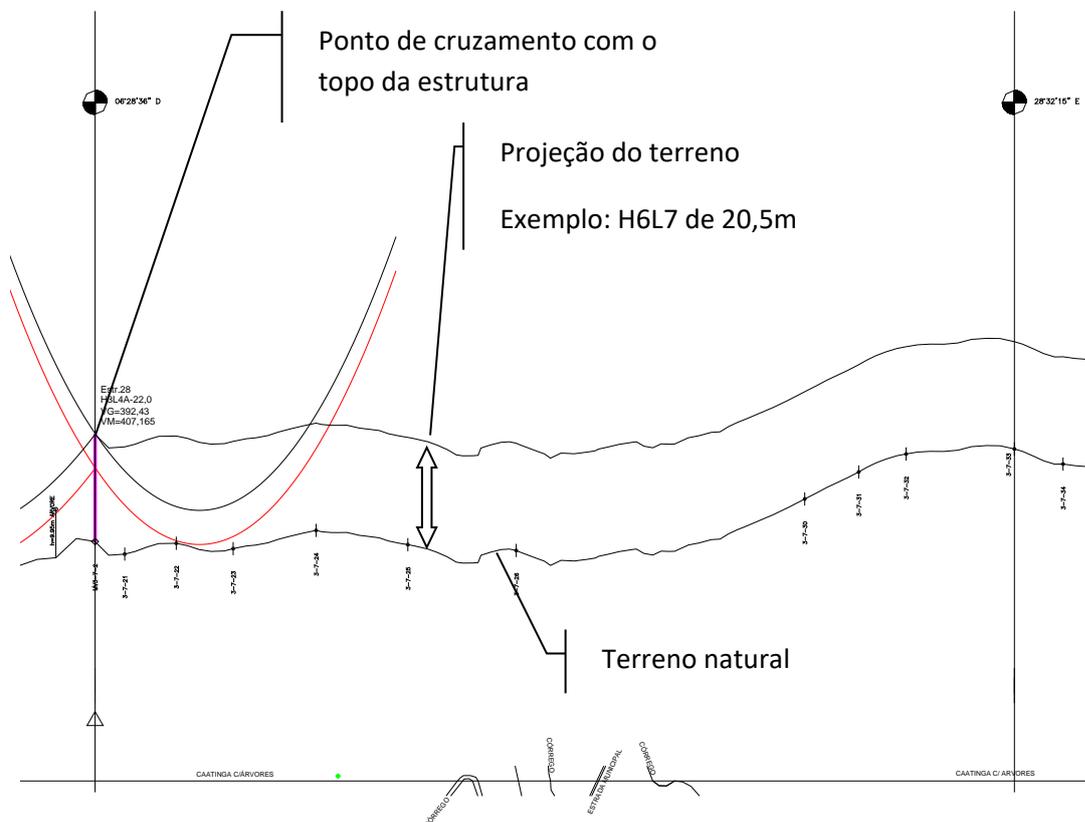
6.9 Plotação do Perfil

- A Plotação do Perfil pode ser feita de diversas formas e técnicas, para o nosso exemplo, vamos desenhar um vão de no mínimo o dobro do nosso vão básico estimado, e traçar a catenária com o critério atual, assim teremos nosso gabarito de projeto.

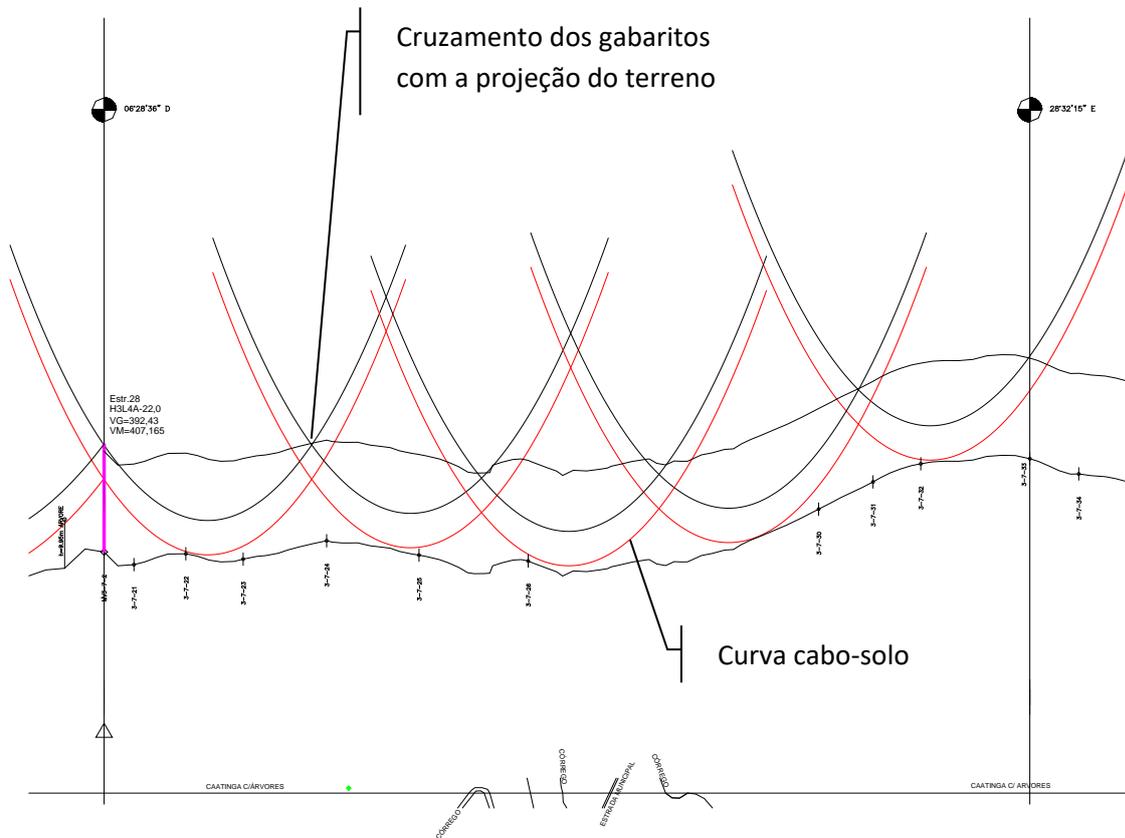
Vão Básico estimado= 400m = 800m para nosso vão de gabarito



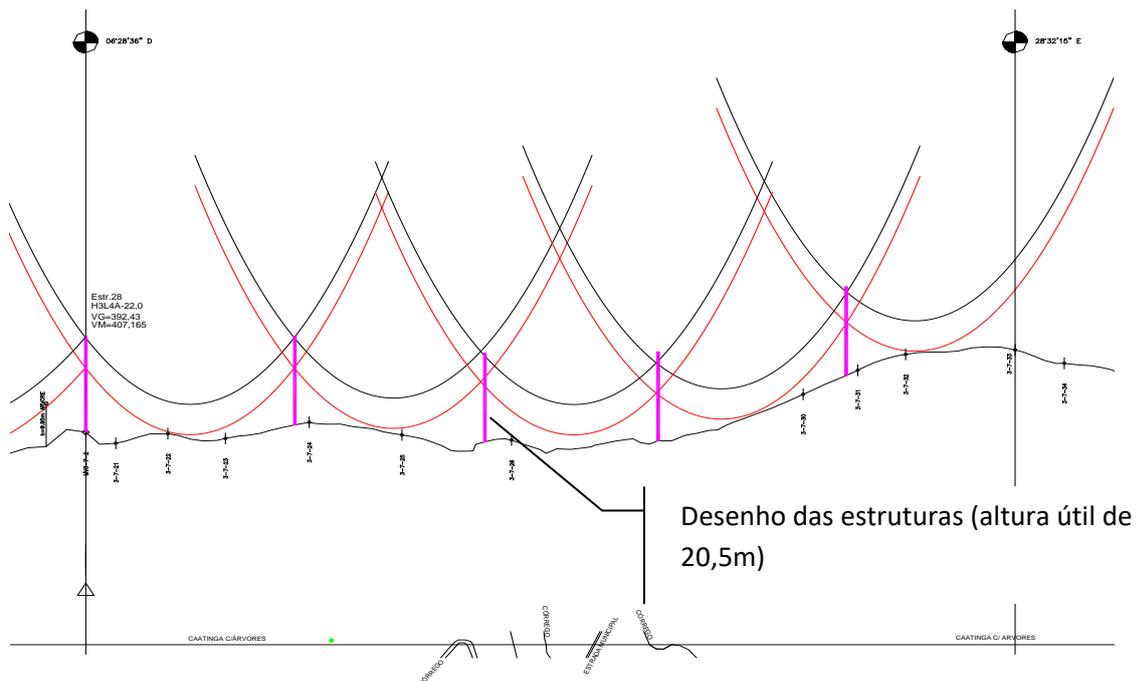
- Posicionamos nosso gabarito no perfil de forma que a curva de flecha máxima cruze o topo da primeira estrutura e a curva de cabo-solo não ultrapasse o terreno, sempre mantendo nosso gabarito na posição horizontal. Depois faremos uma projeção vertical estimada do terreno, usando uma altura útil conhecida, de nossas estruturas de suspensão.



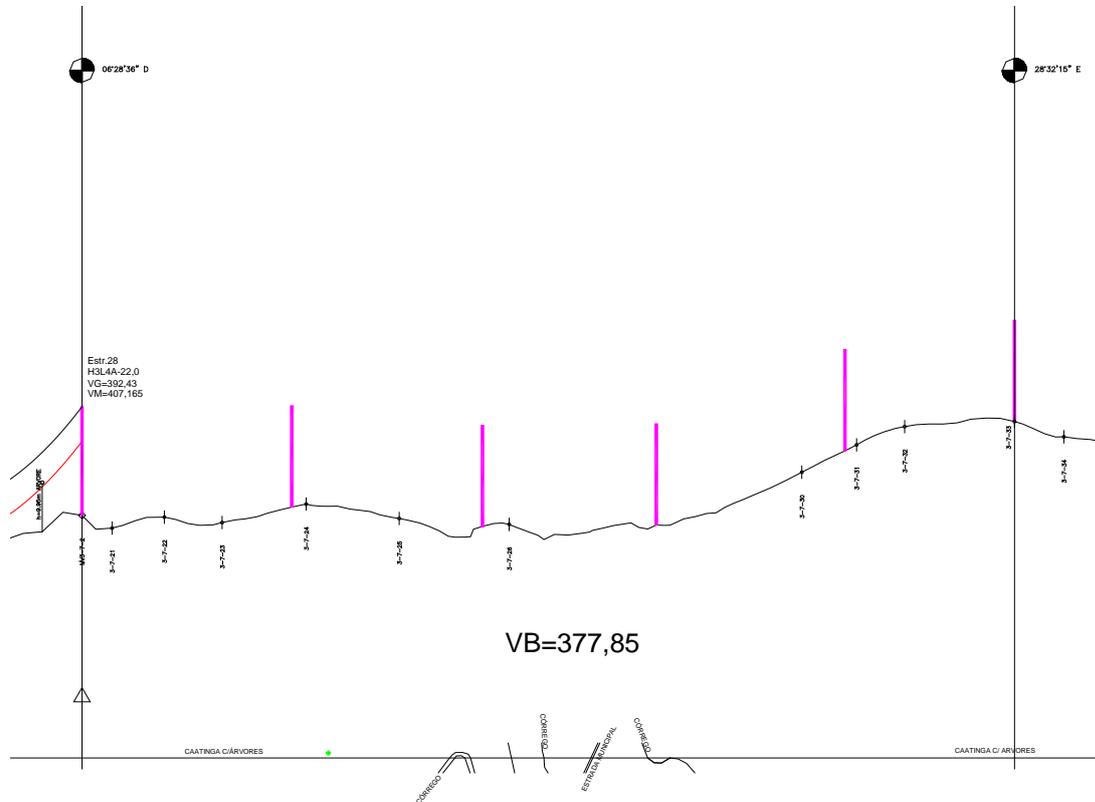
- Agora iremos distribuir nosso gabarito no tramo, de forma a cruzar as curvas de flecha máxima com a projeção do nosso terreno, mantendo nossa curva de cabo-solo sempre acima do terreno natural, e sempre mantendo nosso gabarito na posição horizontal.



- Usando o cruzamento com as curvas dos gabaritos como referencia, iremos inserir nossas estruturas com a altura de 20,5m usada na projeção.



- Após desenhar as estruturas, podemos apagar nossos gabaritos e usar o programa catenariaVBA para calcular o novo vão básico, de acordo com o posicionamento atual das estruturas.



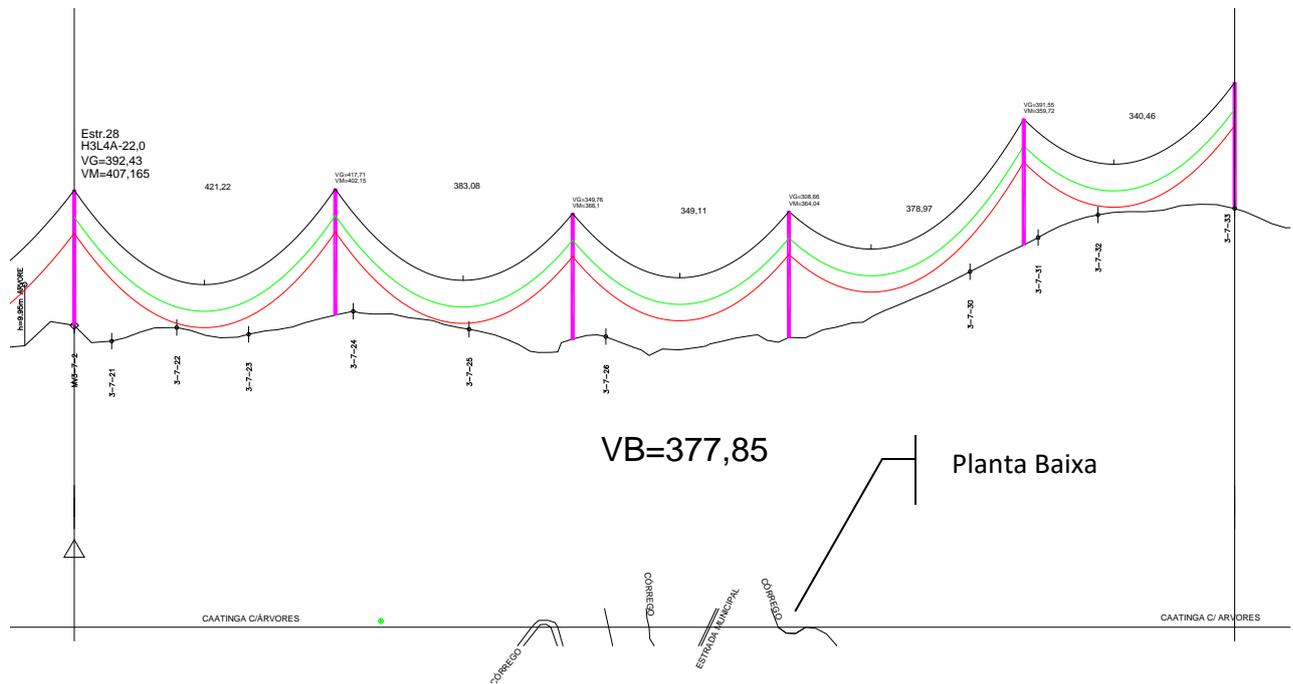
Vão Básico calculado

Botão para Calculo do Vão Básico

Importante – Após calcular o novo vão básico, use o botão Calculador para atualizar a Tração horizontal.

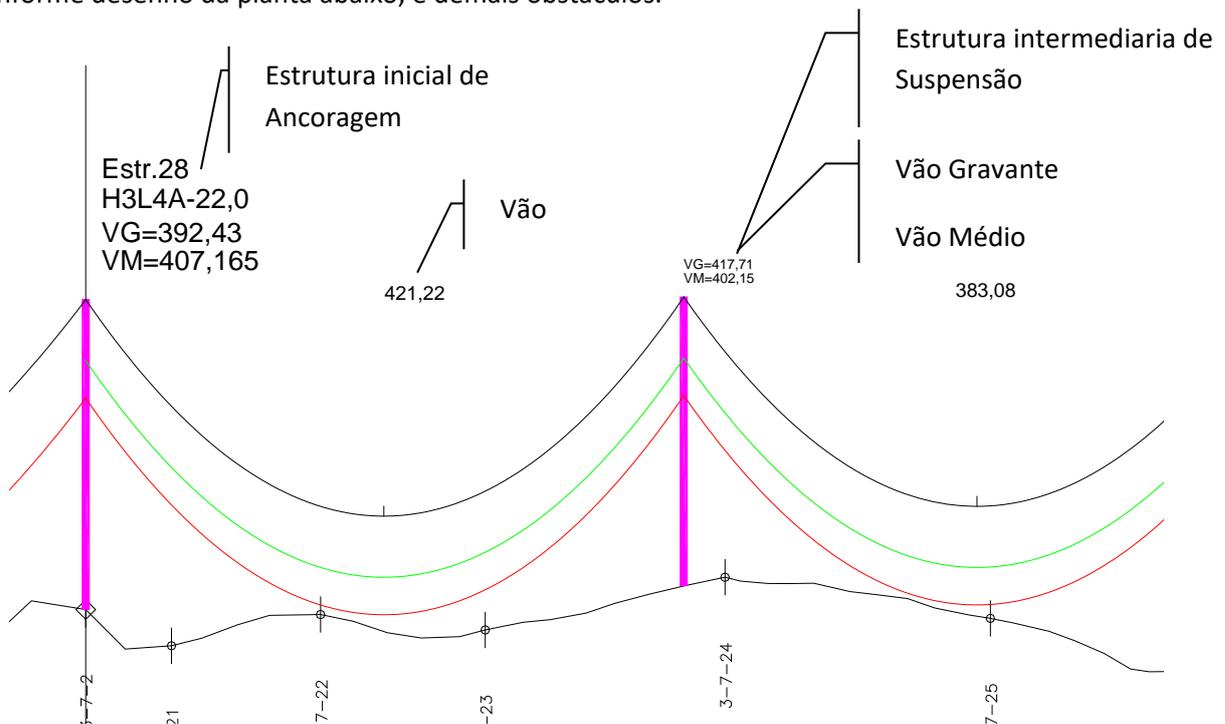
Nova Tração

- Agora usando a nova tração calculada, desenhamos as catenárias no Perfil e Planta, e caso seja necessário, faremos os ajustes na altura das estruturas de acordo com a curva cabo-solo plotada, sempre procurando aproximar ao máximo a curva do terreno natural, mas sem ultrapassar.



6.10 Aplicação das Estruturas

- Com as curvas catenárias lançadas no Perfil e Planta, checamos a aplicação das estruturas de acordo com o seu gráfico de aplicação, usando as informações de Vão médio e Vão Gravante, descritas no topo de cada estrutura, e verificamos as interferências, como a posição das estruturas em relação a estradas, cercas etc.. conforme desenho da planta abaixo, e demais obstáculos.



Projeto Eletromecânico de Linhas de Transmissão - Plotação de um Tramo usando o programa CatenariaVBA

- Terminada a conferencia da aplicação das estruturas e verificação de obstáculos, passamos para o preenchimento do restante das informações de cada estrutura de acordo com os padrões do Projeto.

