



GRUPO III

GRUPO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO (GLT)

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE PROBLEMAS NO CÁLCULO DA FAIXA DE SEGURANÇA DE LINHAS AÉREAS DE TRANSMISSÃO

Sadi Roni Matzenbacher
PUCRS

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se a análise do método de cálculo da faixa de segurança proposto pela norma brasileira de projeto de linhas aéreas de transmissão NBR5422 de forma comparativa com o de cálculo das distâncias de segurança.

Serão identificados os principais casos de problemas potenciais e divergências encontrados, com apresentação de propostas de solução, através de procedimento único nos casos conflitantes e solução nos casos omissos.

O objetivo final é a padronização do uso da palavra **segurança** nessa norma, significando espaçamentos em ar necessários à garantia da segurança das linhas e de terceiros.

PALAVRAS-CHAVE

Segurança, Faixa de segurança, Distância de segurança, Linha de transmissão, Vão de cálculo.

1 – INTRODUÇÃO

Os problemas constantes com faixas de linhas de transmissão, o aumento de exigências de controle ambiental, somado às constantes reclamações em grupos de trabalho e encontros nacionais além das surgidas junto às concessionárias, trouxeram uma importância cada vez maior ao dimensionamento adequado da faixa ocupada pelas linhas de transmissão. Tornaram-se então cada vez mais evidentes as falhas da Norma Brasileira de Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão - NBR 5422, nesse aspecto, não dando segurança ao projetista quanto aos valores de largura a adotar.

Este fato motivou o presente trabalho, desenvolvido com o intuito de apresentar as falhas da NBR 5422, propondo soluções, com vistas a uniformizar procedimentos que orientem os projetistas e garantam a segurança, principalmente aos atingidos pela passagem de linhas de transmissão em suas propriedades e a população em geral.

2 - ANÁLISE DA METODOLOGIA DE CÁLCULO DA NBR 5422

TABELA 1 RELAÇÃO DE PROBLEMAS NO CÁLCULO DAS FAIXAS E DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA

	Descrição	Faixa de Segurança	Distância de Segurança
1	Cálculo de Ação do Vento	Metodologia proposta pela NBR 5422/85, em processo de revisão	
2	Escolha do Período de Retorno do Vento (T)	min. 10 anos	min. 50 anos
3	Ângulo de Balanço da Cadeia de Isoladores	Balanço da cadeia e do condutor (considerados os mesmos)	Somente balanço da cadeia de isoladores
4	Parâmetro "K"	Aplicado em ambos	
5	Fator de efetividade " α ", aplicado no cálculo da ação do vento sobre os cabos	Não é aplicado	
6	Vão de Cálculo	Inferir-se que há um para toda a LT	Vão a Vão
7	Localização da LT/ Natureza do Obstáculo	Não há distinção de obstáculo, ou há um tipo predominante	Distâncias diferentes para obstáculos diferentes

A análise foi realizada a partir dos itens da Tabela 1, que descrevem de forma resumida todos os pontos em que não há clareza suficiente na formulação apresentada, levando a suscitar dúvidas, as quais se tentará esclarecer, levantar necessidade de maiores estudos ou encaminhar procedimentos que possam saná-las.

2.1 Cálculo de Ação do Vento

A discussão em nível nacional ainda está em andamento, sem solução final.. Um grande passo já foi dado ao ser incluído na revisão 2 da NBR 5422, o item 1.5.2: permitindo o emprego da metodologia proposta no relatório IEC 826.

O intuito deste trabalho, de qualquer forma, é obter uma equalização nos procedimentos de cálculo de espaçamentos de segurança e a escolha de um modelo de cálculo da ação do vento não influirá no procedimento resultante, pois será empregado de maneira semelhante, tanto no cálculo da distância de segurança, quanto no da faixa de segurança. Recomenda-se, no entanto, a aplicação da metodologia do IEC 826.

2.2 Escolha do Período de Retorno dos Dados de Vento (T)

Um fator que apresenta forte influência no valor dos esforços devidos à ação do vento, que causam o balanço dos cabos condutores, é a escolha do período de retorno da velocidade de vento, pois seu valor representa o inverso da probabilidade de ocorrência do evento no período de um ano, ou de outra forma, é expresso como risco de falha (r_f) $\cong 1/T$, isto é, o risco anual de ser ultrapassado o valor do balanço calculado.

Neste ponto surge a primeira divergência séria da norma, no que se refere à distância e faixa de segurança, como mostrado na tabela 1. Para faixa de segurança, a recomendação da norma é um valor mínimo de $T=10$ anos, e para distância de segurança, um valor mínimo de $T=50$ anos.

Dessa maneira, o risco de falha na segurança da faixa é 5 vezes maior que o risco de falha na distância de segurança. Há uma ruptura da lógica normativa, pois, ao ser empregado o termo **segurança**, esse deve estar sempre associado ao mesmo nível de risco. Pergunta-se então, como um proprietário, que quer utilizar sua propriedade até o limite da faixa, pode adivinhar que está correndo um risco 5 vezes maior do que se tivesse este limite sido obtido pelo cálculo da distância de segurança? Se este mesmo proprietário soubesse disso, ele aceitaria?

Além disso, o emprego do termo **segurança** em todo o restante do texto da norma, está sempre associado a um período de retorno com valor mínimo de 50 anos. A única exceção é a faixa de segurança. Nos outros casos de uso de valores de período de retorno inferiores a 50 anos, o cálculo é de distâncias mínimas no suporte e entre condutores de suportes diferentes, nos quais o fator segurança não é tão relevante, tanto que este termo não é empregado.

Há necessidade de equalização no tratamento de todos os itens referentes à segurança de terceiros, no que

tange a espaçamentos de segurança às partes energizadas sob a ação do vento.

2.3 Ângulo de Balanço da Cadeia de Isoladores e Parâmetro “K” e Efetividade “ α ”

Para o cálculo da distância de segurança, como especifica o item 10.3, da NBR 5422 de 1985, sua verificação deve ser “*nas condições mais desfavoráveis de aproximação do condutor ao obstáculo considerado*”.

Isto implica a necessidade do cálculo do balanço de cabos, principalmente em casos de verificação de distâncias horizontais ou a obstáculos próximos ao limite da faixa. No entanto, sobre este cálculo do balanço do cabo não há menção de qualquer método na referida norma, que trata apenas do cálculo do balanço da cadeia de isoladores.

Esta falha se repete na proposta de revisão de 1997. Em 10.1.4.3 da NBR 5422 de 1985, é abordado somente o cálculo do balanço da cadeia de isoladores, onde sobre o valor calculado há um redutor das cargas de vento nas cadeias de isoladores - o parâmetro “K”, cuja aplicação no cálculo do balanço da cadeia, só é aceitável quando possui fins apenas de verificação da aproximação de partes sob tensão à massa do suporte sob a ótica do risco econômico, onde um desligamento apenas prejudica o desempenho da linha de transmissão, não significando risco a terceiros.

No entanto, para o cálculo da faixa de segurança na seção 12.2.4 da norma de 1985 que trata do cálculo da faixa de segurança, menciona que o cálculo do balanço da cadeia e do condutor (considerados os mesmos), deve ser realizado segundo 10.1.4.3 da mesma norma, ou seja, aplicando o parâmetro “K” sobre ambos. Nesse caso, ao ser empregado o termo **segurança**, está se tratando de risco de vida e, portanto, não podem ser consideradas reduções.

Também é necessária a definição do vão onde deve ser feita a verificação da distância de segurança. Infere-se (em 10.1.4 da norma) que o seu cálculo deva ser realizado para cada vão da linha de transmissão e até para pontos específicos no vão.

Já para o cálculo da faixa de segurança, não há menção a qualquer forma de estabelecimento do vão de cálculo, pelo contrário, há uma sugestão implícita de aplicação do cálculo em apenas um vão, que passa a ser estendido a toda a linha de transmissão, quando coloca no singular – “a largura da faixa”. Aliás, prática essa usual em todas as concessionárias de energia elétrica do Brasil, resultando em uma única largura de faixa para toda linha de transmissão.

Para solucionar estas incongruências, devem ser trabalhados os seguintes temas:

- Criar expressões distintas para o cálculo do balanço da cadeia de isoladores e para o cálculo do balanço do cabo condutor ou de ambos (se considerados o mesmo);
- O uso do fator “K” de redução do balanço da cadeia de isoladores e cabo deve ser melhor estudado;
- A largura da faixa é calculada para apenas um vão da linha, a ser escolhido pelo projetista, enquanto que a distância de segurança é calculada para um vão ou local específico.

A solução, para a primeira incongruência, é a adoção de dois modelos de cálculo, sendo um para o balanço da cadeia de isoladores e o outro para o balanço dos cabos ou de ambos, aos quais sejam referidas todas as seções da norma que necessitem desse cálculo.

O formulário proposto com o uso do parâmetro “K”, além disso, não emprega o fator de efetividade “ α ”, nem considera coeficientes de arrasto diferentes para cadeia de isoladores e cabos condutores.

O fator de efetividade “ α ”, empregado no cálculo da ação do vento nos cabos na NBR 5422 e obtido da Figura 2 desta norma, é um redutor da ação do vento sobre os cabos em função do aumento dos vãos, com valores diferentes para cada categoria de rugosidade do terreno.

Ao ser aplicado unicamente o fator “K”, o redutor “ α ” é desprezado e passa-se a tratar vãos de 200 m da mesma forma que vãos de 800 m, quanto à efetividade da ação do vento sobre eles.

Se o uso do fator de efetividade “ α ” é correto no cálculo da ação do vento nos cabos (seção 8.2.2 da NBR 5422), quando se trata de cálculo de esforços mecânicos, não há explicação convincente para o abandono do seu uso, quando se passa a calcular o ângulo de balanço dos cabos.

Como modelo de cálculo, sugerimos os procedimentos aplicados pela Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) para dimensionamento eletrogeométrico e estrutural dos suportes e para o cálculo do ângulo de balanço dos cabos, mostrado a seguir.

“a) Balanço da cadeia de suspensão (para fins de aproximação de partes sob tensão à massa do suporte):

- Velocidade do Vento: média das máximas anuais;
- Pressão do Vento: metodologia do IEC 826;
- Ângulo de balanço da cadeia :

$$b_i = tg^{-1} \frac{H_i + 0,5H_k}{V_i + 0,5V_r};$$

Onde:

H_i = força horizontal transmitida à cadeia causada pela ação do vento sobre o cabo, mais a componente transversal de tração do cabo devido à eventual deflexão do eixo da LT;

H_k = vento sobre a cadeia (parte móvel);

V_i = componente vertical transmitida pelo cabo à cadeia; o vão gravante do cabo deve ser calculado para a condição de vento, na temperatura coincidente;

V_k = peso da cadeia (parte móvel).

b) Balanço do Cabo (para fins de aproximação a obstáculos):

- Velocidade do Vento: calculada para um período de retorno $T = 50$ anos, podendo ser reduzido para $T = 10$ anos, no caso de haver reduzido risco de acidentes envolvendo vidas humanas.
- Pressão do vento: calculado como carga unitária por metro quadrado de cabo, de acordo com o IEC 826;

- Ângulo de balanço do cabo : $b = tg^{-1} \left(\frac{p_v \cdot d}{p} \right)$

Onde:

p_v = carga unitária do vento sobre o cabo, em N/m^2 ;

d = diâmetro do cabo condutor, em metros;

p = peso unitário do cabo, por metro.”

Para aprimorar a precisão do cálculo do deslocamento horizontal do cabo, deve-se considerar o movimento das cadeias de suspensão junto aos suportes.

Para suportes em ângulos, deve ser acrescida a componente transversal de tração do cabo devido a esta deflexão do eixo da LT.

Este modelo, na realidade, é idêntico ao da NBR 5422, sendo apenas suprimido o parâmetro “K” e substituída a pressão dinâmica de referência (q_0) pela pressão do vento (p_v) calculada de acordo com sua aplicação: para risco de vida ou para risco econômico.

Ao estender a aplicação do modelo de cálculo do balanço da cadeia de isoladores para o balanço dos cabos condutores na NBR 5422, foi cometido um erro que transformou a área de entorno de todas as linhas de transmissão instaladas em zonas urbanas do país, em área de risco. Houve a aplicação de critérios de risco econômico e desempenho em locais onde a consideração deveria ser de risco de vida. O risco anual de falha é esperado como um valor próximo de 0,10 falhas, e na realidade, o que se obtém é um valor aumentado desse risco para aproximadamente 0,32 falhas por ano resultante do uso do parâmetro “K”, pois seu comportamento é similar ao emprego de um período de retorno de aproximadamente três anos.

Tampouco onde foram empregados os critérios de cálculo da distância de segurança, com período de retorno de 50 anos, mas aplicado o parâmetro “K”, foram estabelecidas condições de segurança ideais na área de entorno da faixa de servidão da linha de transmissão.

A recomendação, para que esta polêmica se resolva e que os critérios corretos sejam aceitos e empregados

nas normas brasileiras, é de uma revisão experimental do fenômeno, através de ensaios em uma linha de transmissão piloto, com vãos instrumentados, associados a estações de medição de velocidade e direção dos ventos, simultaneamente nos mesmos locais.

2.4 Vão de Cálculo

Anteriormente foi levantado o problema da escolha do vão a ser empregado no cálculo da faixa de segurança, em relação ao que é empregado no cálculo da distância de segurança, que é calculada vão a vão ou até em pontos específicos de um determinado vão. No entanto, para a faixa de segurança, isto não está claro e, ainda pior, pode-se inferir que deve ser empregado um vão para toda a linha de transmissão. A única certeza é de que não há nada que especifique a escolha do vão a ser empregado

O vão é a distância entre dois suportes, e os cabos ficam suspensos entre estes, descrevendo curvas semelhantes a catenárias, balançando quando excitados pela ação do vento. Portanto, não temos faixas e distâncias regulares, mas sim, variáveis ao longo do vão. A variação corresponde à projeção desta catenária dos cabos sob a ação dos ventos, como mostrado na Figura 1, enquanto que a largura da faixa “L”, projetada ao longo do eixo da linha de transmissão, forma áreas retangulares quando é adotado apenas um vão, ou ainda, vários polígonos, quando são adotados diversos vãos.

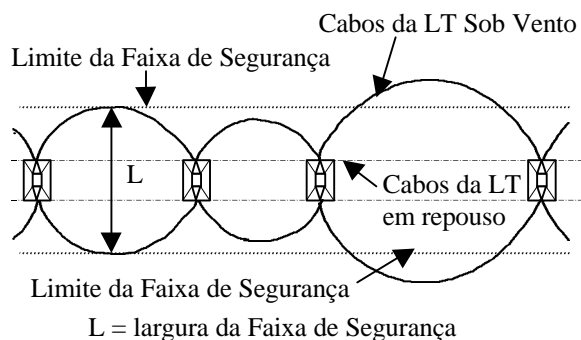


FIGURA 1 LARGURA DA FAIXA DE SEGURANÇA “L”

Com isto, há pontos ao longo do vão onde o balanço dos cabos está além da faixa indenizada, e outros onde está aquém.

Se “L” for igual a distância de segurança no ponto de máximo balanço do cabo neste vão, a segurança de terceiros com relação a descargas por falha no isolamento está assegurada. Mas pelo fato de não haver orientação para escolha do vão de cálculo da faixa de segurança, não é possível essa garantia em todos os vãos. Vemos então que a influência do vão é decisiva e, no entanto, não há qualquer referência na norma sobre sua escolha ou determinação. O empreendedor e

seu projetista devem assumir os riscos dessa determinação.

2.5 - Localização da LT / Natureza do Obstáculo

Para o cálculo das distâncias de segurança, é especificada a natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha, dado na forma de valores da distância básica “a” da Tabela 5 da norma à qual é somada uma componente elétrica em função do nível de tensão da linha. Ocorre, portanto, uma definição específica de valores de distâncias às partes energizadas para cada obstáculo existente no entorno da linha de transmissão.

Para o caso de faixas de segurança, a distância do cabo condutor ao obstáculo é fixo, com valor de $D_u/150$, com mínimo de 0,5m, isto é, há um tratamento igualitário para qualquer espécie de obstáculo.

Percebe-se facilmente que esse método é errado. O risco de uma descarga contra uma árvore não pode ser o mesmo de uma descarga contra uma casa de moradia. Além disso, em zona urbana ou suburbana, é evidente que serão construídas edificações residenciais nas proximidades da linha de transmissão, enquanto que, em zonas rurais, isto será evitado (até por incentivo da própria concessionária).

Em vista disso, há necessidade de distinção no cálculo de faixas de segurança, em função da sua localização, se, em zona urbana ou rural.

3 – A ESCOLHA DO VÃO DE CÁLCULO

Pelo exposto anteriormente, sempre que é empregado o termo **segurança** na NBR 5422, deve ser com o enfoque de risco de ocorrência de descarga direta por deficiência de isolamento em locais com presença do homem.

A partir deste ponto de vista, torna-se clara a necessidade de distinção de áreas de risco em função da presença ou não do homem. Nos locais passíveis de aplicação dos critérios de cálculo das distâncias de segurança (paredes, telhados, terraços), os níveis de risco devem ser similares para faixa e distância de segurança. E esse tipo de obstáculo está localizado em áreas urbanas, pois, em zonas rurais, as edificações são obrigatoriamente desviadas ou removidas, desde as primeiras fases de projeto e construção.

Dessa forma, está criada a primeira distinção na forma de localizar uma linha de transmissão: zona urbana ou zona rural.

A linha de transmissão, localizada em região próxima a edificações habitáveis, incluindo-se as previsões de expansão das cidades (loteamentos novos, por exemplo) onde a presença do homem é constante, freqüente ou prolongada, é considerada zona urbana.

A linha de transmissão localizada em regiões desabitadas na qual a presença do homem é eventual e de curta duração, é considerada zona rural.

3.1 Linha de Transmissão em Zona Urbana

Para linhas de transmissão em zona urbana, devem ser aplicadas todas as recomendações de segurança de forma idêntica, tanto para o cálculo da largura da faixa de segurança, quanto para o cálculo da distância de segurança. Dessa forma, o cálculo deve ser realizado vão a vão, com as recomendações de distância de segurança no mínimo definidas para paredes e locais não acessíveis a pessoas ou, de forma preferencial, definindo a distância de segurança empregada para telhados e terraços acessíveis a pessoas. Tudo isso realizado após definida a localização dos suportes, obtidos todos os vãos e levantados todos os obstáculos na área de entorno da linha de transmissão.

Uma outra solução possível, que serve até para os casos em que a localização dos suportes da linha de transmissão ainda não foi definida, é o estabelecimento de um vão máximo, calculando a distância de segurança para este vão e plotando a linha de transmissão sem que os vãos obtidos ultrapassem estes limites, ou seja, empregando apenas vãos menores que o(s) estabelecido(s).

3.2 - Linha de Transmissão em Zona Rural

Para linhas de transmissão em áreas rurais, em função de sua área de entorno ser muito pouco habitada e não haver permanência de pessoas próximas quando da ocorrência de temporais (porque estes são os determinantes dos grandes balanços dos cabos) pode-se utilizar os critérios hoje vigentes na norma, com o uso da velocidade de vento para período de retorno de 10 (dez) anos e aplicação de até apenas um vão de cálculo na determinação da flecha do cabo condutor. É necessário determinar qual o vão a ser empregado neste caso.

Uma análise dos vãos de diversas linhas de transmissão mostrou a necessidade de observação da topografia do terreno para a definição do vão de cálculo da flecha

Foram feitas distinções na escolha do vão de cálculo em função da topografia do terreno. A classificação deverá atender a uma ou mais das três classes a seguir: terreno plano, ondulado e montanhoso. Para cada tipo de topografia, foram estabelecidos critérios de escolha do vão de cálculo da faixa de servidão da linha de transmissão (aí não mais de segurança).

Em áreas rurais, é possível que a faixa tenha uma largura única, porque o risco de acidentes é bem menor pela baixa densidade populacional, por haver poucas edificações na proximidade das linhas de transmissão e porque, quando da ocorrência do balanço dos cabos com vento máximo, a probabilidade de alguém estar sob uma linha de transmissão é mínima.

Então para as linhas de transmissão ou trechos de linhas de transmissão situadas em área rural, cujos níveis de segurança não são os mesmos necessários às áreas urbanas, e em cujos locais, como já foi dito, as definições dos vãos no projeto são, na maioria dos casos, posteriores ao início do processo de indenização, cabe uma definição da forma de escolha do vão do cálculo da flecha a ser empregada no cálculo do balanço dos cabos condutores.

Para auxiliar a escolha adequada desse vão, é necessário um estudo de distribuição de vãos em diversas linhas de transmissão, com um método que permita a escolha do vão que melhor as represente, sem os exageros do cálculo vão a vão ou do emprego do seu maior vão.

Cabe aqui a definição dos tipos de terrenos, classificados quanto a sua topografia:

- terreno plano: sem ondulações, praticamente sem diferença de nível (por exemplo, zonas costeiras e banhados);
- terreno ondulado: com ondulações médias, de mediana diferença de nível (por exemplo, regiões de planalto e pés de serra);
- terreno montanhoso: fortemente ondulado com acentuadas diferenças de níveis. Existência de picos e vales profundos (por exemplo, subidas de serras).

Cada um desses tipos de terreno leva à escolha de um vão de cálculo diferente. No caso de linha de transmissão com dois ou mais tipos de terreno, implica em duas ou mais larguras de faixas possíveis.

Em terrenos planos, há pouca dispersão nos valores dos vãos, pelo terreno permitir a repetição do uso de suportes de mesma altura e com isso ser possível a manutenção de distâncias semelhantes entre eles, definindo-se um vão de cálculo com pouca dispersão, muito próximo do valor médio. O aumento da ondulação dos terrenos leva a maiores dificuldades pelo aumento da dispersão dos valores dos vãos, que chega ao seu pior caso em terrenos montanhosos, nos quais temos vãos enormes sobre vales profundos, seguidos de vãos pequenos no topo.

3.4 - Metodologia Para Determinação do Vão de Cálculo

Após a realização da pesquisa e tratamento dos dados pesquisados em linhas existentes da CEEE, foi obtida a distribuição por frequência e calculados a média, desvio padrão e coeficiente de variação dos vãos. Definiu-se, então, o vão de cálculo a ser empregado na determinação da largura da faixa:

O vão para cálculo da flecha do condutor empregado no cálculo da largura da faixa da linha de transmissão, será determinado em função do risco envolvendo vidas humanas, como mostrado a seguir:

1. Em zonas de alto risco de vida (zonas urbanas ou com edificações) pode ser determinado de duas maneiras:

- vão a vão;
- definindo um vão máximo, usado como restrição na locação dos suportes, de forma que os vãos não ultrapassem este limite.

2. Em zonas de risco mínimo de vida (zonas rurais), pode ser determinado em função da topografia do terreno, para linha ou trecho de linha com:

- terreno plano;
- terreno ondulado;
- terreno montanhoso.

Para cada tipo de terreno, o vão pode ser calculado conforme determinado em 3.

3. O vão de cálculo da faixa de segurança (V_{calc}) é obtido por:

$$V_{calc} = V_{méd} \cdot \left(1 + \frac{C_v}{100}\right)$$

onde: $V_{méd}$ = vão médio, em metros (ver 12.2.3.1).

C_v = coeficiente de variação (ver 4.).

O vão médio pode ser obtido em dois casos:

- linha com vãos definidos: média aritmética da amostra de vãos da linha, em metros;
- linha ainda sem definição dos vãos: média dos vãos médios resultantes de pesquisas em linhas existentes, com características semelhantes, corrigidas por:

$$V_{méd} = k_v \cdot V_{pesq.}$$

Onde:

$$k_v = \frac{H_{SLT}}{H_{sméd}}$$

H_{SLT} – vão de vento máximo admitido pelo suporte de suspensão predominante da linha em projeto, em metros;

$H_{sméd}$ – média dos vãos de vento máximo dos suportes das linhas pesquisadas, em metros;

$V_{pesq.}$ = média dos vãos médios das linhas pesquisadas, em metros.

4. O coeficiente de variação é o desvio padrão representado na forma de percentual da média, ou seja:

$$C_v = \frac{s}{V_{méd}} \cdot 100$$

Onde: s = desvio padrão obtido pela construção de distribuição por frequência (ver Tabela 2);

$V_{méd}$ = vão médio da amostra de vãos, em metros.

TABELA 2 VALORES TÍPICOS DE C_v :

Tipo de Terreno	Plano	Ondulado	Montanhoso
C_v	7,5 %	15 %	25 %

Devem ser realizadas pesquisas nas linhas de transmissão de cada empresa, formando uma base de dados que pode ser empregada quando a linha não está com o projeto concluído, tomando-se como base médias dos valores obtidos de linhas semelhantes e, mesmo quando se emprega valores diferentes de vão de vento nos suportes do novo projeto, pode-se ajustar os valores da média obtida da pesquisa, pela variação do vão de vento máximo do novo suporte.

Se a linha de transmissão for separada em trechos, de acordo com a topografia do terreno, pode-se obter dois ou três valores distintos de largura de faixa, garantindo-se confiabilidade, sem que ocorra um acréscimo exagerado nos custos de indenização.

4 – CONCLUSÃO

Como conclusão, recomendamos a correção dos problemas apontados e a aplicação destas sugestões na elaboração do novo texto da Norma NBR 5422.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, NBR 5422 – Projeto Eletromecânico de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1985.
- ABNT, CT 11.1 – Revisão da NBR 5422 - Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, rev. 2, 1997.
- CEEE - SOT/DEPLT/SPELT, Critérios de Projeto de LTs – Balanço de cabos e cadeias – CPBALC10, versão 1.0. Porto Alegre, 1996.
- SILVA, Vilson Renato, Cargas de Vento em LT's de Acordo com o IEC, Proposta de revisão da NBR 5422, CEEE. Porto Alegre, 1992.
- SILVA, Vilson Renato, Cargas de Vento em LT's de Acordo com o Procedimento IEC/826, CEEE, rev. Jul. 97, 1997.