

WORKSHOP PARA MODERNIZAÇÃO DA NORMATIZAÇÃO RELACIONADA AO SEGMENTO DE TRANSMISSÃO – BRASIL

21/09/2023

Processo de revisão ABNT NBR 5422

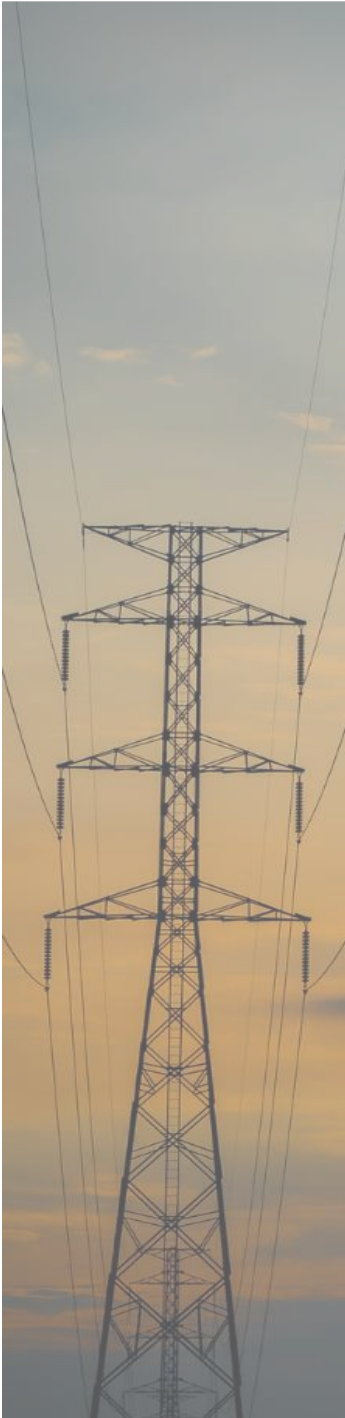
Carlos Kleber da Costa Arruda - CEPEL

Secretário CE 003 011 001 "Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica"


REALIZAÇÃO:



Histórico



Norma Brasileira 1972 *PPC*
Albuquerque

	PROJETO DE LINHAS AÉREAS DE TRANSMISSÃO E SUBTRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	NB-182
---	---	---------------

Reimpressa em 1977

1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 Esta Norma tem por objetivo fixar os princípios básicos segundo os quais devem ser projetadas as linhas aéreas de transmissão e sub-transmissão, de modo a garantir níveis mínimos de segurança e limitar perturbações em instalações próximas.

NOTA — Para simplificar a redação, onde não houver possibilidade de dúvida, as linhas aéreas de transmissão e de sub-transmissão serão abreviadamente designadas por linhas.

1.2 No caso de reforma dispensa-se a aplicação destas prescrições, desde que as condições de segurança da linha após a reforma não sejam inferiores às da linha existente.

1.2.1 Entende-se por reforma as modificações que não implicam em mudanças do traçado, dos tipos básicos dos suportes e da tensão nominal de operação da linha.

1.3 No caso de instalações de emergência, as prescrições desta Norma não precisam, necessariamente, ser atendidas.

1.3.1 Entende-se por instalação de emergência a executada em caráter temporário, geralmente a fim de manter a continuidade de serviços durante as falhas em instalação existente. As instalações de emergência não devem ser man-

formação de tensões, em elaboração pela sub-comissão respectiva da Comissão Permanente de Transmissão de Energia Elétrica — CPTEE.

3. DIMENSIONAMENTO GEOMÉTRICO DOS SUPORTES

3.1 *Distância de partes vivas às partes aterradas dos suportes.*

3.1.1 Nos suportes com cadeia de isoladores, as distâncias mínimas, em metros, na condição de máximo deslocamento (ver item 11.2.2.3 e 11.2.2.4) das partes sob tensão às partes aterradas dos suportes, são calculadas pela fórmula:

$$D_T = 0,06 + 0,006 D_U$$

sendo D_T a distância em metros numericamente igual à tensão nominal da linha, em quilovolts.

3.1.1.1 Nos suportes com cadeias de ancoragem e pontes aplica-se o disposto no item 11.2.2.2 quanto ao deslocamento das pontes.

3.1.1.2 Nos suportes com cadeias de suspensão aplica-se o disposto no item 11.2.2.3 quanto ao deslocamento das cadeias, ferragens, chifres, anéis de proteção, etc.



| Sobre o comitê de estudo

- CE 003 011 001 "Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica"
- Coordenador: Athanasio Mpalantinos Neto (CEPEL)
- Secretário: Carlos Kleber da Costa Arruda (CEPEL)
- Comissão atual aberta em 27/04/2017
- Conclusão da análise da consulta nacional: 16/09/2023
- 221 membros (de acordo sistema ISO)
- Partes interessadas (classificação ABNT):
 1. Provedor (prestadores de serviço)
 2. Cliente/ fornecedor (contratantes, fornecedores de insumos)
 3. Suporte técnico/ científico (universidades, laboratórios)
 4. Órgãos de governo (ANEEL, MME, secretarias...)



Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica — Critérios técnicos

APRESENTAÇÃO

1) Este 2º Projeto de Revisão foi elaborado pela Comissão de Estudo de Projeto de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica (CE-003:011.011) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), nas reuniões de:

27.04.2017	19.09.2017	29.11.2017
23.01.2018	26.11.2018	25.02.2019
13.06.2019	29.07.2020	10.11.2020
04.05.2021	20.07.2021	28.04.2022
04.05.2022	27.05.2022	10.06.2022
24.06.2022	08.07.2022	22.07.2022
05.08.2022	19.08.2022	09.09.2022
23.09.2022	21.10.2022	04.11.2022
18.11.2022		

a) é previsto para cancelar e substituir a ABNT NBR 5422:1985, a qual foi tecnicamente revisada, quando aprovado, sendo que, nesse ínterim, a referida norma continua em vigor;

ATA DE REUNIÃO

CE-003:011.001 - PROJETO DE LINHAS AÉREAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

ATA DA PRIMEIRA REUNIÃO DE 2017

DATA: 27/04/2017

INÍCIO: 9:30H

TÉRMINO: 12:00H

LOCAL: Abinee II – Auditório, Av. Paulista 1439 – 6º andar – São Paulo – SP

COORDENADOR: Athanasio Mpalantinos Neto - CEPEL

SECRETÁRIO: Rafael Monteiro da Cruz Silva - ELETROBRAS

3 ASSUNTOS TRATADOS

3.1 Foi definido que assim que for feita a abertura do espaço no livelink será criada uma pasta onde serão depositados os "drafts" ("draft13") e outros documentos que contém as sugestões de texto feitas durante o processo de revisão da antiga NBR5422 - fornecido pelo coordenador - daquela ocasião, o engenheiro AFONSO DE OLIVEIRA E SILVA - FURNAS.

3.2 Será verificada a antiga lista de participantes para atualização dos e-mails e confirmação do interesse em participar da revisão. A lista atualizada será enviada para ser cadastrada no Livelink.

3.3 Uma vez colocados os "drafts" no Livelink e cadastrados os participantes, será agendada, através de solicitação ao Cobei, uma data para próxima reunião através de video conferência - WEBEX, para identificação de possíveis "drafts" já consolidados e discussão de um cronograma de atividades.



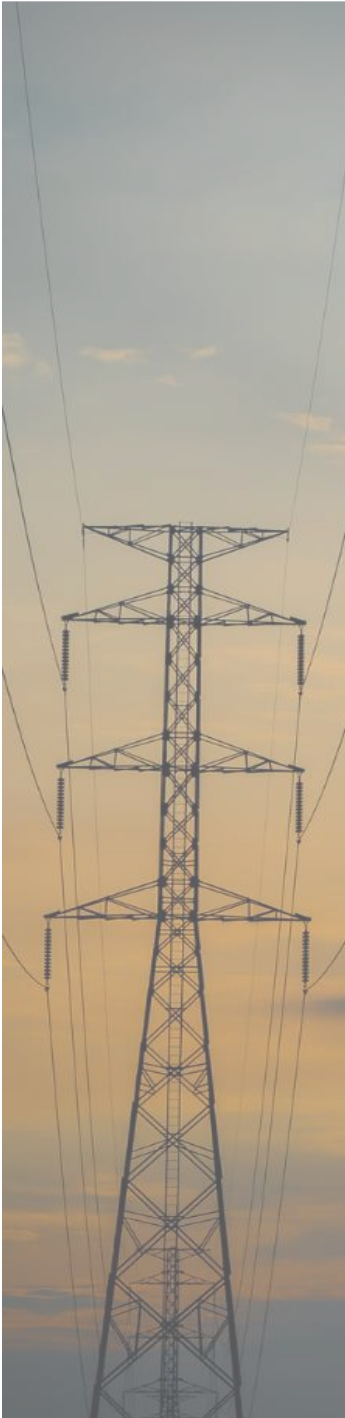
| Escopo

- Critérios técnicos sobre projeto de linhas aéreas de energia elétrica
 - Corrente alternada: tensão máxima de linha acima de 38 kV e não superior a 800 kV
 - Corrente contínua: tensão máxima por polo acima de 200 kV e não superior a 800 kV
 - Seções 7 e 9 não se aplicam a linhas CC
- Não aplicável a
 - Redes de distribuição
 - Linhas de condutores isolados
 - Linhas de contato para tração elétrica
 - Linhas de telecomunicação



Dinâmica

- Trabalho voluntário,
- Edição do texto descentralizada (por seção - forças-tarefa),
- Reuniões puramente virtuais desde 2020,
- Agilidade na consolidação em 2022,
- “Núcleo” de membros em comunidade,
- Arquivos disponibilizados na base de conhecimento da ABNT (ISO Docs),
- Registro das reuniões em vídeo, para redigir ata e dirimir dúvidas,
- Divulgação em grupos (Cigre)



| O que NÃO é a NBR 5422?

- Não é um livro-texto...?
- Não é uma tese...?
- Não é uma lei...?
- Não é uma patente...?
- Não é um *data sheet*...?
- Não é uma opinião...?

|O que é uma norma?

Norma

documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto

NOTA Convém que as normas sejam baseadas em resultados consolidados da ciência, tecnologia e da experiência acumulada, visando à otimização de benefícios para a comunidade.

[ABNT ISO/IEC GUIA 2]



|Consenso

- Acordo geral, caracterizado pela ausência de oposição fundamentada a aspectos significativos por qualquer parte importante dos interesses envolvidos, através de um processo que busca levar em conta as posições de todas as partes interessadas e a conciliação das opiniões conflitantes.
- NOTA Consenso não implica, necessariamente, unanimidade.
- No processo de obtenção de consenso, pontos de vista diferentes podem ser expressos e serão tratados à medida que houver a evolução do Texto-Base.
- Uma oposição fundamentada deve ser cuidadosamente avaliada, deve ser verificado se constitui uma oposição sustentada.
 - Se não for o caso, registra-se em Ata e continua com o desenvolvimento do trabalho.
- Se for determinado que há oposição fundamentada, convém que a liderança tente resolver, buscando a exaustão dos debates técnicos, e a harmonização com os interesses de todos.
- A oposição fundamentada não pode ser interpretada como um direito de veto e a obrigação de abordar tal oposição sustentada não implica uma obrigação de resolvê-la com êxito.

[ABNT ISO/IEC Guia 2: Normalização e atividades relacionadas – Vocabulário geral]



| O que normatizar?

- Práticas bem consolidadas
 - Mandatório – “deve”
 - Formulações e valores limites definidos
- Práticas em processo de adoção
 - Orientativo – “pode”
 - Sugestão de valores
 - Ou, determina que um estudo seja mandatório, mas sem definir o método
- Problemas relevantes mas sem estudos concretos
 - Não é normatizado
 - “Anexo informativo”
 - Sugestão de literatura para desenvolvimento futuro

| O que é a NBR 5422?

- Não é um livro-texto... Mas é baseada em seus fundamentos.
- Não é uma tese... Mas promove o desenvolvimento tecnológico.
- Não é uma lei... Mas serve como referência para políticas públicas.
- Não é uma patente... Mas considera o estado da arte consolidado.
- Não é um *data sheet* Mas coloca sua aplicação em uma mesma base.
- Não é uma opinião... É o consenso de um grupo representativo da sociedade.



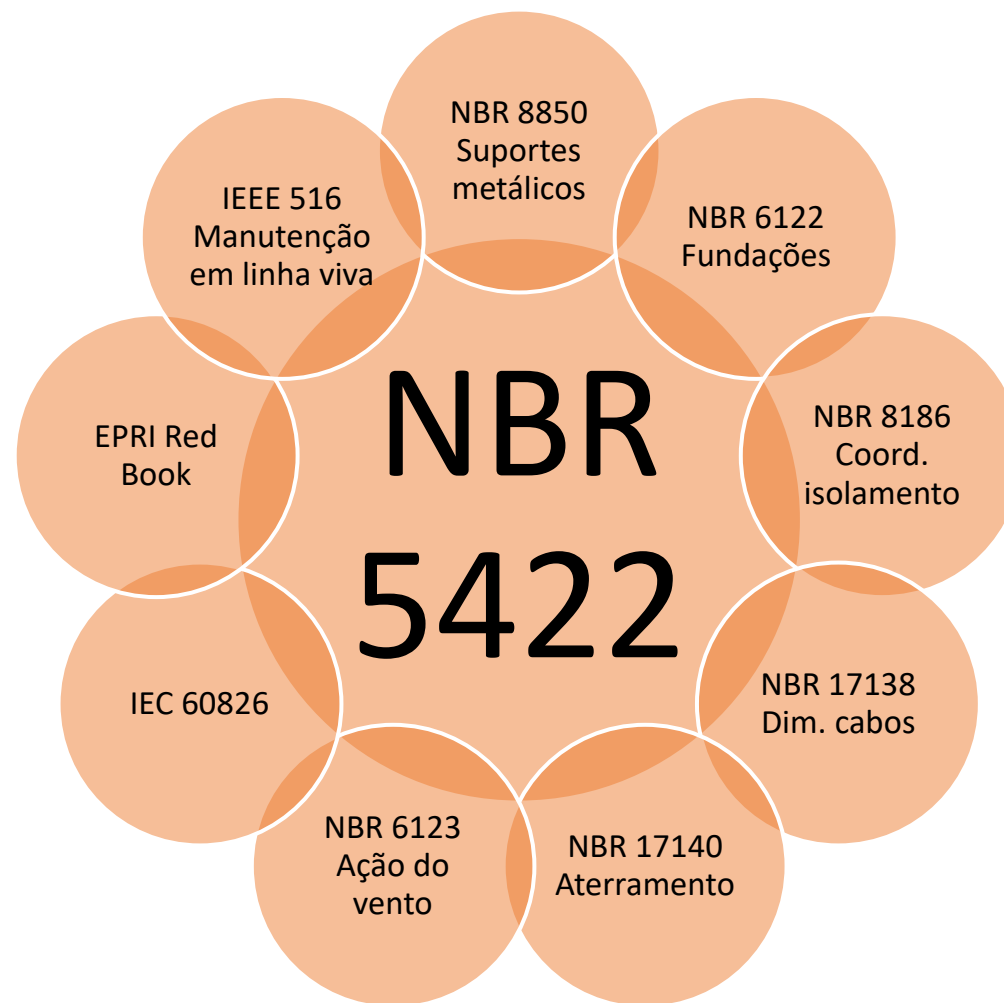
| Limites de validade de uma norma

- Quando não há consenso,
- Quando o problema é notório, mas não há solução suficientemente consolidada para se normatizar métodos ou limites,
- Quando há normatização no tema, mas em uma base totalmente distinta.

This technical specification does not deal with the effects of snow, ice or altitude on polluted insulators. Although this subject is dealt with by CIGRE [1], [4], current knowledge is very limited and practice is too diverse.

Extrato da IEC/TS 60815-1

|Relação com outras publicações



1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
NBR 5422:1985																(Consulta 2016)										Revisão 2023													
NBR 8850:1985																							Cancelada 2013					Revisão 2023?											
NBR 6123:1987, 1990																Confirmação				Confirmação				Revisão 2023															
IEC 826:1985					IEC 826:1991										IEC 60826:2003										IEC 60826:2017														
															EN 50341:2001					Ammend		EN 50341:2012																	
...									IEEE NESC 2002					IEEE NESC 2007					IEEE NESC 2012					IEEE NESC 2017					IEEE NESC 2023				
																							IEEE 1863																
																							GB 50545:2010																
																							GB 50665:2011																
EPRI Red Book 2nd Ed															EPRI Red Book 3rd Ed										Updates														
										IEC 71-1:1993										IEC 60071-1:2011					IEC 60071-1:2019														
NBR 6939:1987										NBR 6939:2000										NBR 6939:2018																			
															ANEEL REN 191										ANEEL REN 906														



XXVI Seminário Nacional de
**Produção e Transmissão
de Energia Elétrica**

15 a 18 de maio de 2022 - Rio de Janeiro - RJ

1231

GLT/27

GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

**A NOVA NORMA NBR 5422 - PROJETO DE LINHAS AÉREAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA -
PRINCIPAIS AVANÇOS E MUDANÇAS**

**ATHANASIO MPALANTINOS NETO(1); CARLOS KLEBER DA COSTA ARRUDA(1); JOÃO CLAVIO SALARI
FILHO(1); JULIAN LUIZ REIS(2); CLAUDIONOR KOSMANN(3); CARLOS RUY NUNEZ BARBOSA(1);
ARTHUR LINHARES ESTEVES DOS REIS(1); JOÃO DANIEL DE ANDRADE CASCALHO(4); JOÃO IGNÁCIO
DA SILVA FILHO(5); PAULO CÉSAR DE OLIVEIRA TEIXEIRA(6); AFONSO DE OLIVEIRA E SILVA(4)**

**CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELETRICA CEPEL(1); CGT ELETROSUL(2); KOSMANN
ENGENHARIA(3); CONSULTOR(4); JISF1 ENGENHARIA E CONSULTORIA(5); ISA CTEEP(6)**

Nome	Seção 1985	Seção 2023	Nome	Principais mudanças (a = antiga, n = nova)
Objetivo, definições	1-3	1-3	Escopo, definições	Atualização de termos e refs. normativas
Parâmetros meteorológicos	4	4	Elementos meteorológicos	Inclusão dos fatores de correção atmosférico.
Cabos	5	5	Critérios para cálculo de temperatura do condutor	Definições de risco térmico, distâncias de segurança e temperaturas no condutor associadas
Cabos	5	6	Cálculo da temperatura do condutor	Cálculo em função do risco térmico (“ampacidade estatística”), sem valores recomendados (ex. temperatura máxima média, brisa, radiação solar 1000 W/m ²)
Distâncias de segurança	10	7	Distâncias de segurança	Balanço de condutor movido para seção 8n. Parcela elétrica destacada na seção 9n (baseada na dist. frente lenta).
Esforços mecânicos	8	8	Ação mecânica do vento	Dividido entre seções 4n, 8n e 11n. Baseado na IEC 60826. Fator de turbulência. Critério de vento de 3 s. Distribuição estatística do ângulo de balanço.
		9	Projeto do isolamento	Nova. Distinção em distâncias para freq. fundamental, frente lenta e frente rápida, associadas as respectivas distribuições estatísticas.
		10	Campos, corona e interferências	Nova. Esclarecimentos da legislação vigente e aplicação.
Cabos	5	11	Cabos	Troca da tabela EDS pelo critério H/p
Suportes e fundações	7	12	Suportes	Detalhamento das hipóteses de carregamento
Suportes e fundações	7	13	Fundações	Detalhamento de dimensionamento, levantamento e ensaios.
Isoladores e ferragens	6	14	Isoladores e ferragens	-
Aterramento	9	15	Aterramento	Expandida. Previsão de entrada de norma específica
		16	Meio ambiente	Nova
Faixa de segurança	12	17	Largura da faixa	Esclarecimentos de faixas em suportes estaiados, critérios de balanço e compartilhamento de faixa.
Limpeza da faixa	13	18	Uso da faixa	Definições de zonas
Faixa de segurança	12	19	Manutenção da faixa	Detalhamento.
Travessias	11	20	Travessias	Detalhamento.
		21	Correntes admissíveis	Nova. Metodologia para aplicação do risco térmico por período.
Aproximação de aeroportos	14	22	Aproximação de aeroportos	-
Figuras	A			Distribuídas ao longo das seções. Figs. 23a a 30a removidas.
Tratamento dados temperatura	B	B	Tratamento dados temp. e risco térmico	Definição de risco térmico.
Tratamento dados vento	C	A	Tratamento dados vento	Atualização da metodologia.
		C	Projeto de isolamento	Nova. complementa seção 9n



Dados meteorológicos

- Para determinação dos dados meteorológicos são consideradas medições em estações meteorológicas ou, na sua falta, dados obtidos através de simulações numéricas.
- Para calcular o isolamento em ar considerando as tensões de frequência fundamental, impulso de frente lenta e impulso de frente rápida, foi incluída formulação para calcular a densidade relativa do ar e os fatores de correção atmosférico.

Ação do vento

- Baseado na IEC 60826,
- Dimensionamento para ventos de 10 min e de 3 s,
- Os coeficientes de arrasto definidos por elemento,
- Vento de 10 min

- Conforme IEC 60826.

$$A_c = q_0 C_X G_C G_L d L \text{sen}^2 \Omega$$

- Vento de 3 s
 - Fator combinado G_C (terreno + altura) igual a 1
 - Fator de efetividade G_L (distribuição da pressão) mínimo de 0,3, conforme adotado atualmente.
- Alguns destes critérios já são adotados pela ANEEL.

| Condutores



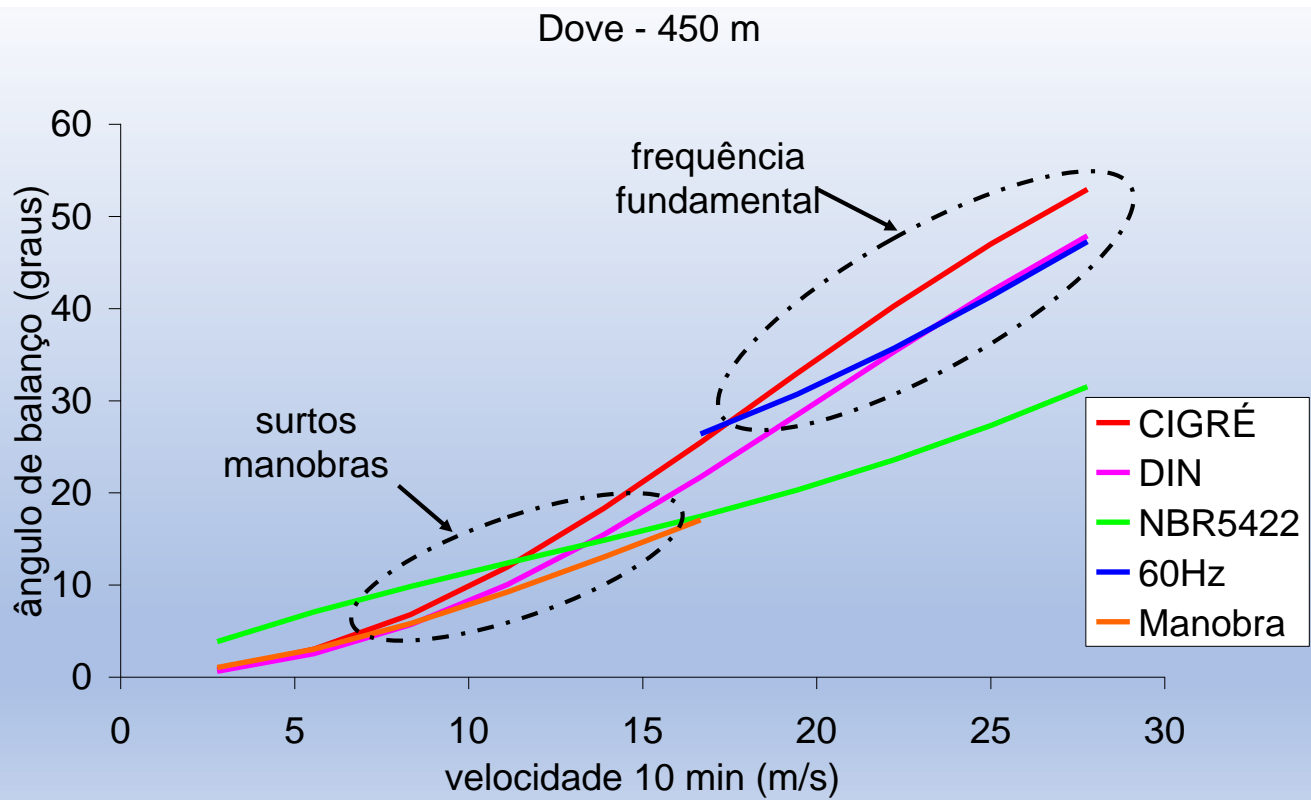
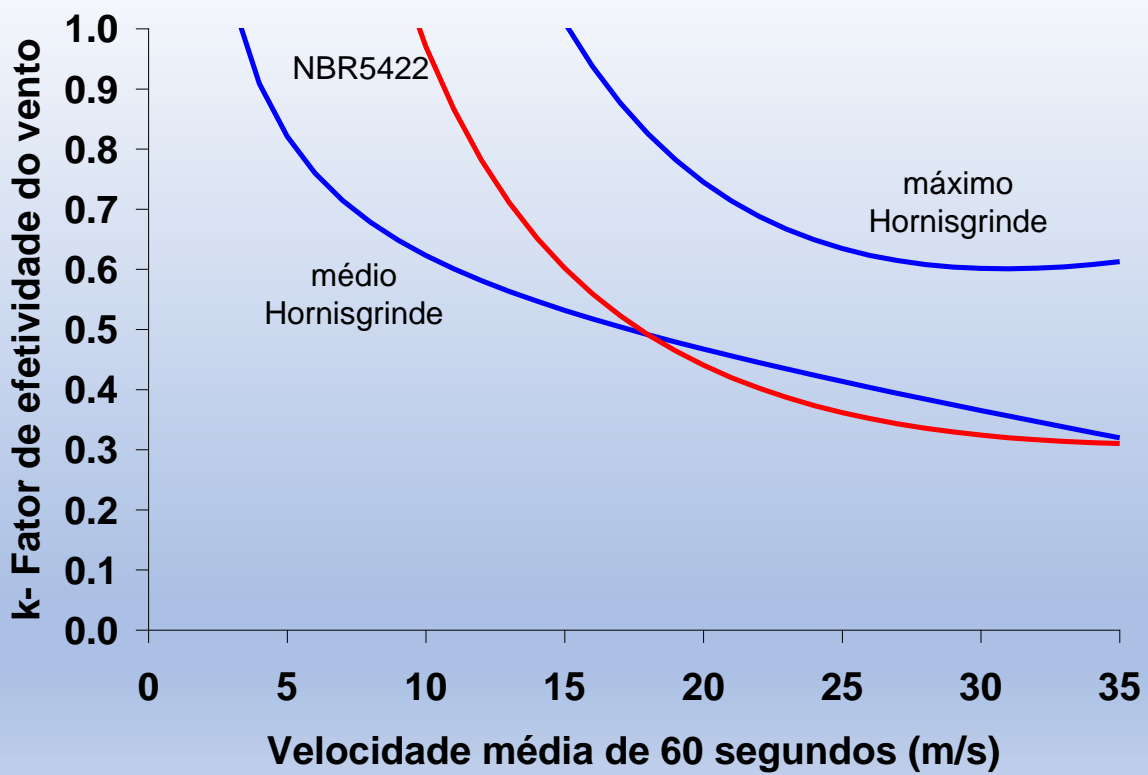
Foi eliminada a tabela de valores limites para a carga de tração de maior duração e introduzidos os limites de H/p para condutores singelos sem proteção contra vibrações eólicas.

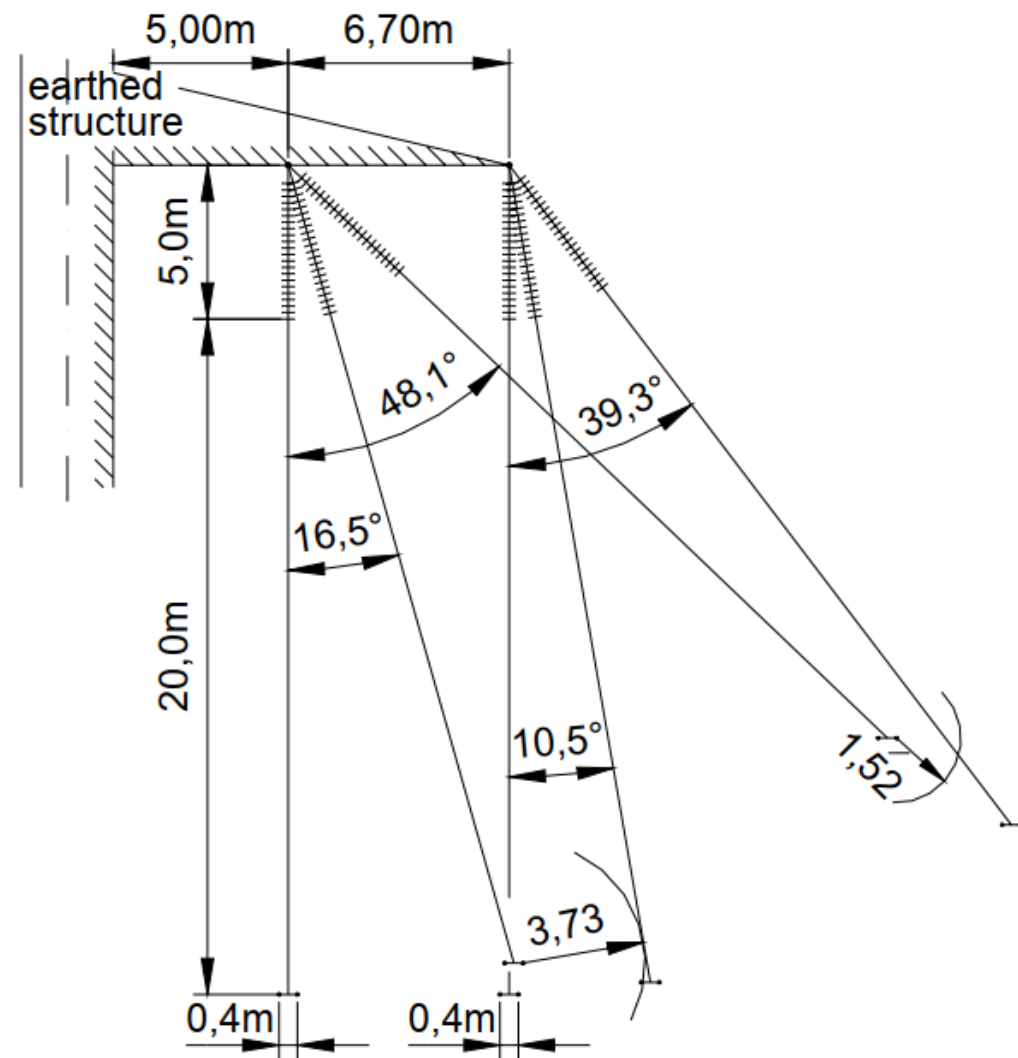
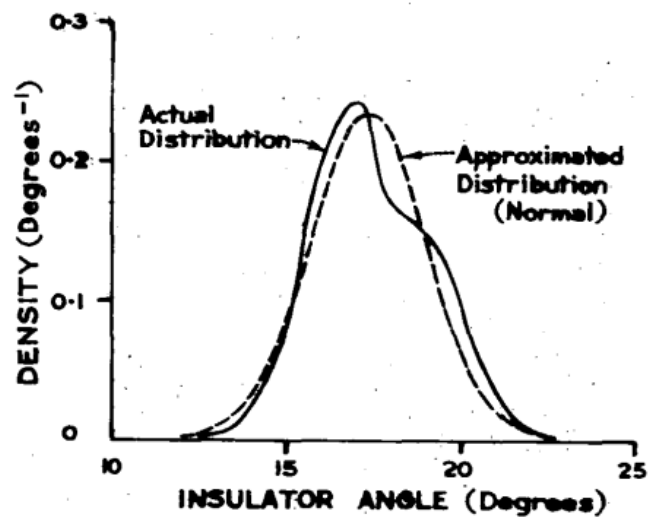
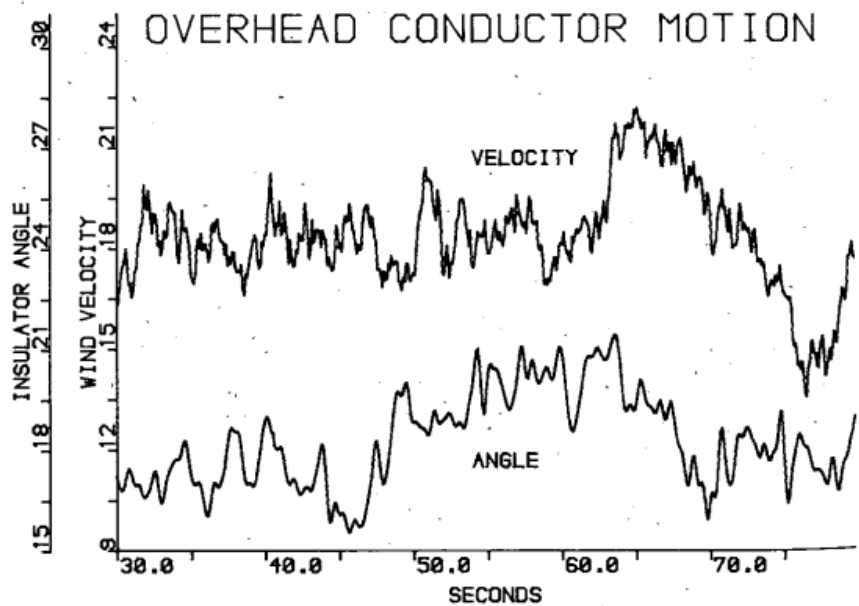


Não são definidos valores limites do parâmetro da catenária para cabos com amortecedores nem para condutores em feixe.

| Ângulo de balanço

- Discussões balizadas pelos possíveis impactos
 - Dimensionamento da cabeça da torre
 - Largura da faixa de passagem;
- Os ângulos calculados pela NBR 5422:1985 relativamente pequenos
 - Em muitos projetos são majorados de acordo com o projetista
- Três metodologias foram consideradas: NBR 5422:1985, Hornisgrinde e Cigre
- Diferenças pelo tempo de integração e do fator de efetividade
 - NBR 5422:1985 @ 60 Hz → ângulos até 50% menores que outras metodologias
 - Hornisgrinde (60 Hz e frente lenta) → diferenças entre 5 e 10% em relação a Cigre.
- Atualmente o consenso é **manter a NBR 5422:1985**
- Meio do vão - balanço assíncrono – recomendação: Cigre TB 357





Fonte: Frith e Watts, "Dynamic Behaviour of Transmission Line Conductors under the Influence of Wind," The Engineering Conference, Adelaide, Australia, 1980.

Fonte: CIGRE WG B2.06. Tower top geometry and mid span clearances, Technical Brochure N° 348, 2008.



Isolamento

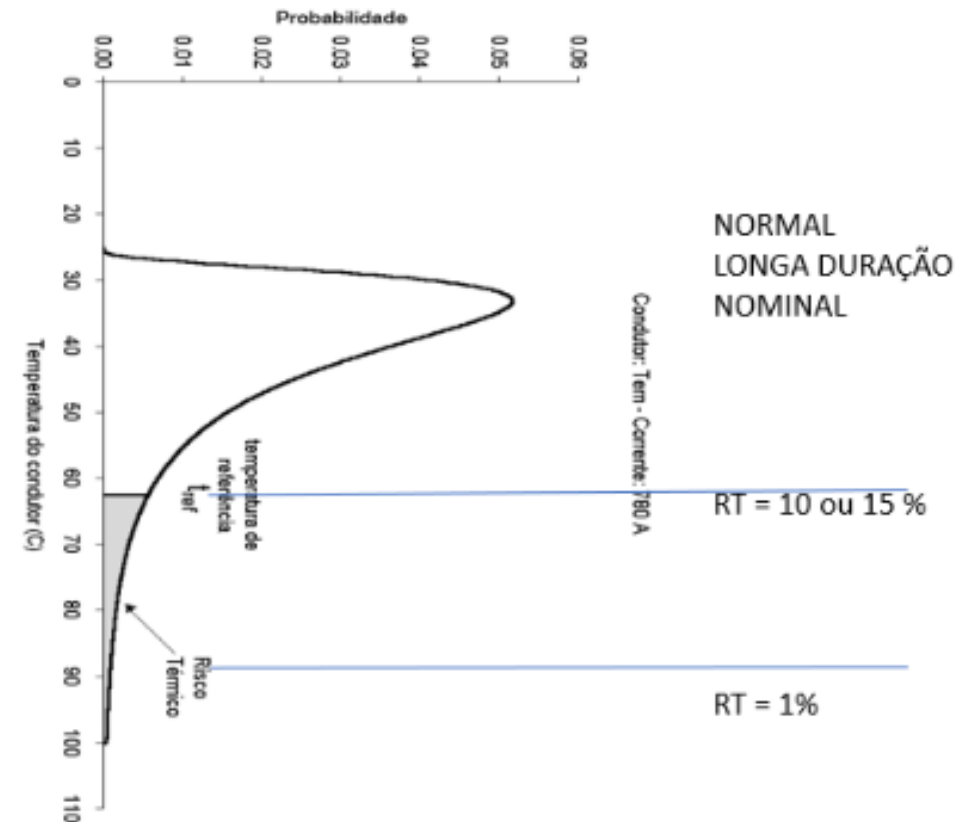
- Alinhado com as ABNT NBR 6939 e 8186.
- Variada gama de equações de descargas disruptivas críticas obtidas através de ajuste das curvas e ensaios em laboratório → fator de espaçamento.
- Possibilidade de utilizar fatores de espaçamento obtidos em ensaios representativos da linha.
- Uso de correções atmosféricas e fator de desvio estatístico.
- Proposta a partir da prática internacional de coordenação de isolamento:
 - Frequência fundamental
 - Quantidade mínima de isoladores na cadeia de acordo com NBR IEC 60815;
 - Espaçamento para tensões fase-terra e fase-fase de acordo com IEC 60071-2.
 - Sobretensões de frente lenta:
 - Espaçamento para tensões fase-terra é calculado por Kishizima associado ao método estatístico simplificado → risco de falha escolhido pelo projetista;
 - Espaçamento para tensões fase-fase pelo método alpha (α).
 - Sobretensões de frente rápida:
 - Distinção entre polaridades positiva e negativa;
 - Associado a um estudo de desempenho (suportabilidade da cadeia).

| Distâncias de segurança

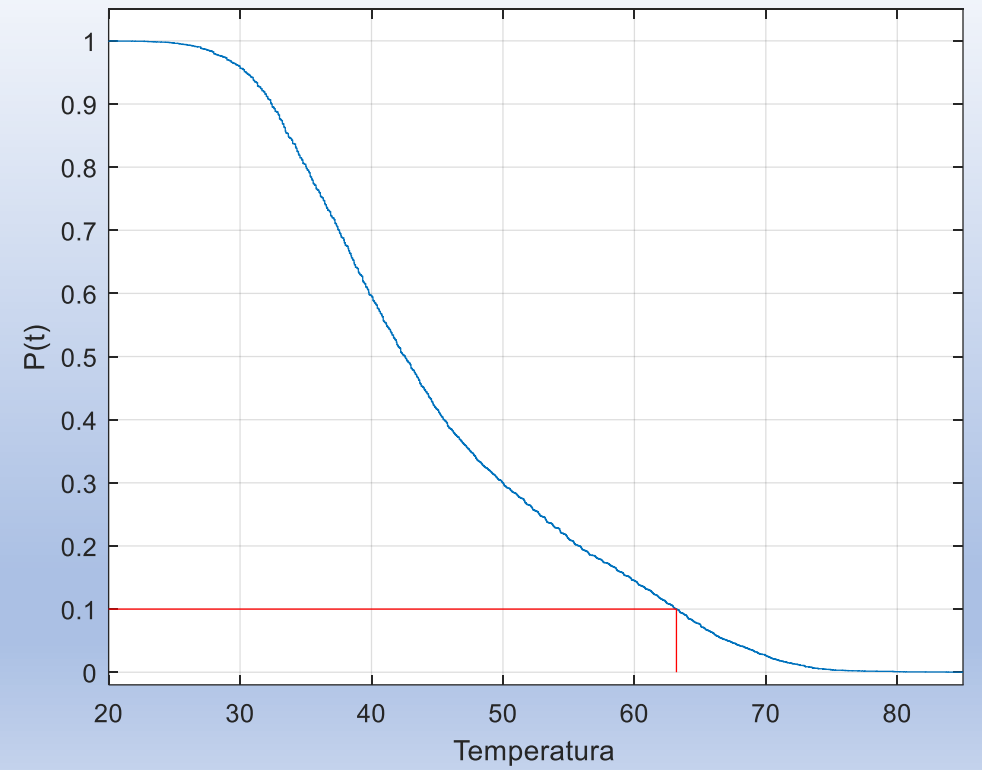
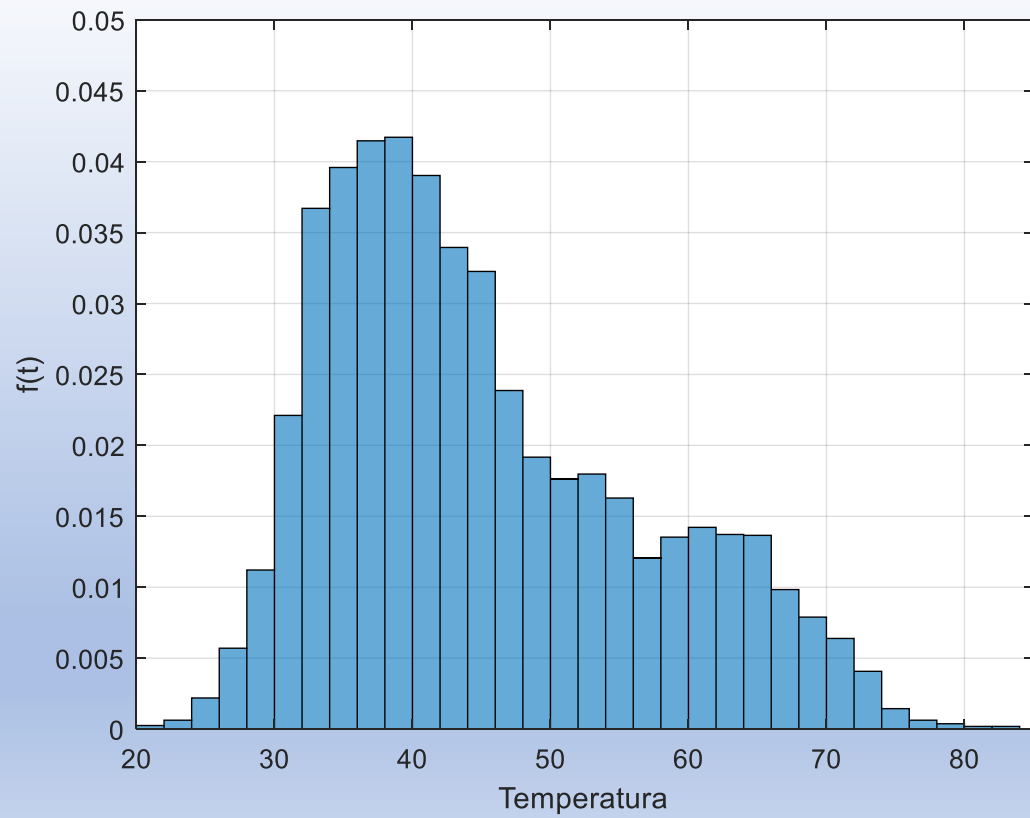
- A nova metodologia para cálculo das distâncias de segurança inclui a soma de três parcelas:
 - Parcela básica (vertical ou horizontal);
 - Parcela de segurança, que é definida para a condição típica e limite de operação, respectivamente, sob regime permanente e em condições de emergência;
 - Parcela elétrica, igual ao espaçamento necessário para suportar uma sobretensão de frente lenta.
- Cada condição de operação é mais bem detalhada, sobre critérios comuns, e são relativas a nova metodologia para cálculo de ampacidade → associado a um risco térmico.

Temperatura do condutor – Risco Térmico

- A temperatura do cabo condutor e sua distância vertical é determinada pelo conceito de risco térmico.
- Para calcular o risco térmico é levantada a distribuição estatística da temperatura do condutor considerando medidas simultâneas, a cada hora, por um período mínimo de 3 anos da velocidade e direção do vento, temperatura do ar e radiação solar.



Risco Térmico



| Ampacidade e distâncias de segurança

- As distâncias de segurança levam em conta as distribuições de sobretensões e suportabilidades conforme Kishizima, bem como as alturas e dimensões dos obstáculos próximos a LT
- A ampacidade da LT e a temperatura dos cabos condutores passam a ser calculadas por metodologias estatísticas.
- Distâncias entre condutores em suportes diferentes.
- Esclarecimentos das figuras.





Campos, efeito corona e interferências

- Orientação quando as respectivas leis em vigor e especificidades na sua aplicação.
- Campos Elétrico e Magnético
 - Lei 11934/2009
 - ANEEL RN 915/2021
- Correntes de contato devido à induções
 - ICNIRP
- Efeito Corona e Interferências
 - ANATEL (RI)
 - CONAMA (RA)
- Corrente iônica (CC)
 - Cigre TB 388 (orientativo)
- Interferências em dutos
 - ABNT NBR 16563
- Aplicado na determinação da faixa de passagem.

| Faixa de passagem e meio ambiente

- Limpeza de Faixa,
 - Condições específicas das regiões atravessadas pela LT
 - Manejo da vegetação → risco de queimada
- Critérios Ambientais
 - Garantir a redução de impacto ambiental tendo em conta as fases de planejamento, implantação, operação e manutenção da LT,
 - Avaliação do desempenho ambiental → redução de impactos ambientais, segurança de pessoas e instalações na faixa de passagem e no seu entorno.
- Uso e Ocupação de Faixa de Passagem
 - Afastar riscos a terceiros, desligamentos ou de dano à LT,
 - Critérios de utilização segundo conceito de zoneamento.

|Suportes

- Estado limite de falha → hipóteses de carga com vento de 10 minutos e de 3 segundos para projeto, construção e manutenção e contenção de falha.
- As hipóteses de carga de vento
 - ventos perpendiculares e oblíquos, com carga vertical máxima e reduzida, contemplando cargas aplicáveis a todos os tipos de suportes,
 - cargas adicionais aplicáveis aos suportes de suspensão e ancoragem intermediária em ângulo e cargas adicionais aplicáveis aos suportes de ancoragem terminal.
- As hipóteses de carregamento para o estado limite de utilização deverão considerar combinações adequadas das cargas permanentes, cargas de vento associadas ao projeto do isolamento e cargas de tração dos cabos.



| Travessias

- São apresentados os requisitos gerais associados às condições de travessia, cruzamento e aproximação com linhas aéreas de transmissão de energia, buscando tornar mais claros os riscos associados e aspectos a serem observados quanto à abrangência da análise.





| Perspectivas

- Conformar a aplicação da NBR 5422 com outras normas do setor,
- Divulgação:
 - Manuais de aplicação, norma comentada, webinars...?
- Próxima revisão:
 - Desmembramento da norma
 - Critérios comuns, CA e CC?
 - Parâmetros meteorológicos, aspectos elétricos e mecânicos?
 - Depreciação de seções abordadas em outras normas (ex. NBR 17138 - aterramento)
 - Modelos de confiabilidade
- Acompanhamento das demandas do mercado e agentes.

|Uma visão do futuro...

- Investigação prática de modelos (ex. P&D com linhas piloto) visando uma maior assertividade
 - Ângulos de balanço
 - Distâncias de segurança
 - Parâmetros meteorológicos
 - Fenômenos eletromagnéticos (corona, RI, RA)
- Demandas
 - Mudanças climáticas
 - HVDC
 - UAT
 - Linhas compactas
 - Circuitos múltiplos e compartilhamento de faixa (incluindo CA/ CC)





| Material complementar

- <https://github.com/carloskleber/nbr5422>
 - Implementação de teste da metodologia proposta
 - Comparação com a versão anterior, IEC, EN, IEEE...
 - Originalmente desenvolvido em Matlab, portando para Python
 - *Open source* - aberto para contribuições!

Referências

1. A. A. Menezes Jr., J. I. Silva Filho e C. E. O. Coutinho, "Velocidades máximas de vento no Brasil – Análise estatística e mapeamento de isótacas," VII SNPTEE, GLT-05, Brasília, 1984.
2. O. Régis Jr, "Novos critérios estatísticos para cálculo de ampacidade de LT's," IX SNPTEE, Belo Horizonte, 1987.
3. FT GCPS/ GCOI, "Ampacidade estatística de linhas aéreas de transmissão com cabos alumínio/aço," XII SNPTEE, GLT-19, Recife, 1993.
4. C. Kosmann, "Avaliação de ampacidade estatística da LT 138 kV Joinville/ Eletrosul – Joinville IV," XIV SNPTEE, Belém, 1997.
5. J. I. Silva Filho, V. H. G. Andrade, J. B. S. Borges e C. E. O. Coutinho, "Considerações sobre o vento no projeto e recapacitação de linhas de transmissão," XVI SNPTEE, Campinas, 2001.
6. A. P. Ruffier, J. I. Silva Filho, L. F. Estrella Jr. e E. F. A. Lisboa, "Uma avaliação da influência do método de cálculo da carga de vento para o dimensionamento de estruturas de linhas de transmissão," XVII SNPTEE, GLT-16, 2003.
7. A. A. Menezes Jr., A. L. Tan e D. Fernandes, "Velocidade de vento de elevada intensidade ocorridas em Florianópolis e Passo Fundo – Um enfoque estatístico e meteorológico para projetos de LTs," XVII SNPTEE, GLT-14, 2003.
8. C. P. R. Gabaglia, C. M. F. de Oliveira, J. I. Silva Filho, F. S. Moreira e A. P. Ruffier. "Ampacidade estatística - medições em laboratório e de campo," XVIII SNPTEE, GLT-06, Curitiba, 2005.
9. A. O. Silva et al, "Coeficientes de arrasto aerodinâmico em estruturas treliçadas de linhas de transmissão," XVIII SNPTEE, GLT-17, Curitiba, 2005.
10. J. I. Silva Filho, A. A. Menezes Jr., A. P. Ruffier, L. F. Estrella Jr. e J. L. G. Dias, "Esforços devidos ao vento sobre componentes de LTs e fatores de correção normativos compatíveis com a realidade brasileira," XVIII SNPTEE, GLT-19, Curitiba, 2005.
11. A. Consentino, C. Kosmann, S. Colle e R. N. Fontoura Filho, "Carregamentos de LTs na região serrana de Santa Catarina - Comparação de resultados obtidos com a NBR 5422 atual e proposta," XII ERIAC, Foz do Iguaçu, 2007.
12. J. I. Silva Filho e A. A. Menezes Jr., "Determinação da velocidade de vento de projeto por meio de métodos alternativos aos vigentes e uso de técnicas mais adequadas a redes anemométricas com coletas escassas," XXIX SNPTEE, GLT-12, Rio de Janeiro, 2007.
13. A. Consentino, C. Kosmann, S. Colle e R. Hass, "Análise estatística da ampacidade sazonal da LT 525 kV Areia – Campos Novos, utilizando-se técnicas de downscaling de dados meteorológicos, com apoio em mapeamento a laser," XIX SNPTEE, GLT-24, Rio de Janeiro, 2007.
14. C. Kosmann, A. Consentino e J. N. Hoffmann, "Análise de projetos de linhas de transmissão sob a ótica da ampacidade estatística proposta na revisão da norma NBR 5422," XIII ERIAC, Argentina, 2009.
15. A. Consentino et al, "Análise estatística das capacidades operativas sazonais de linhas de transmissão utilizando curvas de carga," XIV ERIAC, Paraguai, 2011.
16. R. D. Machado et al, "A utilização da climatologia virtual na análise de carregamentos em linhas de transmissão: um estudo de caso comparando dados simulados contra medidos," XXII SNPTEE, GLT-06, Brasília, 2013.
17. A. O. Silva, "Uma análise do critério H/w," XXIII SNPTEE, GLT-18, Foz do Iguaçu, 2015.
18. Mpalantinos Neto et al, "A nova norma NBR 5422 – Projetos de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica – principais avanços e mudanças," XXVI SNPTEE, GLT-27, Rio de Janeiro, 2022.



|

Em nome de todos os
membros do CE 003 011 001,
agradeço a oportunidade
desta divulgação.

Carlos Kleber da Costa Arruda – Pesquisador – CEPEL
Secretário CE 003 011 001 “Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica”

carloska@cepel.br | +55-21-98823-2662

www.linkedin.com/in/carloskleberarruda