



**GRUPO - III**

**GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO- GLT**

**METODOLOGIA E DADOS METEOROLÓGICOS PARA CALCULAR AS CAPACIDADES SAZONAIS DE LTS A SEREM LICITADAS OU AUTORIZADAS PELA ANEEL**

**J.I. Silva Filho (\*)**  
JISF1 Eng. e Cons.

**D. Correia**  
ONS

**D. Brasil**  
ONS

**C. Campinho**  
ONS

**RESUMO**

A capacidade de transporte de uma linha de transmissão de energia elétrica (LT) é limitada pela temperatura dos cabos condutores, a qual é governada pelas condições meteorológicas da rota da LT. Pelo fato das condições meteorológicas variarem no tempo e no espaço, conclui-se que a instância a LT tem uma capacidade. Como a LT é projetada para uma condição meteorológica crítica com baixa probabilidade de ocorrência, existe uma “gordura” na capacidade que pode ser aproveitada para uma operação otimizada em alguns períodos do ano. Por isso, a ReN 191/2005 da ANEEL [1] determinou que o ONS estabelecesse capacidades sazonais operativas de longa e de curta duração de LTs. As capacidades das LTs em operação no mês de dezembro de 2013 foram estabelecidas com base em procedimentos e metodologias determinísticas consolidados na FT Ampacidade Sazonal, formada por empresas do setor elétrico. Esses procedimentos e metodologias foram ajustados no ONS para estabelecer as capacidades sazonais de LT a ser licitada ou autorizada pela ANEEL e, também, para analisar a conformidade do projeto básico da LT em relação aos requisitos técnicos [2]. O IT descreve a metodologia e disponibiliza, na forma de mapas, os dados meteorológicos, com características específicas para cada sazonalidade, utilizados para calcular as capacidades que constarão do Anexo Técnico do edital.

**PALAVRAS-CHAVE**

Capacidade operativa, Capacidade sazonal, Dado meteorológico sazonal

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A otimização do projeto e da operação de LTs passa por uma definição adequada da sua capacidade de transporte. Um dos fatores que limita a capacidade é a temperatura do cabo condutor, que depende das condições meteorológicas às quais o cabo condutor está submetido.

No Brasil, LTs são projetadas para atender a uma capacidade nominal que permanece a mesma ao longo de todo o ano, independente das variações climáticas que ocorrem nas regiões em que se encontram. As recomendações de como calcular a temperatura do condutor estão descritas na norma ABNT NBR5422 [3], que seguem uma metodologia dita determinística onde um conjunto de dados meteorológicos representam uma condição crítica e com baixa probabilidade de acontecer, que considera a ocorrência simultânea de vento fraco com a temperatura do ar e radiação solar próximas de valores extremos anuais. Com isso, na maior parte do ano e período do dia, que tem condições meteorológicas mais favoráveis, a capacidade da LT é maior do que a considerada no projeto.

Esse quadro motivou a emissão pela ANEEL da ReN 191/2005 determinando que o ONS estabelecesse as capacidades sazonais de longa e curta duração de LTs. Em 2006, o ONS com base na metodologia estatística que estava sendo considerada pela Comissão Técnica de revisão da norma brasileira, calculou as capacidades das LTs em operação utilizando dados meteorológicos simulados por modelos numéricos de previsão de tempo e clima e risco térmico de 15%. Nas simulações foram considerados os dados de *Reanálise II do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Department of Energy (DOE)* dos EUA disponibilizados numa malha em pontos regularmente espaçados na horizontal a cada 2,5° de latitude e longitude, ou aproximadamente a cada 250 km. Através da técnica de *downscaling*, essa malha foi reduzida para aproximadamente 12 km de lado através do

(\*) Rua Malta, n° 285 – CEP 21.920-190 Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Tel: (+55 21) 3353-1195 Cel: (+55 21) 98667-1195 – Email: [jisf1@globocom.com](mailto:jisf1@globocom.com)

modelo matemático ARPS (Advanced Regional Prediction System) [4]. Com essa técnica foram obtidas séries com 10 anos de dados horários em aproximadamente 65 mil pontos do território brasileiro.

Posicionamento contrário da ABRATE quanto à velocidade do vento obtido por *downscaling* levou a que ONS e ABRATE aprofundassem as discussões, o que foi consubstanciado pela criação em 2011 da Força Tarefa Ampacidade Sazonal (FT) composta ABRATE/ONS/ELETRORBRÁS/CEPEL à qual se agregou posteriormente a ABDIB com a finalidade de elaborar proposta conjunta para definir as capacidades sazonais. Para manter respaldo legal na ABNT NBR5422 a FT desenvolveu procedimentos para aplicar metodologias determinísticas, onde as características dos dados meteorológicos em cada sazonalidade foram estabelecidas com base em dados medidos em estações meteorológicas e simulados por *downscaling*. A FT encerrou suas atividades em 2015, após ter estabelecidas as capacidades sazonais de longa e de curta duração para as LTs da Rede Básica em operação no mês de dezembro de 2013.

A partir da metodologia consolidada na FT para LTs existentes, o ONS desenvolveu uma metodologia para determinar as capacidades sazonais das LTs a serem licitadas ou autorizadas pela ANEEL e, também, para analisar a conformidade do projeto básico de uma LT em relação aos requisitos técnicos. A Nota Técnica ONS NT 0094/2016 [2] descreve com detalhe a metodologia e a base de dados utilizada, cuja síntese é apresentada no Informe Técnico (IT). Os conceitos básicos que subsidiam a metodologia constante na NT partem do pressuposto que, de forma geral, capacidades operativas são definidas pelo planejamento e contratadas no CPST.

## 2.0 - PROCEDIMENTOS PARA OBTER DADOS METEOROLÓGICOS DETERMINÍSTICOS

### 2.1 Períodos sazonais

A metodologia determinística para calcular a temperatura do condutor associada a uma dada corrente consiste em estipular as condições meteorológicas consideradas críticas que possam ocorrer ao longo da rota da LT. Para tirar proveito da diferença entre as condições meteorológicas características das várias épocas do ano o ano foi dividido em 4 períodos considerando os meses mais quentes e mais frios e os horários diurno e noturno:

- VD: entre os meses de outubro a março, das 6h às 17h59min.
- VN: entre os meses outubro a março, das 18h às 5h59min.
- ID: entre os meses abril a setembro, das 6h às 17h59min.
- IN: entre os meses abril a setembro, das 18h às 5h59min.

Os horários têm como referência a hora de Brasília e não devem ser corrigidos para o horário de verão. Essa divisão, doravante chamada de sazonal, não levou em consideração as diferenças climáticas existentes no território brasileiro e retrata mais a realidade climática das regiões sul e sudeste do Brasil.

### 2.2 Análise do Comportamento Sazonal de Dados Medidos em Estações Meteorológicas

A análise foi feita com base em dados medidos de hora em hora em 369 estações meteorológicas espalhadas pelo território brasileiro, com uma maior concentração nos estados das regiões sul, sudeste e nordeste. O período de coleta de dados é de 3 anos, exceção feita a algumas estações localizadas no estado do Paraná e no nordeste brasileiro, que têm um histórico de 10 a 15 anos. A velocidade do vento corresponde à média em 10 minutos e foi medida em anemômetro com sensor de velocidade do tipo concha ou hélice, que não é o mais apropriado para medir ventos com baixa velocidade.

De uma análise do comportamento sazonal dos dados medidos, pode-se fazer as constatações apresentadas a seguir.

#### Temperatura do ar

- Numa primeira análise é esperado que o VD tenha a sazonalidade com temperaturas do ar mais desfavoráveis à capacidade de LT, ou seja, que a média das máximas diárias seja a maior entre as 4 sazonalidades. Entretanto, observa-se nos dados medidos que na parte central e em parte da região norte do Brasil que as temperaturas dos meses considerados como inverno são maiores que as do verão. Essa particularidade foi levada em conta e há regiões em que a sazonalidade mais crítica não é VD e sim ID. Essa constatação serviu como subsídio para definir a velocidade do vento ID.

#### Radiação solar

- Com os dados medidos em cada hora e agrupados em VD e ID, foi calculada a média da radiação em cada hora ao longo do dia. Em gráficos com a variação diária dessa variável pode ser observado que não são em todos os locais que a média a cada hora do VD é maior que a média do ID, como, por exemplo, locais das regiões norte e nordeste do território brasileiro. Apesar de ser justificável utilizar uma radiação solar diferenciada por região, fez-se a opção pelo conservadorismo de utilizar o valor de 1000 W/m<sup>2</sup> para todas as regiões, tanto para VD quanto para ID.

#### Velocidade do vento

- A média das velocidades do vento dos horários diurnos são maiores que os noturnos. Há uma tendência de a velocidade do vento começar a aumentar por volta de 09h e a diminuir no entorno de 20h, sendo que as maiores velocidades ocorrem no período da tarde e as menores no período da madrugada. Por isso, considerou-se valores de referência da velocidade do vento no período noturno menores que as do diurno, mesmo nos locais em que isso não ocorre, mantendo a linha conservadora da metodologia utilizada.

- Em ID o número de ocorrências de ventos fracos é maior do que em VD nas regiões sul, sudeste e na parte litorânea do nordeste, o que não ocorre no restante do território brasileiro. Há uma razoável superposição entre as regiões onde em ID é menor a ocorrência de ventos fracos do que em VD (ver Figura 1), com as regiões onde a diferença entre as médias das temperaturas máximas diárias de VD e de ID é menor que aproximadamente 2°C (ver Figura 2).

Apesar dessas duas constatações pertinentes à velocidade do vento estarem calcadas na análise de dados medidos, ressalta-se aqui que as mesmas se devem à influência da temperatura do ar no fluxo de calor e na estabilidade e turbulência atmosférica, principalmente ao se tratar de ventos fracos.

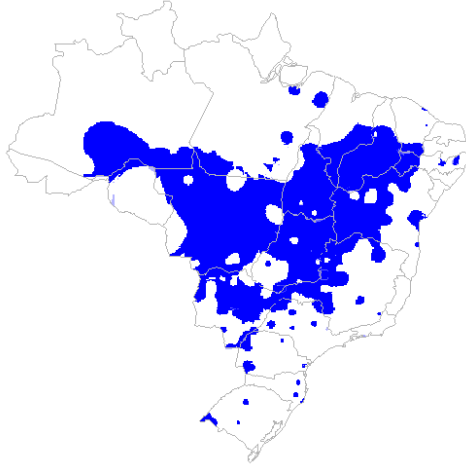


FIGURA 1. Região com maior ocorrência de ventos fracos em VD do que em ID (cor azul)

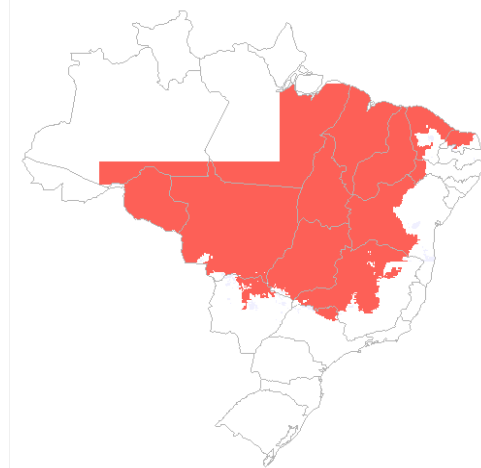


FIGURA 2. Região onde a diferença entre a média das temperaturas máximas diárias do ar em VD e em ID é menor que 2°C

### 2.3 Condições Meteorológicas de Referência

As condições meteorológicas de referência para calcular as capacidades sazonais de longa e curta duração para os Editais de Licitação da ANEEL foram estabelecidas com base no comportamento sazonal de dados medidos em estações meteorológicas considerando condições de tempo críticas, resultando em temperaturas do condutor com baixa probabilidade de serem ultrapassadas, o que mantém a linha de conservadorismo da norma ABNT NBR5422, que considera vento com baixa velocidade, temperatura do ar elevada e radiação solar intensa.

- Radiação solar

Foi mantida a radiação solar de 1000 W/m<sup>2</sup> recomendada na norma brasileira, para o VD e ID.

- Temperatura do ar

Para VD e ID, a temperatura do ar têm as mesmas características da norma ABNT NBR5422, ou seja, temperatura média das máximas diárias. Entretanto, é de se esperar que a temperatura máxima diária do período noturno ocorre entre 18 h e 19 h, horários em que velocidades do vento são compatíveis com o período diurno. Sendo assim, adotar a temperatura máxima da noite ocorrendo conjuntamente com o vento fraco da madrugada é extremamente conservador, o que levou a adotar como representativo de VN e IN a média das temperaturas de zero hora. Os dados do downscaling foram pós processados, com base em dados medidos em estações meteorológicas [5]. Esses dados estão em um arquivo texto com o formato apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e deram origem a mapas correspondente a cada sazonalidade apresentados nas Figuras 3 e 4. O arquivo de dados e os mapas estão disponíveis no sitio do ONS.

Tabela 1. Formato do arquivo com os dados de temperaturas sazonais do ar

Coordenadas (°)		Temperaturas sazonais (°C)			
Latitude	Longitude	Verão-dia	Verão-noite	Inverno-dia	Inverno-noite
4,7	-60,1	30,0	22,4	30,3	22,7
4,7	-60,2	30,1	22,4	30,4	22,7
...	...	...	...	...	...
-33,5	-53,2	23,2	20,2	16,9	14,4
-33,5	-53,3	23,7	19,7	17,2	13,9

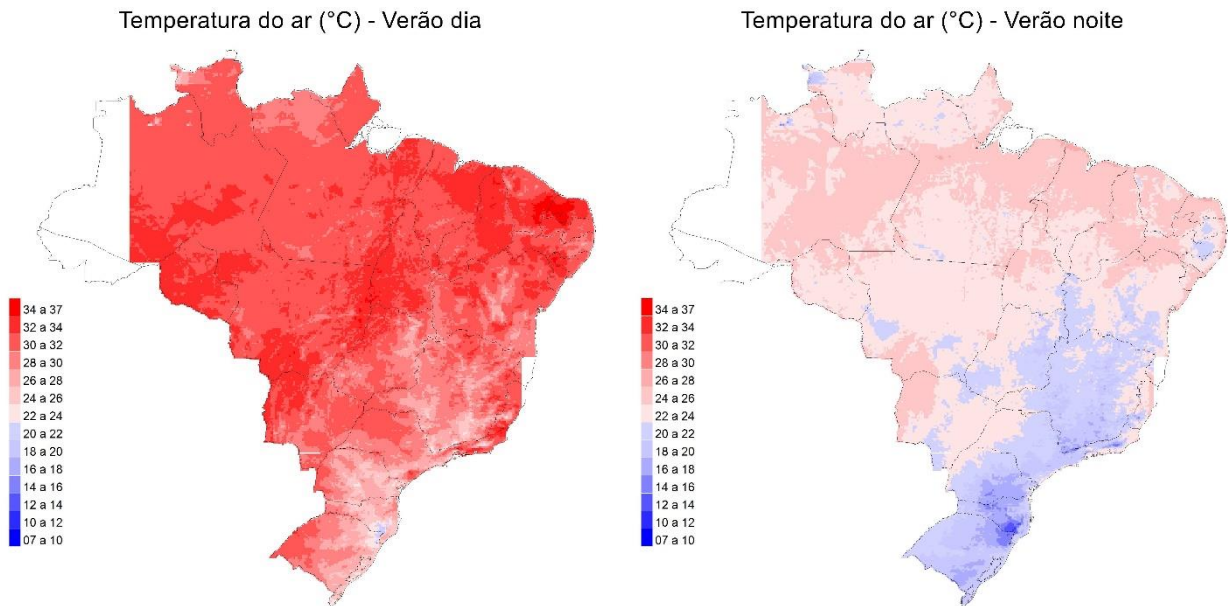


FIGURA 3. Temperaturas do ar para calcular capacidades sazonais de LTs – VD e ID

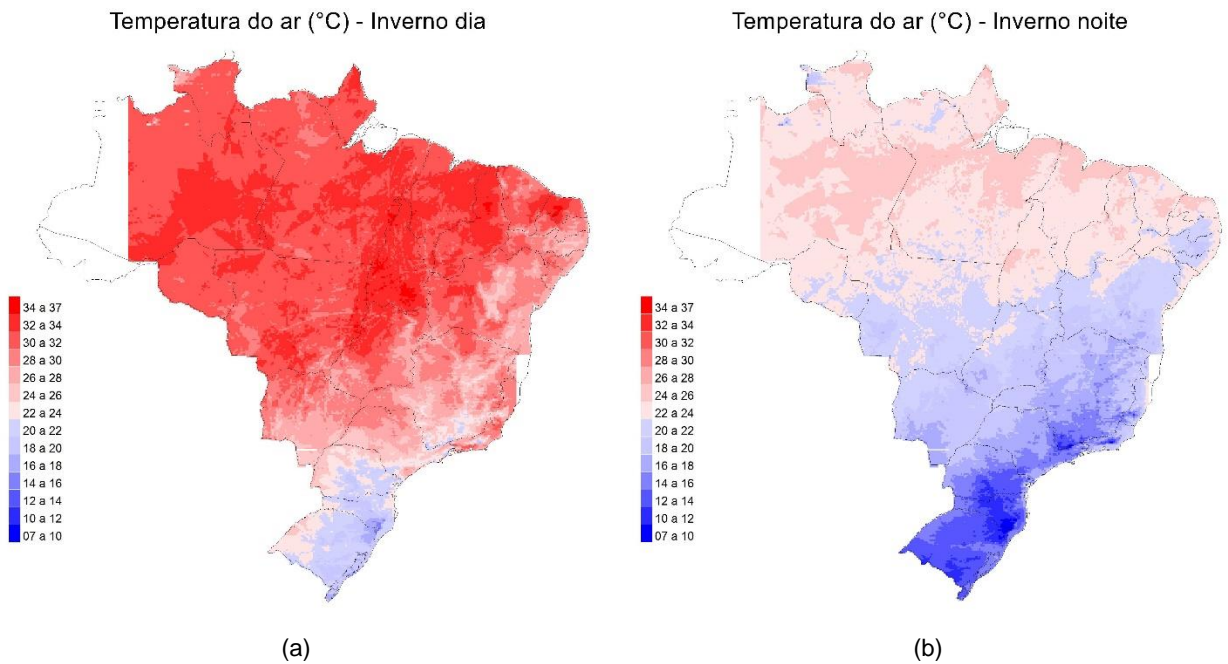


FIGURA 4. Temperaturas do ar para calcular capacidades sazonais de LTs – ID e IN

- Velocidade do vento

Para o vento VD foi mantida a velocidade de 1,0 m/s da norma ABNT NBR5422. Para o vento ID, com base nas considerações constantes do item 2.2, nos locais onde a diferença entre as temperaturas VD e ID é menor do que 2°C, a velocidade é 1,0 m/s; para os demais locais a velocidade é 0,9 m/s. Na Figura 5 está apresentado um mapa delimitando as regiões com cada uma dessas velocidades, sendo que parte da região norte foi considerada com a velocidade de 1,0 m/s, pois atende à premissa de a diferença entre as temperaturas de VD e ID ser menor do que 2°C, embora, por falta de dados de vento medidos em estações meteorológicas, a mesma não pode ser analisada.

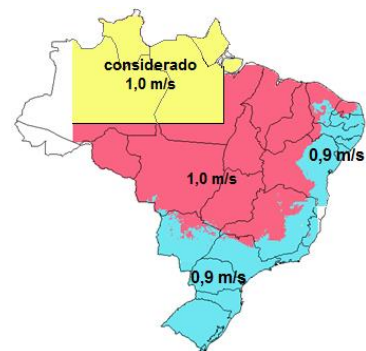


Figura 5. Velocidade do vento em ID

As condições e valores dos dados meteorológicos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições meteorológicas de referência

Grandeza Sazonalidade	Condições para seleção da temperatura do ar (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Radiação solar (W/m <sup>2</sup> )
VD	Máxima média dos meses de outubro a março (T <sub>VD</sub> )*	1,00	1000
VN	Média de zero hora dos meses de outubro a março	0,6	0
ID	Máxima média dos meses de abril a setembro (T <sub>ID</sub> )*	0,9; ou 1,0 se T <sub>VD</sub> -T <sub>ID</sub> < 2°C	1000
IN	Média de zero hora dos meses de abril a setembro	0,6	0

\* T<sub>VD</sub> é a temperatura do ar a ser adotada em VD, T<sub>ID</sub> é a temperatura do ar a ser adotada em ID

As condições meteorológicas utilizadas para o cálculo tanto das capacidades de longa quanto das de curta duração são as mesmas, para cada sazonalidade. A diferença entre as capacidades de longa e de curta duração deve-se ao fato de as temperaturas máximas do condutor serem diferentes para cada condição de operação. Na curta duração, admite-se uma redução da distância cabo-solo em relação à distância de longa duração, o que se traduz num aumento de flecha e temperatura do cabo condutor e, conseqüentemente, da corrente.

### 3.0 - PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DAS CAPACIDADES SAZONAIS DA LT

#### 3.1 Discretização do caminhamento da LT

Os dados de temperaturas do ar ao longo do caminhamento de uma LT a serem utilizados no cálculo das capacidades sazonais são obtidos pelo seguinte procedimento:

- O caminhamento da LT é representado pelas coordenadas geográficas dos vértices da LT; caso não se disponha dessas informações, é aproximado por uma reta entre as subestações terminais; e
- O caminhamento da LT para cada trecho entre vértices é discretizado por pontos distantes entre si de 5 km, sendo que a distância do último ponto a seu antecessor pode ser inferior a 5 km.

#### 3.2 Obtenção dos dados meteorológicos ao longo do caminhamento da LT

O procedimento para obtenção dos dados meteorológicos sazonais em cada ponto da discretização do caminhamento da LT é o seguinte:

- Temperatura do ar: Obter no banco de dados as temperaturas sazonais dos vértices do elemento da malha que contém o ponto; identificar os elementos da malha que contém o ponto; e interpolar as temperaturas sazonais do ar dos vértices do elemento da malha para o ponto. A interpolação é uma média ponderada em função do inverso da distância do ponto ao vértice.
- Radiação solar e velocidade do vento conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Se a velocidade de vento de projeto for diferente de 1,0 m/s, as velocidades sazonais devem ser proporcionais às velocidades indicadas.

#### 3.3 Cálculo das capacidades sazonais da LT

Em linhas gerais, a metodologia utilizada para calcular as capacidades sazonais consiste em aplicar o modelo de equilíbrio térmico em cada um dos pontos do caminhamento da LT e determinar a temperatura do condutor ou a corrente crítica dentre todos os pontos. De forma resumida, o procedimento consiste em:

- Para cada sazonalidade, calcular a temperatura do condutor para a corrente de referência considerando os dados meteorológicos e ponto do caminhamento da LT. A maior temperatura calculada entre todas as sazonalidades e pontos do caminhamento é a temperatura de projeto da LT; e
- Para cada sazonalidade, calcular a corrente correspondente à temperatura de projeto da LT considerando os dados meteorológicos e ponto do caminhamento da LT. A menor corrente calculada entre todos os pontos do caminhamento para uma dada sazonalidade é a capacidade da LT nessa sazonalidade.
- Verificar se algum limite de temperatura do condutor ou equipamentos terminais é ultrapassado e ajustar adequadamente as capacidades.

### 4.0 - PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DAS CAPACIDADES NA OPERAÇÃO [6]

#### 4.1 Proposta para implantação dos limites sazonais de longa e curta duração das LTs existentes

Para as LTs atualmente em operação, a capacidade sazonal será utilizada nos estudos quadrimestrais e mensais, como recurso operativo extraordinário na definição das diretrizes operativas para a condição de regime normal e de emergência, de forma a evitar ou minimizar a não otimização energética e/ou corte de carga.

Nos processos de liberação de intervenções, na programação diária e em tempo real, sempre que ocorrer sinalização da necessidade de utilização das capacidades sazonais, o ONS consultará previamente o Agente proprietário ou responsável pela operação da LT.

#### 4.2 Proposta para utilização dos limites sazonais de longa e curta duração das LTs a serem licitadas

A proposta é a inclusão dos valores de capacidade operativa de longa duração e de curta duração nos Cadastros de Limites Operacionais de LTs, discriminando os valores a serem adotados para cada mês do ano.

Os principais condicionantes para estabelecimento desses requisitos são os seguintes:

- Estabelecer os valores das capacidades sazonais de longa e curta duração no Anexo Técnico;
- Disponibilizar no edital de licitação NT sobre metodologia de cálculo da capacidade sazonal sazonais e base de dados de temperatura do ar;
- Tomar com referência a REN 191/2005 e a norma ABNT NBR 5422 para estabelecimento das capacidades contratadas de longa e curta duração. Essas capacidades serão definidas para a pior sazonalidade; e
- As capacidades das demais sazonalidades serão calculadas utilizando a folga térmica, sem impactar a temperatura de projeto da linha.

## 5.0 - EXEMPLO DE CÁLCULO DAS CAPACIDADES SAZONAIS

Será apresentado um exemplo de cálculo das capacidades sazonais de longa e curta duração para constar do edital de licitação. No exemplo, as capacidades de referências de longa e curta duração já foram estabelecidas previamente. Quando a capacidade de curta duração não estiver estabelecida, a mesma será calculada utilizando os fatores de sobrecorrentes estabelecidos na ReN 191.

### 5.1 Dados do projeto

- Fase: 4 condutores Rail,
- Capacidade de referência de longa duração: 3240 A/fase (810 A/cabo),
- Capacidade de referência de curta duração: 3868 A/fase (967 A/cabo),
- Caminhamento da LT: coordenadas geográficas de pontos de inflexão do caminhamento.

### 5.2 Dados meteorológicos

O caminhamento é dividido em pontos distantes entre si de 5 km, que no exemplo resultou em 129 pontos. Extrai-se dos mapas digitais, ou do arquivo texto, as temperaturas sazonais da quadrícula que contém o ponto, obtendo-se por interpolação dos dados dos vértices das quadrículas as temperaturas em cada um dos pontos (Figuras 6 e 7).

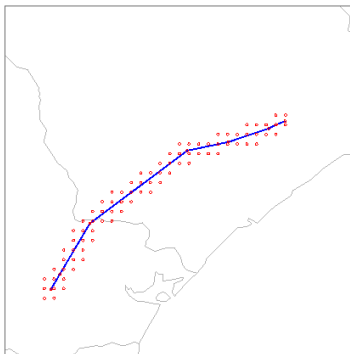


FIGURA 6. Quadrículas do mapa digital cortadas pelocaminhamento da LT

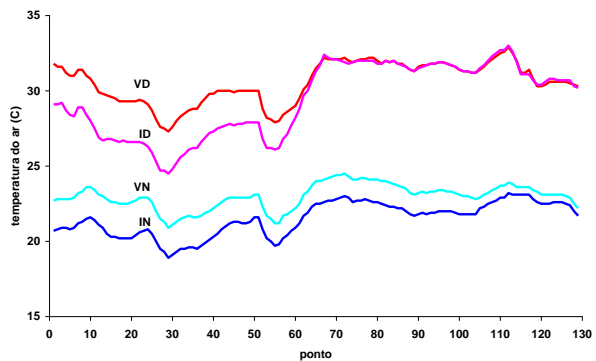


FIGURA 7. Temperaturas sazonais do ar em pontos do caminhamento da LT

A menos que sejam identificadas regiões com valores mais críticos, adota-se para as velocidades do vento VD, VN e IN, respectivamente, 1,0 m/s, 0,6 m/s e 0,6 m/s.

A velocidade ID depende da diferença entre as temperaturas de VD e ID. A linha azul gráfico da Figura 8 é a diferença entre as temperaturas, onde pode ser visto que existem pontos do caminhamento onde a diferença é menor do que 2°C. Nesses pontos a velocidade do vento de ID é 1,0 m/s e para os demais pontos é 0,9 m/s, identificados no gráfico pela linha vermelha.

A radiação solar no VD e ID é de 1000 W/m<sup>2</sup>.

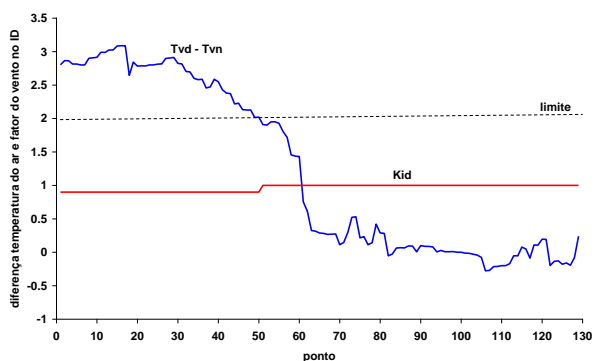


FIGURA 8. Diferença entre temperaturas VD e ID

### 5.3 Cálculo das capacidades sazonais de longa duração

Com a corrente de 810 A e os dados meteorológicos sazonais, calcula-se a temperatura do condutor para cada sazonalidade e ponto do caminhamento da LT (Figura 9). A temperatura de projeto de longa duração é a máxima de todos os pontos e sazonalidades, que no exemplo é 63,1°C e foi definida pela condição meteorológica do ID do ponto 112. Este exemplo mostra que nem sempre a pior condição é a do VD.

Com a temperatura do condutor de 63,1°C e os dados meteorológicos, calcula-se a corrente sazonal em cada ponto do caminhamento (Figura 10). A corrente de longa duração de cada sazonalidade é a menor entre todos os pontos, que no VD, ID e IN ocorreram no ponto 112 e no VN no ponto 72, demonstrando que nem sempre as condições críticas de cada sazonalidade ocorrem em um mesmo ponto do caminhamento. Para a LT em consideração as correntes sazonais são 812 A, 1021 A, 810 A e 1037 A, respectivamente, para o VD, VN, ID e IN.

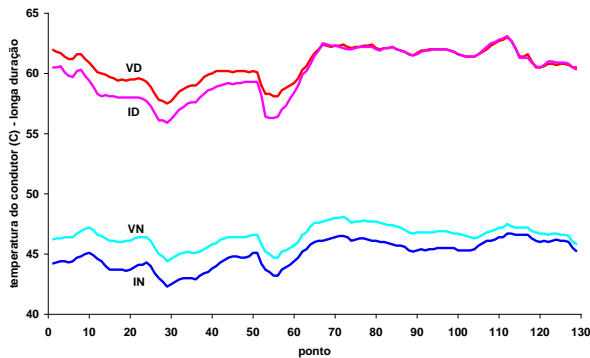


FIGURA 9. Temperatura sazonal do condutor

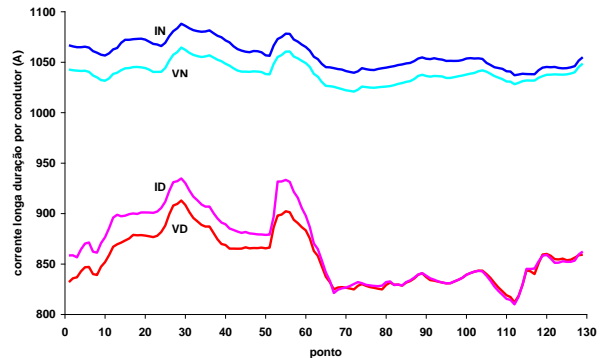


FIGURA 10. Corrente sazonal de longa duração

Cabe aqui a seguinte observação: a temperatura de 63,1°C poderia ter sido arredondada para mais, considerando um valor mais usual em projetos de LTs, como 65°C; neste caso a menor corrente a ser licitada seria maior que a corrente de 810 A prevista inicialmente.

#### 5.4 Cálculo das capacidades sazonais de curta duração

O fator de sobrecorrente da ReN 191 para temperatura 63,1°C é 1,244, resultando em uma corrente de curta duração de 1008 A, que é maior que a corrente de 967 A especificada inicialmente. O maior valor é utilizado como referência para calcular as capacidades de curta duração.

Com os mesmos dados meteorológicos sazonais utilizados para calcular as correntes de longa duração, repete-se os cálculos anteriores para a corrente de 1008 A. Desta forma foram obtidos a temperatura do condutor de 74,8 e as correntes sazonais de curta duração iguais a 1110 A, 1152 A, 1008 A e 1166 A para VD, VN, ID e IN, respectivamente.

#### 5.5 Capacidades no edital de licitação

Como a LT possui 4 condutores por fase as capacidades sazonais que constarão do edital são:

- longa duração: 3248 A, 4084 A, 3240 A e 4148 A, respectivamente, pra VD, VN, ID e IN,
- curta duração: 4440 A, 4608 A, 4032 A e 4664 A, respectivamente, pra VD, VN, ID e IN

As capacidades contratadas para cada condição de operação são as menores entre as 4 sazonalidades:

- longa duração: 3240 A, correspondente ao ID,
- curta duração: 4032 A, correspondente ao ID

As capacidades do VD, VN e IN estão utilizando a folga térmica, sem impactar a temperatura de projeto da linha.

### 6.0 - PROJETO DA LT COM CAPACIDADES SAZONAIS

É de responsabilidade do projetista estabelecer os dados meteorológicos sazonais ao longo do caminhamento da LT. Lembra-se aqui que o arquivo em formato texto dos dados sazonais da temperatura do ar, para praticamente todo o território brasileiro, estão disponíveis no site do ONS.

Com os dados meteorológicos e as correntes sazonais do edital de licitação, calcula-se a temperatura sazonal do condutor em cada ponto da rota. A maior temperatura encontrada ao considerar as correntes de longa duração é a temperatura de projeto de longa duração; de forma análoga determina-se a temperatura de projeto de curta duração. Com essas temperaturas e respectivas distâncias mínimas de segurança cabo-solo faz-se a locação das estruturas.

### 7.0 - CONCLUSÃO

O modelo determinístico recomendado na norma ABNT NBR5422 para calcular a temperatura de cabos condutores e, em consequência, as capacidades de LTs, pode ser aplicado para calcular as capacidades sazonais de longa e curta duração. Com o mesmo conceito da norma ABNT NBR5422 de representar o clima por um conjunto de dados críticos e com baixa probabilidade de ocorrerem simultaneamente, no IT são apresentadas as características dos dados críticos para as sazonalidades VD, VN, ID e IN.

Na análise dos dados de velocidade do vento medidos em estações meteorológicas, constatou-se que nas regiões onde há uma maior ocorrência de ventos fracos em VD quando comparado com ID, a diferença entre as médias das temperaturas máximas diárias de VD e ID é menor que 2°C.

As condições meteorológicas de referência para as sazonalidades recomendadas no IT são:

- VD: velocidade do vento de 1,0 m/s, média das temperaturas máxima diária dos meses de outubro a março e radiação solar de 1000 W/m<sup>2</sup>;
- VN: velocidade do vento de 0,6 m/s, média das temperaturas diária de zero hora dos meses de outubro a março, sem sol;
- ID: velocidade de 1,0 m/s para as regiões onde a diferença entre as temperaturas de referência de VD e ID é menor que 20C e de 0,9 m/s para as demais regiões, média das temperaturas máxima diária dos meses de abril a setembro e radiação solar de 1000 W/m<sup>2</sup>;
- IN: velocidade do vento de 0,6 m/s, média das temperaturas diária de zero hora dos meses de abril a setembro, sem sol. As condições de referência são as mesmas para calcular as capacidades sazonais de longa e de curta duração.

Os dados de temperatura do ar para cada sazonalidade são apresentados no IT na forma de mapas do território brasileiro e estão disponíveis na página do ONS na internet juntamente com o arquivo de dados em formato texto que serviram de base para a confecção dos mapas. No IT está apresentado um mapa delimitando as regiões onde a velocidade do vento ID é maior que a do VD.

A capacidade da LT em cada sazonalidade corresponde às condições meteorológicas críticas ao longo do caminhamento da LT. Além disso, a condição de governo para dimensionamento da LT é determinada para a corrente da sazonalidade crítica e pode ser LD ou CD.

As capacidades da LT estabelecidas no planejamento servem de base para o cálculo das capacidades sazonais, sendo atendido o fator de sobrecorrente da ReN 191/2005.

As capacidades sazonais de LT a ser licitada ou autorizada serão estabelecidas pelo ONS e constarão do Anexo Técnico e seu atendimento será comprovado no projeto básico.

Os cálculos efetuados pelo ONS para a determinação da capacidade sazonal de LT serão feitos por metodologia determinística segundo norma ABNT NBR 5422 e serão reprodutíveis. Transmissoras têm a prerrogativa de utilizar bases de dados próprias, desde que comprovem o atendimento às capacidades sazonais estabelecidas no Anexo Técnico.

## 8.0 - REFERÊNCIAS

- [1] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução Normativa ANEEL 191/2005. ANEEL. 2005.
- [2] ONS, "Metodologia para cálculo da capacidade sazonal de projeto de linhas de transmissão a serem licitadas", Nota Técnica ONS NT 0094/2016, de 01/08/2016.
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas, "Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica" ABNT NBR5422:1985.
- [4] Haas, R., Passos, J.C., Sakagami, Y., "Mapeamento do Risco Térmico em Linhas Aéreas de Transmissão com Base em *Downscaling* Climatológico de um Modelo Atmosférico", XV ERIAC, 2013.
- [5] Silva Filho, J.I., Correia, D.M., "Dados meteorológicos para calcular as capacidades sazonais de LTs", XVII ERIAC, 2017
- [6] Correia, D.M., et al., "Processo de implantação do conceito de capacidade sazonal de linhas de transmissão a serem licitadas", XVII ERIAC, 2017.

## 9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**João Ignácio da Silva Filho**, nascido em Guaratinguetá SP, em 1949. Engenheiro civil graduado pela UFRJ em 1978 e MSc em 1981 pela COPPE/UFRJ na área de recursos hídricos, com especialização em análise estatística e processamento de dados pela ENCE. Exerceu por 33 anos atividades profissionais no CEPEL, na área de linhas de transmissão com ênfase em estudos de otimização, banco de dados meteorológicos, ação do meio ambiente em instalações elétricas, impacto ambiental e aproveitamento eólico. Tem várias publicações em seminários e revistas nacionais e internacionais sobre a ação do meio ambiente em LTs, capacidade determinística e estatísticas de LTs, entre outros. Participou de diversos grupos de trabalhos e comissões técnicas que cuidam da transmissão de energia elétrica no Brasil. Atualmente é consultor independente de empresas do setor elétrico e pesquisador em projetos de P&D.

**Delmo de Macedo Correia**, nascido em 1953 no Rio de Janeiro, é engenheiro eletricista pela UFF em 1975, mestre em sistemas de potência pela UFPE em 1992 e doutor em eletrotécnica teórica pela Universidade Técnica de Hamburgo em 1998. Membro do CIGRÉ, suas áreas de interesse são qualidade de energia, engenharia de equipamentos e compatibilidade eletromagnética. Trabalhou em estudos de engenharia na IESA, Themag e projetos de P&D na UFPE e na USP. Trabalha atualmente no ONS.



**Dalton de Oliveira Camponês do Brasil**, nascido em São Paulo/SP em 1949, obteve o grau de engenheiro eletricitista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1972 e o grau de mestre em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco em 1996. Atualmente trabalha no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) como assessor da Diretoria de Administração dos Serviços de Transmissão.

**Carlos Campinho**, nascido em 1962 em Petrópolis, é engenheiro eletricitista formado pela UCP em 1985. Trabalhou como projetista de linhas de transmissão para empresas de consultoria e de construção de linhas de transmissão e como consultor para o PNUD dentro do Projeto de Eficiência Energética da Eletrobrás. Trabalha atualmente no ONS em assuntos relacionados a linhas de transmissão.