



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GLT 23
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO III

GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

DETERMINAÇÃO DAS CAPACIDADES OPERATIVAS DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO, DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO NORMATIVA 191 DA ANEEL – A VISÃO DA CHESF.

**João Varela Eduardo (*)
CHESF**

**Antônio Elias de A. Nogueira
CHESF**

**Oswaldo Régis Jr.
CHESF**

RESUMO

O trabalho apresenta a experiência da CHESF na determinação das capacidades operativas das suas linhas de transmissão, em conformidade com a Resolução Normativa 191, de 12 de dezembro de 2005, da ANEEL.

Relata as negociações CHESF x ONS, ainda não concluídas, onde se observa um desejo do Operador Nacional do Sistema na definição de parâmetros que elevem as capacidades operativas das linhas de transmissão.

O Informe Técnico também faz uma análise crítica da citada Resolução 191, na qual são abordados os aspectos que conflitam com a NBR 5422, que visa preservar a segurança destas instalações tão expostas à interferência com terceiros.

PALAVRAS-CHAVE

Ampacidade, Capacidade Operativa, Segurança, Linhas de Transmissão.

1.0 - INTRODUÇÃO

Com a promulgação da Resolução Normativa 191, de 12 de dezembro de 2005, pela ANEEL, o ONS procurou adotar valores de dados climatológicos e características físicas dos condutores, que acarretassem o aumento das capacidades operativas das linhas de transmissão, sem no entanto, explicitar os estudos que os balizassem.

A adoção de critérios de sobrecarga de maneira generalizada, como definida na Resolução 191, leva à diminuição da segurança operacional destas instalações do Sistema Elétrico, o que pode resultar em acidentes severos, com perdas materiais ou de vidas humanas, além de processos judiciais.

O presente informe técnico tem como objetivos apresentar:

- A metodologia adotada e as condições climatológicas utilizadas pela CHESF na determinação das capacidades operativas das suas linhas de transmissão.

(*) Cia. Hidro Elétrica do São Francisco _ CHESF - Rua Delmiro Gouveia, 333 – SEDE – sala C 322 – Bongü -Recife – PE. CEP: 50761-901.
Fones: Voz (81) 3229-2929 - Fax (81) 3229-3180 - E-mail: jvarela@chesf.gov.br

- O resultado dos ensaios de medição da emissividade térmica dos cabos condutores realizados na empresa para se comprovar os valores de emissividade publicados em artigos técnicos sobre o assunto, que foram utilizados no cálculo das capacidades operativas das linhas de transmissão da CHESF.
- Os dados de insolação que justifiquem a utilização de 1200 W/m² para a radiação solar, valor bem característico da Região Nordeste e de grande parte do território brasileiro.
- Uma análise crítica da Resolução 191 da ANEEL, de 12 de dezembro de 2005, no qual são abordados, dentre outros, aspectos que conflitam com a NBR 5422 e com a prática das empresas do setor elétrico.
- Os fatores limitantes das linhas de transmissão do Sistema CHESF, com relação às alturas de segurança da NBR 5422, que restringem as capacidades operativas de algumas destas instalações.

2.0 - TEMPERATURA AMBIENTE

Para a obtenção de dados de temperatura ambiente, adotaram-se séries longas e contínuas de dados, conforme recomenda a Organização Mundial de Meteorologia. Assim foram consideradas:

- Normais Climatológicas da Área da SUDENE - Elaboradas mediante convênio com o Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura. Período de coleta dos dados: 1910 a 1942. Coleta em 63 estações espalhadas pelo estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Bahia.
- Normais Climatológicas (1961 - 1990) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET - 3° e 4° Distritos de Meteorologia. Coleta em 65 estações espalhadas pelo estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Bahia.

De forma a se fazer uma correlação entre as regiões das estações meteorológicas utilizadas nos levantamentos das Normais Climatológicas citadas acima em relação ao exposto pelo gráfico da figura 24 da NBR 5422, na página 42, referente às temperaturas médias anuais de 30, 32 e 34°C, as seguintes associações foram consideradas:

- Região de 30°C: Estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Sudeste do Ceará.
- Região de 32°C: Noroeste do Ceará.
- Região de 34°C: Estados do Piauí e Maranhão.

Como conclusão desta análise a Tabela 1 especifica as temperaturas que devem ser utilizadas nas regiões atravessadas pelas linhas da CHESF.

TABELA 1 - Média das temperaturas máximas diárias

Temperaturas Máximas Diárias [°C]								
Região	Média Anual da NBR 5422	Médias Anuais		Médias Período Quente		Médias Período Ameno		Temperaturas a serem consideradas
		Normal Climat. SUDENE (1910 a 1942)	Normal Climat. INMET (1961 a 1990)	Normal Climat. SUDENE (1910 a 1942)	Normal Climat. INMET (1961 a 1990)	Normal Climat. SUDENE (1910 a 1942)	Normal Climat. INMET (1961 a 1990)	
Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Sudoeste do Ceará	30	30,3	29,9	31,2	30,9	29,3	28,9	31,2
Noroeste Ceará	32	31,3	31,2	32,4	32,3	30,2	30,1	32,4
Piauí	34	33,2	32,6	34	33,2	32,3	31,9	34

Conforme pode ser verificado, a estratificação realizada mostra a tendência de uma temperatura média para o período quente superior à média anual. Na última coluna desta Tabela 1, apresentam-se às temperaturas a serem consideradas para o cálculo da ampacidade das linhas de transmissão da CHESF.

3.0 - EMISSIVIDADE E ABSORVIDADE

O objetivo dos primeiros ensaios de emissividade realizados pela CHESF [5], em 1992, foi de encontrar valores de emissividade menores do que os apresentados nas referências [2] e [3], já que estes valores levavam as restrições de capacidades operativas mais severas, principalmente, quando se consideram temperaturas de projeto de 50°C e alta insolação. Como se observa pelos valores apresentados na Tabela 2 os ensaios

comprovaram os resultados das referências bibliográficas dando maior credibilidade aos dados de entrada utilizados na determinação das capacidades operativas das LT da CHESF.

Em março/06 [6], foram repetidos os ensaios de emissividade com técnicas mais atualizadas e precisas, sendo encontrados valores bem próximos dos valores apresentados nos referidos artigos técnicos, formando uma tendência que não deixa dúvidas quanto aos valores que devem ser utilizados nos cálculos.

TABELA 2 – Valores da Constante de Emissividade Térmica dos Condutores.

Tempo de Operação	Constante de Emissividade Térmica			
	Black Rehberg[4]	e Taylor e House [3]	Experimental CHESF [5] [6]	Adotados pela CHESF
Novo	0,54	0,54	0,58	0,54
1 – 10	0,76	0,76	---	0,76
11 – 20	0,80	0,87	0,78	0,80
Acima de 21	0,89	0,90	0,90	0,90

Destarte, quando se deseja exprimir a emissividade e absorvidade em valores constantes e finais, sem considerar sua variação ao longo do tempo, deve-se considerar 0,9 para a emissividade térmica e para a absorção solar.

4.0 - RADIAÇÃO SOLAR

A radiação total que atinge um plano horizontal localizado na superfície terrestre é a soma de duas componentes, a saber: a) fluxo de radiação direta, normal ao plano; b) radiação difusa que incide sobre o plano horizontal.

Quando o plano está inclinado de um ângulo com relação ao plano horizontal, parte da radiação refletida no solo adjacente incide na sua superfície. Esta radiação constitui uma terceira componente, denominada albedo.

Os instrumentos utilizados se destinam à medição da radiação total ou de uma das suas componentes ou, o que é mais comum, da sua integral ao longo de um dia. A medição do albedo, quando necessária, é realizada pelos mesmos instrumentos de medição de radiação total, sendo estes, porém, voltados para o solo.[8]

Nos entendimentos iniciais mantidos com a CHESF para definição dos parâmetros a serem utilizados no cálculo das capacidades operativas das linhas de transmissão, o ONS apresentou o perfil de irradiação solar da Figura 1 para as diversas regiões do Brasil, na tentativa de justificar a adoção do valor de 1.000 W/m². Na realidade, este parâmetro varia ao longo do ano e o referido diagrama é característico do solstício de verão do Hemisfério Sul, precisamente dia 23 de dezembro. Neste, inclusive, observa-se que a irradiação solar é mais severa em São Paulo do que no Piauí!

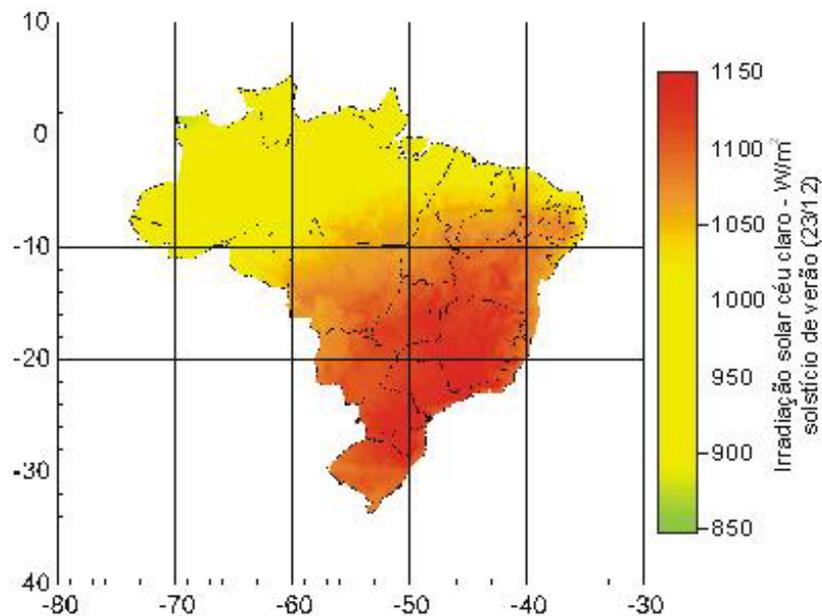


FIGURA 1 – Irradiação solar no solstício de verão do hemisfério Sul (23/12)

Após várias negociações a CHESF conseguiu justificar uma radiação solar de 1.200 W/m^2 , baseado nas medições extraídas do Atlas Solarimétrico do Brasil [8], referentes à estação localizada em Recife, cujas medições estão apresentadas no gráfico da Figura 2.

A Nota Técnica n° 038/2005 – SRT/ANEEL, de 14 de novembro de 2005, no Anexo A – *Cálculo da Capacidade Operativa de Longa Duração das Linhas Aéreas de Transmissão*, ao mesmo tempo em que na sua introdução estabelece critérios baseados nas recomendações do WG 22-12 do CIGRÉ [9], onde a radiação solar é calculada por uma expressão teórica, no item 5 do citado Anexo A sugere: “utilizar o valor da radiação incidente global na altura da LT, obtido através de medição”.

No gráfico da Figura 2 são apresentados, além dos valores medidos da radiação solar às 12 horas em Recife (latitude 8° Sul), os valores calculados pela expressão teórica da referência [9] para a condição de transparência atmosférica de 0,9 (atmosfera clara) e refletância ou albedo de 0,2 (curva vermelha) e 0,001 (curva azul).

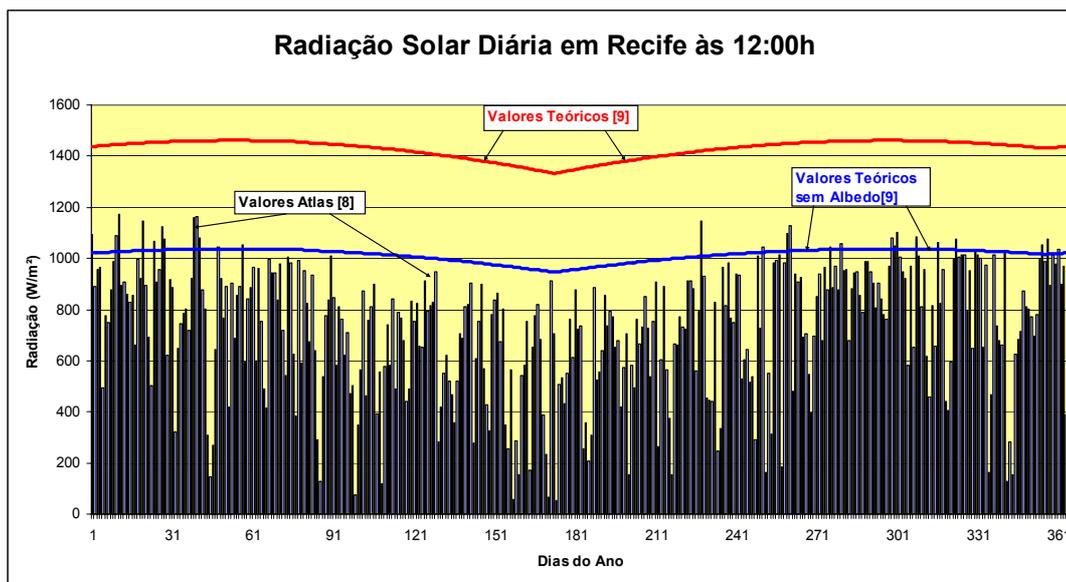


FIGURA 2 – Radiação solar em Recife às 12:00 horas

Os autores entendem que valores medidos levam a informações mais seguras que os valores teóricos obtidos de equações empíricas. Contudo, a comparação dos resultados teóricos com as medições, apresenta valores discrepantes que podem estar relacionados com a consideração ou não do albedo. Além deste fato, o posicionamento dos instrumentos (se no solo ou na altura dos cabos), pode contribuir para estas diferenças. Desta forma, verifica-se que as medições realizadas com o objetivo de se avaliar o potencial solarimétrico para geração de energia, não devem ser utilizadas na determinação da radiação solar que incidirá nos cabos condutores de uma linha de transmissão. Ressalta-se que a colocação dos instrumentos ao nível do solo, com a face de captação voltada para cima, não mede a parcela referente ao albedo, o que representa uma diferença teórica de 29% da radiação global.

5.0 - ANÁLISE CRÍTICA DA RESOLUÇÃO 191 DA ANEEL

5.1 Cálculo da Capacidade Operativa de Longa Duração das Linhas Aéreas de Transmissão

Serão apresentados comentários acerca da Nota Técnica n° 038/2005 – SRT/ANEEL, de 14 de novembro de 2005, Anexo A – *Cálculo da Capacidade Operativa de Longa Duração das Linhas Aéreas de Transmissão*, a qual fundamenta toda a modelagem de cálculo utilizada na Resolução 191 da ANEEL para determinação das capacidades operativas, especificamente no que se refere ao item 5 que sugere à adoção de valores de 0,5 para a constante de emissividade térmica e 0,5 para o coeficiente de absorção solar.

Em palestra proferida no Seminário Internacional de Ampacidade de LT, que se realizou no Rio de Janeiro, em março/2004, o Dr. Dale Douglas, coordenador do WG12 do Cigré Internacional, apresentou os mesmos valores de emissividade e absorvidade, constantes da referência [3], que são utilizados por ele. Observa-se que a emissividade dos condutores já atinge 0,9 após dois anos para ambientes industriais e 0,8 após quatro anos, para ambientes rurais.

Desta forma, a adoção de valores de emissividade e absorvidade iguais a 0,5 sugeridos no Anexo A – *Cálculo da Capacidade Operativa de Longa Duração das Linhas Aéreas de Transmissão*, da Nota Técnica n° 038/2005 ora analisada, não reflete a tendência da experiência das empresas e as conclusões de referências bibliográficas

existentes, não devendo, pois serem considerados, principalmente, quando as temperaturas de projeto das linhas de transmissão em foco forem de 50 ou 60 ° C.

5.2 Cálculo da Capacidade Operativa de Curta Duração das Linhas Aéreas de Transmissão

Serão apresentados comentários acerca da Nota Técnica nº 038/2005 – SRT/ANEEL, de 14 de novembro de 2005, Anexo B – *Cálculo da Capacidade Operativa de Curta Duração das Linhas Aéreas de Transmissão*, a qual fundamenta toda a modelagem de cálculo utilizada na Resolução 191 da ANEEL para determinação das capacidades operativas.

A metodologia proposta se baseia na redução de 0,59m da distância de segurança da NBR 5422, obtido através da diferença entre as alturas de segurança do regime de operação normal pelo método convencional e as alturas calculadas pelo critério de emergência. A metodologia associa esta redução de distância a um aumento de temperatura de 16,5 °C para qualquer linha, condição na qual é calcula a corrente de sobrecarga.

Referente ao item 1 da citada Nota Técnica, a utilização desta metodologia para LTs com tensões nominais superiores a 242 kV não tem sustentação na NBR-5422, conforme item 10.4.1 da referida Norma.

Referente ao item 4, observa-se as seguintes divergências com a NBR 5422:

- A metodologia considera que em todos os vãos da LT pode haver a citada redução da distância de segurança. Na verdade, a NBR-5422 considera que apenas as travessias de pedestres, máquinas agrícolas, ruas/rodovias/avenidas e ferrovias não eletrificadas podem ser operadas com alturas inferiores as da condição de operação em longa duração. Desta forma, a redução proposta na distância de segurança da metodologia não pode ser aceita para todas as outras travessias eventualmente existentes ao longo da LT (LT/LT, ferrovias eletrificadas, águas navegáveis e não navegáveis, linhas de telecomunicação, telhados e terraços), a não ser que se tenha folga nas distâncias de segurança existentes nestes vãos.
- A variação de 0,59m só se aplica às LTs projetadas pelo método convencional da NBR-5422 (item 10.3.1) e que tenha cadeia com 15 isoladores. Nas LTs projetadas pelo método alternativo da NBR-5422 (item 10.3.2), a variação de altura permitida é reduzida para 0,21m. Para cadeias de 16 isoladores, esta variação cai para 0,06m. Desta forma, a redução de altura de segurança proposta na metodologia deveria ser função do método considerado no projeto da LT e da quantidade de isoladores da cadeia, não podendo ser generalizada.
- A afirmação contida no último parágrafo deste item 4 contradiz o item 10.3.3 da NBR-5422, o qual limita, para tensões máximas de operação superiores a 169 kV, a corrente devido a efeitos eletrostáticos à 5mA, quando o maior veículo ou equipamento previsto para operação dentro de faixa de segurança for curto-circuitado para terra. O que se observa na prática é que, para LT com tensão de 500 kV, por exemplo, as distâncias de segurança para condição de operação em longa duração, em travessias de máquinas agrícolas, rua/rodovias/avenidas e ferrovias não eletrificadas são limitadas pela superação dos 5mA especificados no item 10.3.3 da NBR 5422 e não pelas distâncias de segurança dos métodos convencional (item 10.3.1) ou alternativo (item 10.3.2) da NBR 5422.

O Artigo 6º da Resolução 191 estabelece que a concessionária de transmissão deverá submeter ao ONS um relatório técnico para justificar a existência de fatores limitantes e, conforme detalha no item 20 da Nota Técnica nº 038/2005, SRT/ANEEL, de 14/11/2005, deve a concessionária contemplar no citado relatório técnico, uma série de dados e levantamentos de campo. Da forma como está proposto no documento, mesmo que a concessionária de transmissão detecte um fator limitante, só vai conseguir reduzir a capacidade operativa da instalação após apresentar todos os requisitos mencionados acima, o que demanda um tempo no qual aumentam-se os riscos da ocorrência de acidentes com terceiros. Assim, a concessionária, mesmo sabedora da existência do risco de acidentes que possa ser causado por um vão com cabo fora da Norma, não poderá vetar de imediato a operação de uma LT em condições que violem a segurança.

6.0 - FATORES LIMITANTES DAS LTS DA CHESF

Conforme já citado, a metodologia proposta pela ReN 191 da ANEEL, de 12 de dezembro de 2005, para o cálculo de capacidade de curta duração, baseia-se na redução das alturas de segurança em 0,59m, calculadas pelo método convencional da NBR 5422, correspondente ao aumento da temperatura do condutor em 16,4°C, com relação a temperatura de projeto.

Em conformidade com o Artigo 14º, Inciso II da citada Resolução, foram levantados os Fatores Limitantes das capacidades operativas de curta duração das linhas de transmissão da CHESF, a despeito das discordâncias metodológicas já mencionadas. Para cada estrutura crítica foi levantado o comprimento do vão, tipo da travessia (pedestre, máquinas agrícolas, etc...), hora, temperatura ambiente, alturas de segurança, distância da estrutura ao ponto crítico, corrente na ocasião do levantamento e, finalmente, foi calculada a altura de segurança quando o cabo atingir a temperatura de 16,4°C acima da temperatura de projeto da linha de transmissão em estudo.

Na Tabela 3 está apresentado um resumo do quantitativo de linhas de transmissão da Rede Básica em função do projeto original das LTs e da situação relativa aos fatores limitantes.

TABELA 3 - Resumo dos fatores limitantes das linhas de transmissão da Rede Básica da CHESF

	LTs Rede Básica	LTs 50°C (NB 182) => 50 (NBR 5422) (1)	LTs 50°C (NB 182) => 60 (NBR 5422) (2)	LTs 60°C(NB 182) => 60 (NBR 5422) (3)	LTs 50°C(NB 182) (4)	LTs 60°C(NB 182) (5)
Total de LTs	156	22	30	40	04	08
Com FL	40	18	20	02	NA	NA
Vãos com FL	411	208	198	05	NA	NA
% LTs com FL	25,6%	81,8%	66,6%	5,0%	NA	NA

Legenda:

FL – fator limitante

NA – não se aplica

(1) – LTs projetadas para 50°C pela NB 182 que foram recondicionadas para 50°C pela NBR 5422 (usando método alternativo – item 10.3.2)

(2) – LTs projetadas para 50°C pela NB 182 que foram recapacitadas para 60°C pela NBR 5422 (usando método alternativo – item 10.3.2)

(3) – LTs projetadas para 60°C pela NB 182 que foram recondicionadas para 60°C pela NBR 5422 (usando método alternativo – item 10.3.2)

(4) – LTs projetadas para 50°C pela NB 182

(5) – LTs projetadas para 60°C pela NB 182

Do exposto na Tabela 3, verifica-se que das 156 linhas de transmissão da Rede Básica, 25,6% estão com fatores limitantes. Foram desconsiderados os casos de LTs projetadas pela NBR 5422 e de recapacitações realizadas para temperaturas superiores a 60°C ou com acréscimo de condutores. O aparecimento destes fatores limitantes é resultado da utilização das distâncias de segurança, calculadas pelo método alternativo da NBR 5422, para a determinação das capacidades operativas de curta duração, nos recondicionamentos e recapacitações citados, o qual reduz para 0,06 m a variação das distâncias de segurança para linhas de transmissão com 16 isoladores.

Conforme estabelece o item I do Artigo 5 da Resolução Normativa 191, as linhas de transmissão podem ter capacidades operativas de longa e de curta duração inferiores às definidas nesta Resolução, desde que tenha sido projetada de acordo com norma diversa da ABNT NBR-5422, de 1985. Assim, as restrições apontadas nas linhas de transmissão da CHESF não podem se caracterizar como fatores limitantes para efeito de cobrança de parcela variável.

7.0 - DADOS UTILIZADOS POR EMPRESAS DO GRUPO ELETROBRAS

Na Tabela 4 a seguir, estão registrados os valores de referência de temperatura ambiente, radiação solar, velocidade de vento, absorvidade e emissividade sugeridos pelo ONS às empresas do grupo Eletrobrás para a determinação das capacidades operativas de suas LTs. Convém ressaltar que os valores de temperatura ambiente, emissividade e absorvidade da CHESF e emissividade e absorvidade da Eletrosul não foram acordados com o ONS.

Dos números apresentados na Tabela 4 se pode verificar algumas contradições. Quanto à radiação solar, os valores adotados pelas empresas não consideram o albedo. Além disso, devido a enorme abrangência territorial da Eletronorte, seria mais prudente a adoção de valores de radiação solar diferenciados regionalmente.

No que se refere às temperaturas ambientes, a CHESF possui as menores temperaturas adotadas. Algo incompatível com as latitudes em que suas LTs se encontram.

Analisando-se as velocidades de vento adotadas, em virtude da falta de dados confiáveis e da forte influência deste parâmetro nas capacidades operativas das LTs, é sugerido o valor de 0,61 m/s para todas as empresas. Já para os valores de emissividade e absorvidade, estes são os mais dispersos possíveis. As bibliografias especializadas [3] e [4] sugerem a adoção de valores em torno de 0,9.

TABELA 4 – Valores sugeridos pelo ONS às Empresas do Grupo Eletrobras

Empresa	Temperatura Ambiente (°C)	Radiação Solar (W/m ²)	Velocidade de Vento (m/s)	Emissividade	Absorvidade	Corrente Base (A)
CHESF	30,0 (RN,PB, PE, AL, BA, Sudeste CE)	1200	1,0	0,77	0,78	631
	32,0 (Noroeste CE)	1200	1,0	0,77	0,78	598
	34,0 (PI)	1200	0,7	0,77	0,78	500
Eletrosul	30,1 (RS)	1.000	0,61	0,77	0,78	570
	25,3 (PR Curitiba e SC Planalto)	1.000	0,61	0,77	0,78	636
	29,3 (PR-Norte-Londrina)	1.000	0,61	0,77	0,78	582
	31,8 (PR-Oeste-Foz)	1.000	0,61	0,77	0,78	545
	28,3 (SC-Litoral)	1.000	0,61	0,77	0,78	596
	29,9 (MS)	1.000	0,61	0,77	0,78	574
Eletronorte	33,0 ou 33,5	1.000	0,61	0,5	0,5	550
Furnas	30,0 (RJ, SP, PR, MG, GO, MT)	1.000	0,61	0,77	0,78	570

Na última coluna, mostram-se os valores de correntes de referência calculados para uma LT com condutor Grosbeak e temperatura de projeto igual a 60° C, onde são observadas algumas incoerências. Para as LTs da CHESF, verificam-se valores de correntes 10% superiores às LTs da Eletrosul (RS) e Furnas (RJ, SP e PR), submetidas à condições climáticas mais favoráveis. Já em relação à Eletronorte são encontrados valores na ordem de 13% inferiores quando comparadas suas LTs às da CHESF, cujas condições climatológicas se apresentam similares.

8.0 - CAPACIDADES OPERATIVAS DAS LTS - CHESF X ONS

Na Tabela 5 a seguir, são apresentadas as capacidades operativas de longa duração das linhas de transmissão construídas com 01 condutor Grosbeak por fase, utilizando-se para o cálculo os dados sugeridos pela CHESF e pelo ONS. Comparando-se os valores encontrados, verifica-se que existem diferenças que variam entre 4,2 e 16,5%.

TABELA 5 – Comparação dos valores propostos pela CHESF e pelo ONS (cabo Grosbeak)

Limite Térmico	Vento (m/s)	Proposta CHESF		Proposta ONS		Variação (%)
		Temp. Amb (°C)	Capacidade Operativa (A)	Temp. Amb (°C)	Capacidade Operativa (A)	
50	1	31,2	375	30,0	437	16,5
60	1	31,2	595	30,0	631	6,0
60	1	32,4	574	32,0	598	4,2
60	0,7	34,0	480	34,0	500	4,2

9.0 - CONCLUSÕES

Do exposto, conclui-se que no caso específico da CHESF, ressaltando-se as incertezas quando aos valores de radiação solar, bem como pela escassez de dados de vento de baixa intensidade, deve-se utilizar as seguintes condições climatológicas e características físicas dos condutores para o cálculo da capacidade operativa de longa duração das linhas de transmissão:

- Insolação: 1200 W/m².
- Velocidade de vento: 1 m/s para todo Nordeste, exceto para o estado do Piauí, onde deve ser utilizado 0,7 m/s.
- Temperatura ambiente: de 31,2 °C para os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Sudeste do Ceará; 32,4 °C para Noroeste do Ceará e 34 °C para o Piauí.
- Coeficiente de absorção solar e constante de emissividade térmica iguais a 0,9.

A operação das linhas de transmissão com valores superiores aos definidos pela CHESF acarretam:

- Na operação de longa duração: valores de temperatura do condutor superiores às temperaturas de projeto com conseqüente violação das distâncias de segurança estabelecidas pela NBR 5422 para operação normal.
- Na operação de curta duração: violação das distâncias de segurança estabelecidas pela NBR 5422 para operação de emergência ou de curta duração em 411 pontos críticos apontados na Tabela 3.

Ressalta-se que a inobservância das referidas distâncias de segurança expõe as linhas de transmissão a acidentes que podem envolver prejuízos materiais em edificações, instalações de terceiros e, ainda, acidentes envolvendo pessoas que pode acarretar perdas de vidas humanas com conseqüentes processos judiciais, cujos responsáveis responderão criminalmente por atos e omissões havidas.

Do exposto no informe técnico, observa-se uma carência de dados de radiação solar, medidos com fim específico para determinação aquecimento dos condutores pelo efeito solar e de aquisição de dados de ventos de baixa intensidade.

10.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Memória de Cálculo Utilizada pela Chesf para Determinação das Capacidades Operativas das Linhas de Transmissão – Chesf - NT-DML-001/2004.
- (2) Rigdon, W. S. et alii - Emissivity of Weathered Conductors After Service in Rural and Industrial Environments. AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Los Angeles, Pas 82 (2): 891-896, fevereiro.
- (3) Taylor, C. S. e House, H. E. – Emissivity its Effect on the Current-Carrying Capacity of Stranded Aluminum Conductors. AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Los Angeles, Pas 75 (10): 970-976, oct, 1956.
- (4) Black, W.Z. e Rehberg, R. L. – Simplified Model For Steady State and Real – Time Ampacity of Overhead Conductors. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Los Angeles, Pas 104 (10): 2942-2953, oct, 1985.
- (5) Determinação da Emissividade Térmica de Cabos Condutores Usados em Linhas de Transmissão – Chesf – Relatório de Ensaios RE-DOAT-098/92, maio/1992.
- (6) Emissividade de Cabos de LT – Chesf – Parecer Técnico PT-COES-04/2006, março/2006.
- (7) Influência da Emissividade e Absorvidade na Capacidade Operativa de Longa Duração das Linhas de Transmissão da Chesf – Chesf - NT-DML-002/2004.
- (8) Atlas Solarimétrico do Brasil - Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia - Depto de Energia Nuclear - UFPE - Recife - PE – Brasil
- (9) CIGRÉ WG 22-12. The Thermal Behaviour of Overhead Conductors, section 1 and 2: Mathematical Model for Evaluation of Conductor Temperatura in the Steady State and Application Thereof. Electra 144, out 1992.

11.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

João Varela Eduardo

Nascido em Fortaleza, CE em 04 de março de 1953

Mestrado (1993) na UFPB e Graduação (1977) na UFPE, ambas em Engenharia Elétrica

Empresa: CHESF, desde 1978

Engenheiro do Departamento de Manutenção de Linhas de Transmissão

Antônio Elias de Almeida Nogueira

Nascido no Recife, PE, em 14 de setembro 1978

Especialização (2005) e Graduação (2004) em Engenharia Elétrica: UPE - Recife

Empresas: TCA Tecnologia em Componentes Automotivos S. A. (2004-2005) e CHESF, desde 2006

Engenheiro da Divisão de Manutenção e Análise do Desempenho de Linhas de Transmissão do Departamento de Manutenção de Linhas de Transmissão

Oswaldo Régis Júnior

Nascido em Recife, PE, em 09 de julho de 1956

Graduação (1977) na UFPE, em Engenharia Elétrica

Empresas: CHESF, desde 1978

Engenheiro da Divisão de Estudos de Alta Tensão do Departamento de Estudos do Sistema