



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GLT/05
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - III

GRUPO DE ESTUDO DE LINHA DE TRANSMISSÃO - GLT

ESTUDO DO IMPACTO DA APLICAÇÃO DE METODOLOGIA SEMI-ESTATÍSTICA NA DETERMINAÇÃO DAS CAPACIDADES OPERATIVAS SAZONAIS DE LONGA DURAÇÃO DAS LTS DA CHESF

João Varela Eduardo(*)

**Antônio E. de A. Nogueira
CHESF**

Oswaldo R. Júnior

André L.P. da Cruz

RESUMO

Em atenção à Resolução Normativa N° 191/2005 da ANEEL, o ONS iniciou um estudo para determinar as capacidades sazonais para as linhas de transmissão da Rede Básica. O estudo apontava, na grande maioria dos casos, como capacidades sazonais de transmissão dessas linhas valores muito maiores que os atualmente praticados pelas empresas através dos CPST. Foi criada uma Força Tarefa no âmbito da ABRATE, ONS, ELETROBRAS e CEPEL, para avaliar os resultados do estudo do ONS e, se necessário, propor metodologias que resultassem em capacidades sazonais aceitáveis pelo ONS e pelas empresas transmissoras.

A Força Tarefa concluiu que no caso da variável vento (velocidade e direção do vento) os valores simulados e medidos poderiam ser muito divergentes. Para a temperatura do ar e a radiação solar as diferenças encontradas são aceitáveis para a aplicação no cálculo da capacidade das linhas. Para cálculo das capacidades sazonais de longa duração foram propostas duas metodologias, sendo os atuais valores do CPST considerados como referência para o período verão-dia. Os valores do CPST foram considerados, também, como sendo os mínimos para os demais períodos sazonais.

PALAVRAS-CHAVE

Condições Climatológicas, Capacidades Operativas Sazonais, Risco Térmico, Dados Meteorológicos, Força Tarefa ABRATE/ONS

1.0 - INTRODUÇÃO

Em atendimento ao estabelecido no Artigo 17 da Resolução Normativa 191/2005, o ONS elaborou e apresentou aos agentes uma metodologia para determinação das Capacidades Operativas Sazonais de LT, através da utilização de conjuntos de dados ambientais obtidos por simulação numérica a partir do banco de dados disponibilizados pelo NCEP (National Center Environmental Prediction), num processo conhecido como downscaling. Após várias interações com os agentes, o trabalho de determinação das capacidades operativas das linhas de transmissão foi concluído e submetido à apreciação, a princípio, em reuniões bilaterais, com as concessionárias. Logo nas primeiras dessas reuniões foram levantadas:

- a) Não-conformidades entre a metodologia aplicada na determinação das capacidades operativas de curta duração com a metodologia aplicada na revisão da NBR 5422, que aquela altura, balizava todo cálculo;
- b) Suspeitas sobre a consistência dos valores das variáveis climatológicas encontradas com a aplicação da técnica de downscaling;
- c) Valores extremamente elevados de capacidades operativas para todos os períodos; para o verão-dia, foram encontrados acréscimos da ordem de 56% e 30% para linhas de 50°C e 60°C, respectivamente, em relação às capacidades contratadas.

Como a adoção, pelos Agentes, destes novos carregamentos baseados em simulações numéricas de dados meteorológicos, obtidos em bancos de dados, associados à previsão de ultrapassagens dos carregamentos máximos em determinados períodos (risco térmico) poderia levar a ocorrências no sistema e, principalmente, a acidentes com terceiros, os agentes acharam prudente um maior aprofundamento com os demais concessionários de energia elétrica da metodologia proposta pelo ONS no que se refere à consistência dos dados. Nesse sentido, o próprio ONS realizou em maio de 2011, com a ABRATE, um Workshop sobre o assunto, onde foram externadas todas estas questões.

Em outubro de 2011, logo após o SNPTEE, foi criada uma Força Tarefa no âmbito da ABRATE/ONS com o objetivo de desenvolver análises comparativas entre dados meteorológicos obtidos a partir de medições e dos dados obtidos através da técnica do downscaling, bem como apresentar uma proposta de critérios e procedimentos para estabelecer as capacidades sazonais das linhas de transmissão. Para coordenar esta Força Tarefa foi nomeado o Eng. Ambrósio Melek da COPEL. Foram estabelecidos os seguintes principais marcos para este grupo:

- Reunião inicial para estabelecer o termo de referência;
 - Reuniões intermediárias para discutir os resultados parciais;
- Realização de um Workshop em março/2012, com apresentação dos resultados obtidos e com a proposta de critérios para o cálculo das capacidades operativas das linhas de transmissão.

2.0 - OBJETIVOS

O presente Informe Técnico tem como objetivos:

- Apresentar os critérios adotados na determinação das capacidades operativas sazonais de longa duração das linhas de transmissão que foram definidos pela Força Tarefa ABRATE/ONS.
- Apresentar os ganhos nas capacidades operativas sazonais de longa duração, em relação ao valor do verão-dia, de todos os tipos e arranjos de cabos existentes nas linhas de transmissão da Rede Básica pertencentes à Chesf.

3.0 - AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DOWNSCALING

É necessária uma grande quantidade de dados meteorológicos para ser possível a caracterização climática de uma região específica (onde se encontra a linha de transmissão) e para o levantamento desses dados são necessários vários anos de observação. Portanto, para facilitar a obtenção dos dados, métodos de simulação meteorológica foram utilizados pelo ONS, a fim de subsidiar os estudos e aplicações desse novo método de cálculo de capacidade. Nesta metodologia utilizada, dados históricos de onze anos com uma grade de 200km x 200km foram utilizados para a simulação dos dados em uma grade de 13km x 13km e, assim, foi obtido o histórico necessário para a caracterização das regiões das linhas de transmissão.

Após a simulação de dados meteorológicos, realizada utilizando o modelo ARPS e técnica de Downscaling, surgiu a necessidade da análise dos resultados da simulação, para a obtenção do grau de confiabilidade da técnica utilizada, pois, caso contrário, dados incoerentes poderiam ser utilizados, e, com isso, o sistema de transmissão poderia operar com riscos térmicos elevados. Para este intento foi contratado pela Força Tarefa, através da ABRATE, o Dr. Ernani de Lima Nascimento, professor dos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Santa Maria.

Após a realização dos estudos o Dr. Ernani concluiu que o ARPS-downscaling consegue reproduzir as medianas das velocidades do vento com sucesso, mas, mostrou tendência a superestimar os valores mais baixos de vento (q10 e q25 – quartil 10% e quartil de 25%) em todas as estações do ano. Por exemplo, para o verão e o outono, enquanto que 25% dos valores medidos de velocidade do vento estiveram abaixo de 1m/s na estação de Foz do Iguaçu, apenas 10% dos dados gerados pelo ARPS-downscaling ficaram abaixo de 1m/s. Com a exceção do inverno, o ARPS-downscaling mostrou uma tendência, também, a subestimar os valores mais altos de velocidade do vento (q75 e q90 – quartil 75% e quartil de 90%). Assim, o referido doutor ressaltou que se deve atentar, em particular, para a dificuldade do ARPS-downscaling em representar os valores mais baixos da distribuição, abaixo de 2 m/s, exatamente em um domínio de muita sensibilidade para os modelos de cálculo de capacidade.

4.0 - CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DAS CAPACIDADES OPERATIVAS SAZONAIS

Após várias reuniões, com exaustivas discussões entre os representantes da Força Tarefa, inúmeras metodologias definidas foram simuladas que, na percepção do grupo, não representavam as condições climatológicas conservativas que permitissem a definição de valores de capacidades operativas confortáveis para o ONS e para as empresas da ABRATE. Finalmente, chegou-se a proposta de se adotar uma das duas metodologias definidas a seguir para se determinar os tão almejados valores de capacidades operativas sazonais de longa duração:

4.1 Metodologia 1

Não são considerados os dados de estações meteorológicas e, sim, os dados do downscaling. Para o cálculo das correntes sazonais deve-se proceder da seguinte forma:

No histórico de downscaling das grandezas climáticas do verão/dia, substituem-se os valores da velocidade do vento (que variam no histórico) por um valor fixo, V_{vd} . Este valor fixo de velocidade de vento deve ser aquele que proporcione um risco térmico de 10% na linha, quando por ela passa a corrente do CPST. Deve ser considerada a temperatura de projeto da linha em estudo. Caso o valor de V_{vd} encontrado ultrapasse o valor de projeto da velocidade do vento da linha, deverá ser atribuído o valor de projeto para V_{vd} .

Com esse valor de velocidade do vento são calculadas as correntes sazonais da seguinte forma:

Verão-dia: Deve ser considerado o valor da corrente do CPST.

Verão-noite: No histórico de medições de downscaling, no período verão/noite, substituir os valores de velocidade de vento por um valor fixo, V_{vn} , Onde $V_{vn} = V_{vd} * 0,6$.

Através desse histórico de downscaling, com o vento fixo V_{vn} , calcular a corrente que proporciona um risco térmico de 10 %, na temperatura de projeto da linha.

Como o método é conservador, pode ocorrer que o valor obtido seja menor que o CPST. Neste caso deve ser mantido o valor de CPST para o verão-noite.

Inverno-dia: No histórico de medições de downscaling, no período inverno/dia, substituir os valores de velocidade de vento por um valor fixo, V_{id} , Onde $V_{id} = V_{vd} * 0,9$.

Através desse histórico de downscaling, com o vento fixo V_{in} , calcular a corrente que proporciona um risco térmico de 10 %, na temperatura de projeto da linha.

Como o método é conservador, pode ocorrer que o valor obtido seja menor que o CPST. Neste caso deve ser mantido o valor de CPST para o inverno-dia.

Inverno-noite: No histórico de medições de downscaling, no período inverno/noite, substituir os valores de velocidade de vento por um valor fixo, V_{in} , Onde $V_{in} = V_{vd} * 0,6$.

Através desse histórico de downscaling, com o vento fixo V_{in} , calcula-se a corrente que proporciona um risco térmico de 10 %, na temperatura de projeto da linha.

Como o método é conservador, pode ocorrer que o valor obtido seja menor que o CPST. Neste caso deve ser mantido o valor de CPST para o inverno-noite.

Observa-se que os valores a serem multiplicados por V_{vd} (0,6;0,9;0,6), para o cálculo das correntes sazonais, podem variar de acordo com as simulações e experiência das empresas. Para valores de velocidade de vento acima de 1m/s, uma opção, baseada na experiência da Força Tarefa, seria utilizar fatores tais como 0,4 , 0,8 e 0,4. Contudo, deve-se verificar se esses valores não resultam, para todos os casos, em correntes sazonais inferiores ao CPST.

4.2 Metodologia 2

Na metodologia 2 é necessária a existência de pelo menos uma estação meteorológica próxima à linha em estudo, pois devem ser utilizados dados medidos de vento.

Para o cálculo das correntes sazonais deve-se proceder da seguinte forma:

Verão-dia: A corrente para o verão/dia deve ser considerada a mesma do CPST da linha estudada.

Verão-noite: Para a corrente do verão/noite deve ser utilizado o método determinístico, porém, os parâmetros do método devem ser calculados da seguinte forma:

Vento: Com o histórico das medições da estação meteorológica mais próxima da linha no período verão/noite, consideram-se os 10 % das medições mais críticas (menores velocidades de vento). Calcula-se a média desses valores. Esse será o valor de vento a ser utilizado no método determinístico.

Temperatura: Com o histórico das medições de downscaling no período verão/noite, consideram-se os 10 % das medições mais críticas (maiores temperaturas). Calcula-se a média desses valores. Esse será o valor de temperatura a ser utilizado no método determinístico.

Radiação: Com o histórico das medições de downscaling no período verão/noite, consideram-se os 10 % das medições mais críticas (maiores radiações). Calcula-se a média desses valores. Esse será o valor de radiação a ser utilizado no método determinístico.

Outros parâmetros: Coeficientes de emissividade e de absorção solar iguais a 0,65 e 0,90, respectivamente; ângulo de ataque do vento de 90° C e temperatura de projeto da linha de transmissão em estudo.

Com esses parâmetros é realizado o cálculo pelo método determinístico e, assim, obtido o valor de corrente para o período verão-noite.

Como o método é conservador, pode ocorrer que o valor obtido seja menor que o CPST. Neste caso deve ser mantido o valor de CPST para o verão-noite.

Inverno-dia: O cálculo da corrente no inverno/dia deve ser realizado da mesma forma que o cálculo da corrente verão-dia, mudando apenas o histórico de medições, ou seja, aqui deve ser utilizado o histórico de medições do período inverno/dia.

Inverno-noite: O cálculo da corrente no inverno-dia deve ser realizado da mesma forma que o cálculo da corrente verão-noite, mudando apenas o histórico de medições, ou seja, aqui deve ser utilizado o histórico de medições do período inverno-noite.

5.0 - DEFINIÇÃO DOS FATORES “K” PARA LINHAS DA CHESF

Para a definição das capacidades operativas de longa duração das linhas de transmissão da Chesf, foi adotado a Metodologia 1, descrita no item 4.0 deste Informe Técnico. Utilizando o mesmo procedimento adotado para o cálculo da ampacidade determinística, o Nordeste foi dividido em 03 regiões e foram calculados valores de “k” para cada uma delas. A seguir, estão especificadas as regiões mencionadas:

- Região de temperatura de 30°C, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Sudeste do Ceará com velocidades de vento de 1 m/s;
- Região de temperatura de 32°C, abrangendo o Noroeste do Ceará com velocidade de vento de 1 m/s;
- Região de temperatura de 34°C que abrange os estados do Piauí e Maranhão com velocidades de vento de 0,7 m/s.

Esta divisão está em conformidade com a NBR 5422, figura 24, página 42.

Os valores de “k” foram levantados baseados em dados estatísticos do INMET. Foram considerados para as estações meteorológicas os valores de “k” relacionados com a média dos valores do percentil de 10 % das medições mais críticas (menores velocidades de vento). Foram encontrados os seguintes valores:

Região de 30°C (Tamb=30°C; vento=1m/s):

$k_{VD} = 1,00$; $k_{VN} = 0,55$; $k_{ID} = 0,89$ e $k_{IN} = 0,48$

Região de 32°C (Tamb=32°C; vento=1m/s):

$k_{VD} = 1,00$; $k_{VN} = 0,48$; $k_{ID} = 0,89$ e $k_{IN} = 0,37$

Região de 34°C ($T_{amb}=34^\circ\text{C}$; vento=0,7m/s):

$k_{VD} = 1,00$; $k_{VN} = 0,49$; $k_{ID} = 1,04$ e $k_{IN} = 0,49$

6.0 - CAPACIDADES OPERATIVAS SAZONAIS DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO CHESF

Para obtenção das capacidades operativas sazonais das linhas de transmissão da CHESF foram utilizadas as seguintes ferramentas computacionais:

Ampesta: Programa desenvolvido na Chesf que calcula os valores do percentil de 10 % das medições mais críticas (menores velocidades de vento) e suas médias, utilizados na determinação dos valores de “k”.

PQuadrículasLongoRota: Programa desenvolvido pelo Cepel que lista quadrículas de dados climatológicos disponíveis ao longo do traçado preferencial de uma LT.

SimulaVentoFixo: Programa desenvolvido pelo Cepel que calcula as capacidades operativas sazonais das linhas de transmissão aplicando as metodologias 1 ou 2 (descritas no item 4 deste informe), utilizando os conjuntos de dados meteorológicos conforme as quadrículas indicadas pelo seu traçado.

Após processamento dos dados com os programas citados, foram encontrados os fatores multiplicadores apresentados nas tabelas 1, 2 e 3 a serem aplicados às capacidades operativas de longa duração das linhas de transmissão da Chesf, referentes as sazonalidades verão-dia (CPST), verão-noite, inverno-dia e inverno-noite, para as regiões de temperatura ambiente máxima média de 30, 32 e 34°C, estratificadas por cabo condutor e temperatura de projeto. Estes valores foram considerados como iguais as medianas para cada grupo de linhas de transmissão de mesma região de temperatura ambiente, tipo de cabo condutor e temperatura de projeto.

Tabela 1 - Fatores multiplicadores para a região de 30°C

Região	Cabo	Temp Projeto(°C)	Cap. Operativas(pu)			
			Vd	Vn	Id	In
30°C	Grosbeak	50	1,00	1,25	1,00	1,26
	Hawk	50	1,00	1,20	1,00	1,21
	Grosbeak	60	1,00	1,05	1,00	1,05
	Hawk	60	1,00	1,02	1,00	1,02
	Grosbeak	70-75	1,00	1,00	1,00	1,00
	Grosbeak	90	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 2 - Fatores multiplicadores para a região de 32°C

Região	Cabo	Temp Projeto(°C)	Cap. Operativas(pu)			
			Vd	Vn	Id	In
32°C	Grosbeak	60	1,00	1,05	1,00	1,00
	Ibis	60	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rail	60	1,00	1,08	1,00	1,04
	Flint	75	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 3 - Fatores multiplicadores para a região de 34°C

Região	Cabo	Temp Projeto(°C)	Cap. Operativas(pu)			
			Vd	Vn	Id	In
34°C	Grosbeak	60	1,00	1,18	1,00	1,19
	Rail	60	1,00	1,22	1,00	1,23
	Grosbeak	80	1,00	1,00	1,00	1,00

As linhas de transmissão do corredor Paulo Afonso – Fortaleza, as quais foram recapacitadas com o acréscimo de condutor tiveram o mesmo tratamento que definiu suas capacidades operativas à época de suas concepções de projeto.

A seguir, são apresentadas as características básicas destas linhas de transmissão:

- LT PAF-BNO-04F2, 04F3, BNO-MLG-04L2 e 04L3: Localizadas na Região de 30°C, foram recapacitadas com acréscimo do cabo 336,5 MCM Linnet ao cabo Grosbeak 636 MCM existente e transformação da estrutura típica HB-AR na estrutura denominada de Du-Fex(Figura 1), com o cabo adicional não podendo ultrapassar 70°C para garantir as distâncias de segurança da NBR 5422. Este arranjo estabeleceu uma divisão de correntes de tal forma que o cabo Linnet absorveu 52% da corrente total, ficando limitado a 522 A e a corrente total do arranjo dos dois condutores em 1003 A.
- LT MLG-BNB-04M2 e 04M3: Localizadas na Região de 30°C, foram recapacitadas com acréscimo do cabo 4/0 - Beetle ao cabo Grosbeak 636 MCM existente e implantação do feixe formado pelos condutores citados denominado de Super Bretelli (Figura 2), com o cabo adicional não podendo ultrapassar 57°C para garantir as distâncias de segurança da NBR 5422 dependente, neste caso, dos esforços e temperatura do cabo Grosbeak. Este arranjo estabeleceu uma divisão de correntes de tal forma que o cabo Beetle absorveu 38% da corrente total, ficando limitado a 308 A e a corrente total do arranjo dos dois condutores em 810 A.
- LT BNB-FTZ-04F2 e 04F3: Localizadas na Região de 32°C, foram recapacitadas com acréscimo do cabo 4/0 - Beetle ao cabo Grosbeak 636 MCM existente e implantação do feixe formado pelos condutores citados denominado de Super Bretelli (Figura 2), com o cabo adicional não podendo ultrapassar 57°C para garantir as distâncias de segurança da NBR 5422 dependente, neste caso, dos esforços e temperatura do cabo Grosbeak. Este arranjo estabeleceu uma divisão de correntes de tal forma que o cabo Beetle absorveu 38% da corrente total, ficando limitado a 292 A e a corrente total do arranjo dos dois condutores em 770 A.

Após processamento dos dados com os programas citados, foram encontrados os fatores multiplicadores apresentados na Tabela 4 a serem aplicados às capacidades operativas de longa duração das linhas de transmissão em foco, referentes as sazonalidades verão-dia (CPST), verão-noite, inverno-dia e inverno-noite, para as regiões de temperatura ambiente máxima média de 30 e 32 °C, estratificadas por cabo condutor e temperatura de projeto.

Tabela 4 - Fatores multiplicadores para as regiões de 30 e 32°C das LT recapacitadas com acréscimo de condutor do eixo P. Afonso/Fortaleza

Região	CABO	Temp Projeto(°C)	Cap. Operativas(pu)			
			Vd	Vn	Id	In
30°C	Linnet + Grosbeak	70	1,00	0,96	0,99	0,96
30°C	Oxlip + Grosbeak	57	1,00	1,01	0,99	0,99
32°C	Oxlip + Grosbeak	57	1,00	0,99	0,99	0,96

Outra exceção observada se refere às linhas de transmissão aéreas, que têm pequenos trechos subterrâneos, nas entradas ou saídas de algumas subestações. Os casos existentes na Chesf são listados abaixo:

- LT Angelim – Tacaimbó, 230 kV, Circuito 1(04M4): trecho subterrâneo de aproximadamente 380 m, na saída da SE Angelim, limitado a 800 A;

- LT Angelim – Tacaimbó, 230 kV, Circuito 2(04M5): trecho subterrâneo de aproximadamente 400 m, na saída da SE Angelim, limitado a 800 A;
- LT Angelim – Tacaimbó, 230 kV, Circuito 3(04M6): trecho subterrâneo de aproximadamente 310 m, na saída da SE Angelim, limitado a 800 A;
- LT Fortaleza II – Delmiro Gouveia, 230 kV, Circuito 1(04F4): trecho subterrâneo na saída de Fortaleza II, limitado em 503 A em curta duração e 790 A na longa duração;
- LT Fortaleza II – Delmiro Gouveia, 230 kV, Circuito 2(04F5): trecho subterrâneo na saída de Fortaleza II, limitado em 503 A em curta duração e 790 A na longa duração.



FIGURA 1 – Arranjo Du-Fex



FIGURA 2 – Arranjo Super Bretelli

7.0 - CONCLUSÃO

Do exposto, conclui-se que:

- Há uma redução na razão capacidade operativa noturna/diurna na medida em que se eleva as temperaturas de projeto das linhas de transmissão; para temperaturas de projeto iguais ou maiores que 70°C se observou não haver elevação das capacidades operativas do período noturno em relação ao diurno, ou seja, a razão capacidade noturna/diurna torna-se igual a 1,0; nestas temperaturas, a ausência de radiação solar é totalmente compensada pela redução da velocidade de vento do período noturno.
- Os dados de Downscaling, nos resultados calculados de capacidades, não representaram as condições climatológicas mais críticas de temperatura ambiente e radiação solar para a região de 34°C registrada historicamente pelas Normais Climatológicas do Nordeste. Como consequência disto, observam-se fatores multiplicativos de capacidades operativas entre 18 e 23% para linhas de transmissão localizadas nesta região, conforme se pode verificar na Tabela 3 do informe.
- Os resultados calculados de capacidades operativas não indicaram haver diferença expressiva para os períodos inverno e verão para região Nordeste do Brasil. Ou seja, normalmente os valores de verão-dia são iguais aos de inverno-dia, assim como os de verão-noite são iguais aos de inverno-noite. Praticamente a sazonalidade, para a região Nordeste, inexistente.

Observa-se que a operação destas instalações com valores superiores aos definidos neste informe (Tabelas 1, 2, 3 e 4) acarretam riscos térmicos superiores a 10% com conseqüente violação das distâncias de segurança estabelecidas pela NBR 5422 para operação em longa duração.

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.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Memória de Cálculo Utilizada pela Chesf para Determinação das Capacidades Operativas das Linhas de Transmissão – Chesf - NT-DML-001/2004.
- (2) ABNT - NBR 5422 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Procedimento. São Paulo, março de 1985.
- (3) Resolução Normativa nº 191 da ANEEL de 12 de dezembro de 2005.
- (4) CIGRÉ WG 22-12. The Thermal Behaviour of Overhead Conductors, sections 1 and 2: Mathematical Model for Evaluation of Conductor Temperature in the Steady State and Application Thercof. Electra 144, out 1992.

6.0 - 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

Antonio Elias de Almeida Nogueira

Nascido no Recife, PE, em 14 de setembro 1978

Especialização (2005) e Graduação (2004) em Engenharia Elétrica: UPE – Recife / PE

Graduando em Sistemas de Informação (desde 2012): Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro / RJ

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

André L. P. da Cruz

Nascido em Olinda, PE, em 23 de abril de 1977

Graduação (2001) na UFPE, em Engenharia Elétrica

Empresas: CELPE(2001-2002) e CHESF, desde 2002

Engenheiro da Divisão de Estudos e Tecnologia de Alta Tensão do Departamento de Estudos do Sistema de Transmissão