

# Confiabilidade de Linhas de Transmissão Utilizando Sistema Sul Brasileiro com 32 Barras

Leonardo Felipe da Silva dos Santos,  
*Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência (CEESP),  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica,  
Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Brasil  
leonardo.santos@acad.ufsm.br*

**Resumo**—This document describes the most common article elements and how to use the IEEEtran class with L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X to produce files that are suitable for submission to the IEEE. IEEEtran can produce conference, journal, and technical note (correspondence) papers with a suitable choice of class options.

**Index Terms**—Article submission, IEEE, IEEEtran, journal, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, paper, template, typesetting.

## I. INTRODUÇÃO

O sistema elétrico brasileiro é constituído fundamentalmente por usinas hidrelétricas de grande porte, quais essas criam desafios para linhas de transmissão (LTs), quais hoje no Brasil o sistema em anel propõem uma segurança para o escoamento de energia e também cria um sistema de troca de energia entre as regiões, assim o sistema pode encontrar problema para distribuição de diversas cargas localizadas em locais pontuais com falta de geração ou demandas quais superam a intercambialidade de regiões.

Assim as capacidades da transmissão de energia ficam voltadas a confiabilidade do sistema elétrico de potência para escoamento dos geradores, quais o Brasil é referencia em usar hidrelétricas em sua grande maioria, normalmente localizadas na parte norte do Brasil por apresentar uma hidrologia mais favoráveis a geração hidrelétrica.

Este artigo visando a utilização do sistema de transmissão sul brasileiro de 32 barras (STSB-32) para criar o cenário de primeira ordem do diagrama de cortes e o cenário de segunda ordem, assim numerados utilizando os métodos de enumeração de estados do critério N-1 e N-2 [1].

Este artigo tem como proposta analisar o comportamento do Sistema STSB-32 conforme as pontos de operação propostos, assim como utilizar os modelos de confiabilidade compostos para calcular a confiabilidade do sistema n-2, se utiliza o *software* ANAREDE, para todos os objetivos deste artigo, pois o ANAREDE é utilizado para o planejamento seguro do Sistema Interligado Nacional – SIN..

Este artigo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 aborda a confiabilidade de sistemas elétricos de potência, com uma revisão do assunto. A seção 3 explana modelagem do sistema e as simulações realizadas para os dois cenários abordados. Os resultados são discutidos na seção 4. Finalmente

na seção 5 apresentado as conclusões e as contribuições do estudo.

## II. CONFIABILIDADE DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Qualquer sistema de potência está sujeito a falhas pontuais, tanto em equipamentos dispostos nas subestações quanto em linhas de transmissão, quais estas falhas podem comprometer a operação em parte ou todo sistema de potência, qual pode inviabilizar o fornecimento de energia em vários pontos e até mesmo para consumidores finais.

Assim a confiabilidade por meio da análise dos índices probabilísticos do sistema, combinado com julgamentos sobre critérios pré-estabelecidos e com um julgamento próprio. Porém hoje a confiabilidade utiliza métricas erradas sobre as linhas de transmissão, qual os valores são definidos por um geral e não por linha, quais esses históricos são recentes, assim não tendo dados de todos os pontos, afinal os sistema elétrico de potência é relativamente novo no Brasil.

Toda a parte de confiabilidade é baseada em grandes técnicas de análise, que utiliza princípios e conceitos da matemática fornecidos pela teoria de probabilidade [2]. A análise de confiabilidade busca, basicamente, analisar o risco de não atendimento à demanda do sistema de potência.

Com a utilização destes conhecimentos pode-se calcular quais as chances de que um determinado sistema ou componente possa falhar, assim criando modelos de confiabilidade quais podem ser mensuradas conforme modelos pré-estabelecidos ou normas vigentes como no caso das regras dos serviços de transmissão de energia elétrica no Sistema Elétrico Nacional regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

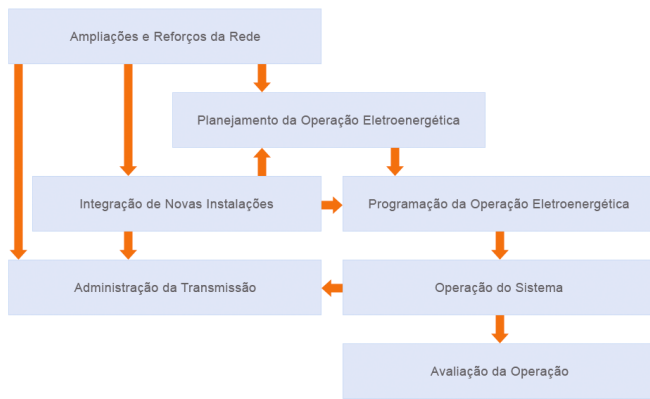


Figura 1: Área de Atuação da ONS perante o Sistema.

Já quem faz a operação do sistema nacional é o operador nacional do sistema elétrico (ONS), qual faz desde o planejamento elétrico até operação do sistema como um todo, como mostrada na Figura 1, a abrangência da ONS perante o SIN.

#### Níveis Hierárquicos

A análise de confiabilidade pode abranger três níveis hierárquicos, conforme apresentado na Figura 2 [3]:

- 1) Nível Hierárquico 0 (NH0): Abrange o estudo de confiabilidade ligado ao sistema energético isolado aos demais, normalmente se analisa a confiabilidade de projeto e funcionamento;
- 2) Nível Hierárquico 1 (NH1): Abrange o estudo de confiabilidade ligado a geração de energia;
- 3) Nível Hierárquico 2 (NH2): Abrange o estudo de confiabilidade ligados a transmissão e geração de energia;
- 4) Nível Hierárquico 3 (NH3): Abrange o estudo de confiabilidade ligados a distribuição, transmissão e geração de energia.

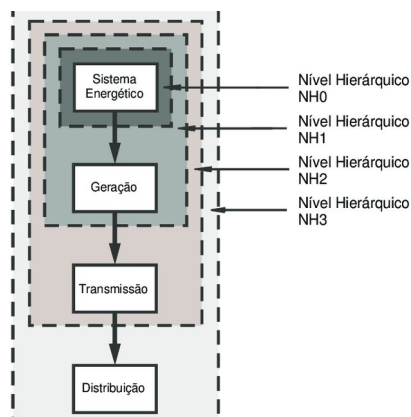


Figura 2: Níveis Hierárquicos de um Sistema de Potência [3].

Atualmente devido a dimensão dos problemas trabalhamos apenas com o NH2, assim montando o problema em razão das falhas em linhas de transmissão quais já foram modeladas e levantadas.

### III. MODELAGEM E SIMULAÇÕES

Nesta seção apresentam-se as características do sistema de transmissão sul brasileiro com 32 barras simulado no *software* ANAREDE, para o cenário proposto para níveis de carregamento e níveis de geração, como um ponto de operação qual haveria contingências se houvesse alguma violação de tensão ou fluxo de potência, assim como considerar contingências os casos divergentes a partir do ponto de operação descrito na Tabela I.

Tabela I: Configuração do Nível de Carregamento(MW)

Nível de Carregamento (MW)		
Área 1	Área 2	Área 3
3100	7800	-4500

Assim como o nível de carregamento foi definido em cada área do sistema, o nível de geração também foi previamente definido conforme a Tabela II.

Tabela II: Configuração do Nível de Carregamento(MW)

Nível de Geração	
Área 1	Área 2
-20%	-20%

Com a definição das tabelas I e II, pode-se utilizar o ANAREDE para configuração do sistema conforme as tabelas, após carregamento do projeto e configuração das opções das tabelas, o esquemático do sistema STSB-32 foi disposto na Figura 3, qual mostra os esquemático completo no ANAREDE.

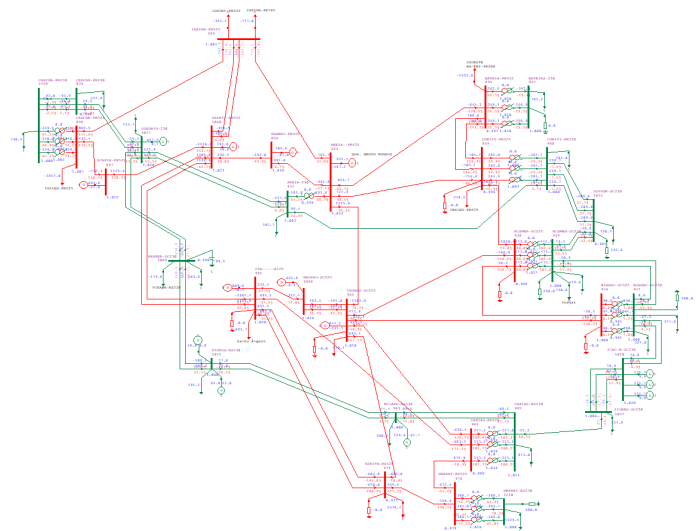


Figura 3: Diagrama do sistema de transmissão sul brasileiro de 32 barras.

Sendo o sistema separado por tensão, os níveis de tensão são de 230 kV, na cor verde e 525 kV na cor vermelha, esse sistema também é dividido em três áreas. A área número 1 é a parte classificada em 525 kV, a área 2 é a parte do sistema em 230 kV e a área 3 é a área de importação de energia da região sudeste do Brasil.

#### IV. OTHER RESOURCES

See for resources on formatting math into text and additional help in working with  $\text{\LaTeX}$ .

#### V. TEXT

#### VI. SOME COMMON ELEMENTS

##### A. Arrays

#### VII. CONCLUSION

The conclusion goes here.

#### REFERÊNCIAS

- [1] G. M. Lazari, L. H. Medeiros, N. D. Barth, R. Biazzi, and M. Sperandio, “Estudo de confiabilidade para um sistema de potência através da inserção de um parque eólico.”
- [2] A. M. L. da Silva, “4. análise de confiabilidade em sistemas de potência,” 2022.
- [3] A. M. Cassula, A. M. L. D. Silva, L. A. F. Manso, and R. Billinton, “Avaliação da confiabilidade em sistemas de distribuição considerando falhas de geração e transmissão,” pp. 262–271, 2003.