



CONECTIVIDADE NATURAL E ROBUSTEZ EM REDES COMPLEXAS: MODELAGEM E ESTUDO DA TOPOLOGIA DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DA ELETROSUL

Mateus Surdi Onetta¹

José Mario Vicensi Grzybowski²

Redes elétricas são sistemas complexos de larga escala, com comportamento não linear de dinâmica complexa e cuja topologia é constituída por nós (geradores, transformadores, subestações) e arestas (linhas de transmissão). Sob determinadas condições, instabilidades e falhas locais em tais redes podem se propagar, percorrendo diferentes caminhos e provocando falhas em cascata, conhecidas como blecautes. Assim como outras estruturas de rede, as redes elétricas beneficiam-se das vantagens de sua estrutura coletiva, na medida em que podem absorver falhas individuais de um ou mais de seus nós ou instabilidades intrínsecas (e.g. oscilações de frequência) ou extrínsecas (e.g., raios) a ela, sem que sua funcionalidade global seja prejudicada. Por outro lado, elas ficam sujeitas a condições impostas pela natureza coletiva e interdependente de sua estrutura, na medida em que falhas individuais em um ou mais de seus nós podem induzir um estado disfuncional da rede como um todo. Tradicionalmente, mecanismos de controle e supressão de falhas têm sido empregados para evitar a propagação de blecautes e instabilidades. Em uma direção alternativa, estudos das características estruturais inatas de redes complexas mostram a possibilidade de compreender seu comportamento diante de falhas ou na iminência de sobrecargas a partir das características de sua ‘trama’ ou ‘teia’ conectiva e da existência de caminhos alternativos para a manutenção de sua condição funcional adequada. No contexto de redes complexas, a redundância de caminhos facilita a continuidade da interação entre nós após uma falha, o que se reflete diretamente na robustez da rede. Em um panorama mais amplo, a conectividade e redundância de caminhos relacionam-se com a robustez de redes de computadores, grupamentos de neurônios, sistemas de tráfego rodoviário, sistema circulatório, entre outros, cuja resiliência em períodos pós-falha depende, em grande medida, da existência e disponibilidade de modos de operação alternativos. O objetivo deste trabalho é caracterizar a trama conectiva da rede de transmissão de alta-tensão da Eletrosul em termos de sua robustez e observar o efeito da inclusão de novas arestas na robustez da rede. Porém, diante de interesses técnicos e econômicos mutuamente conflitantes, quais novas arestas, se

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental, bolsista de iniciação científica edital 93/UFES, *campus* Erechim. onetta.mateus@gmail.com

² Orientador, área de matemática, Engenharia Ambiental, *campus* Erechim. zzmariovic@yahoo.com.br

adicionadas, causariam maior impacto no aumento da robustez da rede? Para explorar o problema, será utilizado o conceito de conectividade natural, que consiste em uma medida da redundância de caminhos definida como o somatório ponderado do número de caminhos fechados existentes entre dois nós quaisquer da rede. O aumento da conectividade será mapeado à posição da aresta adicionada para fornecer o que chamaremos de *conectividade natural diferencial*. A medida proposta deverá revelar estratégias ótimas, do ponto de vista topológico, para o aumento máximo da conectividade natural da rede através da inclusão de um número mínimo de arestas. Os resultados fornecerão *insights* para discussões acerca da robustez topológica da infra-estrutura da rede de transmissão da Eletrosul em termos de sua resiliência estrutural, cuja importância relaciona-se com a redução de escopo, frequência e duração de blecautes.

Palavras – chave: redes complexas, conectividade natural, redundância, rede elétrica, Eletrosul.