

PROSPECÇÃO E MODELAGEM DOS INDICADORES DE PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL SUPOSTA PELA TEORIA DOS GRAFOS

LUCÉLIA MARIA CASAGRANDE¹, MÁRIO MOLLO NETO², CAMILA PIRES CREMASCO³, LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO⁴

¹ Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento, UNESP-FCE/Tupã-SP

² Graduado Mestre e Livre-docente em Circuitos Digitais, Professor adjunto, UNESP FCE, Tupã-SP.

³ Graduada Mestre e Livre-docente em Matemática, Doutora em Agronomia, Professora adjunto, UNESP FCE, Tupã-SP.

⁴ Graduado Mestre e Livre-docente em Matemática, Doutor em Agronomia, Professor adjunto, UNESP FCE, Tupã-SP.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Esta pesquisa apresenta um estudo sobre o cenário da produção de energia primária no Brasil no período de 1970 a 2018, bem como as principais fontes que contribuíram para a matriz energética nacional. Para mapear tendências na produção de energia primária, a Teoria dos Gráficos e a Análise de Redes Sociais foram aplicadas usando o UCINET. Também são apresentados neste trabalho modelos matemáticos que representam a variação na centralidade e densidade da produção de energia primária brasileira. Com base nos resultados obtidos e na prospecção de literatura sobre a economia do Brasil no período de 1970 a 2018, foi possível discutir os movimentos realizados pelos formuladores de políticas públicas no cenário nacional que culminaram na redução de investimentos no setor. Mesmo essa demanda sempre estaria crescendo. Outro resultado importante foi observado com a evolução e o petróleo como oferta de fonte primária não renovável por todo o período da pesquisa (48 anos). Percebeu-se a alternância de ofertas de fontes renováveis que, a partir da predominância da lenha, passando para a geração de energia hidráulica, que foi a mais importante por duas décadas, e a substituição de subprodutos derivados da cana-de-açúcar, que se estende até o ano de 2018.

PALAVRAS-CHAVE: Energia primária, teoria dos grafos, software Ucinet, SNA

PROSPECTING AND MODELING OF PRIMARY ENERGY PRODUCTION INDICATORS IN BRAZIL SUPPORTED BY GRAPH THEORY

ABSTRACT: This research presents a study on the scenario of primary energy production in Brazil over the period from 1970 to 2018, as well as the main sources that contributed to the national energy matrix. To map trends in primary energy production, Graph Theory and Social Network Analysis was applied using the UCINET. Also presented in this work are mathematical models that represent the variation in the centrality and density of Brazilian primary energy production. Based on the results obtained and the prospecting of literature on the economy of Brazil in the period between the years 1970 to 2018, it became possible to discuss the movements carried out by public policymakers on the national scene that culminated in a reduction of investments in the sector, even that demand would always be growing. Another important result was observed with the evolution and of oil as a non-renewable primary source offer for the entire period of the research (48 years). Was perceived the alternation of offers from non-renewable sources that, starting with the predominance of firewood, passing on to the generation of hydraulic energy, that was the most important for

two decades, and the substitution by-products derived from sugarcane, which extends until the year 2018.

KEYWORDS: Primary energy, Graph theory, Ucinet software, SNA

INTRODUÇÃO: A definição da matriz energética de uma região ainda é fortemente influenciada por questões econômicas, no entanto, em virtude dessa nova abordagem ao lidar com recursos energéticos, o relatório Renewables 2019 global status report, afirma que em 2017, sem melhorias de eficiência do uso de energia nas diversas estruturas econômicas a demanda global final de energia teria sido 12% superior comparado ao ano 2000 (REN 21, 2019). Entretanto, com relação ao cenário Mundial, a demanda por energia primária aumentou 2,2% em 2018, crescimento mais acelerado desde 2013. Com relação ao âmbito nacional, atualmente o Brasil está em um momento de retração econômica, desacelerando a demanda por energia primária, que cresceu 1,3% menos que a média de 2,5% dos últimos dez anos (SILVEIRA, 2019). Contudo, é necessário que o país invista adequadamente em energias renováveis, considerando a previsão de expansão da demanda energética quando a economia retomar o crescimento. Assim, a Firjan - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro estima que a demanda por energia deverá crescer 2,2% por ano além da média mundial, e corresponderá a 3% da energia primária global em 2040 (FIRJAN, 2019).

A teoria dos grafos é aplicada computacionalmente para facilitar a compreensão de uma rede social, que de maneira simples, é definida como um conjunto de indivíduos com conexões de dependência entre si (NASCIMENTO, 2013). A pesquisa tem como objetivo a elaboração do modelo matemático que representa a variação da centralidade e densidade da produção de energia primária no Brasil no período de 1970 a 2018 com a finalidade posterior de uso como base e experiência para investimentos assertivos no setor energético de maneira eficaz para as demandas atuais.

MATERIAL E MÉTODOS: A partir dos dados coletados e tabulados em planilhas Excel da Microsoft, a pesquisa aconteceu em duas fases distintas: Na primeira fase os dados foram utilizados para a construção de arquivos de banco de dados (vna) que possibilitam o tratamento dos dados com uso do software ferramenta Ucinet, segundo método descrito na documentação gerada por BORGATTI et al., (1999).

O software Ucinet 6 for Windows, que é, normalmente, utilizado para análise de redes sociais egocêntricas ou sociocêntricas em diversos contextos e calcula diversas medidas de redes gerando grafos para visualização das interações da rede com a ferramenta integrada Net Draw versão 2.160, que vem integrada ao software (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002).

O processamento deste banco de dados permitiu a obtenção dos indicadores estruturais “centrality”, “degree centrality” e “density”.

Por meio da centralidade foi identificado o ator fonte de energia primária que exerceu maior influência em cada ano e sua mudança ao longo do período histórico estudado. Já as densidades da rede permitiram visualizar o desenvolvimento das fontes e a sua contribuição para o Brasil no período estudado. Os indicadores foram selecionados e tabulados, ano a ano a partir de 1970 até o ano de 2018.

A partir destes indicadores foram elaborados os gráficos das densidades e dos graus de centralidade de entrada (indegree) nos mesmos termos propostos por (MOLLO NETO, 2014). Destes gráficos das densidades e dos graus de centralidade de entrada, foram obtidas, segundo as recomendações do mesmo autor, as linhas de tendências correspondentes aos indicadores utilizando o Excel, e destas, foram construídas as equações dos modelos matemáticos que as representam a forma de polinômios ou funções polinomiais, assim como os correspondentes coeficientes de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Inicialmente, da coleta de dados obtidos da prospecção de relatórios de Empresa de Pesquisa Energética, (2018) representando a oferta de energia no período de 1970 a 2018. Grafos obtidos para cada um dos anos de 1970 a 2018 do estudo obtidos com a ferramenta de visualização NETDRAW do UCINET. Todos os grafos, foram construídos segundo as recomendações dadas por NETO (2015), (BORGATTI; EVERETT, M.; FREEMAN L., 2002), (SCOTT, 1996) e (NASCIMENTO, 2013). A Figura 1, ilustra o grafo para VNA.

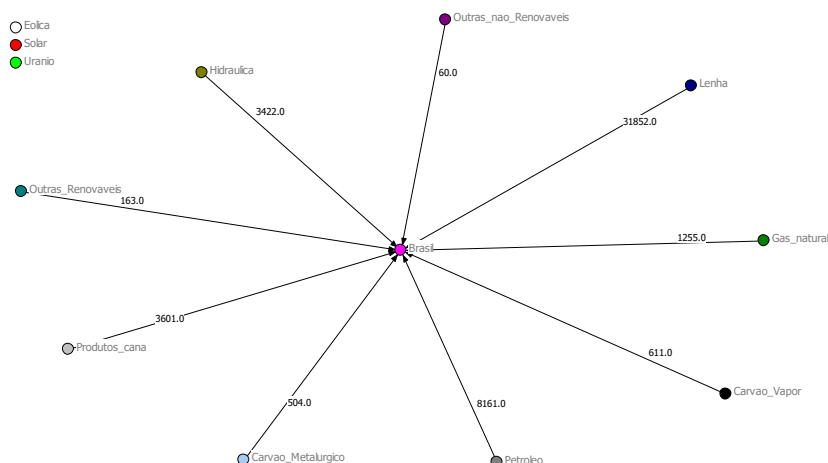


FIGURA 1. Imagem do grafo obtido do arquivo de resposta obtido do processamento para o VNA para o ano de 1970

Após a coleta de todos os dados de centralidade de grau de entrada para a contribuição que cada uma das fontes traz à produção de energia no Brasil no período de 1970 a 2018 segundo as indicações de NETO (2015); TOMAÉL e MARTELETO (2006); HANNEMAN e RIDDLE (2005) e principalmente de EMIRBAYER e GOODWIN (1994), foram transferidos os dados para uma planilha Excel e nesta foi gerado o gráfico que pode ser visualizado na Figura 1. Junto ao gráfico das centralidades, foi plotada a linha de tendência do modelo matemático escolhido que melhor se ajustou ao conjunto de dados, segundo os procedimentos indicados por (BASSANEZI, 2002), (BIEMBENGUT; HEIN, 2003), (COSTA, 2016) e (DANIEL, 2016). Além da plotagem da linha polinomial, foi indicado o coeficiente de determinação segundo o trabalho de BASQUIROTO DE SOUZA, (2018).

CONCLUSÕES: Foi possível, com a aplicação da ferramenta computacional UCINET e seu módulo de visualização Netdraw, determinar as matrizes relacionais correspondentes e indicadores estruturais de centralidade e densidade do suprimento de energia primária no Brasil de 1970 a 2018, além de construir gráficos para cada um obtido com a ferramenta de visualização.

Com base nos resultados obtidos e na nova prospecção de literatura sobre a economia do Brasil no período de 1970 a 2018, foi possível discutir os movimentos realizados pelos formuladores de políticas públicas a partir de dados e experiências do cenário nacional que culminou na redução de investimentos no setor, embora a demanda esteja sempre crescendo, mas permanece ligada aos resultados de pequenos aumentos no PIB e no IDH no período pesquisado.

AGRADECIMENTOS: Este trabalho teve o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na forma de bolsa de produtividade em pesquisa (Processo nº 313570 / 2017-5).

REFERÊNCIAS:

- BASSANEZI, R. Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2002.
- BASQUIROTO DE SOUZA, F. B. de. **Engenheiros: Como obter a equação de regressão de um conjunto de dados no Excel?** Disponível em: <<https://2engenheiros.com/2018/12/18/equacao-regressao-excel/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem Matemática no ensino. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. J.; FREEMAN, L. C. Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. 2002. . Acesso em: 23 ago. 2019.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M.; FREEMAN L. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. p. 47, Harvard: Analytic Technologies 2002.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M.; FREEMAN L. **Ucinet for windows: software for social network analysis**. Harvard: Analytic Technologies, 2002. Se é um livro eletrônico, precisa colocar o link Disponível em: Acesso em: 7 jul. 2019.
- FIRJAN. **Anuário da Indústria de Petróleo no Rio de Janeiro Panorama 2019**. Rio de Janeiro: Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/anuario-petroleo-e-gas.htm>>. Acesso em: 29 out. 2019.
- HANNEMAN, R. Social Network Data. In: HANNEMAN, R.; RIDDLE, M. (Ed.). **Introduction to Social Network Methods**. University of California, Riverside (published in digital form): Department of Sociology, 2005.
- NASCIMENTO, C. S. D. **PANDORA - Uma Ferramenta para Visualização Incremental e Análise de Redes Sociais Acadêmicas**. 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação (mestrado) Programa de Pós Graduação em Computação - Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/67851/000874023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 7 jul. 2019.
- MIRBAYER, M.; GOODWIN, J. American Journal of Sociology. **Network Analysis, Culture, and the Problem of Agency**, v. 99, n. 6, p. 1411–1454, maio 1994.
- MOLLO NETO, M. M. Análise de Redes. In: REIS, J. G. M. (Ed.). **Qualidade em Redes de Suprimentos: a qualidade aplicada ao supply chain management**. São Paulo: Atlas, 2015. p. 62–92.
- REN 21. **Renewables 2019 Global Status Report**. France: Frankfurt School UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, BloombergNEF and UN Environment., 2019. Disponível em: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf>. Acesso em: 26 out. 2019.
- SILVEIRA, D. **Crise econômica freia consumo de energia primária no Brasil, aponta Firjan**, 7 ago. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/08/07/crise-economica-freia-consumo-de-energia-primaria-no-brasil-aponta-firjan.ghtml>>. Acesso em: 29 out. 2019.
- TOMAÉL, M. I.; MARTELETO, R. M. Redes sociais: posições dos atores no fluxo da informação. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 11, p. 75–91, jul. 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/342>>. Acesso em: 6 jul. 2019.