ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS EM REDE APLICADA A CONCESSIONÁRIAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL NO ANO DE 2016[1]

Gabriel Coutinho de Amarante[2], Adriano de Amarante[3]

[1] Vinculado ao projeto "Economia da energia no Brasil: aplicações econométricas ao setor elétrico"
[2] Acadêmico do Curso de Ciências Econômicas – ESAG – Bolsista PROIP/UDESC
[3] Orientador, Departamento de Ciências Econômicas – ESAG – adriano.amarante@udesc.br

Neste trabalho propomos a aplicação da Análise Envoltória de Dados em Rede (NDEA – Network Data Envelopment Analysis) às empresas do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Com essa análise se busca mensurar a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs – Decision Making Units) em cada etapa do processo, assim a NDEA se aplica a avaliação de processos com múltiplos estágios. Neste caso temos um modelo DEA que calcula a eficiência geral do sistema e as eficiências de seus componentes. (KAO, 2009; KAO, 2014; FOROUTAN & BANDAD, 2021). O DEA é uma ferramenta analítica muito utilizada na economia para avaliar formas alternativas de produzir energia, além de analisar a eficiência de geradoras, transmissoras e concessionárias de energia como no presente estudo.

Os dados e informações sobre as variáveis financeiras foram obtidas da CVM a partir de algoritmo de busca e tratamento de dados em documentos contábeis, dados de despesas e custos operacionais e de prestação de serviços e de receitas brutas e precisarão de tratamento ou alteração estrutural do modelo teórico. Estas duas variáveis serviram para calcular a eficiência global das concessionárias de distribuição e transmissão e de geração e comercialização. Uma das hipóteses é que as concessionárias que são verticalizadas têm uma ineficiência global menor, enquanto que aquelas que atuam em um ou dois setores tem uma ineficiência maior. Para o cálculo das eficiências de cada etapa do processo foram utilizados dados contábeis de despesa operacional, estruturais e de mercado, obtidos em relatórios da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os dados aplicados inicialmente compreendem o ano de 2016, mas o espaço amostral será expandido na continuação dessa pesquisa, compreendendo anos subsequentes e apresentando a evolução da curva de eficiência ao longo dos períodos.

Na Tabela 1 são apresentados os índices de eficiência para cada empresa em cada etapa do processo de distribuição de energia elétrica, com estes indicadores foram calculados métricas globais de médias para ranquear as empresas. Na análise DEA, o índice 1 é considerado eficiente e todos os valores abaixo dele, fora da linha de eficiência. Percebe-se então que a maioria das distribuidoras são consideradas ineficientes, estando a minoria dentro da linha de eficiência.

Na Tabela 2, levando em conta a posição da empresa em cada indicador global (Black-Box e de Médias) foi realizada a agregação das posições de cada concessionária para obter um ranking final por posicionamento em cada indicador.

Figura 1. Diagrama do NDEA

Tabela 1. *DMUs e Índices de Eficiência do Processo de Distribuição de Energia Elétrica com NDEA*

DMU	E1	E2	E3	E1-E2	E2-E3
CELESC-DIS	1,00	1,00	0,44	1,00	0,67
ELEKTRO	1,00	0,88	0,59	1,00	0,83
ENEL CE	0,70	1,00	0,58	1,00	1,00
ENEL RJ	0,34	1,00	0,55	0,55	1,00
CEMAR	0,81	1,00	1,00	0,80	1,00
CELPA	0,41	1,00	1,00	0,58	1,00
CELPE	1,00	1,00	0,52	1,00	0,55
EMT	1,00	0,34	1,00	0,46	0,52
CELG-D	1,00	0,65	0,57	0,78	0,44
DMU	**Black Box**	**Média Ei**	**Média Link Eij**	**Média BB-E-Link**	**Média**
CELESC-DIS	0,90	0,81	0,83	0,85	0,82
ELEKTRO	1,00	0,82	0,91	0,91	0,86
ENEL CE	0,81	0,76	1,00	0,86	0,86
ENEL RJ	0,52	0,63	0,77	0,64	0,69
CEMAR	1,00	0,94	0,90	0,95	0,92
CELPA	1,00	0,80	0,79	0,86	0,80
CELPE	0,58	0,84	0,77	0,73	0,81
EMT	0,94	0,78	0,49	0,74	0,66
CELG-D	0,71	0,74	0,61	0,69	0,69

Índices Desagregados por Etapa e Link:		Índices Black-Box e Médios de Eficiência:	
E1	Etapa Custo-Estrutura	Black Box	Custo-Receita
E2	Etapa Estrutura-Produto	Média Ei	Média das Etapas 1, 2 e 3
E3	Etapa Produto-Receita	Média Link Eij	Média dos Links Custo-Produto (Etapa 1-2) e Estrutura-Receita (Etapa 2-3)
E1-E2	Link Custo-Produto	Média BB-E-Link	Média dos Índices Black-Box com Média das Etapas (Média Ei) e Média Link (Média Link Eij)
E2-E3	Link Estrutura-Receita	Média	Média dos Índices Etapas 1, 2, 3 e Links 1-2 e 2-3

Observação: Cada Etapa do processo de fornecimento do serviço de distribuição de energia elétrica apresenta um conjunto de insumos e de produtos denotado como Insumo-Produto, assim como no caso dos Links que leva em conta o insumo da etapa anterior e o produto da etapa subsequente.

Tabela 2. *DMUs e suas posições nos Índices de Eficiência Black-Box e Médios*

Posição	DMU	Soma de Posições	Posição	DMU	Soma de Posições
1	CEMAR	7	6	CELPE	28
2	ELEKTRO	11	7	EMT	34
3	ENEL CE	21	8	CELG-D	38
4	CELPA	22	9	ENEL RJ	42
5	CELESC-DIS	22			

Referências:

KAO, C. Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model. **European Journal of Operational Research**. n. 192, 2009, p. 949-62. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.10.008

KAO, Chiang. Network data envelopment analysis: A review. **European Journal of Operational Research**. n. 239, 2014, p. 1-16. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.039

FOROUTAN, Seyedeh Ladan Fadaei; Bamdad, Shahrooz. Efficiency measurement of railway

passenger stations through network data envelopment analysis. **Research in Transportation Business & Management.** 2022. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100767

Palavras-chave: NDEA. Eficiência. Setor Elétrico Brasileiro. Distribuição de Energia Elétrica.