



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

BR/GOP/11
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO – XI

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

FORMAÇÃO DE ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE POR MEIO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

**Lanier Peterson Castelo Branco Sampaio (*)
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

RESUMO

Indicador é uma variável que admite valores em determinado tempo, alocando informações. Índice é o valor agregado de um procedimento de cálculo (composição de indicadores). O objetivo do artigo é contribuir com a discussão sobre concepção dos índices de disponibilidade utilizados na área de transmissão de energia elétrica. Para isto é utilizado uma análise multicritério para comportar uma pluralidade de perspectivas na formação destes índices, levando em consideração os pesos das variáveis. Os pré-requisitos e limitações do processo são especificados. Os resultados não esgotam o tema, contribuem para melhorar a compreensão da complexidade do mesmo e auxiliam a sua aplicação.

PALAVRAS-CHAVE

Disponibilidade, Indicador, Índice, Análise Envoltória de Dados, Transmissão de energia elétrica.

1.0 - INTRODUÇÃO

De acordo com o submódulo 20.1 dos Procedimentos de Rede, publicados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), disponibilidade líquida é a porção ou porcentagem do tempo em que os equipamentos componentes da função estiveram em operação ou aptos a operar durante o período de observação, com ou sem restrições. No mesmo submódulo é definido que um indicador de desempenho é a relação quantitativa que permite avaliar o desempenho de um processo por meio da comparação com valores de referência definidos. De aplicação direta, o ONS realiza o cálculo dos indicadores de desempenho da transmissão e geração baseado nestes conceitos.

A Resolução Normativa ANEEL nº 270 de 26 de junho de 2007, instituiu as definições referentes à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, vinculada à disponibilidade das instalações integrantes da Rede Básica. Por meio de uma regulação baseada em incentivos, foi introduzido um sinal econômico para maximizar a disponibilidade do serviço, conhecido como Parcela Variável por Indisponibilidade (PVI), que pode gerar descontos na Receita Anual Permitida (RAP) do agente. A continuidade está relacionada com a frequência e duração das interrupções no ponto de conexão dos usuários da Rede Básica, a conformidade acompanha os distúrbios na forma de onda da tensão. Pela própria definição da resolução ANEEL nº 270/2007, a qualidade do serviço de transmissão é medida com base na disponibilidade e na capacidade plena da Função Transmissão (FT).

Mas, de acordo com Oliveira et al (2011), não existe uma definição para obter um índice de disponibilidade operacional que reflita a eficiência e a qualidade de um agente prestador do serviço público de transmissão de energia elétrica e a resolução não considera os impactos sistêmicos provocados pelas indisponibilidades ou alteração da capacidade operativa, apresentando apenas característica financeira.

Assim, no trabalho de Oliveira et al (2011), é sugerido o uso de critérios diferenciados e ponderações específicas para o cálculo do índice de disponibilidade com o objetivo de refletir a eficiência e confiabilidade das concessionárias.

(*) Rua 04 Sul, lote 10, bloco A, n° 1003 – CEP 71.937- 000. Brasília, DF – Brasil.
Tel: (+55 61) 9907-3383 – Fax: (+55 61) 3458-4215 – Email: laniersampaio@gmail.com

Índices podem ser definidos como modelos matemáticos que utilizam indicadores na sua formação. O sucesso na construção dos mesmos deve-se mais à habilidade de modelagem do problema do que das regras e equações matemáticas utilizadas no algoritmo. A subjetividade na modelagem e a ponderação dos indicadores utilizados na formação do índice é a principal dificuldade advertida na literatura, podendo gerar resultados que levem a interpretações precipitadas e não conclusivas. Alguns autores escrevem que o debate sobre a formação de índices nunca vai chegar ao consenso.

Um índice pode fornecer informações quantitativas ou qualitativas, identificar posições relativas, distinguir a evolução da mudança em diferentes unidades ao longo do tempo (identificando tendências e destacando determinados pontos) e também pode ser utilizado na definição de prioridades e na aferição ou monitoramento do desempenho.

Um índice é construído quando indicadores são reunidos em um único número. Um índice deve medir de forma multidimensional, facilitando a interpretação de conceitos que não podem ser capturadas por um único indicador, como por exemplo, índices econômicos, competitividade, industrialização, sustentabilidade, etc.

O artigo atual parte deste contexto e utiliza a Análise Envoltória de Dados com o objetivo de compor um índice que possa ser aplicado para esboçar indicadores complexos e facilitar a comparação do desempenho de FTs de um mesmo agente ou entre concessionárias. O índice desenvolvido deve ser compreendido como uma contribuição à discussão iniciada em 2011, sua interpretação deve ser avaliada em relação ao cenário de aplicação. A finalidade não é esgotar o tema, mas colaborar para uma melhor compreensão do mesmo, de sua aplicação e interpretação dos resultados no setor elétrico.

2.0 - ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise Envoltória de Dados é um método de análise multicritério. Foi inserido na bibliografia em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes, como resultado da tese para obtenção de grau de PhD de Edward Rhodes sob a orientação de W.W.Cooper. Baseando-se nos conceitos de Farrel, acoplaram as estimativas das fronteiras de eficiência e realizaram análises de casos envolvendo relações simples até situações multidimensionais. A ideia do estudo era obter um método para medir a eficiência sem apelar para o uso de pesos determinados a priori para cada variável e sem ter que transformar as variáveis em valores econômicos comparáveis. Primeiramente foi empregado para avaliar a eficiência de escolas públicas. Como saídas foram considerados os resultados matemáticos, a melhoria de autoestima em testes psicológicos e a habilidade psicomotora. Como entradas, o número de professores e o tempo gasto pela mãe em leituras com o filho.

O modelo inicial aplicado no método DEA, criado por Charnes, Cooper e Rhodes, utilizava retorno constante de escala, ou seja, considerava que todas as unidades comparadas estavam operando na escala ótima de produção. Em 1984, Banker, Charnes e Cooper trocaram os retornos de escala constante por retornos variáveis, desenvolvendo um modelo para o método DEA capaz de comparar unidades operando em escalas de produção diferentes.

Na sequência, a metodologia foi estendida às empresas privadas e hoje o método é flexível e robusto o suficiente para ser aplicadas em qualquer sistema que proporcione um grupo de entradas e saídas mensuráveis, independentemente de serem quantitativas ou qualitativas.

O método DEA compara a eficiência de unidades de produção semelhantes, ponderando os diversos aspectos que estão envolvidos nas diferentes atividades desempenhadas e confere esse desempenho com outras entidades similares. Ou seja, o método DEA fornece a eficiência relativa da unidade de produção em relação ao conjunto, não a eficiência absoluta, permitindo verificar por observação, mas não comparando com o máximo teórico.

O DEA é um método não paramétrico. Nos métodos não paramétricos não são feitas hipóteses, a priori, sobre o contorno analítico da função de produção. É estabelecida empiricamente uma função da melhor prática em relação aos insumos e produtos observados. Esta função é linear por partes e, como tal, seria uma aproximação da função correta, se a mesma existisse. Portanto, esta visão delibera padrões reais, cujo comportamento pode ser estudado a partir da observação de cenários concretos. Além disso, admitindo avaliação simultânea de múltiplos insumos e múltiplos produtos, oferece resultados mais completos que os passíveis de serem obtidos por meio de modelos paramétricos.

Em avaliações de eficiência que empregam modelos não paramétricos, as referências (as melhores unidades na conversão de insumos em produtos, ou seja, as unidades que utilizam a menor quantidade de insumos para gerar a maior quantidade de produtos) são identificadas por meio da borda da fronteira concebida com base nas unidades de máximo desempenho observado. As demais unidades encontram-se abaixo da fronteira e o valor de sua eficiência é expresso em relação às referências. Após a aplicação do DEA, todas as unidades observadas farão parte ou estarão abaixo da fronteira obtida. No método DEA as unidades de produção são consideradas como DMUs (*Decision Making Units*, Unidades de Tomada de Decisão), sendo que cada DMU é uma entidade responsável em converter insumos em produtos.

Para aplicação do método DEA no processo de comparação de eficiência de um conjunto de unidades de produção é necessário seguir determinados pré-requisitos. Os pré-requisitos garantem que a fronteira de eficiência estimada seja robusta e alcance o objetivo de identificar corretamente as unidades de referência. Para a quantidade de DMUs, como regra geral, é aceito que no mínimo três DMUs são indispensáveis para cada relação insumo e produto utilizada na análise.

As unidades comparadas devem ser homogêneas, devem realizar atividades semelhantes, possuir autonomia no processo de decisão, produzir e trabalhar nas mesmas condições de mercado e tendo acesso aos mesmos

insumos, diferenciando-se apenas pelas quantidades consumidas e produzidas. Ou seja, é preciso identificar e retirar os *outliers* da amostra.

Entre os indicadores representativos dos insumos e produtos é desejável que exista correlação. Para indicadores do mesmo tipo não é desejada correlação, pois, como exemplo, dois produtos (insumos) com alta correlação contribuem pouco para detalhar a eficiência.

Os primeiros modelos matemáticos utilizados foram o CCR (abreviação devido às iniciais dos autores – Charnes, Cooper e Rhodes) ou CRS (relativo ao termo em inglês: *Constant Returns to Scale* - Retorno Constante de Escala), criado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. Utilizava orientação para insumo e retornos de escala constante e o BCC (abreviação devido às iniciais dos autores – Banker, Charnes e Cooper, será a nomenclatura utilizada nesta tese) ou VRS (relativo ao termo em inglês: *Variable Returns to Scale* - Retorno Variável de Escala) desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, onde substituíram os retornos de escala constante por retornos variáveis. A Figura 1 apresenta as equações para os dois modelos, onde θ é a medida de eficiência, λ é o peso relativo a cada DMU e s^+, s^- são os limites superior e inferior.

$$\begin{array}{ll}
 \text{Minimizar: } \theta - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] & \text{Minimizar: } \theta - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \\
 \text{Sujeito a: } 0 = \theta x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- & \text{Sujeito a: } 0 = \theta x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \\
 y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ & y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \\
 1 = \sum \lambda_j & 1 = \sum \lambda_j \\
 0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \text{ para } i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n & 0 \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \text{ para } i = 1, \dots, m; r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n
 \end{array}$$

Figura 1 – Equações para os modelos CCR e BCC.

Para obter a equação do modelo BCC é incluída na equação do modelo CCR a restrição para os valores de λ_j ficarem restritos a um somatório de valor total igual a 1. Com esta mudança não se permite que ocorra expansão ilimitada ou encolhimento até a origem dos planos de operação, demarcando uma superfície de forma convexa. A restrição de que a DMU deve ter eficiência de escala é retirada e, conseqüentemente, toda DMU é comparada apenas com outras DMUs de tamanho similar, evitando comparações com outras de porte substancialmente maior ou menor. Os pesos na Figura 1 não são ponderados a priori, após resolução do problema de otimização eles serão selecionados pelo algoritmo.

Como suporte para resolução dos modelos DEA utiliza-se softwares especializados. No artigo foi empregado o programa SIAD (Sistema Integrado de Apoio a Decisão) versão 3.0, desenvolvido pelo grupo de pesquisa da Universidade Federal Fluminense formado por Lídia Angulo Meza, Luiz Biondi Neto, Soares Mello e Eliane Gomes. É disponível para *download* gratuito no endereço <www.uff.br/decisao>.

3.0 - INDICADOR E ÍNDICE

Indicadores e índices são desenvolvidos para medir, quantificar e qualificar determinada realidade. São construídos para analisar resultados e avaliar desempenhos. Disponibilizam informações básicas para a gestão, subsidiando decisões e ajustando metas. Sua criação depende do uso específico a que deve servir e deve adequar-se com precisão àquilo que os gestores pretendem medir. Avaliar a gestão é importante para corrigir rumos indesejados que podem estar sendo tomados desapercivelmente.

Um indicador é uma variável que admite valores em determinado período de tempo, são autoexplicativos. Delineiam prontamente um determinado aspecto da realidade, por exemplo, o número de transformadores de uma subestação, ou apresentam uma relação entre situações ou ações, por exemplo, o número de transformadores de uma subestação em relação ao número de técnicos de manutenção.

Um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam indicadores. É um indicador composto, permite a pluralidade de perspectivas na sua elaboração. Exibe de forma resumida um conjunto de aspectos da realidade (por exemplo, o índice de inflação reflete a variação geral de preços de uma cesta de bens pré-determinada). Agrupa, em um único número, múltiplos indicadores, estabelecendo algum tipo de importância entre eles. Para isso, é preciso definir uma forma de ponderação, ou seja, dizer que os indicadores terão valores diferenciados (peso) para a determinação do resultado final. Agrega informações importantes, produzindo uma síntese sobre uma realidade complexa e mutável.

Uma das propriedades básicas dos indicadores e índices é que, essencialmente, formam determinado padrão normativo a partir do qual se avalia a condição da realidade em que se quer intervir, construindo-se um diagnóstico que alimente o processo de definição de estratégias e prioridades. Avalia-se também o desempenho dos

programas, medindo-se o grau em que seus objetivos foram alcançados (eficácia), o nível de utilização de recursos (eficiência) ou as mudanças ocorridas (impacto). Além do aspecto normativo, a Tabela 1 apresenta outras características. Já a Tabela 2 apresenta as vantagens e desvantagens na formação de índices (indicadores compostos).

Tabela 1 – Características de indicadores e índices.

	Característica
1	Simplicidade
2	Validade
3	Seletividade
4	Sensibilidade
5	Amplitude
6	Diversidade
7	Independência
8	Confiabilidade
9	Fácil obtenção
10	Periodicidade

Tabela 2 – Vantagens e desvantagens na formação de índices.

Vantagens	Desvantagens
Resume indicadores complexos levando em consideração multicritérios	Podem levar a interpretações erradas dependendo da modelagem
São mais fáceis de interpretar do que um conjunto de indicadores	Pode levar a conclusões simplistas
Pode comparar o progresso de empresas ao longo do tempo	Se o processo de construção não é Transparente, o índice pode ser manipulado
Reduz a quantidade de dados, sem perder informação, facilitando a comunicação	A seleção dos indicadores e pesos é subjetiva
Permite que os usuários comparem dados complexos de forma eficaz.	Oportunidades de melhoria podem ficar disfarçadas em função do modelo utilizado

Indicadores e índices são importantes por permitirem fazer comparações da situação das organizações e do seu desempenho. No entanto, deve-se destacar o aspecto complementar dos indicadores e índices. A leitura e a interpretação dos mesmos devem estar acompanhadas de uma análise criteriosa do cenário e das condições de contorno envolvidas.

4.0 - METODOLOGIA

A Tabela 3 mostra os dados utilizados para exemplificar a metodologia e os principais resultados. São 62 Funções Transmissão da concessionária Y. Os valores foram obtidos no Excel® por meio da função “aleatórioentre”. A
quanto maior o número,
is de Rede conforme a

$$\text{Indicador de Disponibilidade} = \frac{\sum_{i=1}^N HD_i}{\sum_{i=1}^N HP_i} \times 100 [\%]$$

de FT.

A última coluna da Tabela 3 foi obtida aplicando a Análise Envolvória de Dados ao conjunto de dados, utilizando o modelo BCC e a fronteira invertida. Foram considerados como insumos os valores das indisponibilidades programadas e outros. Considerando que o modelo da análise busca minimizar os insumos, ou seja, quanto menor o insumo melhor o desempenho. Neste caso, as indisponibilidades consideradas como insumo, a resolução do modelo tenta reduzir o tempo de indisponibilidade das funções. Na aplicação da metodologia, as horas das indisponibilidades consideradas como outros foram multiplicados por uma constante de valor 15, considerando a diferença entre desligamentos programados e outros na resolução 270.

A potência, criticidade e a RAP foram consideradas como produtos. O modelo busca maximizar os produtos, ou seja, quanto maior o produto gerado melhor o desempenho. No caso em estudo a potência foi considerada como produto devido a equipamentos com maior potência, normalmente, serem mais importantes para o sistema. A criticidade foi considerada como produto, assumindo que equipamentos de maior criticidade para o sistema causam um maior impacto com seu desligamento, logo quanto maior a criticidade, maior a severidade da perturbação. Quanto à RAP, quanto maior a receita recebida por determinada função, melhor seu desempenho.

Tabela 3 – Banco de dados e principais resultados.

FT	Programada(h)	Outros(h)	Potência(MVA)	Criticidade	RAP (R\$)	Disponibilidade(%)	Eficiência(%)
1	15	4	123	5	923.241	98,21	17,87
2	1	8	156	5	708.422	99,99	55,83
3	121	8	352	10	448.266	98,62	20,11
4	32	2	390	5	2.770.046	99,63	90,80
5	224	1	407	10	2.707.671	97,44	51,48
6	132	9	164	1	115.930	98,49	4,60
7	168	7	416	10	698.110	98,08	26,05
8	6	8	136	5	77.759	99,93	37,18
9	179	4	103	10	482.408	97,96	11,59
10	151	3	48	1	26.730	98,28	11,24
11	212	6	486	10	1.338.417	97,58	55,65
12	165	2	385	5	1.531.165	98,12	33,89
13	54	3	285	10	676.193	99,38	52,88
14	189	1	277	1	915.143	97,84	7,88
15	192	4	459	1	1.379.191	97,81	32,50
16	191	8	139	1	2.572.056	97,82	8,29
17	108	1	365	1	698.745	98,77	46,61
18	45	4	161	10	141.451	99,49	47,94
19	196	1	348	5	810.205	97,76	16,84
20	209	8	193	1	985.505	97,61	3,03
21	13	0	322	10	2.196.057	99,85	100,00
22	204	2	192	10	259.739	97,67	5,78
23	17	0	251	10	1.939.290	99,81	99,07
24	128	3	267	10	2.568.392	98,54	74,09
25	174	0	128	5	1.379.664	98,01	15,03
26	217	2	27	1	2.658.488	97,52	30,89
27	122	0	335	10	853.155	98,61	75,36
28	203	2	277	10	535.563	97,68	10,83
29	3	7	285	1	1.795.559	99,97	59,97
30	107	1	431	5	1.465.797	98,78	79,05
31	109	3	171	10	125.736	98,76	29,45
32	213	3	72	5	2.835.198	97,57	51,48
33	26	7	14	10	1.482.183	99,70	38,33
34	11	6	323	1	789.948	99,87	62,65
35	33	6	471	10	2.211.528	99,62	65,96
36	121	7	366	10	2.635.259	98,62	60,30
37	131	1	150	5	1.042.716	98,50	26,30
38	180	1	20	1	170.491	97,95	3,69
39	215	6	314	10	2.108.850	97,55	15,06
40	147	1	345	1	1.332.672	98,32	26,95
41	178	6	62	1	210.366	97,97	4,46
42	77	2	420	10	567.906	99,12	84,18
43	90	3	469	1	2.522.225	98,97	79,55
44	151	6	26	1	2.059.124	98,28	5,87
45	131	7	115	10	468.046	98,50	12,97
46	21	2	282	10	1.164.168	99,76	87,00
47	183	1	495	10	675.242	97,91	60,87
48	44	6	84	1	96.455	99,50	22,24
49	106	6	433	5	371.226	98,79	42,67
50	50	8	360	1	2.651.985	99,43	28,92
51	139	6	289	10	32.434	98,41	12,48
52	231	9	426	5	1.389.613	97,36	13,86
53	39	7	295	1	1.992.382	99,55	21,44
54	173	2	258	10	482.121	98,03	15,73
55	120	3	200	10	1.266.188	98,63	31,06
56	227	5	193	5	770.762	97,41	2,85
57	85	8	169	10	1.766.935	99,03	13,10
58	36	6	19	5	25.825	99,59	15,45
59	203	2	43	10	45.806	97,68	4,31
60	59	1	268	10	616.036	99,33	55,59
61	174	6	16	1	13.335	98,01	3,66
62	151	7	396	5	1.409.046	98,28	25,22

O indicador de criticidade é subjetivo, logo, seu peso e suas ponderações, na definição dos valores, levaram em consideração, além de estudos de sistema, o uso de especialistas ou técnicas normatizadas baseadas nas experiências adquiridas ao longo do tempo.

Pelo cálculo da disponibilidade a FT com melhor desempenho é a de número 2 com 99,99 % de disponibilidade. E a com pior desempenho é a de número 56 com 97,36% de disponibilidade. A FT número 2 apresentou poucas horas de desligamento, possui uma potência e criticidade média, além de uma RAP de R\$ 778.422,00. A FT número 56 apresentou valores consideráveis de desligamento, acima da média. Potência e criticidade na média e uma RAP de R\$ 770.762,00. Pela análise de eficiência a FT número 2 obteve um valor de 55,83 % e de número 56 um valor de 2,85 %. As duas FTs não possuem um RAP considerável, não são críticas e nem apresentam um valor de potência alta. A diferença entre as duas são as horas de indisponibilidade, ou seja, a FT número 2 apresentou valores baixos que garantiram seu desempenho mediano em relação aos valores de eficiência. Já a FT 56 apresentou valores de indisponibilidade altos, confirmando seu baixo desempenho nos valores de eficiência.

Pelo lado da eficiência, o melhor desempenho foi obtido pela FT número 21. Foi levado em consideração, além da sua disponibilidade, o valor da sua potência (acima da média), a sua criticidade (é uma função crítica) e o valor de sua RAP de R\$ 2.196.057,00 (acima da média). Mesmo não apresentando o maior valor de disponibilidade, a FT número 2 obteve o melhor desempenho, considerando aspectos sistêmicos (segurança operacional), econômicos (receita alta) e técnicos (potência alta).

A aplicação da Análise Envoltória de Dados gera pesos para as variáveis representativas dos insumos e produtos. Os pesos para cada variável é obtido após a solução do problema de otimização. A Tabela 4 exemplifica os pesos obtidos pela FT número 21 para suas variáveis após a comparação da eficiência.

Tabela 4 – Pesos indicados pelo método após solução do problema de otimização para a FT de número 21 na Tabela 3.

Variável	Tipo	Peso
Indisponibilidade programada	Insumo	0,077
Indisponibilidade outros	Insumo	0,005
Potência	Produto	0,002
Criticidade	Produto	0,052
RAP	Produto	0,004

Uma forma de utilizar os pesos gerados pela metodologia para gerar um índice de disponibilidade é considerar os pré-requisitos da unidimensionalidade (na construção de índices, uma medida composta deve representar apenas uma dimensão) e dos coeficientes de correlação (determinar as forças relativas das relações entre os vários pares). Para aplicação no índice de disponibilidade, por exemplo, todos os indicadores devem estar em horas. Pode-se utilizar os indicadores de indisponibilidade programada, indisponibilidade outros, restrição operativa com insumos e o total de horas disponíveis das FTs como produto. Todos os valores devem ser normalizados pelo número de FTs. A Tabela 5 apresenta um exemplo da formatação dos dados.

Tabela 5 – Exemplo da formatação dos dados para formação do índice de disponibilidade.

Variável	Tipo	FT 1	FT 2	FT 3	FT 4	FT 5	FT 6
Indisponibilidade programada (h)	Insumo	117,17	93,41	156,21	545,28	463,09	463,17
Indisponibilidade outros (h)	Insumo	650,61	205,22	300,44	85,71	28,43	588,73
Restrição operativa (h)	Insumo	1	4	2	5	10	6
Total de horas disponíveis (h)	Produto	7991,82	8461,24	8303,31	8128,96	8268,46	7707,99

Aplicando a Análise Envoltória de Dados ao conjunto de números formatados de acordo com a Tabela 5, os pesos para cada variável de cada Função Transmissão é obtido. Com isso é possível multiplicar os indicadores pelos seus respectivos pesos e empregá-los na equação de formação do índice. A equação de formação é desenvolvida no processo de modelagem.

Na equação de formação, pode-se considerar além dos pesos o valor de eficiência obtido por cada unidade. Utilizando o valor de eficiência na formação do índice, reforça-se o aspecto do multicritério no resultado final do modelo.

5.0 - CONCLUSÃO

A percepção do conceito do índice de disponibilidade do sistema de transmissão deve mudar, pois o mesmo tornou-se uma variável de interesse de diversas áreas, além da engenharia de manutenção e de operação do sistema, a financeira. Foi utilizado no cálculo da receita inicial na prorrogação das concessões representando a qualidade dos serviços públicos de transmissão de energia elétrica.

A construção de um índice não é um procedimento simples. Os pressupostos e condições de contornos adotados devem ser avaliados e validados para evitar interpretações e consequentes tomadas de decisões equivocadas, gerando resultados incompatíveis com os objetivos da modelagem original. É necessário um esboço conceitual para o índice antes do início da agregação dos indicadores.

O artigo apresentou um estudo teórico de aplicação da Análise Envoltória de Dados na formação do índice de disponibilidade levando em consideração múltiplos aspectos, contribuindo com a discussão da necessidade de novas considerações e definições sobre o tema. Reconhecendo as limitações na formação de índices, concentrou-

se em suas potencialidades. O índice é a evolução dos indicadores e pode fornecer parâmetros de comparação entre os agentes do setor elétrico.

Uma análise multicritério pode ser mais relevante do que a formação de um índice para comparar o desempenho de unidades de produção, Funções Transmissão ou empresas. Enquanto um índice pode ser mais útil para acompanhar ações estratégicas.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Babbie, E. (1989). The practice of social research. 5.ed. Califórnia: Wadsworth.

(2) Banker, R.D., Charnes, A., & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078–1092.

(3) Booyesen, F. (2002). An Overview and Evaluation of Composite Indices of Development. *Social Indicators Research*, v. 59, p. 115-151.

(4) Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.

(5) Kayano, J., Caldas, E. L. (2002). Indicadores para o diálogo. Série Indicadores, número 8. GT indicadores, Plataforma Contrapartes Novib.

(6) Nardo, M. et al. (2005). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD (OECD Statistics Working Paper).

(7) Oliveira, G. S., Niquini, F. M. M., Pereira, S. S., (2011). Indicadores de disponibilidade: uma nova abordagem para o cálculo e utilização. XXI SNPTTE Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Florianópolis – SC.

(8) Sampaio, L. P. C. B. (2011). Dupla ótica sobre a comparação de eficiência entre empresas de transmissão de energia elétrica. Tese de doutorado em Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília. Brasília – DF.

(9) Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the theory and application of data envelopment analysis. USA: Kluwer Academic Publishe.

(10) Van Bellen, H. M. (2005). Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 1.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Lanier Peterson Castelo Branco Sampaio. Nasci em Teresina, capital do Piauí, em 1975. Tenho graduação em engenharia elétrica pela Universidade de Brasília (2002), mestrado (2005) e doutorado (2011) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UnB. MBA em gestão empresarial (2010). Trabalho no setor elétrico desde 1994. Sou funcionário da Eletrobras Furnas, atuei nas áreas de operação de instalações, manutenção de subestações e usinas. Fui líder da divisão de manutenção eletromecânica da área Brasília. Assessoriei a Superintendência de Engenharia de Operação de Sistema da Eletrobras Eletronorte, onde fiz amigos e aprimorei meus conhecimentos nas áreas de gestão estratégica e TPM.