



**XXIII SNPTEE  
SEMÍNÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GEC/28  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

## **GRUPO – XVI**

### **GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E GESTÃO CORPORATIVA - GEC**

#### **DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA): O BENCHMARKING DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E A ÁRVORE DE CUSTOS E PERDAS**

**Lanier Peterson Castelo Branco Sampaio (\*)  
ELETROBRAS FURNAS**

## **RESUMO**

Benchmarking é um processo de comparação sistemática de uma empresa com os demais players. O processo identifica se a empresa está fazendo o melhor uso de seus recursos e ativos, se existem oportunidades de melhoria e se as perdas são mínimas. A DEA é um tipo de benchmarking avançado, utilizado pelo regulador para identificar os custos eficientes e revisar as tarifas. A gestão de custos deve iniciar pelo conhecimento dos custos, seguida pela redução das perdas e eliminação dos desperdícios. A árvore de perdas pode indicar quais são as oportunidades para supressão dos custos evitáveis e ganhos de sinergia. O artigo propõe a transformação do sistema de medição em sistema de informações para tomada de decisão e aprendizado, visando à melhoria contínua.

## **PALAVRAS-CHAVE**

*Data Envelopment Analysis* (DEA), Benchmarking, Eficiência, Perdas, Custos.

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

Sua empresa é eficiente? Você é eficiente? De forma geral, espontaneamente a resposta seria sim. Mas eficiência é um conceito relativo, é necessário um referencial. Sua empresa é eficiente em relação a quem? O mercado competitivo naturalmente identifica os melhores, os benchmarks, aquelas que são os alvos para os demais. São empresas que conseguem os maiores resultados com o uso da menor quantidade de insumos. Este processo de identificar e aprender com as referências gera dinamismo, uma procura pela melhoria contínua e ganhos para todas as partes interessadas.

No mercado monopolista é função do regulador simular um ambiente de competição. Um exemplo é o processo de revisão tarifária periódica (normalmente quatro anos) das concessionárias de transmissão e distribuição de energia no Brasil. O objetivo da revisão é analisar o equilíbrio econômico-financeiro da concessão, por meio do cálculo da receita necessária para cobertura dos custos operacionais eficientes e remuneração dos investimentos prudentes.

Na aplicação dos ciclos de revisões tarifárias periódicas (RTP) as metodologias aplicadas foram e são discutidas com a sociedade em audiências públicas, as contribuições são avaliadas e fazem parte do processo regulatório. Voltando à pergunta inicial, todas as empresas concessionárias responderiam que seus custos são eficientes e seus investimentos são prudentes, logo todos deveriam ser reconhecidos e repassados para a tarifa (serviço pelo custo). Desde modo não existiria nenhum incentivo à busca de melhores práticas. Levando em consideração a condição de contorno de informações assimétricas e imperfeitas com relação às realidades de custos enfrentadas por cada concessionária, ainda dificultada pela presença de interesses conflitantes entre consumidores e empresas, a revisão tarifária periódica é um dos principais desafios para o conceito de modicidade tarifária (menor tarifa possível para manter a segurança do suprimento).

(\*) QN 214, área especial n° 01, Samambaia Norte – CEP 72.315-900. Brasília, DF – Brasil  
Tel: (+55 61) 3458-4225 – Fax: (+55 61) 3458-4215 – Email: lanier@furnas.com.br

O regulador incentiva a busca do aumento de eficiência por parte das companhias, por ocasião da revisão tarifária, onde parte destes ganhos é repassada ao consumidor. O repasse é realizado por meio do reconhecimento dos custos operacionais das empresas mais eficientes e ajustes nos custos das concessionárias que se encontram abaixo da fronteira de eficiência, neste caso, uma parte adequada dos custos é repassada em vez da sua totalidade. O ajuste é realizado por meio de um ônus que reconhece apenas os custos proporcionais ao índice de eficiência obtido. O objetivo de se adotar um método que avalie os reais custos das empresas com a aplicação de critérios de eficiência é simular a competição de forma que a cada ciclo tarifário os custos possam se reduzir em função dos ganhos de eficiência obtidos pelo conjunto das empresas.

O conhecimento internacional na utilização de metodologias de benchmarking é vasto, notadamente na determinação de custos operacionais de concessionárias atuantes em setores regulados de infraestrutura. Existe uma multiplicidade de metodologias de benchmarking que podem ser classificadas basicamente em métodos de eficiência média e os métodos de fronteira. Para os principais autores do assunto, não há um método superior a priori, pois existem vantagens e desvantagens de acordo com a situação em que são empregados.

Atualmente, a ANEEL utiliza a Análise Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA) para comparar as concessionárias e identificar as referências nas revisões tarifárias dos segmentos de transmissão e distribuição. A mesma metodologia foi utilizada na determinação das receitas iniciais no processo de prorrogação das concessões em 2012. A qualidade na prestação do serviço é outro número utilizado.

A metodologia utilizada para o cálculo dos custos operacionais eficientes constitui-se em um modelo que busca estabelecer parâmetros de eficiência de modo a determinar os custos associados à execução dos processos e atividades de operação e manutenção das instalações elétricas, direção e administração, em condições que assegurem que a concessionária poderá obter os níveis de qualidade do serviço exigidos e que os ativos necessários manterão sua capacidade de serviço inalterada durante todo seu ciclo de vida.

Por analogia, é realizar a Gestão de Ativos, ou seja, o equilíbrio entre custos, desempenho e risco nos negócios gerenciados pelas concessionárias.

O artigo apresenta a metodologia DEA, o motivo é óbvio, pois é a metodologia de benchmarking utilizada pelo regulador e indicações recentes mostram que o mesmo continuará a empregá-la nas próximas revisões, e propõe o seu uso pelas concessionárias como modo de precificar os impactos futuros e ajustar seu curso de forma preventiva. Pode ser utilizada em conjunto ou substituir a empresa de referência empregada por algumas concessionárias para montar o quadro qualitativo.

É proposta a construção da árvore de custos e perdas com auxílio da DEA para facilitar o entendimento dos custos, a redução das perdas, a eliminação dos desperdícios e o combate às falhas. Uma aplicação prática mostra os principais resultados da proposta.

## 2.0 - ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

O benchmarking é uma metodologia sistemática que permite a comparação do desempenho das organizações, suas unidades, funções ou processos em face do que é considerado o melhor nível. Sustenta o processo dinâmico de melhoria, constituindo-se como uma forma de aprendizagem dado que a procura de melhores práticas implica uma análise cuidadosa das diversas formas de implementação dos processos, das metodologias de trabalho e dos diferentes arranjos organizacionais.

Ponto de destaque: o benchmarking deve servir apenas como ponto de partida para o desenvolvimento de uma estratégia própria. A cópia das melhores práticas só contribui para a padronização e total falta de diferenciação. Alguns autores fazem alusão ao karaokê e dizem que quem imita nunca soará exatamente como o original e será sempre considerado como "chegando quase lá". E isso não é suficiente no setor elétrico atual. O benchmarking e a cópia das melhores práticas deveriam ser empregados como o bilhete de entrada para qualquer empresa fazer parte da competição e não como um fim em si. Assim que as empresas conseguissem chegar a um determinado patamar de qualidade, elas deveriam trabalhar para se diferenciar no mercado de tal maneira que sua estratégia fosse praticamente impossível de ser copiada. Ressalta-se que simplesmente imitar a referência não é suficiente, soluções adotadas pelo benchmark podem não surtir o mesmo efeito quando aplicada em outra empresa.

O método *Data Envelopment Analysis* – DEA (ou Análise Envoltória de Dados – AED) é um tipo de benchmarking avançado. Foi uma das técnicas desenvolvidas para responder a um dos maiores desafios estratégicos do mundo empresarial: medir e comparar sua eficiência relativa.

O método DEA 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 Farrell, 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.

Inicialmente 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 conceito de eficiência é um conceito relativo. A produtividade é a razão entre a quantidade de produtos obtidos pela quantidade de insumos utilizados. Eficiência, por definição, expressa a relação ótima entre recursos produzidos e insumos utilizados. A eficiência máxima teórica ocorre quando os insumos tendem para zero e os produtos tendem para infinito. Algo apreciável, mas não prático. Torna-se mais lógico calcular a eficiência em relação a observações reais, ou seja, calcular a eficiência de uma empresa em comparação aos seus concorrentes de mercado.

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 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.

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) 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 a fronteira para os dois modelos. O eixo X representa os insumos e o eixo Y os produtos. As referências estão localizadas nas fronteiras e definem sua forma. As unidades que apresentam oportunidades de melhorias estão dentro das fronteiras e a distância entre elas e a fronteira indica seu percentual de eficiência relativa à amostra.

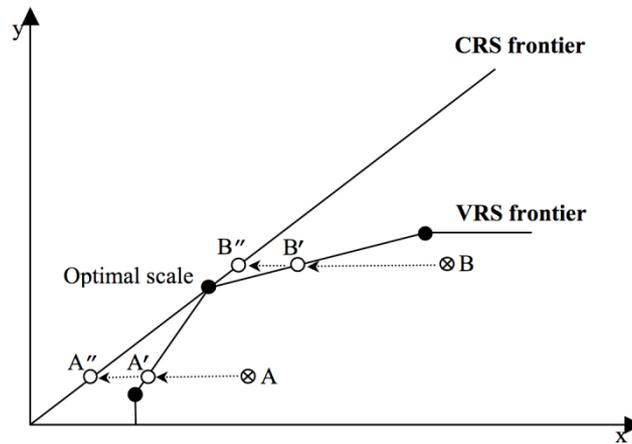


Figura 1 - Modelos CCR e BCC.

### 3.0 - EMPRESA DE REFERÊNCIA E O QUADRO QUALIQUANTITATIVO

O modelo de empresa de referência já foi utilizado no Brasil durante os primeiros ciclos de revisões tarifárias das concessionárias de distribuição de energia elétrica. O modelo consistia basicamente em calcular os custos com base em frequências e tempos de execução de tarefas previamente definidas para definir custos operacionais. Deve-se ressaltar que o método da empresa de referência é um método não utilizado em países com longa tradição em regulação. Com o avanço dos estudos e contribuições, o método da empresa de referência foi substituído pela metodologia DEA. Desde o primeiro ciclo da revisão das transmissoras já se utilizava a DEA.

O método da empresa de referência é não invasivo. Os custos operacionais justos são determinados por meio da criação de uma empresa fictícia, atendo a mesma área de concessão, para concorrer com a concessionária em revisão. Lembrando que a metodologia DEA compara a eficiência de empresas reais atuando no mercado e molda a fronteira com as referências.

No processo de readequação ao cenário do setor elétrico no Brasil após a MP579, algumas companhias, com o auxílio de consultorias, utilizaram o método da empresa de referência para montar seu quadro quali quantitativo. Da mesma maneira como na regulação, existe assimetria de informações. A metodologia DEA poderia ter auxiliado este processo e reduzido a subjetividade do mesmo.

A subjetividade aparece quando, nas diversas reuniões, cada área que defender ao máximo sua estratégia, acreditando que as oportunidades de melhoria só existem em outros quintais, seu dever de casa já foi feito. É o fato de querer obter resultados diferentes fazendo as mesmas coisas. Neste caso a empresa de referência é simplesmente uma cópia esculpida e encarnada das práticas anteriores. A figura 02 representa o fato.

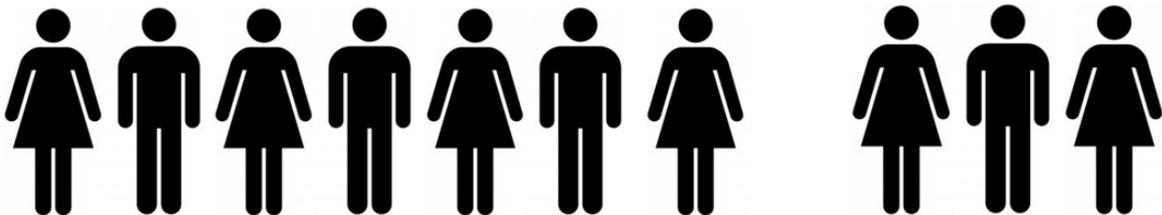


Figura 2 – a) empresa de referência visão local (subjetiva) igual ao passado;

b) empresa de referência visão de mercado, benchmark (objetiva).

### 4.0 - DEA E REGULAÇÃO NO BRASIL

A metodologia DEA fez parte do primeiro ciclo de revisão tarifária das transmissoras em 2007. Foram utilizados dados em painel de oito concessionárias de transmissão: CEEE, Cemig, Chesf, Copel, CTEEP, Eletronorte, Eletrosul e Furnas, as mesmas que foram comparadas no processo de prorrogação das concessões em 2012. Como insumo foi escolhido o custo total das empresas (TOTEX) e como produtos: linhas de transmissão (km), módulos de manobra, quantidade de transformadores e capacidade de transformação (MVA). Foi realizado um ajuste para deixar as empresas com escores de eficiência entre 80 e 100%. A figura 3 resume os resultados da eficiência por empresa.

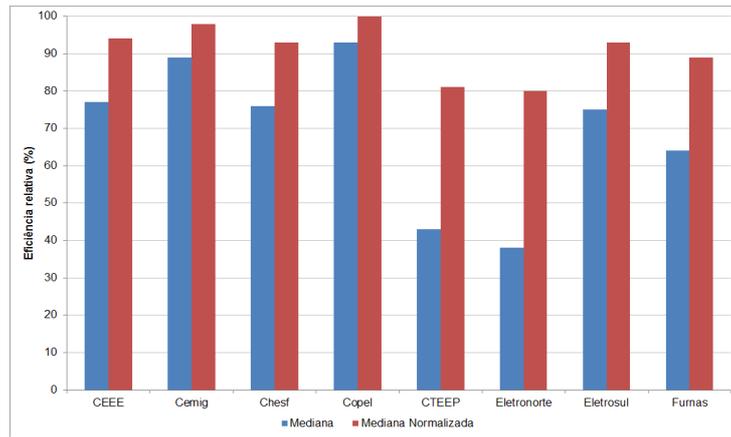


Figura 3 – Escores de eficiência relativa no primeiro ciclo de revisão tarifária das transmissoras.

Em 2010, no segundo ciclo, a metodologia DEA foi aplicada em dois estágios, buscando capturar a influência de variáveis ambientais, por exemplo, remuneração média, nível de tensão das linhas e dispersão da rede. Como insumo foi escolhido o custo operacional (OPEX) e como produtos: linhas de transmissão (km), módulos de manobra, quantidade de transformadores e capacidade de transformação (MVA). O resultado do segundo ciclo é apresentado na figura 4. Ressalta-se que entre o primeiro e segundo ciclo, ocorreram mudanças estratégicas em algumas concessionárias, consequentemente, reposicionamento dos benchmarks e modificação do ranking de eficiência.

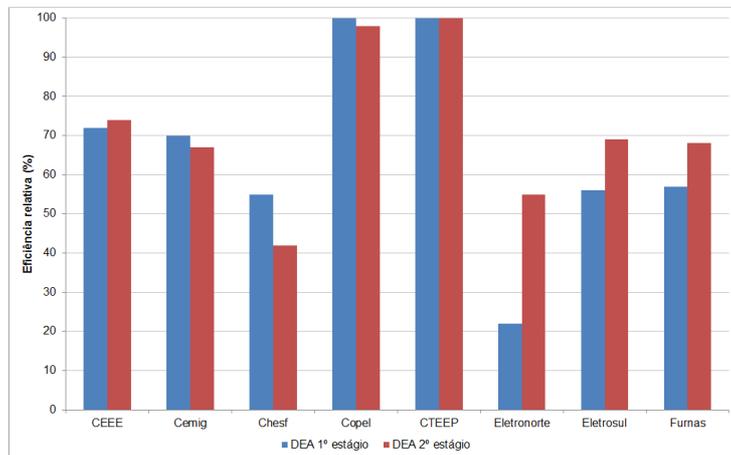


Figura 4 – Escores de eficiência relativa no segundo ciclo de revisão tarifária das transmissoras.

Na definição das receitas iniciais de O&M das transmissoras que tiveram prorrogadas as suas concessões, a metodologia foi mais uma vez utilizada pelo regulador. Neste caso, os escores de eficiência foram ajustados pela qualidade na prestação do serviço de transmissão, foi utilizado o desconto da Parcela Variável por Indisponibilidade normalizado. A figura 5 apresenta os valores.

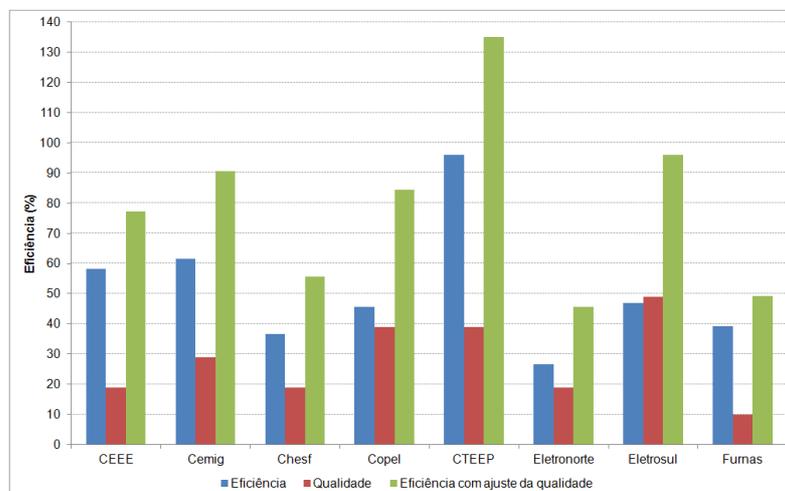


Figura 5 – Escores de eficiência relativa no processo de prorrogação das concessões.

Na figura 6 é mostrada a variação dos escores relativos de eficiência das concessionárias de transmissão do primeiro ciclo de revisão tarifária até a MP579. Por meio de um gráfico de tendências é possível estimar os próximos resultados. Caso as empresas não modifiquem suas estratégias, a média do escore de eficiência continuará a cair.

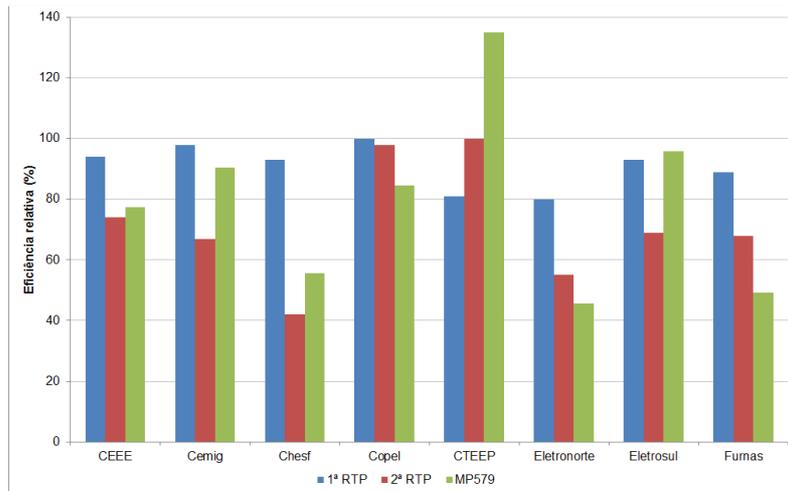


Figura 6 – Evolução dos escores de eficiência relativa das concessionárias.

As usinas que, a partir de 2013, são remuneradas pela Receita Anual de Geração (RAG) provavelmente entrarão em um ciclo de revisão das suas tarifas de O&M com base da metodologia da transmissão.

#### 5.0 - DEA E A ÁRVORE DE CUSTOS E PERDAS

A árvore de custos é basicamente o desdobramento do PMSO (Pessoal, Material, Serviços e Outros) da empresa. A figura 7 exemplifica uma árvore de custo montada.

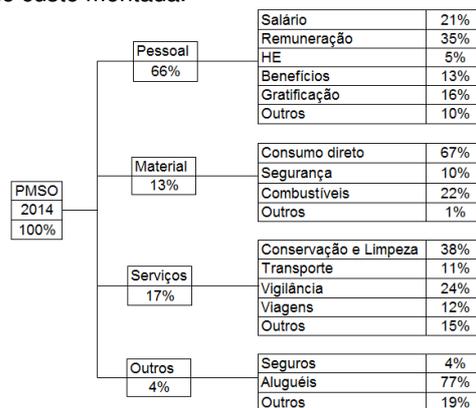


Figura 7 – Exemplo de árvore de custos.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) visa à proteção de valor do acionista, resgatando as condições básicas dos ativos e garantindo sua confiabilidade, a partir da identificação de perdas no processo produtivo. Na metodologia TPM, é sugerida a utilização de uma sistemática que, a partir da comparação dos resultados da empresa com algumas referências estabelecidas (benchmarks), possam identificar grupos de perdas do negócio. A partir desta identificação sistemática, toda a organização deve definir ações para minimizar ou eliminar estas perdas. Esta sistemática de identificação e priorização da eliminação de perdas é conhecida como “Árvore de Perdas”.

A árvore de perdas é mais complexa de montar do que a árvore de custos. A causa principal deste fato é a dificuldade em identificar as fontes de perdas, estas podem ser internas ou externas, representadas por maiores custos ou redução de produção, multas, descontos sobre receita, impactos na imagem, evasão de talentos, clima organizacional ruim, desmotivação, problemas crônicos, retrabalhos, pessoas erradas nos locais certos, feudos, perseguição, decisões ou estratégias erradas e falta de visão.

Como apoio à construção da árvore de perdas é proposta a utilização da metodologia DEA. O modelo selecionado foi o BCC, devido à presença de unidades de produção operando em escalas diferentes. O processo utilizado foi padrão até a introdução da fronteira invertida para melhorar a discriminação das DMUs. Os pontos chave na aplicação do método DEA são seguidos, depois do escore padrão de eficiência ser encontrado, o escore invertido é

calculado e a eficiência composta identifica as DMUs que são eficientes naquilo em que são referências e apresentam desempenho não tão ruim naquilo que não são referências.

Como insumo foi considerado o custo operacional relativo. Como produtos foram utilizados a quantidade de ativos, produtividade, disponibilidade e sustentabilidade (econômica, ambiental e social). Foram utilizados dados em painel de 10 áreas diferentes. Os escores de eficiência obtidos indicaram as lacunas entre os insumos utilizados em determinada área e as referências. A tabela 1 apresenta as lacunas para determinadas áreas.

Tabela 1 – Valores para auxiliar a construção da árvore de perdas de determinadas áreas.

Área	Eficiência	Variável utilizada	Variável ajustada	Perdas
1	100,0	42,1	42,1	0
2	48,5	37,3	18,1	-19,2
3	70,3	44,6	31,9	-12,7
4	59,4	29,5	17,5	-12,0
5	35,5	51,0	18,1	-32,9

Entre as causas das diferenças foi possível encontrar: preenchimento das ordens de serviço, erro de lotação e contábil, homem-hora de espera, retrabalho, composição das equipes, instrumentos, trabalho em equipamentos energizados, procedimentos distintos, clima organizacional ruim, líderes e visões diferentes.

A análise multicritério fornecida pela metodologia DEA na construção da árvore de perdas facilita a visão do todo, ou seja, as unidades não necessariamente precisam ter excelência operacional em todos os seus indicadores para serem referências. Dependendo das condições de contorno do ambiente competitivo e com o foco no equilíbrio entre custo, desempenho e risco a excelência operacional é alcançada mesmo que a unidade tenha alguns processos que não estejam no nível de classe mundial, ou seja, são eficientes naquilo em que são referências e apresentam desempenho não tão ruim naquilo que não são referências.

A objetividade fornecida pela análise pode facilitar a definição de metas empresárias gerais, locais e individuais, por meio da comparação entre áreas internas da empresa. O procedimento pode ser incrementado com a utilização de dados externos.

É importante destacar a necessidade de uma mudança por meio de um processo de ruptura para atingir a excelência operacional. A gestão de custos começa com o conhecimento dos custos, o próximo passo é a redução das perdas e eliminação do desperdício.

## 6.0 - CONCLUSÃO

A discussão sobre a aplicação da metodologia DEA na comparação das concessionárias ainda não foi esgotada. Existem pontos com oportunidades de melhoria para os próximos ciclos de revisão.

O fato é que, para identificar os custos operacionais eficientes utilizados nas revisões tarifárias periódicas das concessionárias de transmissão e distribuição de energia elétrica e para definição da receita inicial de O&M após a prorrogação dos contratos de concessão, o regulador tem adotado a metodologia da Análise Envoltória de Dados. Declarações recentes indicam será mantida esta base metodológica nos próximos ciclos. Logo, as empresas que passam pelo processo de revisão tarifária deveriam adotar a metodologia DEA no seu portfólio de técnicas de benchmarking.

O artigo mostrou que a utilização conjunta da Análise Envoltória de Dados com a árvore custos e perdas possui um alto potencial de sinergia. É uma técnica preventiva que pode ser empregada pelas concessionárias para se anteciparem aos processos de revisão tarifária e ajustarem sua estratégia para alcançar o melhor equilíbrio entre custo, desempenho e risco, visando maximizar os resultados para todas as partes interessadas. O uso desta metodologia pode levar a empresa a obter vantagens em sua competitividade pelo ajuste de custos de produção, melhoria da qualidade e otimização dos processos produtivos.

A objetividade da metodologia DEA é destaque no processo de construção da árvore de perdas. Dados de mercado são utilizados para comparar e identificar oportunidades de melhorias por meio da redução das perdas e eliminação do desperdício. A subjetividade gerada pela interferência dos gestores das áreas comparadas é drasticamente reduzida.

A proposta é um instrumento para auxiliar a transformação do sistema de medição em sistema de informações para tomada de decisão e aprendizado, visando à melhoria contínua. Pode ser utilizada para avaliar e comparar o desempenho e a eficiência operacional de qualquer processo ou empresa que tenha entradas e saídas mensuráveis por meio da busca dos benchmarks, contratação de metas de desempenho com os líderes e monitoramento constante de resultados. É uma ferramenta na busca da excelência operacional e do desempenho Classe Mundial.

## 7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Aragão, I. R.(2008). Redução de Perdas em um Processo Produtivo Petroquímico com o Uso Conjunto da Árvore de Perdas e do Seis Sigma. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC.
- (2) Asghar, S., Yavarian, H., Azodi, M. A. (2009). *Performance Evaluation of Organizations: An Integrated Data Envelopment Analysis and Balanced Scorecard Approach*. *International Journal of Business and Management*. Volume 4, número 4.
- (3) Balzani, H. (2006). *Balanced scorecard - BSC: uma ferramenta de gestão*. O portal da administração.
- (4) 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.
- (5) Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- (6) Chiang, C. Y., Lin, B. (2009). *An integration of balanced scorecards and data envelopment analysis for firm's benchmarking management*. *Total Quality Management*. Volume 20, número 11, p. 1153-1172.
- (7) Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- (8) Kaplan, R.S. & Norton, D.P. (2005). *The balanced scorecard: measures that drive performance*. *Harvard Business Review*, 83, 172-180.
- (9) Palmeira, J. N. (2001). *Manutenção Produtiva Total: O Caso da Eletronorte*. Dissertação de mestrado executivo. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo – SP.
- (9) Rocha, A. V. M. A. et al. (2010). *Avaliação do desempenho das unidades de negócio da Sabesp à luz do seu balanced scorecard: um estudo apoiado em DEA*. *Anais do SIMPOI*. São Paulo.
- (10) 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.
- (11) Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. USA: Kluwer Academic Publishes.

## 8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Lanier Peterson Castelo Branco Sampaio. Nasci em Teresina, capital do Piauí, em 1975. Sou eletrotécnico, 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 liderança e 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 lapidei meus conhecimentos sobre estratégia, gestão de ativos e mudanças. Professor de graduação e pós-graduação com ênfase em gestão de ativos, estratégia e sistemas de potência.