



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

BR/GCR/17
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

**GRUPO - VI
GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCR**

**O FUTURO DA REVISÃO TARIFÁRIA PARA AS CONCESSIONÁRIAS DA ELETROBRAS EM UM CENÁRIO
PÓS-CONCESSÃO: A INADEQUAÇÃO DO ATUAL MODELO DE REVISÃO TARIFÁRIA ALEMÃO E A
PROPOSTA DE MIGRAÇÃO PARA UM MODELO INTERTEMPORAL**

**Antonio Camelo da Costa Perelli
CHESF**

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo interpretar a metodologia inserida pela Nota Técnica 383/2012-ANEEL e traçar tendências presentes na Revisão Tarifária desde a II Revisão Tarifária Periódica. O regulador utiliza comumente a Análise Envolvória de Dados como modelo base. Embora esteja presente em cada Nota Técnica emitida, o DEA é tratado com parâmetros diferentes em cada processo de revisão tarifária e sempre utilizado em conjunto com outro modelo. No cenário de pós-renovação, a capacidade das empresas em reduzir o Custo é heterogênea e o modo como o modelo DEA tratar esta variável pode definir o futuro das novas tarifas.

PALAVRAS-CHAVE

Análise Envolvória de Dados, Revisão Tarifária, Transmissão

1.0 - INTRODUÇÃO

A metodologia de Revisão Tarifária para o Setor de Transmissão no Brasil tem sido constantemente modificada, desde o ano de 2009, com as Notas Técnicas 274 e 396 que fizeram parte do II Ciclo de Revisão Tarifária Periódica. Estas, possuem grande influência do processo de revisão alemã na escolha de variáveis e características do modelo como a utilização de dois estágios.

No ano de 2010, a Nota Técnica 338 tratou da Revisão das Licitadas e introduziu o conceito de eficiência vista pela ótica intertemporal. O conceito de dois estágios foi abandonado e inserido o índice de eficiência técnica para captura de ganhos de produtividade.

No ano de 2012, a mais recente Nota Técnica 383 utiliza a base do entendimento no ano de 2009 com a inclusão da restrição de pesos no primeiro estágio e reformulação das variáveis do segundo estágio para cálculo da eficiência final.

Em aproximadamente cinco anos de metodologia não há uma proposta firmada para um cenário de pós-concessão. O Custo Operacional tem se mostrado a variável mais importante no processo de cálculo do fator de eficiência, porém a mesma deve ser alocada em uma realidade completamente diferente da forma que foi originariamente pensada. O Setor de Transmissão precisa de uma metodologia base que não sofra grandes alterações ao longo do tempo e utilize o que foi apresentado de melhor até o presente momento pelo regulador.

2.0 - A EFICIÊNCIA VISTA PELO MODELO DEA

O modelo de Análise Envoltória de Dados é uma técnica de programação linear para medir performance relativa de unidades de tomada de decisão com a presença de múltiplas variáveis de insumo e produto. A medida usual de eficiência é dada por

$$\theta_i = \frac{P_i}{I_i} \quad (1)$$

Sendo θ_i , P_i e I_i a eficiência, o produto e o insumo da empresa i .

A medida de eficiência relativa com a utilização de pesos é dada por

$$\theta = \frac{\text{soma dos pesos dos produtos}}{\text{soma dos pesos dos insumos}} \quad (2)$$

O regulador tem utilizado comumente um modelo com retornos *NDRS* (*Non Decreasing Returns to Scale*) na forma denominada por

$$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &= \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ &= y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &\geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

A Figura 1 apresenta três unidades de tomada de decisão (do inglês *Decision Making Units - DMU*). Na situação inicial t_0 a DMU "A" está sobre a fronteira de eficiência. A DMU "M" possui uma eficiência menor que 100%, pois está abaixo da fronteira.

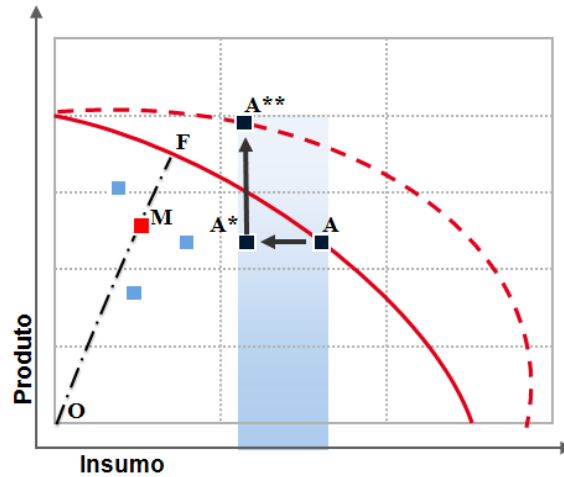


FIGURA 1 –EXEMPLO DE FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA VISTA PELO MODELO DEA

A eficiência da DMU "M" será dada pela divisão da reta OM por OF. Suponha que a DMU "A" incorpore uma nova tecnologia que lhe permita diminuir a utilização de insumos (A^*) e alcançar um nível maior de produto (A^{**}). Neste caso, a fronteira de eficiência deslocará. A DMU "A" continuará sendo 100% eficiente, porém a DMU "M" será ainda menos eficiente em t_1 do que era em t_0 .

2.1 - OS DIFERENTES TIPOS DE RETORNOS DE ESCALA

A utilização dos retornos de escala são hipóteses de como os insumos e os produtos se relacionam entre si. Dependendo do retorno de escala adotado, os resultados podem ser completamente diferentes. Há dois tipos de retornos de escala básicos na literatura, o *CCR* (*Constant Returns to Scale*) e o *BCC* (*Banker, Chang and Cooper*) com retornos variáveis.

As condições para a obtenção da solução ótima $(\delta_1^*, \dots, \delta_n^*)$ são determinadas para um ponto qualquer (x_0, y_0) na fronteira de eficiência com as seguintes condições

- Se $\sum_{j=1}^n \delta_j^* = 1$ teremos retorno constante de escala
- Se $\sum_{j=1}^n \delta_j^* > 1$ teremos retorno decrescente de escala
- Se $\sum_{j=1}^n \delta_j^* < 1$ teremos retorno crescente de escala

O Modelo *NDRS* utilizado pelo regulador é uma extensão do modelo *BCC* com a condição de convexidade relaxada. A relação dada pela fórmula (1) não decresce em relação ao insumo. Um aumento proporcional no produto é sempre tão grande quanto um aumento proporcional no insumo. Isto pode ser definido por:

$$\frac{\Delta \% y}{\Delta \% x} \geq 1 \quad (4)$$

2.2 - A UTILIZAÇÃO DE PESOS PARA O CÁLCULO DE EFICIÊNCIA

O Modelo *DEA* é basicamente não paramétrico. Não há determinação de pesos, isto é, de parâmetros *a priori*. O modelo determina a relação entre duas variáveis após o modelo ser simulado com um determinado retorno de escala. A imposição de pesos serve para determinar uma relação de importância para determinadas variáveis e impor parâmetros antes de simular a análise.

A eficiência de uma *DMU* pela hipótese da imposição de pesos pode ser alcançada pela solução do seguinte problema, onde as variáveis u e v representam os pesos

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \frac{\sum_r u_r y_{rj_0}}{\sum_i v_i x_{ij_0}} \\ \text{s.a.} \\ \text{Max } h_0 &= \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1 \\ u_r, v_i &\geq \epsilon \end{aligned} \quad (5)$$

2.2 - A UTILIZAÇÃO DO SEGUNDO ESTÁGIO

A eficiência calculada no primeiro estágio "puro" do modelo *DEA* é conhecida na literatura como "eficiência falsa". O segundo estágio serve para que esta eficiência seja filtrada e o parâmetro ganhe confiabilidade. Já no II RTP, o segundo estágio contava com variáveis conhecidas como "variáveis ambientais". Estas, representavam características das empresas que corrigiriam o parâmetro de eficiência.

Na Nota Técnica 396, por exemplo, foram usadas três variáveis ambientais, a seguir: Área, Tensão e Remuneração. No segundo estágio a modelagem é livre. Isto é, não é necessário que estas variáveis tenham uma interação via modelo *DEA*. Neste caso específico, o regulador utilizou um modelo *Tobit* com dados truncados dado por

$$\theta_{DEA} = \alpha_c I + \alpha_N \ln(TENSÃO) + \alpha_A \ln(ÁREA) + \alpha_R \ln(REMUNERAÇÃO) \quad (6)$$

As empresas que tivessem qualquer uma destas variáveis para o último ano do período em análise com valores menores que a média do setor, seriam punidas e teriam o parâmetro de eficiência diminuído. O segundo estágio foi abandonado na Nota Técnica 338, porém retornou na 383. Desta vez, a variável qualidade foi imposta como variável ambiental sem a utilização de um modelo matemático, apenas intuitivo, e o modelo *Tobit* não foi utilizado.

3 AS NOTAS TÉCNICAS 274 E 396: METODOLOGIA EM DOIS ESTÁGIOS

De acordo com o esquema demonstrado na Figura 2, a Nota Técnica 274 e 396 utilizaram dois estágios para definir o parâmetro de revisão tarifária no segundo ciclo em 2009. O primeiro estágio era composto por quatro variáveis de produto (Quantidade de módulos, quantidade de trafos, capacidade de transformação e quilômetros de rede) com dados compreendidos entre os anos de 2002 e 2008. A variável de insumo utilizada foi o Custo Operacional. Esta, tem sido utilizada como insumo em todas as Notas Técnicas de 2009 até o presente.

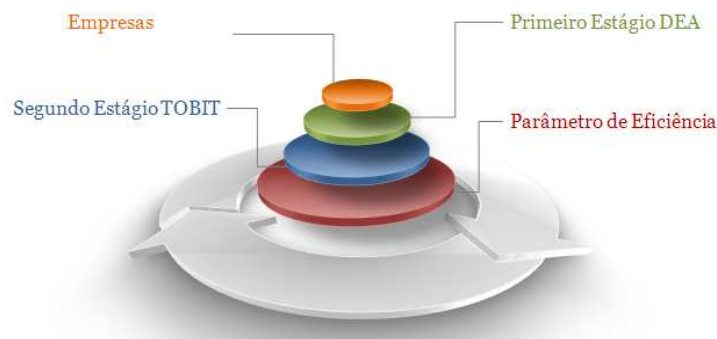


FIGURA 2 – A REVISÃO TARIFÁRIA VISTA PELAS NOTAS TÉCNICAS 274 E 396

O resultado de primeiro estágio representa o parâmetro de eficiência prévio e deverá ser filtrado pelo segundo estágio através do modelo matemático de Tobit com variáveis truncadas a fim de se obter o parâmetro final de redução de RAP - Receita Anual Permitida. O filtro final ocorre através de variáveis denominadas na literatura como "variáveis ambientais" pois devem adequar o resultado de acordo com a peculiaridade de cada empresa. A utilização destas variáveis.

Os resultados dos parâmetros das empresas podem ser vistos na Tabela 1

Tabela 1 – Primeiro Estágio – Nota Técnica 396

Empresa	Nota técnica 396
CEEE	72,79%
CEMIG	70,12%
CHESF	54,85%
COPEL	100%
CTEEP	100%
ELETRONORTE	21,70%
ELETROSUL	56,75%
FURNAS	50,81%
MÉDIA	65,88%

A fórmula utilizada para correção dos índices no segundo estágio foi

$$\theta_{DEACorrig} = \text{Min}[\theta_{DEA} + \sum_i \text{Max}\{(X_i - \bar{X}), 0\}\alpha_i, 100\%] \quad (7)$$

Após a correção, tivemos os seguintes resultados finais demonstrados na Tabela 2

Tabela 2 – Segundo Estágio – Nota Técnica 396

Empresa	Pós-Correção
CEEE	72,87%
CEMIG	66,43%
CHESF	44,21%
CTEEP	99,57%
ELETRONORTE	55,18%
ELETROSUL	68,44%
FURNAS	64,27%
COPEL	94,51%
GANHO MÉDIO	70,69%

3.1 A NOTA TÉCNICA 338: A REVISÃO DAS LICITADAS

Em comparação com a metodologia anterior, a Nota Técnica 338 representou um divisor de águas do ponto de vista metodológico. O segundo estágio foi abandonado, juntamente com as variáveis ambientais. O primeiro estágio passou a ser uma decomposição intertemporal usando fronteiras VRS (*Variable Returns to Scale*).

O parâmetro de eficiência passou a ser analisado através do índice de Malmquist decomposto em três partes, a seguir: Ganhos de escala, Ganhos de eficiência e Evolução técnica. Destes, somente a Evolução Técnica foi utilizada como parâmetro final.

Duas variáveis de produto foram mantidas (Quilômetros de Rede e Número de Módulos) e a variável base de insumo (Custo Operacional.)

A Figura 3 apresenta o esquema de cálculo do Parâmetro Final.

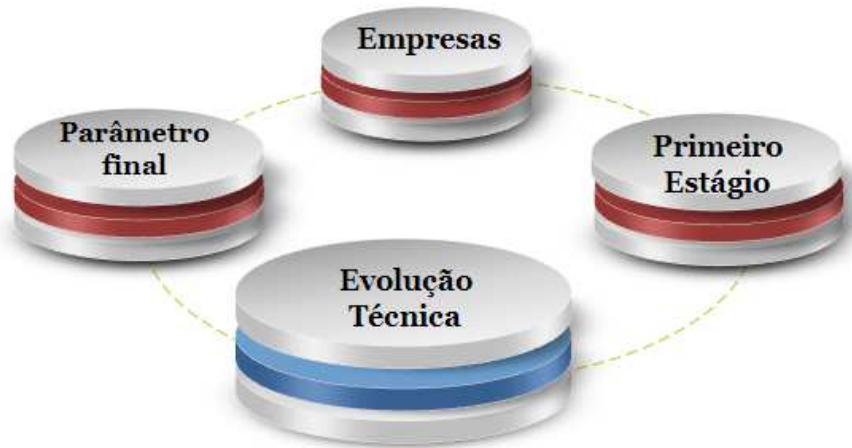


FIGURA 3 – A REVISÃO TARIFÁRIA VISTA PELA NOTA TÉCNICA 338

A obtenção do índice de Evolução Técnica é feito pela análise de Ray e Desli (1975) na decomposição do índice de Malmquist em ganhos de eficiência puros, escala puros e evolução técnica, sendo dado por

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\left(\frac{D_{0V}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{0V}^t(x^t, y^t)} \right) \cdot \left[\left(\frac{D_{0V}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{0V}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_{0V}^t(x^t, y^t)}{D_{0V}^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right] \cdot \left[\left(\frac{\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{0V}^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{0V}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}}{\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_{0V}^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}{D_{0V}^{t+1}(x^t, y^t)}} \right) \right]} \quad (8)$$

Em resumo, os ganhos de eficiência técnica nada mais são do que a relação entre funções de distância com base nos modelos VRS entre dois tempos distintos. A Tabela 3 mostra os ganhos de produtividade de cada empresa entre 2003 e 2009 calculados pelo método decomposto por Ray e Desli em (8). Algumas licitadas não possuem dados entre 2003 e 2006. A Chesf e a CTEEP não possuem dados para nenhum ano devido ao problema de "infesiability" ocorrido com determinados dados em modelos VRS.

Nada foi feito pelo regulador para contornar este problema e estas duas empresas não participaram do cálculo da média do setor.

Tabela 3 – Ganhos de Produtividade

Empresas	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Artemis					0,901	0,974	1,102
ATE					0,899	0,976	1,101
CEEE	0,883	0,844	1,142	1,035	0,811	0,954	1,149
Cemig	1,060	0,845	1,157	0,990	0,710	0,846	1,146
Chesf							
Copel	0,875	1,249	0,860	0,965	0,807	0,959	1,134
CPTE					1,209	0,998	1,062
CTEEP							
EATE					0,779	0,892	1,129
ECTE					0,979	1,044	1,083
Elettronorte	0,975	0,979	1,123	0,984	0,704	0,844	1,146
Eletrosul	1,039	1,055	1,097	0,933	0,692	0,842	1,147
ENTE					0,874	0,949	1,110
ERTE					1,223	0,992	0,974
ETEO					0,863	0,938	1,113
ETEP					0,929	0,997	1,095
ETIM					1,038	1,086	1,072
FURNAS	0,986	1,137	1,073	0,881	0,919	0,947	1,047
STN					0,848	0,931	1,115
MÉDIA	0,967	1,008	1,070	0,963	0,881	0,949	1,101

O resultado dos parâmetros de eficiência são diferentes. Ao invés de um parâmetro por empresa, a Nota Técnica em questão calculou a média dos ganhos de produtividade que alcançou 0,9% a.a.

3.2 A NOTA TÉCNICA 383: ATUAL METODOLOGIA DE REVISÃO

A Nota Técnica 383 manteve o entendimento em grande parte do que foi utilizado nas Notas Técnicas 274 e 396. O primeiro estágio foi mantido com as mesmas variáveis. A grande diferença se deve ao fato da utilização de restrição de pesos para a variável quilômetros de linha.

A manutenção de linhas de transmissão de 500kV, por exemplo, são mais caras do que as de 69kV. A imposição de restrição de pesos na Tabela 4 visa atenuar a distorção anteriormente causada quando o primeiro estágio era utilizado sem esta restrição.

Tabela 4 – Grupo de Divisão de Pesos - Nota Técnica 383

Variável Comprimento de Rede	Comprimento de rede (km)
Peso 1	600 à 765 kV
Peso 2	440 à 525 kV
Peso 3	325 kV
Peso 4	230 kV
Peso 5	138 kV
Peso 6	69 à 88 kV

A imposição de pesos é feita já no primeiro estágio, diminuindo a distorção anteriormente criada pelas Notas Técnicas 274 e 396. O retorno de escala *NDRS* foi abandonado e os retornos crescentes e constantes foram utilizados.

As variáveis ambientais do segundo estágio foram abandonadas e trocadas por uma variável representativa de Qualidade que promoveu um ajuste bem maior do que no II RTP. A Tabela 5 mostra um comparativo entre os resultados de Primeiro Estágio da Nota Técnica 396 e os resultados finais da Nota técnica 383.

Tabela 5 – Nota Técnica 396 e Nota Técnica 383

Empresa	II RTP - Sem pesos	NT 383
CEEE	72,79%	77,3%
CEMIG	70,12%	90,5%
CHESF	54,85%	55,7%
COPEL	100%	84,5%
CTEEP	100%	135%
ELETRONORTE	21,70%	45,7%
ELETROSUL	56,75%	95,9%
FURNAS	50,81%	49,3%

4. CONCLUSÃO

Vemos que desde 2009 a Revisão Tarifária para o Setor de Transmissão no Brasil contou com 4 Nota Técnicas, mais de quinze variáveis no processo, vários retornos de escala e quatro tipos diferente de aproximações com resultados completamente divergentes entre si. Além disso, foram utilizados métodos paramétricos, como o Modelo DEA e o índice de Malmquist pela Análise de Ray e Desli, e métodos não paramétricos, como o modelo Tobit com dados truncados.

A inserção de pesos na variável Quilômetros de Rede pela Nota Técnica 383 e o segundo estágio baseado na variável Qualidade foi um avanço na metodologia de cálculo para o setor. Porém, o atual cenário pós-renovação das concessões fará com que as distorções entre as empresas públicas e privadas aumentem ainda mais. A velocidade de ajuste que cada grupo tem em relação aos custos é diferente, seja por questões políticas, econômicas ou sociais.

O modelo de revisão tarifária alemão puro, como era utilizado na II RTP, não mais se adequa a realidade do Setor de Transmissão no Brasil. Vemos que aos poucos o regulador está inserindo modificações que adaptam este modelo à realidade brasileira. Para diminuir o abismo da incerteza que existe entre uma Revisão Tarifária e outra, o regulador deve definir a prática padrão e a aproximação matemática base para o cálculo da eficiência.

Pelo que foi apresentado até hoje em matéria de metodologia de Revisão Tarifária, a Fórmula (5) poderia ser aliada à Fórmula (3) e os três tipos de retornos de escala devem ser calculados. Grupos de empresa podem ter determinados retornos que não necessariamente sejam homogêneos entre si, como no caso das empresas públicas e privadas. Após a inserção dos pesos, cada variável deve ser testada em relação ao seu impacto na eficiência. O segundo estágio pode se basear na fórmula (8) para garantir correção de eficiência (bônus) para empresas que tenham tido maiores ganhos de produtividade. Por fim, a correção final pela variável Qualidade faria parte do Terceiro Estágio.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- (1) SEIFORD, L., TONE, K., COOPER, W. Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software; Springer - EUA.
- (2) ZHU, Joe., COOK, W. data Envelopment Analysis: Modeling Operational Processes and Measuring Productivity; CreateSpace Independent Publishing Platform - EUA.
- (3) GOMES, A., FERREIRA, C., Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações; UFV - Brasil.
- (4) DESLI, E., RAY, S., Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment; The American Economic Review, 87, 5, pp. 1033-1039 - EUA.

6. DADOS BIOGRÁFICOS

Nome: Antonio Camelo da Costa Perrelli

Local e ano do nascimento: Recife-PE, 05/01/1982.

Local e ano da graduação: Recife-PE, 2005 (UFPE - Economia)

Experiência profissional: Formado em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco em 2005 e Especialista em Finanças pelo IBMEC em 2013. Bolsista de pesquisa da UFPE entre os anos de 2002 e 2005 (graduação). Assistente de Pesquisa do Departamento de Economia Agrícola da Universidade do Tennessee em Knoxville, Estados Unidos, entre os anos de 2006 e 2007. Autor de mais de 10 trabalhos apresentados em congressos nacionais e internacionais. Palestrante em congresso internacional em Melbourne - Austrália (2011), do modelo de revisão tarifária no Brasil e conferencista na 10ª Conferência Internacional em Análise Envoltória de Dados em Natal - Brasil (2012). Atua nas áreas de Análise Envoltória de Dados e Finanças. Atualmente desenvolve uma variante do modelo CAPM para empresas do setor elétrico e capital fechado.