

### 3

## Métodos e Técnicas de *Benchmarking*: Definições e a Experiência Internacional

### 3.1.

#### Comentários preliminares

O principal objetivo da regulação é melhorar a eficiência premiando um bom desempenho. Como os prêmios são definidos através das medidas de desempenho, dois pontos são importantes: a escolha dos *benchmarks* e as técnicas usadas para medir a performance.

Os órgãos reguladores têm adotado uma variedade de métodos de *benchmarking*. De acordo com uma das classificações, a performance atual pode ser comparada com *benchmarks* endógenos (*linked*) ou exógenos (*un-linked*)<sup>3</sup>. Segundo Jamasb & Pollitt (2000), existem dois tipos de técnicas de *benchmarking*: as que consideram alguma medida de “representante médio” de desempenho e as que se baseiam na “melhor prática”.

Do ponto de vista do regulador, a maior diferença entre método de *frontier benchmarking* e *average benchmarking* é que o primeiro tem um foco mais forte nas variações de desempenho entre as empresas. Os métodos de fronteira são satisfatórios em estágios iniciais de regulação quando o principal objetivo é reduzir a diferença de performance entre as companhias. Enquanto que os métodos *average benchmarking* podem ser usados para simular a competição entre empresas com custos relativamente similares ou quando os dados são insuficientes para usar os métodos de fronteira (Jamasb & Pollitt, 2000).

Feitas estas considerações, atenta-se que neste capítulo serão apresentados os métodos de *average benchmarking* e *frontier benchmarking*.

---

<sup>3</sup> D.Te (1999).

### 3.2. **Average Benchmarking**

Ao contrário dos métodos de fronteira, o *benchmarking* pode ser em relação a alguma medida média de performance.

Como discutido na Regulação *Yardstick*, a média de custos de um grupo similar de firmas pode servir como *benchmark* para firmas individuais. Nesta abordagem, todas as firmas no grupo estão sujeitas ao mesmo *Price Cap*. Uma versão desta abordagem é usada pelo *National Energy Commission* (CNE) no Chile para calcular o valor adicionado para serviços de distribuição.

Outro método baseado em performance média é o *Total Factor Productivity* (TFP)<sup>4</sup>. Este método pode, por exemplo, usar o índice de Tornqvist como uma medida do crescimento de produtividade de uma empresa, de uma indústria, ou na economia como um todo, em conjunto com o Fator X e *Price Cap*. O método é relativamente fácil de implementar segundo Jamasb & Pollitt (2000).

Métodos de *targeted incentive* podem usar métodos *average* ou *benchmarks* para direcionar aspectos específicos da operação das firmas. Estes *benchmarks* podem ser baseados na performance passada ou esperada da firma ou indústria.

Um dos métodos estatísticos é baseado em **análise de regressão de custos** onde a performance das firmas pode ser comparada com a performance estimada. A análise de regressão de custos tem sido extensivamente usada por reguladores para estabelecer diferenciais de produtividade entre amostras de empresas. A metodologia envolve a estimação de uma função de custo por mínimos quadrados ordinários (MQO) a partir dos valores de custo e produção observados no conjunto de empresas em análise. A função de custo pode ser estimada da forma  $C=f(y,w,z)$ , ou seja, custos são funções de *outputs* ( $y$ , por exemplo, energia distribuída), preços dos *inputs* ( $w$ , por exemplo, preço do trabalho e capital se eles são significativamente diferentes entre as empresas) e fatores ambientais ( $z$ , por exemplo, clima). A equação estimada representa uma função de custo médio. Isto é ilustrado na Figura 1, onde  $f_1(Y)$  é a função de custo estimada pela regressão. Para uma dada empresa “ $i$ ”, é estimado um custo  $\hat{C}_i$  que pode ser comparado com

---

<sup>4</sup> ESAA (1994).

custo real  $C_i$ .  $C_i - \hat{C}_i$  é uma medida da eficiência da empresa  $i$ . Deste modo, para a relativamente ineficiente empresa B, na Figura 1, a distância vertical  $BB'$  representa a parcela do seus custos que poderia ser economizada se ela se “movesse” em direção à reta de regressão. A desvantagem deste método é que ele é fortemente dependente da qualidade de ajustamento da função “ $f$ ”.

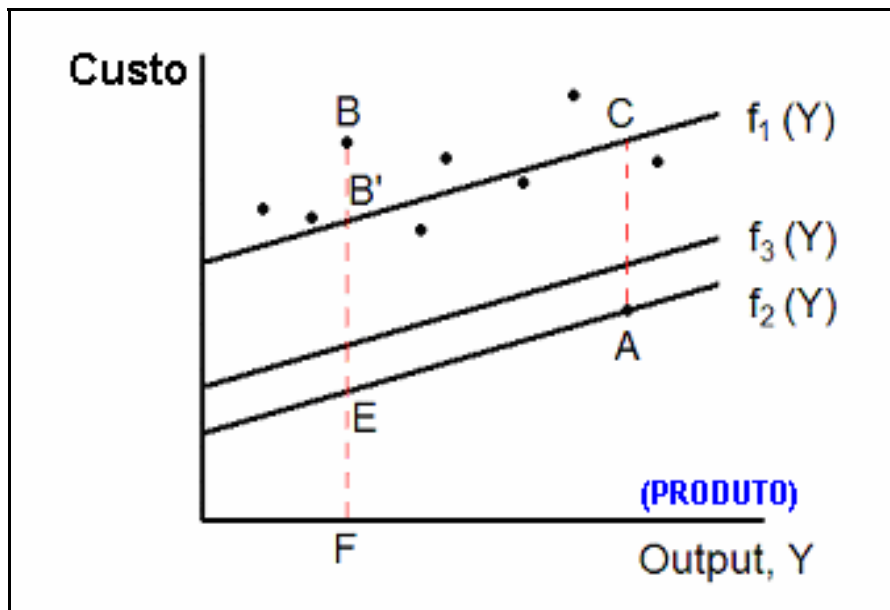


Figura 1. Análise de regressão de custos

### 3.3.

#### Métodos de *Frontier Benchmarking* (*benchmarking* por melhor prática)

Os métodos *frontier benchmarking* identificam ou estimam a fronteira de desempenho eficiente da melhor prática na indústria ou uma amostra de empresas. Esta fronteira é a referência para a medida de performance das empresas. Os principais métodos de *frontier benchmarking* são *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Corrected Ordinary Least Square* (COLS), e *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), sendo o DEA baseado em técnicas de programação linear, enquanto COLS e SFA são técnicas estatísticas.

O método de **Mínimos Quadrados Corrigidos** (MQC) calcula a eficiência em uma escala de 0 a 1, sendo que o valor 1 corresponde a uma empresa 100% eficiente. Uma equação de custo é estimada como na análise de regressão de custos e é convertida em um “score” de eficiência, tomando-se o maior valor negativo entre as quantidades  $C_i - \hat{C}_i$  e subtraindo este valor de todos os diferenciais. Esta operação fornecerá uma série de diferenciais de custo, tendo

a empresa mais eficiente um diferencial de 0 e a menos eficiente o maior diferencial positivo. Na Figura 1, a função de custo MQC é  $f_2(Y)$ , que simplesmente desloca  $f_1$  para baixo de forma a que todas as empresas em comparação fiquem acima ou sobre a fronteira. O *score* de ineficiência para uma empresa B é calculado pela razão  $EF/BF$ , ou seja, a razão entre custo eficiente e custo real, e representa a redução proporcional nos custos que seria possível se a empresa B se deslocasse para a fronteira de eficiência. Entre os métodos de *benchmarking* conhecidos como técnicas de fronteira, o MQC é o mais simples e o mais fácil de implementar, mas requer a especificação da forma da função de custo eficiente e depende fortemente da posição da empresa mais eficiente (A na Figura 1) para determinar a eficiência relativa de todas as outras empresas.

A **Análise de Fronteira Estocástica** (AFE) leva em conta aspectos de natureza estocástica na estimação da fronteira eficiente. A relação entre as fronteiras de MQC e AFE é ilustrada também na Figura 1, onde  $f_3(Y)$  seria a fronteira de AFE obtida com os mesmos dados que geraram  $f_2(Y)$  como a fronteira de MQC. Ao estimar esta fronteira, uma empresa A pode ter um custo aparentemente baixo devido a ruídos estocásticos negativos nos custos e, conseqüentemente, ela fica abaixo da fronteira de eficiência. Este método permite primeiro o ajuste de custos individuais das empresas a fatores estocásticos, para em seguida calcular os *scores* de eficiência de forma similar à do MQC. Os *scores* de eficiência são normalmente maiores que os obtidos pelo método MQC, pelo fato da empresa mais eficiente sob o MQC ser, supostamente, sujeita à influência de fatores estocásticos negativos. A AFE continua a requerer a especificação de uma forma funcional para a fronteira eficiente e exige a especificação de uma função de probabilidade para modelar a distribuição dos erros estocásticos.

A **Análise Envoltória de Dados** (AED)<sup>5</sup> é uma técnica devida a Charnes, Cooper e Rhodes (1978), muito usada para identificar ineficiências técnicas de empresas, por comparação das suas quantidades de *inputs* e *outputs* com as de outras empresas similares, e proporcionar-lhes metas e referenciais (*benchmarking*) para melhoria de desempenho – economizando recursos (*inputs*) ou/e aumentando a produção (*outputs*).

---

<sup>5</sup> Apesar do objetivo principal da tese ser a estimação de fronteiras de eficiência através de técnicas econométricas, particularmente AFE, será implementado também a AED para fins de comparação.

Por programação linear, a melhor prática é identificada, definindo uma fronteira de eficiência (que é, de fato, uma aproximação linear por partes) e a (in)eficiência relativa de cada empresa é definida em termos de quanto afastada ela está da fronteira. A AED assume possíveis “empresas fictícias” formadas por combinações lineares de empresas existentes (aditividade). Formalmente, sejam  $n$  empresas caracterizadas por  $m$  *inputs* e  $s$  *outputs* diferentes,  $x_{ij}$  a quantidade associada ao *input*  $i$  usada pela empresa  $j$  e  $y_{rj}$  a quantidade do *output*  $r$  produzido por  $j$ . Na formulação mais básica da DEA (conhecida na literatura por modelo CCR básico, ou CRS – *constant returns to scale*), uma medida da eficiência relativa da empresa  $j_0$  é obtida por programação fracionária, maximizando a sua produtividade (relativa), isto é, maximizar

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r j_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i j_0}} \quad (3.1)$$

sujeito a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r j}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i j}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3.2)$$

$$u_r, v_i \geq 0. \quad (3.3)$$

O objetivo deste processo é descobrir o conjunto de pesos ótimos  $u_r$  e  $v_i$  tal que a produtividade de  $j_0$  resulte pelo menos tão grande quanto para qualquer outra empresa. Devido à restrição de normalização, o valor máximo para a razão de produtividade é 1, caso em que a empresa é considerada como DEA-eficiente, fazendo então parte da fronteira de eficiência. Por outro lado, qualquer empresa cuja razão resulte menor que 1 é considerada como DEA-ineficiente. Fazendo  $\sum_{i=1}^m v_i x_{i j_0} = 1$ , o problema de programação fracionária transforma-se no problema de programação linear:

maximizar

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r j_0} \quad (3.4)$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i j_0} = 1 \quad (3.5)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (3.6)$$

$$u_r, v_i \geq 0. \quad (3.7)$$

A identificação de *benchmarks* para cada empresa que resulte DEA-ineficiente é feita resolvendo o dual do programa, o qual procura as empresas eficientes (ou combinações lineares destas) que conseguiriam produzir pelo menos tanto como a empresa em análise apenas usando uma parte dos *inputs* dela.

Uma das características mais importantes da DEA é ser uma técnica não paramétrica, uma vez que não define um conjunto único de pesos comuns a todas as empresas (diferentemente das técnicas econométricas acima descritas). Na DEA, para cada empresa são calculados os pesos que lhe são mais favoráveis e que maximizam a sua eficiência relativa no contexto de todas as empresas similares.

A DEA tem sido extensivamente utilizada por reguladores em vários países, como: a *Norwegian Water and Energy Administration*, para estimar o nível de eficiência de empresas regionais de distribuição de energia elétrica na Noruega (Jamassb e Pollit, 2001); o *Office of Water Service (OFWAT)*, a entidade responsável por regular água e serviços de esgoto no Reino Unido, para determinar a poupança potencial de custos operacionais das empresas reguladas (Thanassoulis, 2000a, 2000b e 2002); o *Dutch Office of Energy Regulation (Dte)* para estimar os níveis de eficiência de distribuidoras de energia elétrica (Dte, 2000) e distribuidoras de gás (Dte, 2001) na Holanda. Outros casos reportados na literatura (IPART, 1999) de uso de DEA para fazer o *benchmarking* e medir a eficiência de distribuidores, dizem respeito à Austrália, Nova Zelândia, Inglaterra, País de Gales e EUA. Entre numerosos outros estudos utilizando DEA, refiram-se os de: Miliotis (1992) para avaliar a eficiência de 45 distribuidores de energia elétrica na Grécia; Whiteman (1999) para fazer o *benchmark* de 7 empresas australianas e 32 internacionais; Goto e Tsutsui (1998) para compararem as eficiências e os custos de 9 empresas do setor elétrico japonês e 14 americanas com dados de 1983-93; Unos e Hawdon (1997) na Malásia; Bagdadioglu et al. (1996) para estudar a eficiência de 76 distribuidoras de energia elétrica na Turquia; Whiteman (1995) para fazer o *benchmark* dos sistemas elétricos de 85 nações em desenvolvimento; etc.

Feitas as considerações sobre os métodos mais usados para definição de fronteiras, atentas-se que existem também os métodos parciais de *benchmarking* como o usado no estudo da empresa de distribuição Victoria (UMS, 1999). Estes métodos assumem separabilidade de diferentes categorias de custo e envolve comparações de firmas em diferentes escalas.

Jamasb & Pollit (2000) aplicaram um questionário de 20 perguntas (quadro 01) a empresas do setor elétrico de 17 países da OECD e 4 países fora da OECD. Basicamente o objetivo da pesquisa foi verificar (i) até que ponto os reguladores adotaram ou pretendem usar *benchmarking* e (ii) quais são as principais características dos métodos e processos adotados. Os resultados podem ser visualizados a seguir (tabelas 2, 3 e 4).

Quadro 1. Questões

<b>I. Reforma do setor elétrico – características gerais</b>
1. <i>Status</i> do regulador
2. Datas iniciais da reforma do setor e <i>benchmarking</i>
3. Atividades reguladas
4. Tipos de mercado de energia
5. Grau de liberalização do mercado
6. Número e tipo (propriedade acionária) de empresas de transmissão e distribuição
<b>II. Método <i>Benchmarking</i></b>
7. O <i>benchmarking</i> é usado pelo regulador?
8. Método geral de <i>benchmarking</i> usado
9. Descrição do regulador na seleção do método de <i>benchmarking</i> , modelo e <i>inputs</i>
10. O método de <i>benchmarking</i> usado é internacional?
<b>III. Processo de <i>Benchmarking</i></b>
11. Período entre regulação
12. Número de iterações e consultas
13. Manejo separado de OPEX e CAPEX?
14. Qualidade do serviço de <i>benchmarking</i> adotado, problemas?
15. Incentivos para qualidade do serviço
16. Incentivos para otimização de investimentos
17. Incentivos para impactos ambientais
18. É exigida informação padronizada ou auditoria?
19. Quantidade de informação publicada
20. A adoção de <i>benchmarking</i> é influenciada por estudos de terceiros?

Tabela 1: Reforma do setor elétrico e características *benchmarking* (abreviações: *D*: *Distribution* *T*:*Transmission* *S*: *Supply* *SCE*: *Southern California Edison*)

	Setor Elétrico – Geral						Método de <i>Benchmarking</i>			
	1. Status do Regulador	2. Data da refor. e bench.	3. Atividades reguladas	4. Mercado de energia	5. Grau de liberalização	6. Tipo e no. de empresas	7. <i>Benchmarking</i> regulação	8. Método <i>benchmarking</i>	9. Discrição regulador	10. <i>Benchmarking</i> internac.
OECD-Europa										
Austria	Regulador independente desde 01/10/01	Ref: fev/1999	T, D, S	<i>Balancing market</i>	Total desde 01/10/2001	T:15 D:300 (min. 51% públicas)	Sob consideração	A ser decidido	-	Para tarifas <i>cross-border</i> (futuro)
Bélgica	Autônomo	Ref: 1999	T, D & S (consumidores cativos (ROR))	-	1999:+100MW 2003:+10MW 2007: outros	T:1 (privada) D:37 (20% de pub/municipal, própria, 80% mista)	Sob consideração	A ser decidido	Total	Sim
Dinamarca	Independente ligado ao Min. Energia e M.A.	Ref: 2000	T, D	Mercado spot	1/1/00:100GWh 1/4/00:10GWh 1/1/01:1GWh	T: 2 nacional + 13 region. (própria de Ds) D:120 coop. Municipal	Sob consideração (plano a partir 2001)	DEA	Métodos prescritos pelo Ministro	Não
Finlândia	Independente ligado ao Min. Ind. e Com.	Ref: 1995	T, D (ROR-orientado controle ex post)	Merc. Spot & forward (Nord Pool), balancing market (El-EX)	Total desde 1997	T:1 nacional grid & 10 reg.nets privatizadas D: estatais, 71 mun, 35 privadas	Planeja usar um modelo eficiente ROR	Regulador tem usado o DEA mas não como ferramenta regulatória	Grau de liberdade amplo	Não
França	Independente desde maio/2000	Ref: 2000	T, D, S	Merc.Spot & balancing	16GWh(1999) 9GWh(2003)	T:1 (estatal) D: EDF + 180 DNN	Sob consideração	-	-	-
Grã Bretanha e Irlanda do Norte	Não-ministerial, departam.d governo	Ref: 1990 Bench: RECs 1995 NGC 1997	T, D, S	Merc. Spot, forward, balancing	Total desde jun/1999	T: 1 privatizada D: 12 privatizadas	Sim	T: TPF, DEA de 40 & survey de 15 empresas D: COLS para OPEX	Grau de liberdade amplo	Sim, para <i>National Grid Company</i>
Irlanda do Norte	Não-ministerial, departam.de governo	Privatização 1992/93	T, D, S	Contratos bilaterais	1,33GWh p.a	T/D: 1 pública	Sim (partir 2002)	DEA a Regressão usando uma amostra de empresas GB	Total	Não



Tabela 1: Reforma do setor elétrico e características *benchmarking* (continuação)

	Setor Elétrico - Geral						Método de <i>Benchmarking</i>			
	1. Status do Regulador	2. Data da refor. e bench.	3. Atividades reguladas	4. Mercado de energia	5. Grau de liberalização	6. Tipo e no. de empresas	7. <i>Benchmarking</i> regulação	8. Método <i>benchmarking</i>	9. Discrição regulador	10. <i>Benchmarking</i> internac.
Hungria	Indep, ligado ao Min. Econ.	Jul/2001	Todas as atividades reguladas	Não	a ser decidido	T: 1 state-owned D: 6 75-90% privadas	Limitado	Alguma comparação de consultores independentes que auditam custos	Grau de liberdade amplo	Discrição de de consultores independent.
Irlanda	Independente	Ref: fev/2000	T, D, e S cons cativos (rev.cap, X p/ todas as firmas 1%)	Merc. Spot & forward para trade w.NI	28%(2000) 40%(2002) 100%(2005)	T: 1 D: 1 95% públicas	Proposta, como um fator contribuição	-	Grau de liberdade amplo	COC,CAPEX,OPE X, tec. efic, qual. serv.
Itália	Independente	Ref: 1999	T, D, S	Bilateral (existente) merc. Spot & forward (desde 2001) balanc. Mkt (sob avaliação)	Grupos de firmas w. demanda p.a >30GWh 1999 >20GWh 2000 >9GWh 2002	T: 1 nacional grid (pub) & 13 grid owners. D:200 (priv.&munic.)-Enel (94% sob privatização)	Sim	Comparações	Grau de liberdade amplo	Países europeus e firmas int. avaliam em conjunto Fator X, ROR, fator risco
Países Baixos	Independente, ligado ao Min. Econ.	Ref:1999 lib.Parcial bench: 2000	T, D, S (cons. Cativos)	Spot (APX), balancing e contratos bilaterais (futuro prox)	Total a partir de 2004	T: 1 pública D: 19 redes pública region. (T&D serão em parte privatizadas)	Sim	DEA, yardstick depois de um período transição	Grau de liberdade amplo	Sim, para conjunto de tarifas de transm.
Noruega	Semi-autonomo, ligado ao Min. Petrol & Energia	Ref: 1991 Bench: 1997	T, redes regionais & D (rev. Cap)	Spot, futuro (sem entrega física), bilateral, cont., bal, mercado	Total desde 1995	T: 1 estatal D:e.200 (77% públicas, 23% priv. e mistas)	Sim	DEA p/ 190 unid. D e 90 red. reg.	Alto grau de liberdade	T: e/Swedish T Mét. Value Chain

Tabela 1: Reforma do setor elétrico e características *benchmarking* (continuação)

	Setor Elétrico - Geral						Método de <i>Benchmarking</i>			
	1. Status do Regulador	2. Data da refor. e bench.	3. Atividades reguladas	4. Mercado de energia	5. Grau de liberalização	6. Tipo e no. de empresas	7. <i>Benchmarking</i> regulação	8. Método <i>benchmarking</i>	9. Discrição regulador	10. <i>Benchmarking</i> internac.
Espanha	Independ. ligado ao Min. Economia	Jan/1998	T, D, S (consumidores cativos) rev. Cap	<i>Voluntary pool</i> (day, intra-daily, constraints, ancillary serv) & merc. Contratos bilaterais	Liberação gradual a ser complet. até 2007	T: grid 74,2% priv. D: privadas (4 grandes e muitas peq)	Sim	Mod. Efic. Teórica/firma refer.	Discrição	-
Suécia	Independ. ligado ao Min. Com. & Ind.	Ref: 1996	T, D, <i>light handed regulation</i> (sem aprovação de tarifa ex ante)	Mercados <i>spot</i> e <i>forward</i> ( <i>Nord Pool</i> )	Liberação total p/ todos os consum. a partir de 2000	T: 1 central grid (estatal) D: 20 plus 6 regional Ts (mista)	Planeja o uso de um modelo GIS p/ comp. revs a bench. rev.	DEA e SFA para follow-up mas não regulação tarifa ou receita	Alto grau de liberdade	Não
Outros OECD										
Austrália – New South Wales	Independente	Ref: 1996 Bench: 1994	T, D, S (consumidores <i>franchise</i> )	Merc. <i>Spot</i> compulsório, contratos financ. entre S e G	Jan.01:100-160 MWh Jun.01: 40-100 MWh Jan.02: 0-40 MWh p.a	T: 1 (governo) D: 6 (governo)	Sim	DEA, TFP, SFA, ind. Bench. <i>Partial indicator analysis</i>	Total	Sim, DEA/TFP e indústria bench.
- Queens land	Independente	Ref: 1995 Bench (DEA): 1996	T, D, S (consumidores <i>franchise</i> )	Merc. <i>Spot</i> nac, contratos financeiros	Jul.99: consumidores c/ demanda > 0,2 GWh p.a	T: 1 D: 2 Todas do governo	Sim	Antes: DEA Atualmente: econometria, fatores de prod. Parcial e total	Total	Empr. Distrib. EUA & Austrália (T:1996)
- Tasmania	Independente	1997-98 rev. cap	T, D, G e S para consumidores <i>franchise</i>	Mercados não competit., pretende juntar-se ao merc. <i>Spot</i> nac.	-	T: 1 (gov) D: 1 (gov)	Sim	Consultores indep.	Total	Sim
- Victoria	Independente	Ref: 1995	T (regul. Nac. 2001) D (price cap) S (max. tarifa consumo)	Merc. Atacadista compulsório, merc. <i>Spot</i> , merc. Contratos	60 MWh p.a, a partir de meados de 2001 total liberação	T: 1 D: 5	Sim	OPEX: statistical industry (partial) bench.	Total	Sim, internac. Ind. Bench.
Canada – Ontario	Independente, tribunal quase-judicial	Ref: 2000 Price cap (IPI – empresas TFP + Z)	T, D (IPI-TFP+Z)	Merc. <i>Spot</i> & bilateral a partir de meados de 2001. No futuro: emissões e T <i>rights trading</i>	-	T: 1 province D: c.250 munic, 1 província, 4 priv.	Sim	2000-02: hist. Dev. De TFP p/ 47 empresas: yardstick	Discrição	Possível
Japão	Min. Int. Com. & Ind.	Ref: 1995 Bench: 1995	T, D & pequeno volume de consumo (ROR)	-	Mar.2000 consumidores c/ demanda >2000kw & >20000V	10 privadas verticalmente integradas	Sim	Yardstick- 3 grupos de performance para conj. Dispon. Custos/taxa	-	-
Estados Unidos – California (SCE)	Independente	Ref: 1993 Bench: 1997	T (ROR) D (PBR) S (consumidores <i>bundled</i> )	Merc. <i>Spot</i>	Total	Privadas	Sim	ROR- divisão de lucros base	Total	Não
Não – OECD										
Brasil	Independente	Ref: 1995	T, D S (parcial)	Merc. <i>Spot</i> (set/2001)	-	T: (15 gov) D: 65 (privadas)	Partir 2001	DEA	Total	-
Chile	Agência governamental	Ref: 1982 Bench: 1986	T, D S (consumidores cativos)	Custo marg. Centralizado baseado em despacho	Demanda>2MW(0,2MW proposto)	T: 2 D: c.35	Sim	Yardstick c/ mod. Firmas ref.	Total	-
Colômbia	Independ. ligado ao Min. Minas & Energia	Ref: 1995 Bench: 1997	T, D, S (consumidores cativos) PPI-1% price cap	Spot 30%, & contratos 70%. Mercado futuro (antecipado)	Consum. c/ demanda > 0,1MW & 55MWh por mês	T: 12 (90% pub/10%priv) D:35 (40% pub/60%priv – planejada)	Sim	DEA p/ S & T constr. Custos	Total	Sim, para const. Custos em T
Índia – Orissa	Independente	Ref: 1995	T, D, S (consum. cativos) ROR	PPAs bilateral de longo prazo	-	T:1 (estatal) D: 4 (estat. & privada)	Sim	ROR premia T/D p/ red. perdas	Total	-

Tabela 2: Processo *benchmarking*

	11. <i>Regulatory lag</i>	12. Iterações/consultas	13. Separação OPEX/CAPEX	14. Qualidade serviço benchmarking	15. Incentivos para qualidade serviços	16. Incentivos para otimização investimentos	17. Incentivos para impactos amb.	18. Informação requerida padrão/auditada	19. Informação publicada	20. Influência de estudos independentes
OECD-Europa										
Austria	-	-	-	-	-	-	-	Não padrão - prov. Dos consultores	Relatórios de consulta	1 estudo pelo ministério, outros sob discussão
Bélgica	1 ano	-	<i>Total controllable costs</i>	A ser decidido	-	Uso do custo total no conj.taxa, análise de retorno	Obrigação de fornecer min. 3% <i>green energy</i> até 2004	Formato padrão sob preparação aprovado p/ auditores	Documentos de consulta e reuniões informais	Sim
Dinamarca	4 anos	Sim, 1-2 anos	<i>Total controllable costs</i>	Não	-	A ser decidido	-	<i>Reporting</i> padrão formatado pelos auditores das empresas	Sim, <i>statuary orders</i>	Indiretamente através de consultores
Finlândia	Avaliações anuais	Sim	Estudo DEA do OPEX (planejado)	A ser incluído no estudo DEA	A ser incluído no DEA	Não	Não	Questionário, algumas info. Auditadas independ.	Figuras técnicas	Sim
França	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grã Bretanha e Gales (T/D), Escócia (D)	5 anos	Consultas papers T:4 D:2	Sim	Sim	Compensação, perda da licença, partir de 2002 +/- 1% prêmio rec.	Partição de lucros em investimentos	Não	Questionário, auditoria não explícita, algumas info. sujeitas à auditoria	Documentos de consulta & planos de negócios	Não
Irlanda do Norte	5 anos	ca. 5 iterações	Não	Não	-	-	-	-	Documentos de consulta e <i>price reviews</i>	Através de consultores
Hungria	4 anos (1997-2000)	Sim, ad-hoc	-	-	-	-	-	Custos auditados em formato padrão	Informações limitadas ao relatório anual	Limitado

Tabela 2: Processo *benchmarking* (continuação)

	11. <i>Regulatory lag</i>	12. Iterações/consultas	13. Separação OPEX/CAPEX	14. Qualidade serviço benchmarking	15. Incentivos para qualidade serviços	16. Incentivos para otimização investimentos	17. Incentivos para impactos amb.	18. Informação requerida padrão/auditada	19. Informação publicada	20. Influência de estudos independentes
Irlanda	3-5 anos	Consulta aberta	A ser decidido	A ser decidido	A ser decidido	Modelo RPI-X e medida de CAPEX	A ser decidido	A ser decidido	A ser decidido	A ser estabelecido
Itália	4 anos (2000-2003)	4 consultas/documentos	-	Penalidades para não alcance dos padrões	Objetivos unif. Depois período trans. Reduz gap nacional/intern.	-	-	Padronizado (no futuro também auditores independentes)	-	-
Países Baixos	4 anos (2000-2003)	3 consultas & documentos <i>guideline</i>	Não, <i>total controllable costs</i>	Partir de 2001	-	Sim	-	Formato padrão & auditor	Documentos de consultas e reuniões informais	Estudo da Nova Zelândia, 1993, <i>DEA research</i>
Noruega	Mín. 5 anos (2002-2007)	1 desenho e proposta final	Não	-	<i>Revenue cap</i> a partir de 2001	½ do % crescimento esperado na entrega da rev. cap adicionado	-	Formato padrão, auditores das empresas	Relatórios técnicos e financeiros	Pesquisas conjuntas- min. Regulador, órgãos de pesq.
Espanha	Período corrente não fixado (1999-2002)	não	Não	A ser decidido	A ser decidido	<i>revenue cap</i> ligado ao crescimento da demanda e produtividade	A ser decidido	Informações auditadas pelo regulador	Sem publicações	Pesquisa dentro do modelo de redes
Suécia	-	Consultas com a indústria	Tem usado dados físicos para capital	-	-	-	Sistema de incentivos para energia renovável sob estudo	Relatório padrão, contas auditadas anualmente	-	Indireto
Outros OECD										
Austrália – New South Wales	5 anos	Diversas iterações	Sim	Possível em revisões futuras	-	<i>Caps</i> médio prazo, <i>CAPEX prudency tests</i>	D requerido para considerar DSM na CAPEX, objetivo para renováveis & emissões GH	Relatório padrão, sujeitos a auditorias independentes	Estudos de eficiência, relatórios de consultores, projeções financeiras	Sim
- Queens land	Mín. 3 anos	Papers	Estudo de O&M & CAPEX-OPEX <i>trade-offs</i>	Partir 2001 medidas de indicadores consistentes	Sob preparação	Benchmarking & métodos de avaliação de ativos DORC	-	Auditorias independentes, relatório padrão	Papers e determinações públicas	Limitado

Tabela 2: Processo *benchmarking* (continuação)

	11. <i>Regulatory lag</i>	12. Iterações/consultas	13. Separação OPEX/CAPEX	14. Qualidade serviço benchmarking	15. Incentivos para qualidade serviços	16. Incentivos para otimização investimentos	17. Incentivos para impactos amb.	18. Informação requerida padrão/auditada	19. Informação publicada	20. Influência de estudos independentes
- Tasmania	Min.3 e max. 5 anos	Consultas, <i>papers</i> , <i>draft reports</i>	OPEX: benchm. CAPEX: método DORC	Planeja usar os <i>benchmarks</i> da Austrália	-	<i>Market benefits tests</i> para inclusão da CAPEX na taxa-base	-	Informações auditadas em formato especificado e <i>guidelines</i>	Relatórios consultores limitado ao preço determinado	Não
- Victoria	5 anos	Diversas iterações	Sim	<i>Proxy benchmarks</i>	Prêmio e penalidades	Sim	-	Audidores das empresas, formato padrão	Papers	Indireto
Canada – Ontario	3 anos	Período de consulta: 2 anos	-	1º período PBR: padrões min. Qual. 2º: <i>benchmark</i> . dos dados coletados	2º período PBR	Através do mecanismo de <i>Price cap</i>	Incentivos para DSM no 2º período de revisão	Formato padrão, auditada pelo regulador	Papers e informações	-
Japão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos – Califórnia (SCE)	5 anos	Diversas iterações	Sim	Sim	Sim, padrões de qualidade	-	-	-	PBR guidelines, aplicações, decisões	-
Não – OECD										
Brasil	4 anos	Ao menos 1	-	MCDA	Penalidades	-	-	Formato padrão, auditada pelo regulador	-	<i>Research sponsorship</i>
Chile	4-5 anos	Sim	Separado	Padrões	Penalidades, revogação da licença	-	-	Formato padrão, auditores	-	-
Colômbia	5 anos	Ao menos 1 consulta ano anterior da aplicação	Benchm. <i>Total controllable costs</i>	<i>Benchmarks</i> Internacionais em S	Compensação dos consumidores	-	-	Formato padrão, auditoria não formal	Não	Sim
Índia – Orissa	Variável	Variável	-	Performance padrão	-	-	-	Formato padrão	-	-

Tabela 3: *Benchmarking* na regulação de empresas de distribuição

País	Metodo Benchmarking/ Método de Regulação	Amostra benchmarking	Inputs e Outputs
Grã Bretanha	Análise COLS do OPEX  <i>Revenue Cap</i>	14 RECs na Grã Bretanha	Input: OPEX  Output: Composição variável (50% no. Consumidores, 25% energia distribuída, 25% tamanho da rede)
Países Baixos	DEA: <i>Total controllable cost</i>  <i>Revenue Cap</i>	19 empresas na Holanda	Input: OPEX  Output: unidades, demanda na ponta (alta tensão), demanda na ponta (baixa tensão), tamanho da rede, pequenos consumidores, grandes consumidores
Noruega	DEA: <i>Total controllable cost</i>  <i>Revenue Cap</i>	Ca. 180 redes regionais e nacionais e companhias de distribuição	Input: capital (book value & repl. Cost), goods/services, perdas, trabalho  Output: no. de consumidores, energia entregue, tamanho das linhas
Austrália – New South Wales	DEA, SFA, TFP  <i>Revenue Cap</i>	219 empresas – New South Wales, outras da Austrália, New Zealand, Inglaterra & Gales e EUA	Inputs: total custos O&M, transformer cap, tamanho da rede  Output: electricity sold, no. de consumidores, demanda na ponta
Califórnia – Southern California Edison	ROR- Baseado em partição de lucros  <i>Price Cap</i>	-	-

Tabela 3: *Benchmarking* na regulação de empresas de distribuição (continuação)

Chile	<i>Efficient theoretical reference</i> / firma modelo  <i>Yardstick Regulation</i>	-	Input: CAPEX, O&M, perdas, custos consumidores (baixa, média e alta tensão)  Output: Added distribution value (ADV)
Países Baixos	DEA  Revenue cap	40 empresas internacionais (Suécia, Espanha, Reino Unido, Alemanha, EUA, Noruega, Finlândia)	Input: Custo Total  Output: Unidades transmitidas (kWh); Demanda máxima (MW); +220 kV Linhas de circuito (km); e Transformadores (qde) Eficiência: 70% (2000)
Noruega	Value Chain Method (VCM)  Revenue cap	Benchmarking um-a-um em relação com a companhia de transmissão sueca Svenska Kraftnat	Input: CAPEX & OPEX custos (C), Unidades/no. de <i>cost drivers</i> (tamanho da rede, transformadores, conectores, estações) multiplicados pelos pesos (CD)  Output: C/CD usado para comparar eficiência relativa *CAPEX efic=71,6% *OPEX efic= 79,2% *Efic. Total=74%

Os resultados mostram que muitos países adotam algum tipo de benchmarking. Alguns países como Dinamarca, Irlanda e Brasil estão planejando ou considerando o uso de *benchmarking* na regulação. Noruega, Reino Unido e Chile que estão entre os primeiros países a implementar reformas, também adotaram regulação.

Vê-se ainda que, em geral, o *benchmarking* é conduzido por reguladores independentes com raras exceções como Japão e Chile com ministérios funcionando como autoridades reguladoras. Num futuro próximo, mais países esperam estabelecer reguladores independentes como na União Européia. O *survey* indica ainda que países que usam *benchmarking* normalmente têm ou estão desenvolvendo um processo de estabelecimento do mercado *spot*.

Entretanto, existe uma variedade de métodos de *benchmarking* sendo adotados pelos reguladores entre países ou até mesmo em diferentes jurisdições dentro de um mesmo país como no caso da Austrália. Na tabela 1 vê-se que países como Grã Bretanha, Noruega, Países Baixos, *New South* e Colômbia têm usado o DEA como parte do processo de revisão tarifária. O regulador na *Queensland* tem substituído o DEA por métodos econométricos. Os órgãos reguladores de água e eletricidade no Reino Unido aplicam COLS para operar custos da água e eletricidade nas companhias de distribuição.

O regulador em Ontario usa o histórico da TFP em 47 empresas de distribuição. Entre os métodos baseados em *average benchmarking*, reguladores têm geralmente escolhido alguma forma de regulação *yardstick*. No Japão, por exemplo, *yardstick* é usado juntamente com ROR. Como pode ser visto, são vários os métodos utilizados, inclusive usando uma abordagem híbrida dos mesmos. Salienta-se ainda que, dos reguladores pesquisados, todos têm total discricção com respeito à escolha de métodos, modelos, inputs, entre outros. Vê-se ainda que nos países com prática de *benchmarking* o intervalo entre a regulação está entre 3 e 5 anos (tabela 2).

Um painel mais sucinto da questão do uso de técnicas de *benchmarking* pode ser visto também no quadro 02.



Um painel mais sucinto da questão do uso de técnicas de *benchmarking* pode ser visto também no quadro 02.

Quadro 02: Estudo de *benchmarking single* e *cross-country*

Autor	Amostra	Metodologia
IPART (1999)	219 empresas de Distribuição da Austrália, Nova Zelândia, Inglaterra e Escócia, EUA	DEA
Whiteman (1999)	7 australianas e uma amostra internacional de 32 empresas	DEA, SFA
Filippini (1998)	39 empresas municipais de distribuição na Suíça (1988-91)	Função de custo translog
Forsund e Kittelsen (1998)	Dados de 1983-89 de 150 empresas de distribuição na Noruega	Malmquist, DEA
Goto e Tsutsui (1998)	9 empresas japonesas de energia e 14 americanas (1983-93)	DEA
Kumbhakar e Hjalmarsson (1998)	Distribuição de 1970-1990 na Suécia.	Função Translog, fronteira estocástica, DEA
ibodi (1998)	Dados de painel de 26 distribuidoras (2 anos). Dados de painel de 30 empresas iranianas (6 anos) e 1 <i>cross-section</i> de 30 outras empresas.	SFA, DEA
ing e Bartels (1998)	32 empresas de geração na Austrália, 51 ( <i>power boards</i> ) na Nova Zelândia e 173 de distribuição na Suécia	DEA, Simulação de Monte Carlo, distribuição lognormal bivariada.
verence, Houghton <i>et al</i> (1997)	8 indústrias de infra-estrutura incluindo eletricidade (1991-1996)	Indicadores de performance, TFP, DEA
anos e Hawdown (1997)	Malásia, 27 empresas distribuição, e empresas do Reino Unido	DEA
Bagdadioglu, Price et al (1996)	76 empresas distribuição na Turquia (72 públicas, 2 privadas, 2 em privatização) – 1991	DEA
Burns e Weyman-Jones (1996)	12 na Inglaterra (1980/81) e (1990/93)	SFA, usando dados de painel e <i>cross-section</i>
Claggett et al (1995)	74 empresas municipais, 45 em co-operação com a Tennessee Valley Authority 1985-89	<i>Profit function</i> , modelo Cobb-Douglas
Whiteman (1995)	85 empresas de eletricidade	DEA
Berry (1994)	Empresas de geração, transmissão, distribuição nos EUA	Função de custo translog

Quadro 02: Estudo de *benchmarking single* e *cross-country* (continuação)

Autor	Amostra	Metodologia
Burns e Weyman-Jones (1994)	Empresas de 1973-93	Programação não paramétrica, Índice Malmquist
Claggett (1994)	157 distribuidoras (1982-89)	Função de custo translog padronizada
Hougaard (1994)	82 distribuidoras da Dinamarca	DEA
Pollit (1994)	129 empresas de transmissão nos EUA, 145 distribuidoras	DEA, OLS
Giles e Wyatt (1993)	60 empresas regionais de geração na Nova Zelândia (1986/87)	Modelo de custo translog
Klein et al (1992)	1975-1987 ( <i>Coal-Burning Gas</i> ) nos EUA	DEA, Índice de Malmquist
Miliotis (1992)	45 distritos de distribuição na Grécia ( <i>Greek Public Power Corporation</i> )	DEA
Weyman-Jones (1991)	12 Area Electricity Boards (AEBs) no Reino Unido (1986/87)	Programação não paramétrica
Yamada e Katayama (1990)	9 grandes companhias japonesas (somente geração) 1965-82	Estimação da função de produção pela produtividade marginal dos fatores
Wardman et al (1989)	75 empresas no Texas	DEA, regressões

Considerando agora a metodologia usada no Brasil para a **primeira revisão**<sup>6</sup> do setor elétrico já feita (assunto da Nota Técnica 097/2001 da ANEEL) pode-se identificar similaridades com a prática internacional em vários pontos.

Os principais pontos são referentes às considerações de diferenciais de preços entre o mercado regulado e o mercado competitivo no que se refere aos ganhos de produtividade (maiores no setor regulado) e os preços relativos dos insumos (menores no setor regulado). Além destes dois fatores existe a convergência na natureza de fixar o fator X, como sendo uma variável orientada para períodos futuros.

Esta visão tem origem na concepção do regime *Price Cap*, que busca o incentivo aos ganhos de produtividade, e que objetiva deixar com que as

<sup>6</sup> Realizada para a Escelsa.

concessionárias retenham, por um período determinado de tempo, os ganhos de produtividade adicionais.

Por outro lado a inexistência de empresas que servissem de parâmetro de comparação, já que a concessionária em questão foi a única a ser regulada, algumas peculiaridades tiveram que ser implementadas no modelo, particularmente a comparação com índices de produtividade da economia ao invés do correspondente índice do setor. Além disto foi também incluído no modelo um indicador de qualidade dos serviços prestados que não está presente no modelo americano, que embasou o modelo brasileiro, nem no modelo holandês por deficiência de indicadores de qualidade.

No modelo americano a qualidade é considerada como elemento passível de cobrança por intermédio de multas. Isto compensaria a sua ausência no modelo do fator X, uma vez que as multas reverteriam para o consumidor (caso do setor de telecomunicações). No modelo brasileiro preferiu-se explicitar os compromissos com as metas de qualidade e ao mesmo tempo atrair a atenção das concessionárias de que uma melhor qualidade lhe renderia alguns pontos percentuais a menos no fator X, por consequência mais tarifa no momento da revisão periódica.

Entretanto, a atual metodologia de cálculo do fator X utilizada pela ANEEL difere bastante das demais experiências internacionais ao usar o conceito de “empresa modelo”, o que será abordado posteriormente.