

## **NOTA TÉCNICA Nº 004/2009 – SREF-SFSS/ADASA**

# **METODOLOGIAS A SEREM APLICADAS NA REVISÃO PERIÓDICA DAS TARIFAS DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO DISTRITO FEDERAL**

## **ANEXO I**

### **CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES**

**Superintendência de Regulação Econômica e Financeira – SREF  
Superintendência de Fiscalização de Serviços de Saneamento – SFSS**

**06 de março de 2009**

---

## SUMÁRIO

1. Objetivo.....	3
2. Custos Operacionais .....	3
2.1. Contextualização .....	3
3. Alternativas de Abordagem para os Custos Operacionais .....	7
3.1. Método Bottom –up .....	9
3.1.1. Descrição .....	9
3.1.2. Métodos e Procedimentos de Implementação.....	10
3.1.3. Experiência de Outros Reguladores .....	11
3.1.4. Vantagens e Desvantagens.....	13
3.1.5. Resultados Obtidos .....	14
3.2. Método Top-down.....	14
3.2.1. Descrição .....	14
3.2.2. Abordagem Econométrica (Modelos Paramétricos) .....	15
3.2.2.1. Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) .....	16
3.2.2.1.1. Vantagens e Desvantagens da Regressão por MQO.....	18
3.2.2.2. Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos (MQOC) .....	18
3.2.2.2.1. Vantagens e Desvantagens da regressão por MQOC .....	19
3.2.2.3. Análise de Fronteira Estocástica (SFA).....	20
3.2.2.3.1. Vantagens e Desvantagens do SFA.....	21
3.2.3. Abordagem de Programação Matemática (Modelos não Paramétricos)....	22
3.2.3.1. Redes Neurais Artificiais (RNAs).....	22
3.2.3.1.1. Vantagens e Desvantagens das RNAs.....	24
3.2.3.2. Análise Envoltória de Dados (DEA).....	25
3.2.3.2.1. Vantagens e Desvantagens do DEA .....	32
3.2.4. Experiência de Outros Reguladores .....	33
3.2.5. Vantagens e Desvantagens.....	34
3.2.6. Resultados Obtidos .....	35
4. Metodologia a ser adotada .....	35

## **Anexo I**

### **Metodologia para Determinação dos Custos Operacionais Eficientes**

*“A determinação de custos operacionais deve assegurar ao usuário que as tarifas pagas contemplam a eficiência na prestação do serviço, com o delineamento dos processos e atividades estritamente necessários. Esse é um elemento que deve ser observado no âmbito regulatório, uma vez que tal usuário não tem a possibilidade de escolher outro fornecedor, daí a necessidade de competição com uma Empresa de Referência.”*

#### **1. Objetivo**

Apresentar a metodologia para determinação dos Custos Operacionais Eficientes a ser aplicada nos processos de revisão periódica das tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Distrito Federal.

Este anexo considera as contribuições recebidas no âmbito da Audiência Pública nº 001/2008, que teve por finalidade a obtenção de subsídios e informações adicionais para o aprimoramento das metodologias a serem adotadas, pela ADASA, na realização da primeira revisão tarifária periódica das tarifas dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados pela CAESB.

#### **2. Custos Operacionais**

##### **2.1. Contextualização**

Um dos aspectos importantes tratados na regulação dos serviços públicos concedidos é a presença de informação assimétrica e imperfeita, também denominada informação incompleta. A informação assimétrica surge sempre que o agente regulado detém melhores informações que o Regulador, em relação ao negócio regulado, e as

Pág. 4 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA utiliza em benefício da própria empresa, impedindo que a regulação se dê de forma completa.

Realizar comparação entre empresas é uma forma de minimizar os efeitos da assimetria de informações e aumentar o controle que o Regulador exerce sobre a qualidade e confiabilidade dos dados, uma vez que todas as empresas passam a ser diretamente interessadas nas informações prestadas pelas demais, ou seja, a posição de cada empresa passa a depender da posição das demais.

Uma das formas de regulação adotada por diversos países é a “regulação por incentivos” com objetivo de estimular as empresas concessionárias a aumentarem seus investimentos, promoverem sua eficiência operacional, assegurarem aos consumidores os benefícios dos ganhos de eficiência e reduzir a informação assimétrica.

Neste contexto, é importante ressaltar o conceito de regulação por incentivos: “uso de recompensas e penalidades para induzir uma concessionária a alcançar os objetivos desejados, considerando que a concessionária possui alguma discricção no alcance daqueles objetivos”.

Neste sentido, o conjunto de medidas tomadas pelo Regulador, no âmbito regulatório, procura estabelecer uma série de “recompensas” e incentivos em direção à eficiência. No entanto, essa decisão implica responder as seguintes perguntas:

Como saber se uma empresa é eficiente ou não em um contexto de informação assimétrica? Como definir “serviço eficiente”?

Geralmente, a eficiência econômica é vista sob dois aspectos: o da eficiência alocativa e o da eficiência produtiva.

A eficiência alocativa implica que os serviços devem ser providos tal que os preços sejam estabelecidos de acordo com o custo marginal da provisão dos serviços. A eficiência produtiva, por sua vez, implica que incentivos devem ser dados para que os provedores de serviço reduzam os custos.

Para que o nível de eficiência desejado pelo Regulador em relação ao ente regulado seja atingido, ele deve estar atento para que os aspectos essenciais relativos à eficiência sejam cumpridos, evitando-se assim interferência indevida e aumentos desnecessários nos custos do negócio regulado.

Desta forma, e considerando o problema da assimetria de informação, que é apresentado pelo fato de que a empresa concessionária sempre possuirá maior conhecimento sobre a natureza de suas operações, a opção da metodologia que poderia ser adotada seria um enfoque direcionado à regulação por incentivos. O Regulador tentará solucionar esse problema, de forma a reduzir sua dependência das informações prestadas pelo ente regulado.

O Regulador ainda enfrenta algumas incertezas que representam uma vantagem de informação para as empresas, ou seja, implica que elas tentarão convencê-lo de que têm custos maiores do que de fato possuem.

O Regulador, por sua vez, tem um acesso parcial e limitado às informações. Esta é uma situação que não pode ser contornada caso se insista apenas na análise contábil dessas informações, o que tende a gerar prejuízo ao Regulador e, conseqüentemente, aos clientes do serviço, cujos direitos também devem ser preservados.

A fim de evitar os problemas expostos e de reduzir a dependência de informações prestadas pela empresa, o Regulador busca fontes externas de referências para a determinação dos custos eficientes das concessionárias reguladas. Em suma, busca-se definir parâmetros de eficiência externos que permitam determinar as tarifas dos serviços regulados e, ao mesmo tempo, constituam referências para orientar a gestão sem implicar ingerência sobre as ações tomadas pela empresa.

Uma abordagem amplamente utilizada na tentativa de solucionar esses problemas é o processo de avaliação comparativa, o qual permite que as empresas e o Regulador identifiquem formas de melhorar a eficiência, reduzir a possibilidade de manipulação, tais como, preços fixados a partir de informação de vários custos declarados pela própria empresa.

Das várias abordagens que têm sido adotadas na regulação por incentivo, de acordo com Jamasb e Pollit (2001), uma característica comum nos seus modelos tem sido o uso de alguma forma de *benchmarking* das empresas concessionárias. *Benchmarking*, neste contexto, é entendido por esses autores como uma “comparação de alguma medida de desempenho efetiva com um desempenho de *Benchmarking* ou de referência.”

Em uma pesquisa sobre o uso de *benchmarking* no processo das reformas regulatórias, Jamasb e Pollitt (2001) reportam que é representativo o número de países que já adotavam ou planejavam adotar – à época – o *benchmarking* no processo de regulação, como resumido na tabela 1 a seguir.

**Tabela 1 – Uso do *Benchmarking* na Regulação**

Nº	Países da OECD – EUROPA	Uso do <i>Benchmarking</i> na Regulação
1	Áustria	Sob consideração
2	Bélgica	Sob consideração
3	Dinamarca	Em preparação (planejado a partir de 2001)
4	Finlândia	Intenção de usar um modelo de eficiência para estabelecer ROR (taxa de retorno)
5	França	Sob consideração
6	Grã- Bretanha (Inglaterra e Gales (T/D), Escócia(D)).	Sim
7	Irlanda do Norte	Sim, a partir de 2002
8	Hungria	Parcial
9	Irlanda	Proposto como um elemento de contribuição
10	Itália	Sim
11	Holanda	Sim
12	Noruega	Sim
13	Portugal	Sob consideração
14	Espanha	Sim
15	Suécia	Intenção de usar um modelo de sistema de informação geográfica para comparar receitas com um <i>benchmarking</i>
Nº	Outros Países da OECD	Uso do <i>Benchmarking</i> na Regulação
16	Austrália – Nova Gales do Sul	Sim
17	Austrália – Queensland	Sim
18	Austrália – Tasmânia	Sim
19	Austrália – Vitória	Sim
20	Canadá – Ontário	Sim
21	Japão	Sim
22	Estados Unidos – Califórnia	Sim
Nº	Países fora da OECD	Uso do <i>Benchmarking</i> na Regulação
23	Brasil	Sim, a partir de 2003
24	Chile	Sim
25	Colômbia	Sim
26	Índia- Orissa	Sim

Fonte: JAMASB, Pollitt (2001, p. 116-119)

*Benchmarking* é uma abordagem que visa determinar se uma empresa é eficiente em comparação: (i) com outros, e (ii) com ela própria ao longo do tempo.

Embora não seja o único método que possa vir a ser adotado na promoção da eficiência das organizações, o *benchmarking* apresenta-se como uma abordagem que

Pág. 7 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA vem sendo utilizada por um número crescente de agentes reguladores, dada a disponibilidade da metodologia, cuja aplicação vem encontrando ampla divulgação. Sua utilização ocorre em vários setores de atividade.

São registrados exemplos de *benchmarking* no setor de águas e esgotos na Alemanha, bem como no setor de saúde pública. O uso do *benchmarking* internacional é relatado para a distribuição de gás na Austrália. A tabela anterior mostra que um amplo número de países utiliza o *benchmarking* na regulação.

Em geral a atividade de *benchmarking* concentra-se na determinação de parâmetros para os insumos essenciais, entendidos como capazes de promover o comportamento competitivo da concessionária.

### **3. Alternativas de Abordagem para os Custos Operacionais**

O objetivo de se adotar um método para cálculo dos custos operacionais que avalie os reais custos das empresas, com a aplicação de critérios de eficiência, é simular a competição de forma que durante o período tarifário os custos possam se reduzir em função dos ganhos de eficiência obtidos pelo conjunto das empresas.

Uma medida de eficiência é basicamente a distância da empresa para a fronteira eficiente fixada para determinada atividade. A medição deve ser relativamente simples se esta fronteira é conhecida. Como o Regulador nem sempre tem conhecimento desta fronteira, deve estimá-la.

Existem dois enfoques básicos para o *benchmarking* para fins regulatórios:

- utilização de indicadores de desempenho, modelos e medições de resultados; e
- análise dos processos que deve desenvolver a empresa para a prestação do serviço e a comparação com as melhores práticas da indústria na execução dessas ações.

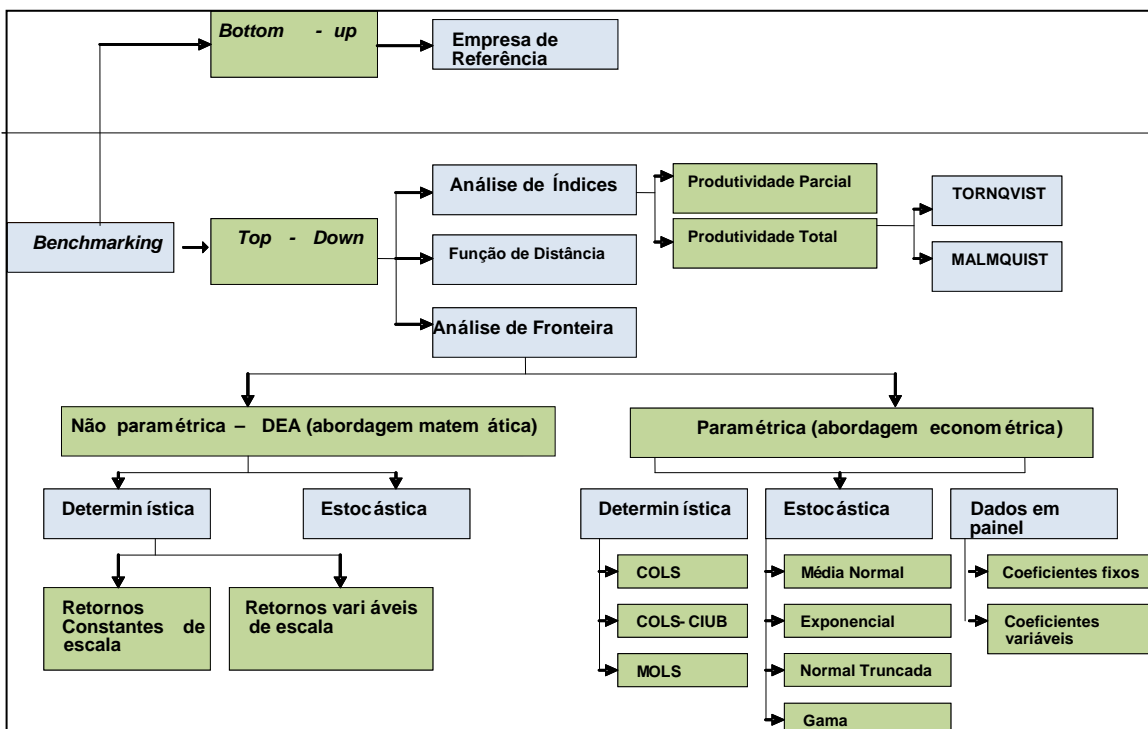
Os dois principais métodos a serem abordados sobre forma de medição de *benchmarking* são:

- 1) *Bottom-up*, formulado a partir da identificação de uma referência para cada um dos processos e atividades inerentes à prestação do serviço.

2) *Top-Down*, formulado a partir dos insumos (entradas) e produtos (saídas) verificados em um conjunto de empresas que atuam no setor.

A figura 1 a seguir apresenta um diagrama dos métodos de *benchmarking* e suas técnicas:

**Figura 1 – Métodos de Benchmarking**



Para escolher uma técnica de *benchmarking* devem ser considerados os objetivos da aplicação e, principalmente, a quantidade e qualidade da informação disponível. Técnicas de *benchmarking* deveriam ser consideradas como complementares, em vez de substitutas. Cada aplicação tem vantagens e desvantagens que serão discutidas na próxima seção.



### **3.1. Método *Bottom –up***

#### **3.1.1. Descrição**

Por este método a empresa em análise é comparada a uma empresa não-real, identificada como Empresa de Referência. Esse método não se apóia em informações fornecidas pela empresa regulada (assimetria de informação), nem em auditorias da mesma, mas na definição externa de parâmetros de eficiência que permitam determinar as tarifas dos serviços regulados e, ao mesmo tempo, constituam referências para orientar a gestão empresarial, sem incorrer em ingerências indevidas na empresa regulada.

Uma aplicação do processo de *benchmarking* no contexto de regulação consiste em se desenhar uma referência (*benchmark*) com a qual a concessionária deverá competir, sendo dessa forma incentivada a manter seus custos dentro dos valores conhecidos para lograr a rentabilidade esperada ou até mesmo ultrapassá-la.

A Empresa de Referência – ER é uma empresa ideal, encarregada de prestar um serviço público numa determinada área física, operando sob critérios de eficiência e de qualidade.

Trata-se de um método que permite determinar os custos associados à execução dos processos e atividades de operação e manutenção das instalações da empresa concessionária, gestão comercial de clientes, direção e administração, em condições que assegurem que a empresa poderá atingir os níveis de qualidade de serviço exigidos.

O enfoque adotado simula condições que enfrentaria um outro operador, ou seja, uma competição virtual. Esse outro operador deverá cumprir todos os processos e atividades necessárias para prestar o serviço o qual deve compreender a operação e a manutenção das instalações de infra-estrutura, a gestão técnico-comercial dos clientes e as atividades de direção e administração inerentes a toda empresa.

Partindo dos valores de custos que enfrentaria um outro operador entrante, são fixados os custos operacionais eficientes da concessionária distribuidora a serem considerados nas tarifas reguladas que irão pagar os usuários do serviço prestado. Dessa forma, a empresa real “compete” com a ER desenhada e tem como incentivo

Pág. 10 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
conseguir que seus custos operacionais reais não excedam os estabelecidos pelo  
Regulador.

### **3.1.2. Métodos e Procedimentos de Implementação**

Pode-se definir como elementos constitutivos da Empresa de Referência: (i) definição dos seus processos e atividades; (ii) frequência de execução desses processos e atividades, (iii) quantificação de recursos humanos e materiais assumindo condições de execução eficiente; e (iv) todos os recursos no valor de preços dos diferentes mercados locais.

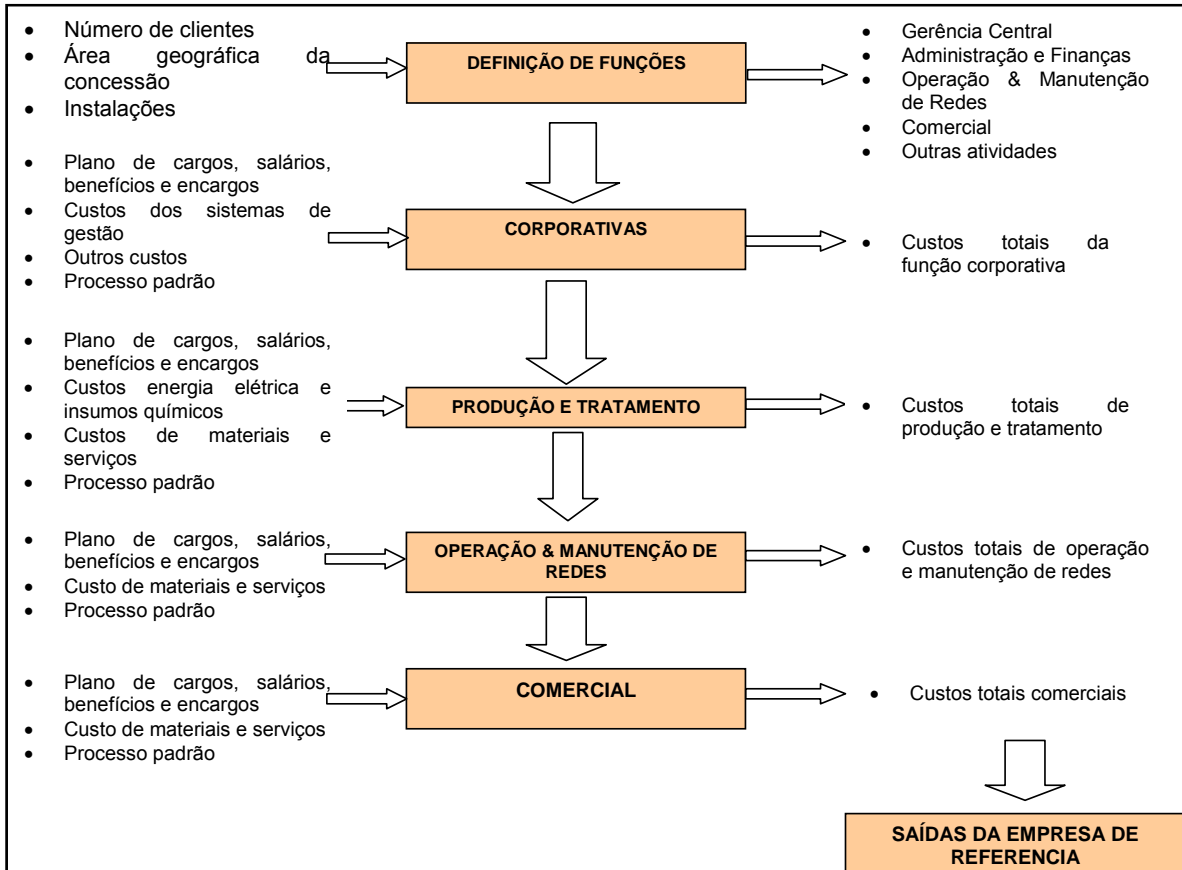
Em cada processo ou atividade é possível determinar custo eficiente considerando as condições locais: ambiente macroeconômico, as normas de qualidade para o serviço técnico e comercial; e assim por diante.

Adicionalmente, para cálculo dos custos operacionais da Empresa de Referência, são considerados os seguintes aspectos:

- 1) Análise dos planos de negócios da empresa com o objetivo de avaliar a consistência com o arcabouço regulatório; e
- 2) Consideração das especificidades da empresa real e do negócio, com o objetivo de adequar processos e atividades.

A figura 2 a seguir apresenta um diagrama conceitual da empresa de referência.

**Figura 2 – Esquema Conceitual da Empresa de Referência**



Assim, as técnicas que determinam os custos operacionais da empresa de referência desenham a estrutura, os processos e as atividades necessárias à prestação do serviço eficiente, considerando as características do mercado atendido, da área de concessão e os níveis de qualidade estabelecidos no marco regulatório.

### 3.1.3. Experiência de Outros Reguladores

O Brasil, Chile, Peru, Guatemala e El Salvador adotam um *benchmarking bottom-up* baseado na aproximação de uma Empresa de Referência, para setores regulados.

No Chile o método de cálculo dos custos operacionais para o setor de água e saneamento está estabelecido em lei, a qual determina a fixação de tarifas de serviços de água potável e esgoto.

Segundo o art. 27 da lei tarifária desse país, entende-se como empresa modelo, uma empresa prestadora de serviços de saneamento desenhada com objetivo de proporcionar de forma eficiente esses serviços requeridos pela população, considerando as normas e regulamentos vigentes, restrições geográficas, demográficas e tecnológicas de operação. Os custos operacionais que serão considerados no cálculo das tarifas de cada etapa do serviço serão aqueles que incorrerão a empresa modelo.

O desenho da empresa de referência segue um esquema administrativo-institucional, em que se incorporam as diferentes funções que devem cumprir uma empresa de serviços sanitários, dentro de um esquema físico de um sistema desse tipo. Nesse esquema deve ser considerada a integração das etapas de forma que minimizem os custos totais.

Segundo disposto neste regulamento as bases que determinam os elementos componentes de infra-estrutura de cada etapa dos sistemas de água e esgoto, que devem ser consideradas na construção da empresa de referência, são:

Etapa de produção: que contempla obras de captação, tratamento, desinfecção, fluoração, estações redutoras de pressão e obras de elevação correspondente quando adequada.

Etapa de fornecimento de água potável aos usuários: estações elevadoras de pressão, grandes condutos de transporte, estações redutoras de pressão, redes de distribuição, conexões individuais de usuários (incluindo medidores de consumo).

Etapa de coleta de esgoto: conexões domiciliares, rede de esgoto, coletores e obras de elevação correspondente.

Etapa de escoamento de águas residuais: obras de elevação, emissários e plantas de tratamento correspondentes.

No Brasil o método *bottom-up* também foi adotado no segmento de distribuição de energia elétrica do Brasil, o modelo de regulação adotado é o *price-cap*, e os níveis de custos operacionais eficientes são estabelecidos individualmente para cada empresa.

Esses níveis de custos são estabelecidos com base na concepção de uma firma operando em cada área de concessão. Essa empresa é denominada Empresa de Referência.

Nesse setor, a metodologia da Empresa de Referência (ER) define uma empresa responsável pela prestação do serviço de eletricidade (nesse caso, a distribuição e a comercialização de energia elétrica) na área de concessão, em condições de eficiência produtiva. A ER pretende simular as condições que enfrentaria um potencial entrante no mercado, cumprindo as condições estabelecidas nos contratos de concessão. Considera-se que esse operador deverá dispor de serviços, recursos materiais e humanos para cumprir todos os processos e atividades de operação e manutenção (O&M) das instalações da rede elétrica, a gestão técnico-comercial dos clientes e as atividades de direção e administração de toda empresa.

A partir dos valores de custos que o operador entrante ou ER obtêm para esses serviços, fixam-se os custos operacionais eficientes da concessionária distribuidora que serão consideradas nas tarifas reguladas, dessa maneira, a empresa real deve “competir” com o desenho regulatório, e tem como incentivo se aproximar dos custos operacionais eficientes estabelecidos pelo Regulador, ou mesmo superá-los, o que aumenta a sua rentabilidade.

Portanto, um ponto importante que se conclui para a adoção do modelo da ER é que o processo de construção dessa empresa não procura realizar uma “reengenharia” dos processos e atividades que compõem a “empresa real”, que possui a concessão para determinada área geográfica. A metodologia é não invasiva no sentido de que o Regulador não realiza qualquer tipo de ingerência sobre a forma como a empresa real é administrada. Essa é uma responsabilidade exclusiva da concessionária. O Regulador centra sua atenção nos resultados da gestão, em termos da qualidade do serviço percebida pelos clientes e o enfoque procura incentivar um comportamento que leve à eficiência na prestação do serviço, o que inclui os custos operacionais eficientes.

#### **3.1.4. Vantagens e Desvantagens**

Uma vantagem da utilização do método *bottom-up* (empresa de referência) é a não consideração da estrutura de gestão da empresa para determinar o nível eficiente

Pág. 14 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA de custos, o que reduz a possibilidade de que o Regulador possa ser induzido por informações fornecidas pela empresa (assimetria de informação).

Esse método fornece ainda ao Regulador maiores informações sobre a atividade regulada, pois induz os prestadores do serviço a revelar informações sobre os custos em que incorrem e a revelar as particularidades da sua área de concessão, que não seriam captadas caso o Regulador se ativesse apenas em estabelecer parâmetros de custo mais gerais.

Além disso, o desenho metodológico fornece um referencial de gestão para as empresas que lhes permite identificar os processos e atividades em que é possível buscar maior eficiência.

A desvantagem apresentada pelo método é a alta demanda por informações técnicas detalhadas. É preciso uma ampla base de informações sobre a frequência/custo das principais atividades da empresa.

### **3.1.5. Resultados Obtidos**

Os resultados obtidos com a aplicação desse modelo, segundo evidenciado pelos reguladores que a utilizam, proporcionam um incentivo à empresa regulada para que esta forneça informações sobre suas especificidades, diminuindo, assim, a assimetria de informações.

Como o procedimento aplicado para adoção da empresa de referência se baseia em padrões de desempenho técnico de atividades e processos, a sinalização dada motiva as empresas a aperfeiçoarem seus processos de gestão de modo a reduzir seus custos e, conseqüentemente, obter a rentabilidade regulatória ou até superá-la, durante o período tarifário.

## **3.2. Método Top-down**

### **3.2.1. Descrição**

Por esse método a empresa em análise é comparada com outra empresa real. Construir um *benchmarking top-down* implica na coleta e análise de informação sobre um grupo de empresas, com objetivo de obter conclusões sobre o que seria uma meta realista do nível de custos de uma empresa eficiente.

Como já explicitado, o método da Empresa de Referência (*bottom-up*) compara a empresa em análise com uma empresa não-real ideal. Trata-se de um método que permite determinar os custos associados à execução dos processos e atividades de operação e manutenção das instalações da empresa concessionária, gestão comercial de clientes, direção e administração, em condições que assegurem que a empresa poderá atingir os níveis de qualidade de serviço exigidos. Assim, para sua implementação, é necessário que se conheça, além dos insumos utilizados, o processo produtivo em análise.

Os métodos *top-down*, por sua vez, não se preocupam em determinar quais os processos produtivos da atividade em análise. Basicamente, esse método parte das informações reais das quantidades de produtos e insumos, e obtêm uma relação matemática (paramétrica ou não-paramétrica) entre eles.

Para fazer um contraponto entre os dois métodos, suponha o serviço de distribuição de água. Pelo método *bottom-up*, uma Empresa de Referência definiria a quantidade de pessoal necessária para operar e manter a rede, salário de mercado de seus trabalhadores, a quantidade de material necessária para fornecer o serviço, definiria os equipamentos e ferramentas necessários, entre outros. Ou seja, analisaria o processo produtivo e seus insumos para determinar quais deveriam ser os custos eficientes daquela empresa.

Por outro lado, o *top-down* observaria os custos anuais de Operação e Manutenção (O&M) de várias empresas de distribuição de água e buscaria uma correlação matemática desses custos com o produto da distribuição. Esse método apresenta duas abordagens distintas que podem ser seguidas: a abordagem econométrica (modelos paramétricos) e a abordagem de programação matemática (modelos não-paramétricos).

### **3.2.2. Abordagem Econométrica (Modelos Paramétricos)**

Os modelos paramétricos são aqueles que, com base em dados de insumos e produtos de várias empresas, estimam uma função matemática que explica a relação entre eles. Nesses modelos, obtêm-se um único resultado sobre o comportamento do setor. Os modelos paramétricos mais utilizados em regulação são:

- Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO);

- Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos (MQOC); e
- Análise de Fronteira Estocástica (SFA).

### 3.2.2.1. Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

A regressão é uma técnica estatística que permite explorar e inferir a relação de uma variável dependente (produto, por exemplo) com variáveis independentes específicas (insumos, por exemplo), por meio de uma equação matemática. A análise da regressão pode ser usada como um método descritivo da análise de dados sem necessidade de quaisquer suposições acerca dos processos que permitiram gerar os dados.

Um modelo de regressão linear assume o seguinte formato:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \varepsilon$$

Onde:

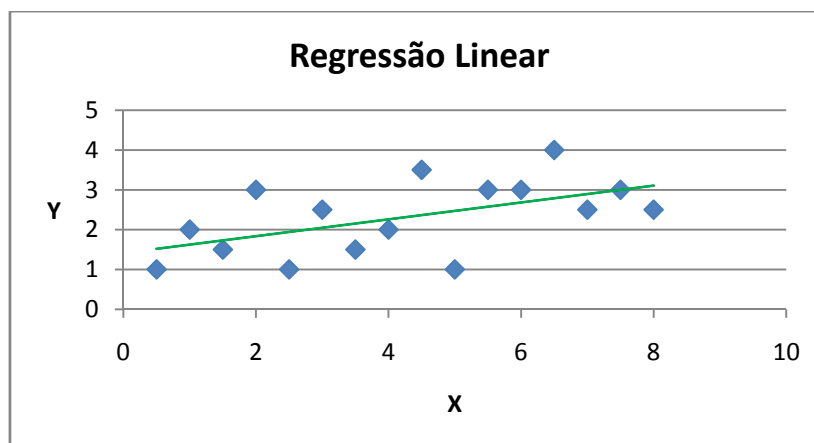
Y: variável dependente ou explicada;

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>,: variáveis independentes ou explicativas;

ε : erro ou distúrbio.

Graficamente, a análise de regressão linear implica no ajuste de uma reta que represente a estrutura dos dados, conforme observado a seguir (Gráfico 1)

**Gráfico 1 – Ilustração da Técnica de Regressão Linear**



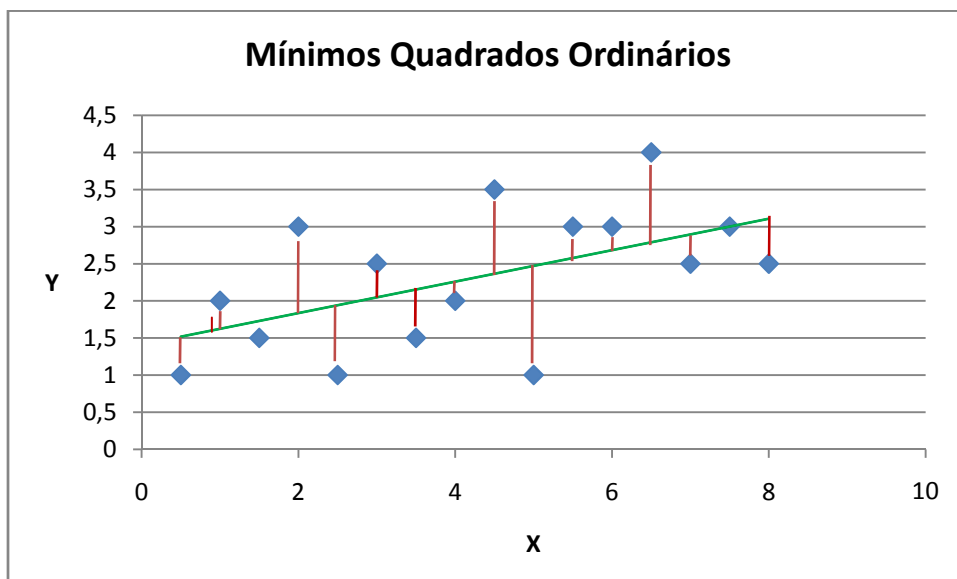


No gráfico 1, os pontos azuis representam os valores observados das variáveis. Para cada valor observado da variável independente (X), há um valor observado da variável dependente (Y). A regressão linear, representada pela reta verde, estabelece uma relação matemática linear entre esses pontos.

O método de estimação de regressão linear mais empregado em regulação é o de Mínimos Quadrados Ordinários (*Ordinary Least Squares – OLS*). Esse método tem sido utilizado por reguladores como, por exemplo, o OFGEM (regulador dos mercados de energia elétrica e gás do Reino Unido) e o ERSP (órgão regulador dos serviços públicos do Panamá).

O método dos Mínimos Quadrados (MQO) é uma técnica de otimização matemática que procura encontrar o melhor ajustamento para um conjunto de dados de forma a minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva ajustada e os dados (chamadas de resíduos). O gráfico 2 seguinte ilustra esse método.

**Gráfico 2 – Ilustração da Técnica de Mínimos Quadrados Ordinários**



Mais uma vez, temos os valores observados das variáveis representados por pontos azuis e a reta de regressão em verde. Para cada valor real observado da variável independente (X) há dois valores: o (Y) de variável dependente previsto pela

Pág. 18 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
regressão e (Y') outro real observado. A diferença entre os dois é o valor residual, representado pelas retas vermelhas. Assim sendo, o método de Mínimos Quadrados Ordinários tem como premissa para a estimação da reta de regressão a minimização dos quadrados desses valores residuais.

### **3.2.2.1.1. Vantagens e Desvantagens da Regressão por MQO**

A principal vantagem da regressão por Mínimos Quadrados Ordinários é sua facilidade de cálculo. Ademais, o método permite contemplar, sem dificuldades, o impacto de fatores externos à eficiência da empresa (fatores que podem afetar essa eficiência, mas estão fora do controle da gestão).

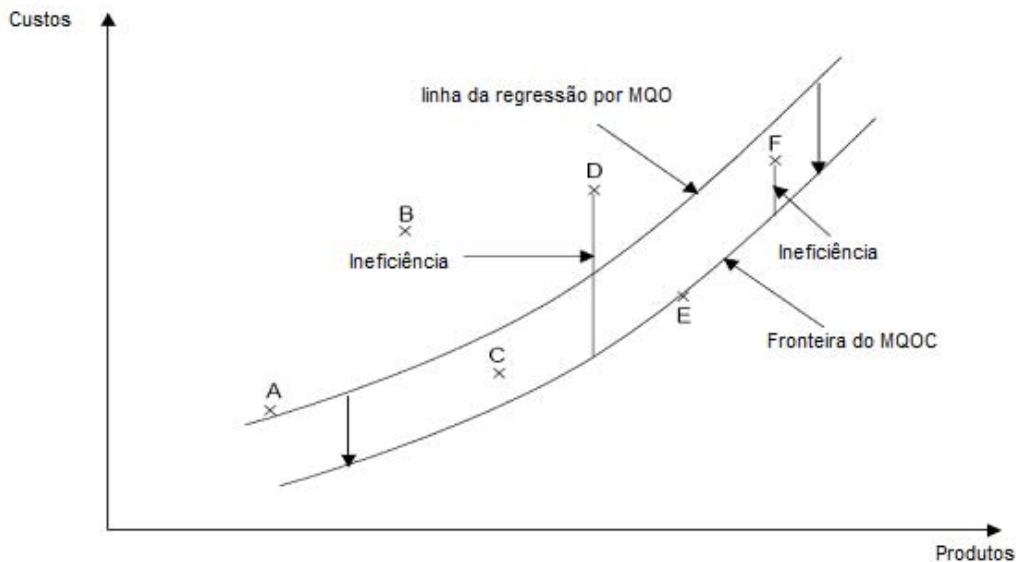
Por outro lado, o método tem a desvantagem de não calcular uma fronteira de custos e sim um custo único médio para o setor. Além disso, a regressão é vulnerável a problemas estatísticos tais como: (i) falta de graus de liberdade, i.e. diferença entre o número de observações disponíveis e o número de variáveis explicativas que serão utilizadas; (ii) multicolinearidade<sup>1</sup>; (iii) resíduos não estatisticamente independentes dos fatores explicativos; (iv) resíduos correlacionados com eficiência; e (v) pode haver variáveis omitidas.

### **3.2.2.2. Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos (MQOC)**

A regressão por Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos (*Corrected Ordinary Least Squares – COLS*) ajusta a função de custos estimada até que todos os resíduos (diferenças entre custos reais e projetados) sejam positivos (exceto para a companhia ou companhias determinadas como eficientes, para as quais o resíduo é igual a zero). O gráfico 3 abaixo ilustra esse método.

---

<sup>1</sup> Variáveis independentes linearmente correlacionadas, gerando elevados erros-padrão.

**Gráfico 3 – Regressão por Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos**

O MQOC não é aplicado por nenhum regulador em sua forma “pura”, pois costuma implicar ajustes impossíveis de serem sustentados pelas empresas menos eficientes. O OFGEM (Reino Unido), por exemplo, aplicou o MQOC sobre a segunda melhor empresa, e não sobre a mais eficiente. Contudo, tal decisão é arbitrária, o que fornece um sinal regulatório indesejado.

#### 3.2.2.2.1. Vantagens e Desvantagens da regressão por MQOC

O método de Mínimos Quadrados Ordinários Corrigidos, assim como o MQO, é simples de ser calculado e permite contemplar facilmente o impacto dos fatores externos à eficiência da empresa.

Entretanto, os resíduos da estimação por MQOC refletem uma combinação de eficiência relativa, erro de medida na variável dependente (custo) e ruído estatístico, ao invés de somente ineficiência. Além disso, a análise de regressão está sujeita aos mesmos problemas estatísticos da regressão por MQO. Alguns desses problemas podem ser intensificados quando a amostra é relativamente pequena. O método é

Pág. 20 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA também muito vulnerável à presença de *outliers* e necessita da especificação de uma forma funcional (suposição subjetiva).

### 3.2.2.3. Análise de Fronteira Estocástica (SFA)

Os modelos de fronteira de produção estimam a fronteira de desempenho eficiente da melhor prática das empresas do setor. Essa fronteira consiste na quantidade máxima de produto que pode ser gerado, dados os fatores de produção e a tecnologia disponível. Assim, por essa abordagem, impõe-se uma estrutura paramétrica para a fronteira, ou seja, estima-se uma equação que a represente como imagem de uma função matemática.

No método de Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*), os índices de eficiência são estimados e a estimação requer a especificação da função de produção ou da função de custo. Além disso, requer assumir a forma de distribuição do termo de erro e do termo de eficiência.

A principal característica do método SFA é que ele assume a possibilidade de ocorrência de erros estocásticos (erros aleatórios) na medida das ineficiências das empresas.

O modelo de fronteira estocástica pode ser expresso pela seguinte equação:

$$c_i = f(y_i, \beta) + w_i$$

$$w_i = v_i + u_i$$

Onde:

$f(y_i, \beta)$ : representa a função de custos;

$w_i$ : resíduo total observado;

$v_i$ : representa o ruído estatístico; e

$u_i$ : termo (componente) de ineficiência.

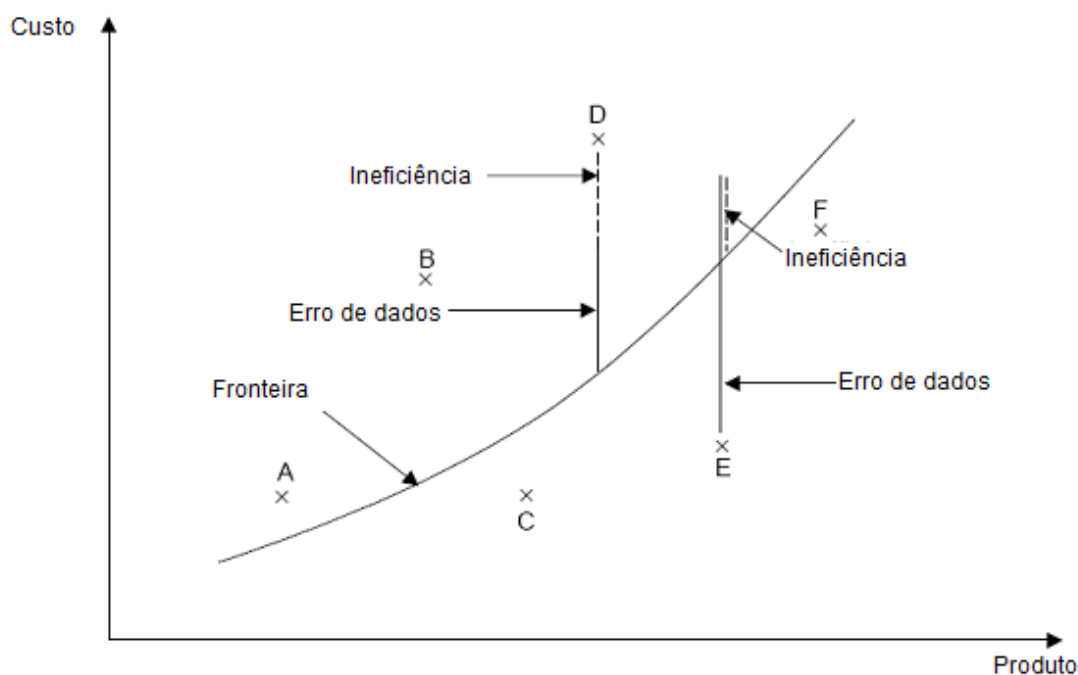
O ruído estatístico ( $v_i$ ) pode ser positivo ou negativo. Já o termo de ineficiência ( $u_i$ ) é sempre positivo, uma vez que os custos reais ( $c_i$ ) nunca podem ser menores que o custo da fronteira em ausência de erros de informação.

Como mencionado, a suposição sobre a forma funcional do termo de eficiência e do termo de erro é essencial. As formas funcionais mais utilizadas são a

Pág. 21 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
média-normal (*half-normal*) e a exponencial. Tais formas de distribuição assumem que grande parte das empresas é eficiente e que a menor parte delas não é.

O SFA é mais complexo de ser aplicado e, portanto, o método não foi utilizado por nenhum regulador até hoje.

**Gráfico 4 – Método de Análise de Fronteira Estocástica**



### 3.2.2.3.1. Vantagens e Desvantagens do SFA

Uma grande vantagem do SFA é permitir a separação entre o componente de ineficiência e o componente de erro da regressão, gerando melhores estimativas de eficiência que as regressões por MQO e MQOC. Além disso, o método é pouco sensível a problemas decorrentes de erros de medida das variáveis utilizadas no processo de estimação. Outra vantagem consiste em não assumir nenhuma hipótese em relação a retornos de escala, isto é, não se supõe nada a respeito da variação do custo médio de produção quando se varia a quantidade produzida.

Quando comparado a modelos não-paramétricos, o SFA tem a vantagem de fornecer inferências estatísticas sobre a forma funcional da fronteira e sobre a significância de fatores explicativos individuais sobre a forma da fronteira.

Por outro lado, como desvantagem do modelo, pode-se citar fato do método poder sofrer dos mesmos problemas tradicionais de análise de regressão: limitações relacionadas à omissão de variáveis, possível auto-correlação dos erros, heterocedasticidade<sup>2</sup> e endogeneidade<sup>3</sup>. Além disso, na prática, o componente estimado de ineficiência representa uma pequena fração da variação total dos resíduos. Por fim, a presença de *outliers* na amostra pode fazer com que o modelo de fronteira estocástica entenda que existe muito ruído nos dados e, assim, encontre pouca ou nenhuma ineficiência.

### **3.2.3. Abordagem de Programação Matemática (Modelos não Paramétricos)**

Os modelos não-paramétricos se baseiam em programação matemática e, diferentemente dos paramétricos, não estimam uma única função matemática para explicar o setor. Seus resultados, apesar de serem obtidos a partir de comparações de dados de várias empresas, são específicos para cada uma delas. Dentre os modelos não-paramétricos existentes, os mais utilizados são: Redes Neurais Artificiais (RNAs) e Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*).

#### **3.2.3.1. Redes Neurais Artificiais (RNAs)**

As Redes Neurais Artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado no funcionamento do neurônio biológico, de modo a emular seu processo de sinapse. Uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento. As RNAs possuem as características de não depender do conhecimento prévio do modelo e de resolver problemas complexos e não-lineares.

Para que as redes neurais sejam capazes de fornecer soluções para um determinado problema, é necessário que elas passem por um processo de treinamento. Durante essa etapa, a cada valor de entrada fornecido às redes neurais artificiais, os parâmetros da rede são automaticamente ajustados. A rede neural estará pronta quando se chega a uma solução generalizada para uma classe de problemas.

Assim como o sistema nervoso é composto por bilhões de células nervosas, a rede neural artificial também seria formada por unidades que nada mais são que

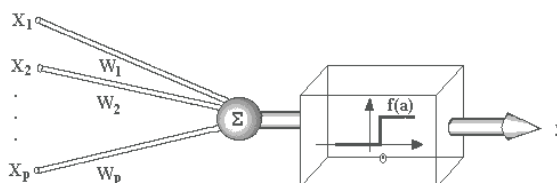
---

<sup>2</sup> Variância do erro da regressão não constante.

<sup>3</sup> Existência de variáveis explicativas endógenas.

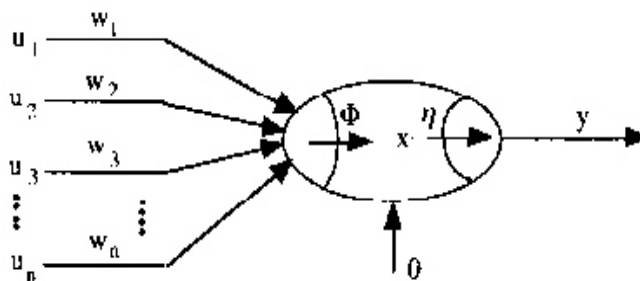
pequenos módulos que simulam o funcionamento de um neurônio. Estes módulos devem funcionar de acordo com os elementos em que foram inspirados, recebendo e retransmitindo informações.

O fisiologista Warrem MacCulloch interpretou o funcionamento do neurônio biológico como sendo um circuito de entradas binárias combinadas por uma soma ponderada (com pesos) produzindo uma entrada efetiva:



**Figura 3 – Modelo de McCulloch e Pitts**

No modelo geral de neurônio as entradas  $W_i U_i$  são combinadas usando uma função  $F$ , para produzir um estado de ativação do neurônio (correspondente à frequência de descarga do neurônio biológico). As entradas chegam através dos dendritos e têm um peso atribuído pela sinapse.



**Figura 4 – Esquema de um neurônio artificial**

A função básica de um neurônio é somar as entradas e retornar uma saída, caso esse valor seja maior que o valor de soma (*threshold*).

A maioria dos modelos de redes neurais possui alguma regra de treinamento, onde os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos. Arquiteturas neurais são tipicamente organizadas em camadas, com unidades que podem estar conectadas às unidades da camada posterior.

A rede neural passa por um processo de treinamento a partir dos casos reais conhecidos, adquirindo, a partir daí, a sistemática necessária para executar adequadamente o processo desejado dos dados fornecidos. Sendo assim, a rede neural é capaz de extrair regras básicas a partir de dados reais, diferindo da computação programada, onde é necessário um conjunto de regras rígidas pré-fixadas.

Há três conceitos importantes para compreensão do processo de aprendizagem: algoritmo de treinamento, número de épocas e taxa de aprendizado. Algoritmo de treinamento é o conjunto de procedimentos utilizados para ajustar os pesos das redes neurais de forma que ela possa realizar uma determinada função. O número de épocas refere-se ao número de vezes em que os padrões de treinamento serão apresentados às redes neurais artificiais para que se faça a atualização dos pesos. A taxa de aprendizado controla a intensidade das alterações dos pesos.

O algoritmo de treinamento mais aplicado às redes neurais é o algoritmo *back-propagation*. Esse algoritmo segue o paradigma de aprendizado supervisionado, em que são fornecidos valores de entrada às redes neurais artificiais com as respectivas saídas desejadas. Por meio do algoritmo *back-propagation*, o processo de aprendizado é realizado em duas etapas. A primeira é a etapa *forward*, em que os valores de saída da rede são calculados a partir dos valores de entrada fornecidos. Na segunda etapa, a *backward*, os pesos associados a cada conexão são atualizados conforme as diferenças entre os valores de saída obtidos e os valores desejados, da última camada até a camada de entrada.

Redes neurais são também classificadas de acordo com a arquitetura em que foram implementadas, topologia, características de seus nós e regras de treinamento.

#### **3.2.3.1.1. Vantagens e Desvantagens das RNAs**

As redes neurais permitem análises superiores às conseguidas com técnicas estatísticas (métodos paramétricos) e, assim, são algumas vezes preferíveis a estas. Sua principal vantagem é a não dependência de conhecimentos prévios funcionais do setor, uma vez que se baseiam unicamente nos dados históricos que lhe são fornecidos.



Por outro lado, uma grande desvantagem da utilização das redes neurais artificiais é que as premissas que embasam os resultados são ininteligíveis, uma vez que seus critérios decisórios são advindos de diversas combinações de entradas e saídas, não sendo o resultado, portanto passível de justificativas. Esta falta de embasamento teórico é um problema, pois gera desconfiança quanto a sua confiabilidade.

Por fim, cabe mencionar que, para uma rede neural ter uma boa eficácia na sua aplicação, faz-se necessário uma quantidade e diversidade razoavelmente elevada de dados, visto que o modelo não paramétrico a ser definido pela rede neural depende basicamente da combinação produzida pelos dados históricos.

### **3.2.3.2. Análise Envoltória de Dados (DEA)**

O método de Análise Envoltória de Dados - DEA é baseado em programação linear e busca medir a eficiência das empresas, chamadas unidades de decisão (*Decision-Making Units* - DMUs), a partir da estimação de um conjunto (fronteira) de possibilidades de produção. Sendo a produção o processo pelo qual os insumos são utilizados para gerar produtos, a fronteira de produção é definida como a máxima quantidade de produtos que pode ser obtida, dados os insumos e a tecnologia utilizados.

O DEA identifica a fronteira da melhor prática das empresas do setor e mede índices de eficiência relativa das empresas menos eficientes com relação à fronteira. Todos os desvios da fronteira eficiente são considerados ineficiências. Os dados necessários resumem-se a uma lista de dados de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*), sendo que escolhas diferentes de entradas e saídas podem conduzir a resultados diferentes.

Pressupõem-se conhecidos os valores realizados dos insumos e dos produtos e buscam-se, para cada empresa sob avaliação, taxas de substituição (pesos relativos), entre os insumos e os produtos, que maximizem a sua eficiência relativa.

Para cada organização, a análise utiliza técnicas de programação linear para calcular um índice de eficiência que compara o desempenho atual com a combinação mais eficiente relativa da empresa. O índice assume o valor de 1 para as unidades cuja produtividade é melhor e menos de 1 se combinações alternativas de

Pág. 26 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
insumos/produtos são indicadas como ineficientes. É importante notar que as empresas não eficientes ficam posicionadas abaixo da fronteira, envolvidas pelo desempenho das empresas eficientes. O método define então empresas de referência para cada observação, o que permite calcular os aumentos de produtos ou diminuição de insumos necessários para que a atuação seja otimizada.

Tendo-se um conjunto de empresas e seus planos de produção realizados, pode-se construir uma curva de produção que se constitui o conjunto de produção revelado. Resolvendo-se o problema de programação linear, proposto para cada uma das empresas, podem-se identificar aquelas cujo plano de produção, dados os pesos determinados para suas quantidades de produtos e insumos, não pode ser superado pelo plano de nenhuma outra empresa. A empresa é dita eficiente e torna-se referência para as demais. Resolvendo-se sucessivamente o problema para todas as empresas que compõem o conjunto, são determinadas quais empresas são relativamente eficientes.

As empresas adotadas em uma análise DEA devem ter em comum a utilização dos mesmos insumos e produtos, devem ser homogêneas e ter autonomia na tomada de decisões. Com relação às variáveis, cada uma, individualmente observada, deve operar na mesma unidade de medida em todas as empresas, mas podem estar em unidades de medida diferentes entre si.

Há algumas variações básicas do modelo, podendo ser “orientado para os insumos” (*input-oriented*) ou “orientado para os produtos” (*output-oriented*). Simplificadamente, no primeiro caso as firmas são comparadas em relação a seus insumos. O parâmetro de eficiência estimado sugere o percentual de redução possível do nível de insumos utilizados, dado o nível de produto. Já o modelo orientado para os produtos sugere o percentual de aumento do nível de produtos possível, dado o nível de insumos.

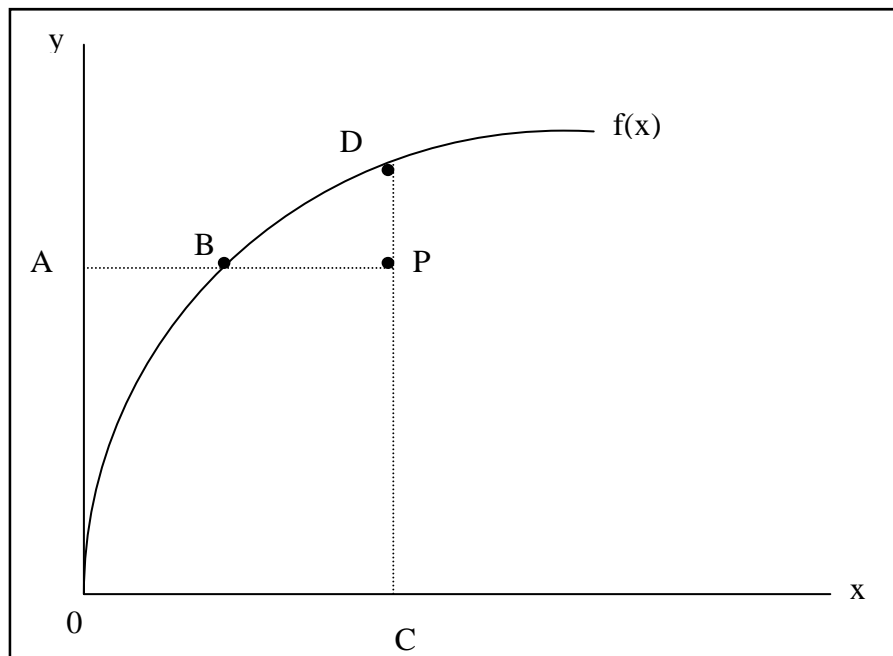
Os modelos orientados para os insumos e orientados para os produtos podem apresentar resultados diferentes ou equivalentes, dependendo do retorno de escala da tecnologia de produção utilizada.

Uma função de produção onde há retornos decrescentes de escala tem como característica o aumento do custo total médio de longo prazo quando aumenta a quantidade produzida. Por outro lado, uma tecnologia com retornos constantes de

Pág. 27 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
escala possui a propriedade de o custo total médio de longo prazo se manter constante enquanto a quantidade produzida varia<sup>44</sup>. As medidas de eficiência orientadas ao insumo e ao produto são equivalentes apenas quando há retornos constantes de escala. As figuras a seguir ilustram esse fato.

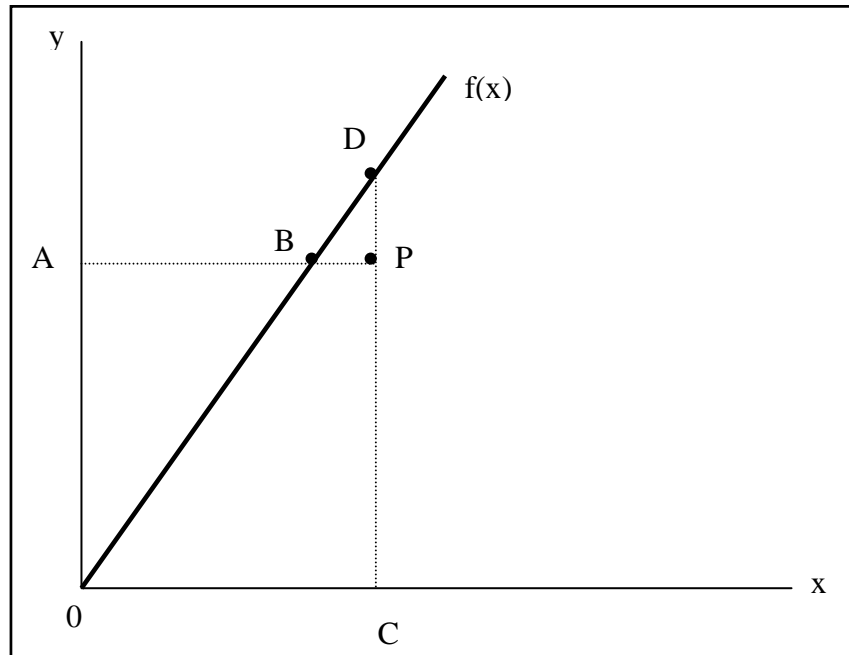
O gráfico 5 a seguir mostra uma tecnologia com retornos decrescentes de escala, representada por  $f(x)$ , e uma empresa ineficiente operando no ponto P. A medida de eficiência orientada ao insumo será igual à relação  $AB/AP$ , enquanto a medida da eficiência orientada ao produto será  $CP/CD$ .

**Gráfico 5 – Tecnologia com Retornos Decrescentes de Escala**



O gráfico 6 mostra uma tecnologia com retornos constantes de escala onde se observa a relação  $AB/AP=CP/CD$ , para a firma ineficiente operando no ponto P.

<sup>44</sup> Mankiw. Introdução à economia, 2005.

**Gráfico 6 – Tecnologia com Retornos Constantes de Escala**


Em suma, o DEA tem como objetivo encontrar a relação produto/insumo que maximiza a eficiência de uma determinada empresa, por meio da determinação de ponderadores.

No caso mais geral, em que existam vários *inputs*  $i$  e vários *outputs*  $j$ , um índice de eficiência é convencionalmente definido como a combinação linear dos *outputs* dividida pela combinação linear dos *inputs* de determinada empresa  $k$ :

$$\frac{\sum_i u_i Y_{ik}}{\sum_j v_j X_{jk}} = \frac{u Y_k}{v X_k}$$

Onde:

$k=1, \dots, n$  empresas;

$i=1, \dots, m$  *inputs* de cada empresa;

$j=1, \dots, s$  *outputs* de cada empresa; e

$u$  e  $v$  são os vetores de pesos ou multiplicadores dados aos *outputs* e *inputs*.

Também é convencionado que todos os índices devem ser menores ou iguais a 1, de forma a garantir a normalização dos produtos:

$$\frac{uY_k}{vX_k} \leq 1$$

Para cada empresa a ser analisada, formula-se então um problema de otimização com o objetivo de determinar os valores que esta empresa atribuiria aos multiplicadores  $u$  e  $v$  de modo a aparecer com a maior eficiência possível. Para uma empresa  $r$ , teríamos:

$$\begin{aligned} & \max \frac{uY_r}{vX_r} \\ & t.q \frac{uY_k}{vX_k} \leq 1, k = 1, \dots, r, \dots, n \end{aligned}$$

Supondo que o vetor  $[u,v]$  seja uma solução tal que o valor de  $Yu/Xv$  é o máximo, então qualquer que seja  $k > 0$ , o vetor  $[ku,kv]$  também será uma solução ótima. Podemos, portanto, fixar o valor de  $kv$  de modo a ter uma única solução ótima de  $ku$ . Faz-se, então,  $vX_r = 1$  e o problema se torna linear.

Por fim, soluciona-se o problema de maximização e obtém-se a relação produto/insumo eficiente para a empresa  $r$ .

Para ilustrar o modelo, será desenvolvido a seguir um exemplo simplificado, a partir do modelo DEA clássico, também chamado de CRS (*Constant Returns to Scale*) segundo a ótica dos multiplicadores.

Suponha que queremos analisar a eficiência de determinado serviço, por exemplo, distribuição de água a partir de apenas duas variáveis: preço do serviço ( $X$ ) e a quantidade de água entregue ( $Y$ ). O método é comparativo e, portanto, baseia-se em informações reais sobre quatro empresas distribuidoras de água, apresentadas na tabela 2 a seguir.

**Tabela 2 – Input e Output reais sobre quatro empresas distribuidoras de água**

	<i>Distribuidora</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>
X	Input (preço)	4	7	5	6
Y	Output (Quantidade de água entregue)	2	4	3	4
Y/X		2/4	4/7	3/5	4/6

Os índices de eficiência seriam, portanto:

$$\frac{2u}{4v} \quad \frac{4u}{7v} \quad \frac{3u}{5v} \quad \frac{4u}{6v}$$

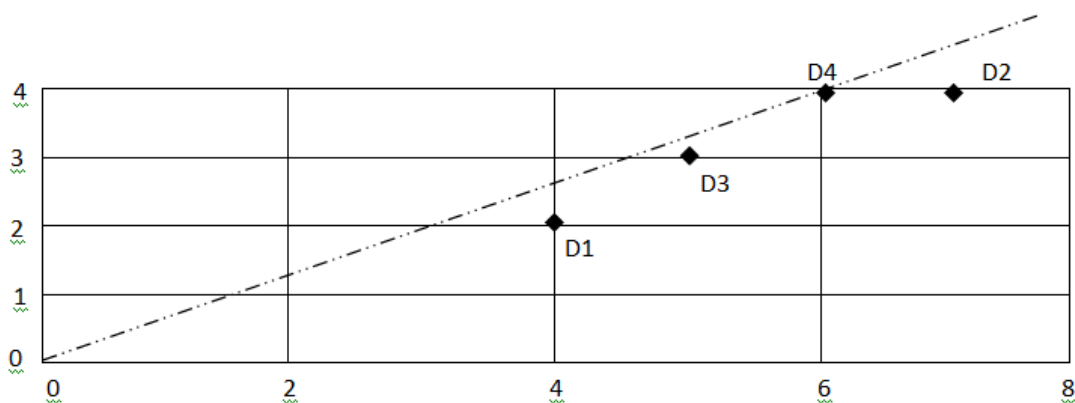
Lembrando que  $u$  e  $v$  são os vetores de pesos ou multiplicadores dados aos *outputs* e *inputs*.

Fazendo igual ou menor que 1 para garantir a normalização dos produtos, e com isso generalizar a solução, temos:

$$\frac{2u}{4v} \leq 1 \quad \frac{4u}{7v} \leq 1 \quad \frac{3u}{5v} \leq 1 \quad \frac{4u}{6v} \leq 1$$

O gráfico 7 seguinte ilustra a situação do exemplo.

**Gráfico 7 – Exemplo simplificado a partir do modelo DEA clássico**



No eixo das abscissas temos os insumos e nas ordenadas estão representados os produtos (quantidade de água entregue). Quanto maior a relação Y/X maior a eficiência do serviço. No gráfico, a empresa mais eficiente é a D4.

Pág. 31 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

Para cada empresa a ser analisada, formula-se um problema de otimização com o objetivo de determinar os valores que esta empresa atribuiria aos multiplicadores  $u$  e  $v$  de modo a aparecer com a maior eficiência possível. Para a empresa D3:

$$\begin{aligned} & \text{Máx } \frac{3u}{5v} \\ & \text{t. q. } \frac{2u}{4v} \leq 1 \\ & \frac{4u}{7v} \leq 1 \\ & \frac{3u}{5v} \leq 1 \\ & \frac{4u}{6v} \leq 1 \end{aligned}$$

Fazendo:  $5v = 1 \rightarrow v = 1/5$

O problema de otimização torna-se então:

$$\begin{aligned} & \text{Máx } 3u \\ & \text{t. q. } 2u \leq 4/5 \therefore u \leq 4/10 \\ & 4u \leq 7/5 \therefore u \leq 7/20 \\ & 3u \leq 1 \therefore u \leq 1/3 \\ & 4u \leq 6/5 \therefore u \leq 6/20 \\ & u \geq 0 \quad v \geq 0 \end{aligned}$$

Temos, então, que maximizar  $3u$  sujeito a  $u \leq 4/10$ ,  $u \leq 7/20$ ,  $u \leq 1/3$  e  $u \leq 6/20$ . A solução do problema é, portanto, o maior valor de  $u$  permitido pelas restrições, qual seja  $u = 6/20$ . Esse valor corresponde a uma relação output/input de  $Y/X = 3u = 18/20$ , que é a eficiência da empresa D3.

O mesmo processo deve ser feito para calcular os valores de  $u$  e  $v$  das demais empresas.

### **3.2.3.2.1. Vantagens e Desvantagens do DEA**

O método tem duas vantagens principais que, em certas condições, o torna preferível em relação aos demais. A primeira é que ele não assume hipótese a respeito de distribuições de probabilidade de nenhum termo. A segunda é não assumir uma função de produção específica, ou seja, é totalmente adaptável a qualquer forma funcional assumida.

Outra vantagem do uso do DEA é a não imposição de uma relação matemática entre variáveis de entrada e de saída. Essa característica é interessante quando se desconhece de forma específica e a priori uma relação teórica entre as variáveis de estudo.

Uma desvantagem do DEA é a sua grande sensibilidade a erros de medida. Além disso, o método não permite verificar as variáveis determinantes das ineficiências estimadas.

Outra desvantagem é relativa à necessidade de se assumir alguma hipótese de retorno de escala. Cabe mencionar ainda que o DEA é uma técnica recente, cuja aplicação é quase restrita às áreas de pesquisa operacional e engenharia. Por esse motivo, sua aplicação em outras áreas de conhecimento deve ser feita com cautela.

O DEA utiliza a comparação entre empresas para determinar a relação produto/insumo eficiente para cada uma delas. Para tanto, tem como hipótese que as empresas são homogêneas, ou seja, desconsidera as especificidades da concessão, as diferenças de preços de mão-de-obra e materiais, entre outros. Uma vez que essas especificidades existem e não são consideradas pelo método, os resultados obtidos com a sua aplicação podem não ser confiáveis.

O DEA tenta maximizar a relação produto/insumo de cada empresa por meio da introdução de ponderadores nesses parâmetros. Isso pressupõe que nas empresas reais é possível fazer quaisquer combinações de insumos e produtos, e a qualquer proporção. Contudo, não é razoável supor que nas empresas de água e saneamento, possa ser feita, por exemplo, uma redução drástica nos insumos de operação e manutenção sem que haja uma degradação nos níveis de qualidade do serviço prestado.



### **3.2.4. Experiência de Outros Reguladores**

Em alguns casos de *benchmarking top-down* são empregados na Noruega, Colômbia, Austrália (alguns estados), Holanda, Dinamarca, Jamaica, entre outros.

Apresenta-se a seguir a experiência da Colômbia, no setor de água e esgoto, que aplica o *benchmarking* com método *top-down* e com a técnica DEA. A metodologia para o cálculo dos custos da prestação de serviços água e esgoto nesse país está contida em resolução emitida pela Comissão de Regulação de Água Potável e Saneamento Básico – CRA, a partir das revisões realizadas no ano de 2004.

No modelo, os custos médios de administração e os custos médios de operação, são obtidos pela medida de eficiência comparativa, através da aplicação de um modelo de Análise Envoltória de Dados – DEA.

Para estimar a eficiência comparativa para os custos administrativos e de operação, são tidos como insumos os custos que os prestadores incorrem tanto na administração quanto na operação de sistemas e produtos, variáveis que recorrem a informações de quantidade e qualidade do produto.

Dado que a análise envoltória de dados permite estimar eficiências relativas entre unidades que possuem características similares, devem-se tomar medidas gerais para identificar unidades comparáveis do modelo. Assim, para a aplicação do modelo de estimação dos custos administrativos, os prestadores de serviços foram divididos em dois grupos, com base na quantidade de consumidores atendidos: entre 2.500 e 25.000 consumidores; e com mais de 25.000. A divisão foi realizada porque no estudo dos custos totais de administração foram encontrados comportamentos diferenciados nas empresas que apresentam mais de 25.000 consumidores. O mesmo foi feito para os custos de operação.

Um ponto importante a ser destacado no modelo utilizado pela Colômbia é a homogeneização das amostras. Essa homogeneização consiste em dar limite à magnitude de certas variáveis que estão diretamente relacionadas com custos de administração e operação dos sistemas e, por sua vez, podem gerar distorções importantes. Também são analisados diretamente os pontos extremos dos custos de administração e de operação a partir de uma análise de dados atípicos, identificados como *outliers*.

Com os critérios de homogeneização, as empresas comparáveis para prestação dos serviços com mais de 25.000 consumidores caíram de 17 para 12 empresas. Por sua vez, os prestadores com consumidores entre 2.500 e 25.000, caíram de 25 para 20 empresas nos sistemas de custos administrativos; e nos custos operativos caiu de 25 para 23 empresas.

Somente em 2005 as empresas prestadoras completaram as informações necessárias para a construção do modelo. Com isso, iniciou-se o processo de revisão de dados, de tal forma que os valores a serem utilizados possam ser comparáveis entre empresas.

Segundo o documento apresentado pelo CRA, a implementação do modelo de comparação eficiente em setores de água e saneamento na Colômbia tem uma série de vantagens: (i) a implementação com êxito de um mecanismo de comparação eficiente e coerente dá sinais de eficiência para os diferentes prestadores do país; (ii) se apresenta um avanço importante em termo de prestação de informação para o Regulador ao considerar que, durante o processo de execução da ferramenta, o CRA realizou um processo profundo de confrontação de informações disponibilizadas a ele com informações da empresa; e (iii) através da ferramenta DEA pode-se implementar uma concorrência virtual entre os diferentes prestadores de um serviço de monopólio.

### **3.2.5. Vantagens e Desvantagens**

O uso do método *top-down* como instrumento de regulação tem sido criticado. A experiência de utilização de comparações de custos nas revisões tarifárias é insatisfatória, pois a diversidade de gestão do ambiente (a dimensão do mercado, a densidade populacional, as questões climáticas, tipo de fontes de água disponível) costuma invalidar os resultados. A indisponibilidade de dados relevantes também limita a utilidade do modelo.

A maioria dos reguladores opta pela utilização de comparadores do próprio país para garantir a uniformidade. Contudo, existe o problema de o número de observações disponíveis sobre as empresas e seus custos apresentarem, na maioria das vezes, pequeno em relação ao número de variáveis explicativas potencialmente relevantes, impossibilitando a obtenção de resultados confiáveis.

Pág. 35 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

Amostras comparativas internacionais são utilizadas na ausência de comparativos internos, como, por exemplo, no transporte de eletricidade no Reino Unido e Holanda e na telefonia fixa no Reino Unido. As comparações internacionais geralmente requerem o uso de muitas variáveis adicionais para conseguir contemplar as diferenças entre os países, o que acaba enfraquecendo a comparação.

Nos países em desenvolvimento, realizar *benchmarking* utilizando dados de mercados internacionais possui diversos problemas associados a variáveis macroeconômicas. Isso porque essas variáveis, principalmente o câmbio, não representam exatamente o equilíbrio entre oferta e demanda por moeda, uma vez que incorporam expectativas do cenário político e econômico.

### **3.2.6. Resultados Obtidos**

Os resultados obtidos apresentados pelo regulador da Colômbia, que utiliza esse modelo nos setores de água e saneamento, deram sinais coerentes de eficiência para os diferentes prestadores do país e proporcionaram um avanço importante em termo de prestação de informação para o regulador ao considerar que, durante o processo de execução da ferramenta, o CRA realizou um processo profundo de confrontação de informações disponibilizadas a ele com informações da empresa.

Além disso, a concorrência virtual faz com que a empresa busque implementar técnicas que reduzam seus custos de forma a obter a rentabilidade esperada ou até superá-la.

## **4. Metodologia a ser adotada**

Dessa forma, a metodologia a ser adotada para determinação dos custos operacionais eficientes é o *benchmarking* dos processos e atividades que deve cumprir a concessionária para a prestação do serviço aos usuários cumprindo as normas de qualidade estabelecidas no contrato de concessão. O *benchmarking* é implementado com base em uma Empresa de Referência (ER) que desenvolve esses processos e atividades com eficiência na área da concessão.

A opção por esta metodologia foi feita avaliando o contexto em que se encontra o negócio regulado. No caso específico do serviço de saneamento básico no Distrito Federal, tem grande relevância o fato de que existe apenas um prestador.

Assim, para utilizar as técnicas de *benchmarking top-down* seria necessário utilizar dados de custos operacionais de empresas de outras regiões do Brasil, e do mundo, para compor a base de dados, o que sem dúvida traria grandes discussões porque as diferenças entre as empresas são bastante acentuadas, e, além disso, estão sujeitas a reguladores distintos e no caso brasileiro poucas atuam no contexto de uma regulação por incentivo.

Outro aspecto avaliado para opção da metodologia em questão está relacionado à visibilidade e incorporação das especificidades da concessão. Geralmente na abordagem *top-down*, o processo de discussão regulatória com os agentes da sociedade (empresa regulada, consumidores, agentes públicos) se resume aos aspectos estatísticos e econométricos dos modelos e dos resultados, tendo em vista que essa abordagem não é focada nos processos e atividades do negócio, mas apenas nos insumos e resultados verificados pelas empresas.

Diferentemente do *top-down*, a Empresa de Referência (*bottom-up*) tem seu enfoque baseado na determinação dos insumos e dos processos e atividades necessários para a prestação do serviço com um nível de qualidade determinado. Desse modo, a discussão regulatória com os agentes da sociedade se torna transparente porque permite discutir se esses processos e atividades estão sendo feitos de maneira eficiente e a um menor custo, e, como maior qualidade. Também permite abordar os efeitos nos custos operacionais das especificidades que existem em cada concessão.

Em comparação com as técnicas de fronteira eficiente, a metodologia da Empresa de Referência tem a vantagem de não depender de maneira tão forte da qualidade das informações de que se dispõe sobre custos reais das concessionárias, fornecendo ainda ao Regulador maiores informações sobre a atividade regulada, e induzindo os prestadores do serviço a revelar informações sobre os custos em que incorrem e a revelar as especificidades da sua área de concessão e que não foram captadas pelo Regulador quando da definição dos parâmetros da ER.

A premissa a ser adotada é a de se estabelecer uma referência de mercado para a determinação dos custos operacionais que seja aderente às condições reais da área geográfica da concessão, ou seja, ao ambiente no qual a concessionária desenvolve sua atividade. Trata-se de desenhar uma referência típica com a qual a

Pág. 37 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
concessionária deverá competir, de modo a incentivá-la a manter seus custos dentro dos valores reconhecidos para lograr a rentabilidade esperada, ou até superá-la.

A determinação de custos operacionais deve assegurar ao usuário que as tarifas pagas contemplam a eficiência na prestação do serviço, com o delineamento dos processos e atividades estritamente necessários. Esse é um elemento que deve ser observado no âmbito regulatório, uma vez que tal usuário não tem a possibilidade de escolher outro fornecedor, daí a necessidade de competição com uma Empresa de Referência.

Em relação à aderência ao setor de saneamento básico, o método torna-se indicado, pois todo o processo produtivo é perfeitamente conhecido e existe ampla experiência nacional e internacional na gestão eficiente do serviço. Portanto, pode ser reproduzido sem os valores reais da concessionária.

Nesse sentido, o processo de desenho da empresa de referência deve estar em consonância com as seguintes etapas:

- mapeamento e modelagem dos processos de Operação e Manutenção inerentes a uma concessionária do setor de saneamento básico;
- mapeamento e modelagem dos processos Comerciais inerentes a uma concessionária do setor de saneamento básico;
- determinação de uma Estrutura Central, com todos os custos associados, responsável tanto para coordenação das regionais quanto pela coordenação e execução de tarefas de escritório;
- determinação de unidades descentralizadas, com todos os custos associados, que atuam de forma descentralizada para a coordenação das atividades de Operação e Manutenção e dos processos comerciais;
- estabelecimento de uma infra-estrutura de sistemas de informática; e
- incorporação de custos adicionais decorrentes das especificidades da concessão.

O diagrama a seguir (Figura 5) apresenta de maneira simplificada o processo de desenho da Empresa de Referência seguindo-se o modelo construtivo do tipo *Bottom-Up*:

## **Figura 5 –Diagrama da ER**

### **4.1. Mapeamento dos processos de operação e manutenção**

Essa etapa consiste em detalhar todos os processos e atividades que implicam em atuação direta sobre os ativos da CAESB. O objetivo ao final desse mapeamento é a determinação dos custos de operação e manutenção associados a cada uma das tarefas listadas. Esses custos são obtidos a partir dos dados de ativos físicos, da própria concessionária, sendo eles segmentados em:

#### **Ativos de produção de água:**

- Captações, Elevatórias e Adutoras de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água; e
- Rede de Distribuição de Água Tratada.

#### **Ativos de tratamento de esgoto:**

- Rede Coleta de Esgoto;
- Estação de tratamento de Esgoto; e
- Emissário final.

Depois da determinação das tarefas que devem ser cumpridas por uma empresa eficiente atuante na área de concessão da CAESB, o passo seguinte é estabelecer a demanda de pessoal, veículos e equipamentos necessários para a execução de cada uma dessas tarefas.

A execução de cada tarefa está associada à determinação de:

Pág. 39 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- equipes padrão, sendo compostas por um corpo técnico adequado para que a tarefa seja desempenhada;
- veículos e máquinas apropriados para realização das tarefas;
- materiais adequados para realização da operação ou manutenção;
- quantidade de ativos da CAESB relacionada a essa tarefa; e
- frequência anual de execução da tarefa, que depende de: benchmark com outras concessionárias, da dimensão das instalações, recomendações de fabricantes, taxas de falhas por tipo de instalação, tecnologia, topologia da rede, normas de qualidade e construção das instalações.

Os dados utilizados para as estimativas de salários, veículos, máquinas, serviços e materiais necessários são valores compatíveis com os de mercado. A estrutura responsável pela coordenação dessa força de trabalho será definida mais adiante na Estrutura Central e Unidades Descentralizadas.

É importante destacar que serão considerados os custos com insumos associados à produção de água e tratamento de esgoto (produtos químicos e energia elétrica) com base na vazão de água produzida, esgoto tratado e tecnologia de cada estação.

Maiores detalhes com relação às tarefas de Operação e Manutenção podem ser conferidos no modelo da empresa de referência disponibilizado.

#### **4.2. Mapeamento dos Processos Comerciais**

Essa etapa consiste no mapeamento das tarefas relacionadas a:

- faturamento;
- teleatendimento; e
- atendimento presencial.

Faturamento: faz parte da composição dos custos do processo de faturamento, tarefas de leitura, impressão de contas e outros documentos, envio de contas e outros documentos e cobrança (taxa paga ao agente arrecadador).

A atividade de leitura pode ser efetuada da seguinte forma:

- leitura sem coletor;

Pág. 40 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- leitura com coletor;
- leitura com coletor+inspeção; e
- leitura com coletor+impressão.

O dimensionamento do pessoal é dado com base na quantidade de leituras a serem efetuadas e produtividades típicas do setor para cada modalidade de leitura. A força de trabalho a ser considerada deve ter remuneração compatível com o mercado e ao nível de especialização exigido. Também devem ser contemplados os custos de transporte para os leituristas.

O cálculo do custo de envio de faturas e de outros documentos segue exatamente a mesma lógica que o cálculo do custo de leitura, considerando total de envios de faturas e documentos, custo de pessoal e de locomoção. Os custos unitários de edição e impressão serão definidos conforme a prática do mercado.

Para as leituras do tipo com coletor+impressão só serão contemplados os custos de impressão.

Os custos com cobrança serão determinados com base em levantamentos feitos no mercado brasileiro, onde será definido o valor correspondente à comissão que os bancos cobram pelo serviço.

Teleatendimento: Os custos com teleatendimento podem ser segmentados em:

#### **Custos com pessoal de atendimento**

Com base na quantidade de consumidores, quantidade anual de ligações e no tempo médio de atendimento será dimensionada uma quantidade de atendentes e uma estrutura de apoio apropriada à necessidade de uma empresa eficiente. A remuneração desse pessoal será compatível com o nível de responsabilidade e especialização necessária à função, tendo por base valores de mercado para uma empresa do porte da CAESB e situada na região Centro-Oeste.

#### **Custos com ligação**

Os custos com ligações são compostos segundo a definição de alguns parâmetros regulatórios aplicados a equação abaixo:



$$C_{\text{ligações}} = (\%L_{\text{fixo}} \times P_{\text{fixo}} + \%L_{\text{móvel}} \times P_{\text{móvel}}) \times Q_{\text{Ligações anuais por cliente}} \times Q_{\text{Clientes}} \times T_{\text{atendimento}}$$

Onde:

$\%L_{\text{fixo}}$ : Participação de tempo em ligações para telefone fixo;

$P_{\text{fixo}}$ : Preço do minuto da ligação para telefone fixo;

$\%L_{\text{móvel}}$ : Participação de tempo em ligações para telefone celular;

$P_{\text{móvel}}$ : Preço do minuto da ligação para telefone celular;

$Q_{\text{Ligações anuais por cliente}}$ : Quantidade de ligações anuais por cliente;

$Q_{\text{Clientes}}$ : Quantidade de clientes;

$T_{\text{atendimento}}$ : Tempo médio de atendimento.

Também são reconhecidos custos de edificações, mobiliário e insumos básicos (água, papel, entre outros).

Dessa forma os custos com teleatendimento são compostos por:

$$\text{Custo Teleatendimento} = \text{Custos Pessoal} + \text{Custo ligações} + \text{Outros Custos}$$

Atendimento presencial: Além do teleatendimento as empresas disponibilizam escritórios comerciais para o atendimento presencial dos clientes. Nesse sentido, a ER deve prever uma distribuição de escritórios comerciais com uma estrutura compatível à cobertura de clientes de cada escritório.

O dimensionamento da quantidade de atendentes é função da quantidade de clientes da área de cobertura do escritório, do tempo médio de cada atendimento e da frequência média de visita dos clientes ao escritório. Tanto a frequência média de visita quanto o tempo médio de atendimento são obtidos por meio de pesquisas com as principais práticas do mercado.

Dessa forma como equação de dimensionamento dos atendentes tem-se:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Qtd \text{ Clientes}_i \times f_{\text{Clientes}}}{Qtd \text{ Atendimentos Ano}}$$

Onde:

$$Qtd \text{ Atendimentos Ano} = \frac{Ht_{ano}}{TMA}$$

Qtd Clientes: Quantidade de clientes cobertos pelo escritório i;

f\_Clientes: Frequência anual com a qual os clientes visitam o escritório comercial;

Qtd Atendimentos Ano: Quantidade de atendimentos realizados pelo atendente por ano;

Ht\_ano: Quantidade de horas trabalhadas pelo atendente no ano;

TMA: Tempo médio de atendimento comercial.

Utilizando-se as equações acima, obtém-se o dimensionamento do quantitativo de atendentes. A quantidade de coordenadores e supervisores será dimensionada com base na quantidade de atendentes definidos para cada escritório comercial.

#### **4.3 Estrutura Central e Unidades Descentralizadas**

Para o perfeito funcionamento da ER, faz-se necessário o reconhecimento de uma estrutura organizacional central e de unidades descentralizadas, com salários e benefícios compatíveis aos de mercado. A definição dessas estruturas segue a necessidade de uma empresa de saneamento do porte da CAESB.

Abaixo segue um detalhamento do escopo e atribuições das funções consideradas na ER:

##### **Conselho Administrativo e Fiscal:**

- **Administrativo:** representação dos acionistas da companhia, orientação geral dos negócios, eleger e destituir diretores, bem como estabelecer suas atribuições.
- **Fiscal:** análise do balancete, das demonstrações financeiras do exercício e do relatório anual da companhia.

**Presidência:** gestão de todos os processos da companhia.

---

Pág. 43 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- **Auditoria:** processo de auditoria interna da empresa, bem como acompanhamentos de auditorias externas.
- **Planejamento Estratégico e Controle da Gestão:** planejamento da gestão da empresa, agindo na identificação dos processos e sub-processos de modo a otimizar a alocação de recursos da empresa. Essa área deve preconizar o desempenho da empresa tanto no âmbito da gestão quanto nos aspectos econômicos
- **Jurídica:** assessoramento em diversos assuntos legais tais como: trabalhistas, contratuais, processuais, entre outros.
- **Regulação:** interlocução com o órgão regulador exercendo principalmente as seguintes atividades: acompanhamento da regulação do setor, cumprimento das resoluções, acompanhamento dos processos de reajuste e revisão tarifária, entre outros.
- **Tecnologia da Informação:** implantação dos sistemas de informática da empresa, desenvolvimento e integração de sistemas, entre outros.
- **Comunicação:** comunicação interna e externa da empresa, tendo papel fundamental no assessoramento da presidência com a imprensa. Também faz parte da incumbência dessa área o relacionamento com os Governos Estaduais e Municipais, bem como conselho de consumidores e classes.
- **Ouvidoria:** solução de demandas não atendidas de maneira satisfatória nos processos regulares tratados nos demais níveis da empresa.

**Gestão:** Área responsável pela gestão administrativa e financeira da companhia.

**Recursos Humanos:** Gestão das pessoas da empresa, sob a responsabilidade dessa área pode-se citar três processos específicos:

- **Desenvolvimento de Recursos Humanos:** treinamento e desenvolvimento dos funcionários, tais como: cursos de capacitações, cursos de reciclagem, entre outros.
- **Gestão de Pessoas:** ações relacionadas ao quadro de funcionários da empresa: benefícios, cargos e salários, rescisões contratuais, entre outras.

Pág. 44 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- **Saúde e Segurança do Trabalho:** ações de saúde e segurança do trabalho em consonância com a legislação vigente.

**Administrativa:** gestão de toda a parte administrativa da empresa tais como: compras, contratos, suprimento, patrimônio e serviços gerais. Sob a responsabilidade dessa área pode-se citar três processos específicos:

- **Administrativa e de Serviços Gerais:** conservação e utilização adequada dos bens da concessionária. Incluem-se nas atividades dessa gerência: manutenção dos elevadores da companhia, gerenciamento da recepção, limpeza, entre outros.
- **Patrimônio:** gestão dos bens da empresa.
- **Suprimentos:** gestão dos contratos com fornecedores e processos de compra. Inclui-se também nas atribuições dessa área a logística de matérias e serviços da companhia, bem como administração do almoxarifado da empresa.

**Financeira:** funções de contabilidade, gestão financeira de curto e longo prazo, com a inclusão de captação de recursos, planejamento financeiro, gestão financeira, controle do grau de alavancagem da companhia, pagamento de salários, liquidação de pagamentos e impostos. Sob a responsabilidade dessa área pode-se destacar três processos:

- **Financeiro:** programação financeira, como por exemplo, a análise dos desembolsos a serem efetuados, contas a pagar, estudos de viabilidade econômica, entre outros.
- **Contabilidade:** contabilidade da empresa compreendendo as seguintes atribuições: controle de entrada e saída de notas fiscais, controle do ativo imobilizado;
- **Orçamento e Planejamento Tributário:** estimativa de custos e recolhimento de impostos da empresa.

**Comercial:** atividades relacionadas à gestão dos processos comerciais, atendimento ao cliente, controle de perdas e medição. A seguir são listados os processos que estão sob responsabilidade dessa diretoria:

**Planejamento Estratégico e Controle da Gestão:** acompanhamento do comportamento dos parâmetros que remetem a eficiência da gestão, estabelecimento de previsões de médio e longo prazo dos indicadores da companhia.

**Gestão Comercial:** gestão e suporte dos dois processos seguintes:

- **Gestão Comercial:** acompanhamento e coordenação dos processos inerentes ao ciclo comercial, tais como: leitura, faturamento, cobrança e arrecadação.
- **Perdas e Medição:** estabelecimento de estratégias para mitigação das Perdas de água englobando também toda a gestão da medição da companhia.

**Atendimento aos Clientes:** responsável pelo suporte às áreas de atendimento comercial e teleatendimento.

- **Atendimento aos Clientes:** gestão dos escritórios comerciais distribuídos ao longo da área de concessão, bem como do *call-center* da companhia.

**Produção:** área responsável pela gestão da produção, incluindo planejamento técnico, operação e manutenção dos sistemas produtores, manutenção da rede de distribuição e coleta, entre outros. Essa diretoria pode ser segmentada em dois macro-processos que são:

**Água:** área responsável por todo o processo inerente à produção de água, desde a captação à distribuição. Dentre as atribuições desse macro-processo compreende a coordenação das áreas de operação e manutenção da produção e distribuição de água.

- **Produção de Água:** gestão do sistema produtor de água, incluindo toda coordenação do processo de operação da captação, elevatórias, adutoras e estações de tratamento de água. Por motivos de logística há necessidade de descentralização dessa atividade, deve-se criar uma estrutura em cada estação de tratamento de água, sob a coordenação do processo de produção de água.
- **Manutenção do Sistema Produtor de Água:** planejamento e gestão da manutenção do sistema produtor incluindo captação, elevatórias, adutoras e estações de tratamento de água.

---

Pág. 46 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- **Manutenção da Distribuição:** gestão e coordenação dos postos de atendimento de manutenção da rede de distribuição de água. Por motivos de logística há necessidade de descentralização dessa atividade, nesse sentido devem ser criados postos de atendimento distribuídos geograficamente pela concessão em estudo, mas sob a coordenação do processo de Manutenção da Distribuição.

**Esgoto:** área responsável por todo o processo de operação e manutenção pertencente ao tratamento de esgoto, desde a coleta à emissão final.

- **Tratamento de Esgoto:** gestão do sistema de tratamento de esgoto incluindo toda coordenação dos processos de operação das estações de tratamento de esgoto e do emissário final. Por motivos de logística há necessidade de descentralização dessa atividade, nesse sentido foi criada uma estrutura em cada estação de tratamento de esgoto, mas sob a coordenação do processo de tratamento de esgoto.

- **Manutenção do Sistema de Tratamento de Esgoto:** planejamento e gestão da manutenção do sistema de tratamento de esgoto incluindo-se estações de tratamento de esgoto e emissário final. Por motivos de logística há necessidade de descentralização dessa atividade, devendo-se criar regionais distribuídas geograficamente pela concessão em estudo, sob a coordenação da área de manutenção do sistema de tratamento de esgoto.

- **Manutenção da Coleta:** gestão e coordenação dos postos de atendimento de manutenção da rede de coleta de esgoto. Por motivos de logística há necessidade de descentralização dessa atividade, tendo sido criados postos de atendimento distribuídos geograficamente pela concessão em estudo, sob a coordenação do processo de manutenção da coleta.

**Engenharia:** realização de estudos técnicos das melhores soluções para atender da necessidade de investimentos visando o atendimento da demanda de saneamento básico, acompanhamento das obras e das fiscalizações

- **Unidade de Programação, Planejamento e Controle Orçamentário:** acompanhamento orçamentário e de evolução das obras.

Pág. 47 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA

- **Suporte Técnico:** manutenção cadastral dos sistemas técnicos, bem como interface com as demais áreas no que tange a informações dos sistemas técnicos.

**Planejamento da Expansão de Água:** suporte e acompanhamento dos processos abaixo:

- **Projetos de Água:** elaboração de estudos técnicos tanto sobre a necessidade de investimentos para atender à demanda de consumo de água tratada, bem como do desenho tecnológico da solução.
- **Fiscalização de Obras de Água:** fiscalização dos projetos e obras de associadas à produção de água.

**Planejamento da Expansão de Esgoto:** suporte e acompanhamento dos processos abaixo:

- **Projetos de Esgoto:** elaboração de estudos técnicos tanto sobre a necessidade de investimentos para atender à demanda de tratamento de esgoto, bem como do desenho tecnológico da solução.
- **Fiscalização e Obras de Esgoto:** fiscalização dos projetos e obras associados ao tratamento de esgoto.

Aliado à definição do quadro funcional da ER, são estabelecidos os seguintes parâmetros regulatórios de custos por empregado: materiais de escritório, PC's, limpeza, eletricidade, telefone, entre outros.

#### **4.4. Infra-estrutura de Sistemas de Informática**

Além do dimensionamento da força de trabalho adequada para atendimento das demandas típicas de uma empresa de saneamento básico, faz-se necessário o dimensionamento de sistemas corporativos como parte da infra-estrutura de apoio às atividades administrativas, técnicas e comerciais. Nesse sentido, a ER deve reconhecer em sua concepção os sistemas corporativos de informática. Assim, além da anuidade dos sistemas, também se inclui um custo adicional de manutenção anual calculado como percentual do investimento.

O dimensionamento dos investimentos em sistemas depende, em sua grande maioria, de uma análise do porte da concessionária.

O Modelo de Empresa de Referência considera os seguintes sistemas:

**Sistema de Base de Dados de Rede** – engloba o sistema de hardware, software e procedimentos desenhados para suportar a captura, gestão, manipulação, análise, modelagem e visualização de dados cartográficos para resolver as questões de planejamento e gestão;

**Sistema de Administração e Contabilidade** – engloba sistema de gerenciamento das áreas administrativas e financeira da concessionária;

**Sistemas Centrais (servidores)** – sistemas centralizados para controle e utilização de hardware e software;

**Sistema de Gestão Comercial** – sistema de gerenciamento comercial, englobando o faturamento e os serviços comerciais; e

**Sistema de Call Center** – sistema desenhado para controle de atendimentos realizados por intermédio de central telefônica franqueada ao consumidor.

### **Cálculo da Anuidade e Manutenção**

A anualidade do investimento em sistemas de informática é definida conforme fórmula a seguir:

$$\text{Anuidade} = \text{FRC} \times \text{Investimento}$$

$$\text{FRC} = \text{Fator de Recuperação Regulatório do Capital}$$

$$\text{Investimento} = \text{Valor do investimento em determinado sistema}$$

Para o custo total dos sistemas de informática, será agregada uma taxa anual de manutenção. Assim, o custo total associado será dado por:

$$\text{Manutenção} = \% \text{manutenção} \times \text{Investimento}$$

$$\% \text{manutenção} = \text{percentual regulatório a ser aplicado sobre o investimento}$$

Ressalta-se que além do estabelecimento dos valores regulatórios para os sistemas corporativos de informática, a ER também prevê o reconhecimento dos



Pág. 49 do Anexo I da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF – SFSS/ADASA  
valores regulatórios para PC's e seus respectivos softwares. Detalhes adicionais  
podem ser conferidos no modelo disponibilizado.

#### **4.5. Custos Adicionais**

Uma das grandes vantagens da utilização da empresa de referência como metodologia de determinação de custos operacionais reside na construção dos principais processos de uma empresa típica para o setor de saneamento. Alguns processos ou custos incorridos pela concessionária que não foram modelados ou que sejam específicos da concessionária podem ser pleiteados pelo regulado com a devida comprovação. O Regulador, por sua vez, deve avaliar a razoabilidade do pleito e decidir se o mesmo será incorporado ou não nos custos operacionais.

Nesse sentido, a técnica estabelecida para determinação dos custos operacionais deve assegurar ao cliente que as tarifas pagas contemplem a eficiência na prestação do serviço, com o delineamento dos processos e atividades estritamente necessários, a valores de mercado.

Em anexo, como parte deste documento é apresentada planilha com o modelo de cálculo da Empresa de Referência. Assim, o citado modelo permitirá que seja efetuado o cálculo dos Custos Operacionais conforme metodologia apresentada neste Anexo.