AGÊNCIA REGULADORA
ÁGUA E ESGOTO
ARSAE-MG

NOTA TÉCNICA

CRFEF 46/2017

Custos Operacionais Eficientes – Metodologia para a Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA

(Versão final após Audiência Pública)

Coordenadoria Técnica de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira
Arsae-MG

03 de abril de 2017

AGÊNCIA REGULADORA
ÁGUA E ESGOTO
ARSAE-MG

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 2

2. CUSTOS OPERACIONAIS 2

2.1. Análise de eficiência dos custos operacionais – *benchmarking* empírico 2

2.2. Reconhecimento dos custos operacionais na Revisão Tarifária 3

3. CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES 4

3.1. Medição de eficiência em prestadores dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário 4

3.2. *Benchmarking* empírico: análise envoltória de dados 6

3.3. Base de dados 9

3.3.1. Seleção da amostra de prestadores 9

3.3.2. Limpeza dos dados 9

3.4. Seleção das variáveis do modelo 10

4. APLICAÇÃO TARIFÁRIA 12

5. ATENDIMENTO TELEFÔNICO 13

5.1. Alteração na metodologia de cálculo 14

5.2. Avaliação de desempenho e fiscalizações 16

6. CONCLUSÃO 21

ANEXOS - ESTRUTURA TEÓRICA PARA ESTIMAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES 22

BIBLIOGRAFIA **29**

1. INTRODUÇÃO

A Arsae-MG, Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais, é a entidade responsável pela regulação e fiscalização dos serviços prestados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais, Copasa, desde 2009.

A Arsae desenvolve suas atividades regulatórias nos termos da Lei nº 18.309/2009, alterada pela Lei 20.822/13, e da Lei Federal nº 11.445/2007. Dentre suas atribuições, a Arsae é responsável pelo cálculo dos reajustes e revisões das tarifas aplicadas pelo prestador.

Diferente do reajuste tarifário, que compreende a reposição das tarifas pela inflação observada em determinado período, o processo de revisão tarifária abrange a análise de inúmeros aspectos da prestação do serviço de saneamento de forma a estabelecer um novo patamar tarifário. Dentre os diferentes temas abordados, destaca-se a avaliação dos custos operacionais em regime de eficiência.

Esta Nota Técnica apresenta os trabalhos realizados no âmbito da 2ª etapa da Revisão Tarifária da Copasa no que tange à determinação dos custos operacionais eficientes a serem reconhecidos pelas novas tarifas.

O método de avaliação da eficiência utilizado neste trabalho consiste em adaptações feitas na metodologia empregada na 1ª etapa da Revisão Tarifária da Copasa, com o objetivo de tornar o modelo mais simples e atendendo, nos aspectos que a Agência julga cabíveis, às contribuições recebidas na Consulta Pública da 1° etapa da Revisão.

2. CUSTOS OPERACIONAIS

2.1. Análise de eficiência dos custos operacionais – *benchmarking* empírico

Os custos operacionais compreendem os gastos com energia elétrica, material de tratamento, combustíveis, pessoal, serviços terceirizados, comercialização, dentre outros itens necessários à prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, como, por exemplo, materiais de escritório e de comunicação. Ou seja, são custos associados à prestação de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário, ligados à atividade operacional e rotineiros. Essa concepção se encontra em conformidade com a definição utilizada pelo Snis.

Para a construção das tarifas, a Arsae tem seus cálculos orientados pelo conceito de Custos Operacionais Eficientes, por meio do qual são avaliados, na Revisão Tarifária, os custos necessários à operação dos serviços em regime de eficiência, compartilhando os ganhos de produtividade esperados com os usuários.

De acordo com o art. 22 da Lei Federal 11.445/2007, entre os objetivos da regulação econômica se encontram:

> IV. Definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Para atender os objetivos previstos, a Agência Reguladora pode estabelecer fatores de produtividade, como destaca o art. 38 da mesma Lei:

> §2º Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços.
>
> § 3º Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

Portanto, a necessidade de medir os custos eficientes para o prestador de serviços e de criar regras para indução à eficiência de gastos é um desafio colocado para os órgãos reguladores.

A Arsae se insere nesse contexto ao adotar técnicas avançadas para medição dos custos operacionais eficientes a serem reconhecidos na 2ª etapa da Revisão Tarifária da Copasa e determinação de metas regulatórias de indução a eficiência de gastos na companhia.

Neste ponto, cabe um esclarecimento quanto ao cálculo da meta de eficiência e sua aplicação para determinação das tarifas: trata-se de dois procedimentos distintos e consecutivos:

(i) Primeiro calcula-se o nível de custos eficientes e a meta de eficiência por meio do trabalho de *benchmarking* empírico, a partir das informações do Snis;

(ii) Num segundo momento, a meta de eficiência é aplicada ao nível representativo de custos operacionais para determinação da Receita Requerida. O nível representativo de custos operacionais é estipulado a partir da avaliação dos custos incorridos durante o período de referência, utilizando-se as informações da contabilidade regulatória.

Dessa forma, deve ficar claro que o *benchmarking* empírico tem a finalidade de estabelecer a meta de eficiência, a partir das informações do Snis; e a meta de eficiência é aplicada sobre os custos representativos reais da Copasa para determinação da Receita Requerida[1].

2.2. Reconhecimento dos custos operacionais na Revisão Tarifária

Em consonância com o exposto acima, os custos operacionais incorridos não devem, necessariamente, ser reconhecidos integralmente na revisão tarifária, o que pressupõe ajuste de custos a ser realizado pelo prestador, induzindo-o a uma trajetória de eficiência.

Nesse sentido, o prestador que apresentar custos acima do nível de eficiência denota uso pouco eficiente de recursos e deve envidar esforços para reduzi-los, uma vez que sua nova receita não será mais capaz de garantir o pagamento de todas as suas despesas vigentes e a realização dos investimentos necessários. Já o prestador que apresentar um nível de custos abaixo da referência adotada, sinaliza o uso eficiente dos recursos e por este motivo dispensa glosa em custos operacionais por parte do regulador, mantendo o excedente como um incentivo à produtividade.

A parcela de custos operacionais a ser reconhecida dependerá da meta de eficiência calculada pela Arsae e do nível representativo de custos operacionais.

Conforme explicado anteriormente, o nível eficiente de custos operacionais e a meta de eficiência são calculados por meio do *benchmarking* empírico, utilizando-se as informações do Snis; enquanto que o

[1] Para maiores esclarecimentos, ver Nota Técnica CRFEF 36/2016.

nível representativo dos custos operacionais é obtido a partir da análise das informações da contabilidade regulatória.

Os saldos observados na contabilidade regulatória serão atualizados monetariamente de acordo com índices de inflação específicos que serão apresentados índices na última fase de Audiências Públicas e seguirão padrão semelhante à primeira etapa da revisão.

Após a atualização pela inflação, parte-se para a análise das informações da contabilidade regulatória[2], que consiste em avaliar a evolução dos custos operacionais incorridos pelo prestador durante o período de referência. Nesse procedimento são detectadas e corrigidas distorções pontuais/extraordinárias nos registros de custos operacionais incorridos, de modo a não subdimensionar ou sobredimensionar o nível representativo dos custos operacionais.

O nível representativo dos custos operacionais nada mais é que um valor a ser considerado como referência para o próximo ciclo tarifário, que comporá a Receita Requerida, e sobre o qual incidirá a meta de eficiência calculada pelo *benchmarking*.

Ressalta-se a importância de a Companhia atentar-se quanto ao registro contábil de custos esporádicos, mantendo rotina de comunicação com a Agência em relação a tais acontecimentos, fornecendo notificações e respostas tempestivas aos questionamentos por ora enviados.

Adicionalmente, os custos da contabilidade regulatória serão comparados com os custos declarados no Snis, com o objetivo de avaliar a convergência de informações entre as duas bases. Caso haja diferenças significativas, as correções necessárias serão realizadas através do índice de eficiência com o objetivo de aproximar as informações reportadas no Snis à realidade da contabilidade regulatória do prestador.

Por fim, deve estar claro o entendimento de que não serão considerados todos os custos registrados na contabilidade, mas apenas aqueles que atendam aos critérios de pertencimento à categoria de custos operacionais dentro da classificação regulatória e que sejam eficientes.

3. CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES

3.1. Medição de eficiência em prestadores dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

A avaliação da eficiência aplicada à regulação se concentra em dois marcos: comparação e referência. Busca-se criar uma fronteira, de custos ou produção, com base nas melhores práticas do setor, dadas as informações disponíveis. A partir dessa fronteira, compara-se o prestador em relação às melhores práticas.

Para que o processo de criação dessa referência e a comparação dos prestadores seja bem implementada, são necessários objetividade e rigor do regulador no uso de informações, que devem ser de qualidade e não manipuláveis pelas partes envolvidas. Ademais, é necessário grande conhecimento técnico do setor, das variáveis ambientais que afetam a prestação do serviço, e das empresas que o compõem.

A medida de eficiência será obtida pela distância entre a prática observada e as melhores práticas do setor observadas ou construídas. Ferro, Lentini e Romero (2011) definem três decisões a serem tomadas pelo regulador para começar a tarefa de mensuração da eficiência.

[2] A NT CRFEF 38/2016 - Classificação Regulatória explicita as informações contábeis que serão consideradas na construção da Receita Requerida da Copasa, inclusive as contas que compõem o grupo de custo operacional.

A primeira decisão consiste na construção da fronteira de eficiência, em que o regulador tem basicamente duas alternativas: (i) uma referência teórica baseada em conhecimentos de engenharia, sendo esta a abordagem de *benchmarking*[3] virtual; (ii) uma função, de custos ou produção, construída considerando os dados observados do setor. Este enfoque é chamado de *benchmarking* empírico.

Através do *benchmarking* virtual[4], cria-se uma empresa de referência ideal que fornece os mesmos serviços e atua na mesma área física da regulada. São definidos pelos reguladores parâmetros para a qualidade e eficiência.

Toda a cadeia de oferta deve ser detalhadamente modelada considerando todos os custos envolvidos na operação. O valor do dispêndio encontrado se torna referência para a construção da tarifa, criando uma concorrência virtual para a firma real e desta forma incentivando a eficiência econômica. Caso a empresa regulada se torne mais eficiente que a empresa de referência, aquela obterá lucros adicionais (COELLI, *et al*, 2003).

A mensuração pela empresa de referência tem como vantagens: (i) utiliza um menor conjunto de informações de desempenho dos regulados, o que diminui o problema de assimetria de informação; (ii) permite adequar a análise a condições geográficas, técnicas e econômicas específicas de cada prestador; (iii) permite avaliar eficiência absoluta. As principais desvantagens do método são: (i) alto custo regulatório, já que a reengenharia de empresa necessita de um corpo técnico numeroso de profissionais qualificados; (ii) grande intensidade em dados; (iii) análise muito pormenorizada que leva a grandes discussões na implementação em processos tarifários; (iv) risco de micro gerência do regulador sobre o regulado.

No *benchmarking* empírico[5], cria-se uma fronteira de custos eficientes a partir de uma amostra de prestadores reais, que capturará as melhores práticas das empresas analisadas. É necessário definir as variáveis que direcionam os custos, buscando coletar e analisar informações para todos os prestadores constantes na amostra. Técnicas matemáticas e estatísticas conjuntamente com a Teoria Microeconômica da Firma são utilizadas para a definição da fronteira à qual todos os prestadores serão comparados.

A mensuração da eficiência por *benchmarking* empírico tem como vantagens: (i) ser menos intenso em dados, especialmente no uso de modelos não paramétricos; (ii) é facilmente replicável e permite a análise de mais de um prestador; (iii) trata melhor o problema de assimetria de informação. Como desvantagens do método pode-se citar: (i) dificuldades para considerar as condições geográficas, técnicas e econômicas do prestador; (ii) as informações devem ser confiáveis; (iii) avaliação de eficiência relativa e não absoluta.

A segunda decisão é estabelecer qual conceito de eficiência a se usar: técnica, alocativa ou total. A eficiência técnica pode ser definida pela obtenção de maior nível de produto, dado o conjunto de insumos disponível, ou, de forma contrária, pelo alcance do mesmo nível de produto com menor uso de insumos (FARRELL, 1957). Portanto, esta medida se desdobra apenas sobre a relação técnica, ou física, entre produtos ou serviços e insumos.

Por sua vez, a eficiência alocativa trata da mesma questão abordando novo enfoque. Essa nova medida contempla se a composição dos insumos utilizados é a melhor tendo em vista os preços relativos entre os mesmos (FERRO, LENTINI & ROMERO, 2011). Adiciona-se, dessa forma, novas informações econômicas ao conceito de eficiência.

---

[3] *Benchmarking* é o processo de avaliação da empresa em relação à concorrência ou demais firmas do setor, por meio do qual se busca os melhores desempenhos.
[4] Também conhecido como Modelo Bottom-Up.
[5] Também conhecido como Modelo Top-Down.

Por fim, pode-se ainda apurar a eficiência total, que é combinação dos dois conceitos, ou seja, produzir da maneira tecnicamente eficiente e utilizando a combinação de insumos mais adequada aos preços relativos.

Caso o foco seja na eficiência técnica, estima-se uma função de produção ou de distância. Se o interesse é em eficiência total, ou econômica, estima-se uma função de custos. A eficiência alocativa será dada pela diferença entre os conceitos anteriores.

Já a terceira decisão é a escolha da técnica a utilizar para construção da fronteira de eficiência empírica, que podem ser divididas em paramétricas e não paramétricas. E, no primeiro caso, ainda entre determinísticas ou estocásticas. Os detalhes acerca de cada uma das alternativas citadas serão mais bem explicados em seção posterior.

Último aspecto essencial para a mensuração de custos operacionais eficientes reside sobre a análise de como a curva estimada se comporta ao longo dos anos. Ao contemplar a evolução dos custos eficientes, a medida de eficiência de um prestador passa a ser avaliada pela combinação de dois efeitos:

i. A distância do prestador em relação à curva estimada. Este efeito é denominado de fator de alcance da fronteira, ou "*catch-up*";
ii. A forma como a curva estimada se comporta ao longo dos anos. Denomina-se este efeito como deslocamento da fronteira.

Portanto, mesmo que um prestador tenha reduzido seus custos, sua medida poderá indicar uma menor eficiência caso a curva de custos estimada tenha apresentado uma evolução maior que a da referida firma. Do contrário, mesmo mantendo seus custos inalterados, um prestador pode ser mais eficiente caso a curva de custos tenha apresentado um retrocesso.

Dentre todos os modelos apresentados, a Arsae decidiu por utilizar um *benchmarking* empírico, pautado na eficiência técnica e estimado pelo método não paramétrico (maiores detalhes serão apresentados em seções posteriores). As principais motivações para a escolha foram o uso menos intensivo de dados e a menor complexidade associada ao método. Tais fatores contribuem para um melhor entendimento do método pelo público, visando o incentivo à minimização dos custos. O elevado custo de elaboração e o risco de micro gerência sobre o prestador também contribuíram para o descarte da construção da empresa de referência.

3.2. *Benchmarking* empírico: análise envoltória de dados

Na primeira etapa da Revisão da Copasa, a Arsae utilizou a abordagem do *benchmarking* empírico, buscando coletar a eficiência técnica no período de 2010 a 2013. Foram utilizados dados do Snis (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) como fonte principal de informações. O método utilizado para obter a eficiência relativa da Copasa foi o de Fronteiras Estocásticas.

A Arsae recebeu, durante o período de contribuição pública, críticas da Copasa em relação à metodologia utilizada. Duas críticas ao modelo utilizado pela agência foram particularmente úteis para seu aprimoramento, para a 2ª etapa da Revisão: (i) o uso de dados em painel; (ii) a unidade para a obtenção das eficiências relativas ter sido os municípios e não os prestadores. Estas duas características, somadas a estimação por fronteiras estocásticas, tornavam a abordagem da Arsae única entre os reguladores do setor

de saneamento. O que possivelmente motivou a forte divergência da Copasa em relação ao valor do fator de eficiência apurado na 1ª etapa da Revisão[6].

Buscando criar um método mais simples e mais aderente ao já realizado por outras agências reguladoras de serviços públicos no Brasil, a Arsae mudou a forma de determinação do fator de eficiência. O método de fronteiras estocásticas foi substituído pela análise envoltória de dados (DEA). O DEA é mais simples de ser compreendido, além de ser o modelo mais utilizado pela regulação econômica. Ademais, o DEA não necessita da definição de uma especificação prévia para a função de distância (Cobb Douglas ou Translog, por exemplo) ou suposições estatísticas sobre a distribuição da eficiência entre os prestadores analisados. Por fim, o DEA consegue realizar mais facilmente a decomposição entre os efeitos *catch-up* e deslocamento da fronteira, o que também marca uma mudança de abordagem da Arsae.

Como desvantagens, o DEA por ser calculado por meio de programação linear, não permitiria inferência estatística. Desta forma, não seria possível realizar testes de hipótese sobre suposições dos modelos e construção de intervalo de confiança para as estimações. Além disto os resultados obtidos são sensíveis a erros de medida e observações atípicas (*outliers*). E mesmo quando não existem tais problemas, as estimações do DEA são viesadas para cima[7]. Finalmente, a introdução de variáveis ambientais na modelagem DEA é complexa e muitas vezes sujeita a endogeneidade e outras formas de imprecisão.

A literatura sobre o DEA tem avançado muito nos últimos anos e muitos destes problemas já podem ser resolvidos (SIMAR & WILSON, 2014). Inferência estatística pode ser realizada com a utilização de técnicas de *Bootstrap*. Existem algoritmos para a detecção de observações atípicas. Além disto, diversos métodos para a introdução de variáveis ambientais foram implementados com sucesso, como, por exemplo, as abordagens em dois estágios ou abordagem probabilística dos modelos DEA.

Uma síntese entre os diferentes métodos de *benchmarking* empírico está presente na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo entre métodos de benchmarking empírico

Modelos	Característica	Vantagens	Desvantagens
Fronteira Determinística (Painel, COLS)	• Método mais comum para obtenção de estimativa da eficiência relativa; • COLS – Prestador com resíduo mínimo vira referência para toda a amostra; • O uso de dados em painel permite contemplar características não observáveis e constantes no tempo que influenciam o custo.	• Fácil entendimento; • Método de aplicação simples; • Permite testes estatísticos.	• Todo o desvio da estimativa é considerado ineficiência do prestador; • Modelagem da função de distância é definida de forma arbitrária; • Problemas de variáveis omitidas e endogeneidade.
Fronteira Estocástica (SFA)	• Estimação por Máxima Verossimilhança; • Modelagem estatística dos componentes do termo de erro; • Necessidade de estabelecer estrutura prévia do modelo; • Cálculo da eficiência absoluta.	• Separar a ineficiência do erro aleatório; • Menor sensibilidade a erros de medidas e *outliers*; • Permite inferência estatística.	• Problemas de variáveis omitidas e endogeneidade; • Subjetividade na modelagem do termo de erro e na estrutura do modelo.

[6] Ver as Contribuições à Consulta e Audiência Pública 10/2016 e 12/2016 feitas pela Copasa e disponíveis no site da Arsae.

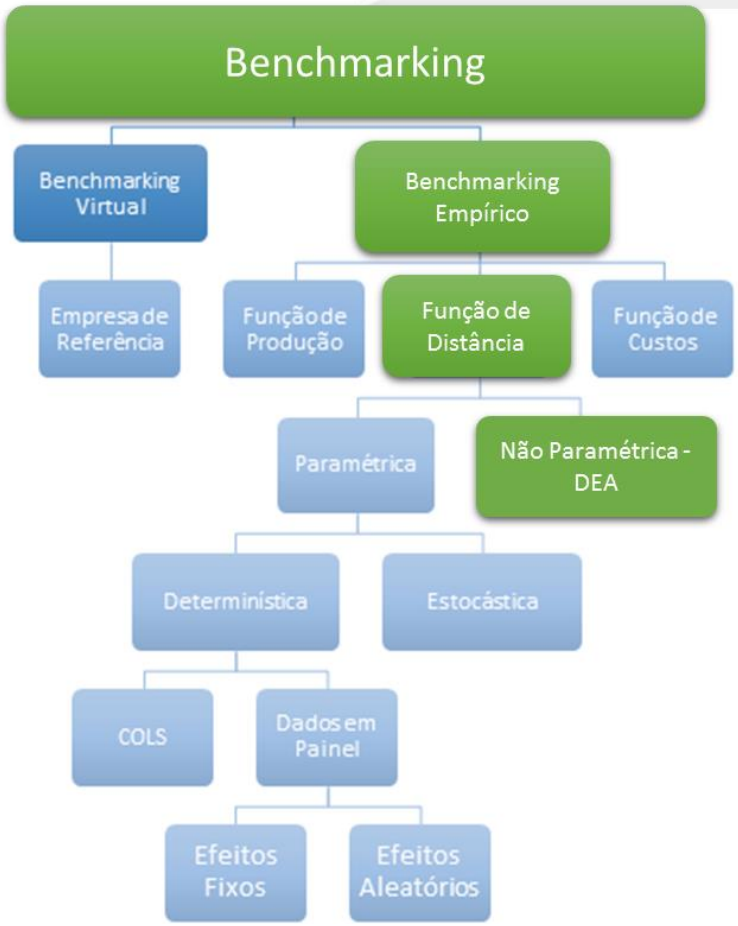
[7] Isto acontece porque o DEA é uma aproximação interna da tecnologia do setor em estudo. Para maior detalhamento, ver as referências desta Nota Técnica.

Métodos Não Paramétricos (DEA)	• Cálculo através de Programação Linear; • Depende da hipótese sobre os rendimentos de escala do setor; • Não há a necessidade de estabelecer estrutura prévia do modelo.	• Não há pressupostos sobre a distribuição estatística de nenhum termo; • Maior flexibilidade no cálculo do modelo; • Decomposição do fator de *catch-up* e de deslocamento da fronteira.	• Não se aplica inferência estatística; • Muito sensível a erros de medida e *outliers*; • Não se separa o erro de medida da ineficiência; • Não se considera o contexto de prestação.

Fonte: Adasa (2009), Bogetoft e Otto (2011)

A Figura 1 apresenta uma síntese das alternativas disponíveis à Arsae para a análise proposta de custos operacionais eficientes. As marcações em verde destacam o caminho escolhido pela Arsae.

Figura 1 – Metodologias de *Benchmarking*



Fonte: Adasa (2009) e Ferro, Lentini e Romero (2011).

Desta forma, a Arsae obterá os índices de eficiência dos prestadores da amostra através do método DEA. Os detalhes da metodologia e a fundamentação teórica do DEA estão expostos no Anexo A. Ademais, será realizada a correção do viés das eficiências obtidas pelo DEA. Utilizou-se o algoritmo proposto por Simar e Wilson (2014). As estimativas auferidas pelo DEA são viesadas para cima independentemente da presença de erros de medida nos dados. Isto ocorre porque o método é realizado por meio de uma aproximação interna e a tecnologia estimada está contida na tecnologia verdadeira (Bogetoft, 2011).

É com base nas eficiências medidas que será obtido o Fator de Produtividade. A distância da Copasa para a fronteira de eficiência será calculada através de um modelo DEA orientado a insumo, corrigido para o viés. Já o deslocamento da fronteira será obtido pelo Índice de Malmquist, utilizando as eficiências não viesadas. A fórmula para o índice e a parcela correspondente ao deslocamento da fronteira estão no Anexo A desta Nota Técnica.

3.3. Base de dados

3.3.1. Seleção da amostra de prestadores

No *benchmarking* empírico, calcula-se uma fronteira de distância que reflita as melhores práticas dos prestadores considerados. Desse modo, a definição de uma amostra que agrupe firmas comparáveis é de fundamental importância.

O *benchmarking* para a Copasa contou com prestadores nacionais, provenientes da base de dados do Snis. A seleção dos prestadores foi condicionada à disponibilidade de dados, qualidade das informações e critérios de comparabilidade.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Snis) é o maior e mais relevante banco de dados de saneamento do país, está sob a tutela do Ministério das Cidades, e conta com a divulgação de informações e indicadores dos municípios brasileiros desde 1995 que permitem diversas aplicações. Os dados do Snis são autodeclarados pelos prestadores de saneamento. Para compor a base do Snis[8], foram escolhidos prestadores regionais de todos os estados, a partir de dados agregados por prestador[9].

3.3.2. Limpeza dos dados

Serão avaliadas as informações do Snis para os anos de 2012 a 2015. Serão aplicados os seguintes filtros na base, com o objetivo de selecionar um conjunto de firmas comparáveis:

a) Seleção de prestadores que ofertam os dois tipos de serviço (abastecimento de água e esgotamento sanitário);
b) Escala mínima de serviço (número de economias de água) de pelo menos 10% à da Copasa;
c) Área de atuação que compreenda ao menos dois municípios, com o objetivo de excluir prestadores locais[10];
d) Exclusão de autarquias;
e) Nível mínimo de hidrometração = 70%[11].

Além disso, prevê-se três adequações, com a finalidade de manter a comparabilidade entre os prestadores:

[8] As informações foram baixadas diretamente do site: https://www.snis.gov.br.
[9] Conforme dito anteriormente, na primeira etapa da revisão tarifária da Copasa, a base do Snis utilizada para o estudo de *benchmarking* foi construída a partir de informações separadas por município, ao invés de agrupadas por prestadores.
[10] A partir de definições no Glossário do Snis (2014), não é muito clara a diferenciação de abrangência microrregional ou regional, sendo, portanto, mais precisa a seleção de prestadores com área de atuação em pelos menos dois municípios.
[11] Média dos 4 anos.

a) Correção das informações de custos (DEX, Despesa com Pessoal Próprio e Serviço de Terceiros) sempre que forem percebidos aumento ou diminuição abruptos de um ano para outro e não espelhados nos dados da contabilidade do prestador. A correção segue a sugestão apresentada pela Copasa na Contribuição 10/2016, após consulta e audiência públicas da primeira etapa da Revisão Tarifária. Inicialmente, a correção em questão deve ser aplicada na Sanepar, uma vez que as informações de custos apresentam valores substancialmente mais baixos para o ano de 2012 e sem correspondência na contabilidade;

b) Adequação da DEX, Despesa com Pessoal Próprio e Serviço de Terceiros pelo custo de vida da capital, o que retira a distorção de eficiência causada por diferenças no custo de vida - prestadores situados em estados onde o custo de vida é mais baixo tendem a apresentar maior eficiência vis-à-vis prestadores situados em estados onde o custo de vida é mais alto, uma vez que os primeiros incorrem em menores salários que os últimos, e assim, menor patamar de custos[12];

c) Atualização monetária dos custos pelo IPCA.

A seção seguinte informa as variáveis escolhidas. A base de dados utilizada neste trabalho será disponibilizada no site da Arsae, no endereço da Audiência Pública 13/2016.

3.4. Seleção das variáveis do modelo

Como é objetivo do trabalho estimar a eficiência técnica da Copasa, comparada às demais empresas do setor, deve-se identificar os insumos e produtos utilizados pelos prestadores.

Para tanto, a escolha deve guiar-se pelos seguintes critérios: (i) disponibilidade das variáveis no banco de dados; (ii) qualidade da informação; (iii) pertinência das mesmas nas estimações, a depender do modelo adotado. Além disso, recomenda-se parcimônia na escolha do número de variáveis do modelo, sob o risco de obtenção de estimativas enviesadas de eficiência (Aneel, 2015).

Tipicamente, os insumos (variável dependente) são definidos como os recursos utilizados pelas empresas com vistas a gerar determinado nível de produto.

Neste modelo, a variável dependente será a despesa de exploração menos os impostos envolvidos na operação. Os impostos foram retirados devido às diferenças de tributação nos diferentes prestadores. Os custos de operação consideram as despesas com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, esgoto exportado, e demais despesas de exploração. Não são incorporados no modelo os dispêndios com capital, juros e encargos do serviço da dívida e demais despesas não operacionais.

É importante que a eficiência a ser avaliada considere a qualidade do serviço prestado, na medida em que uma maior qualidade do serviço está associada a maiores custos. Por outro lado, um prestador com baixos custos pode não ser necessariamente eficiente se ofertar serviços com qualidade inadequada.

A escolha dos produtos partiu de uma simplificação do que foi desenvolvido para esta finalidade na etapa anterior[13] da revisão tarifária da Copasa. Foram restringidos o número de direcionadores de custos

[12] Cria-se um índice a partir da remuneração média nominal das capitais normalizada pela remuneração de Belo Horizonte, cujo inverso será aplicado nos custos acima citados para refletir a polaridade deste índice.

[13] As justificativas, bem como as variáveis eleitas como direcionadores de custos na primeira etapa da revisão tarifária da Copasa estão descritas na NT CRFEF 27/2016.

sem prejuízo ao modelo, sendo mantidas todas as variáveis de relevância para o cálculo de medida de eficiência.

A variável dependente do modelo é a despesa de exploração menos os impostos envolvidos na operação. Para tanto, foi utilizada foi a Despesa de Exploração (DEX - FN015), tendo sido subtraído de seu total o valor correspondente às Despesas Fiscais ou Tributárias Computadas na DEX (FN021). Ela é composta pelos seguintes itens de custo:

Tabela 2 – Despesa operacional do Snis e seus itens de custo

Variável despesa operacional (DEX)

Variável (Unidade)	Sigla/código	Definição
DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (DEX) (R$/ano)	FN015	Valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal, Produtos Químicos, Energia Elétrica, Serviços de Terceiros, Água Importada, Esgoto Exportado, Despesas Fiscais ou Tributárias computadas na DEX, além de Outras Despesas de Exploração (FN027). O encarregado da informação deve atentar para o fato de que o campo FN027 é preenchido automaticamente pelo sistema online de coleta de dados e inclui despesas com materiais, tubos, combustível, impressora, papel, etc. Assim, como se trata de valor preenchido automaticamente pelo sistema online de coleta de dados, o encarregado da informação deve acrescentá-lo no campo FN015. Logo, as Despesas de Exploração (FN015) deverão ser iguais ou superiores aos somatórios dos valores descritos anteriormente. Ou seja: FN 015 ≥ FN 010 + FN 011 + FN 013 + FN 014 + FN 020 + FN 039 + FN 021 + FN 027. Referências: FN010; FN011; FN013; FN014; FN020; FN021; FN039; FN027. Unidade: R$/ano.

Componentes de custos da despesa operacional

Variável (Unidade)	Sigla/código	Definição
DESPESA COM PESSOAL PRÓPRIO (R$/ano)	FN010	Valor anual das despesas realizadas com empregados (inclusive diretores, mandatários, entre outros), correspondendo à soma de ordenados e salários, gratificações, encargos sociais (exceto PIS/PASEP e COFINS), pagamento a inativos e demais benefícios concedidos, tais como auxílio-alimentação, vale-transporte, planos de saúde e previdência privada.
DESPESA COM PRODUTOS QUÍMICOS (R$/ano)	FN011	Valor anual das despesas realizadas com a aquisição de produtos químicos destinados aos sistemas de tratamento de água e de esgotos e nas análises de amostras de água ou de esgotos.
DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA (R$/ano)	FN013	Valor anual das despesas realizadas com energia elétrica (força e luz) nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas.
DESPESA COM SERVIÇOS DE TERCEIROS (R$/ano)	FN014	Valor anual das despesas realizadas com serviços executados por terceiros. Deve-se levar em consideração somente despesas com mão-de-obra. Não se incluem as despesas com energia elétrica e com aluguel de veículos, máquinas e equipamentos (estas últimas devem ser consideradas no item Outras Despesas de Exploração).
DESPESA COM ÁGUA IMPORTADA (BRUTA OU TRATADA) (R$/ano)	FN020	Valor anual das despesas realizadas com a importação de água - bruta ou tratada - no atacado.
DESPESA COM ESGOTO EXPORTADO (R$/ano)	FN039	Valor anual das despesas realizadas com a exportação de esgotos para outro(s) agente(s).
OUTRAS DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (R$/ano)	FN027	Valor anual realizado como parte das Despesas de Exploração que não são computadas nas categorias de Despesas com Pessoal, Produtos Químicos, Energia Elétrica, Serviços de Terceiros, Água Importada, Esgoto Exportado e Despesas Fiscais e Tributárias Computadas na DEX. Portanto, corresponde ao valor das Despesas de Exploração deduzido do valor dessas despesas [FN027 = FN015 - (FN010 + FN011 + FN013 + FN014 + FN020 + FN021+ FN039)]. É preciso estar atento para que a informação não resulte em um valor negativo. Na coleta de dados do SNIS esta informação não é solicitada, pois o próprio SNIS realiza a operação de cálculo da mesma.

Itens excluidos da despesa operacional

Variável (Unidade)	Sigla/código	Definição
DESPESAS FISCAIS OU TRIBUTÁRIAS COMPUTADAS NA DEX (R$/ano)	FN021	Valor anual das despesas realizadas com impostos, taxas e contribuições, cujos custos pertencem ao conjunto das despesas de exploração, tais como PIS/PASEP, COFINS, CPMF, IPVA, IPTU, ISS, Contribuições sindicais e taxas de serviços públicos.

Fonte: elaboração própria a partir de informações do Glossário de Informações do Snis, 2014.

A tabela abaixo resume as variáveis direcionadoras de custo:

Tabela 3 – Direcionadores de Custos considerados no Modelo

Grupo de variáveis	Variável	Serviço	Unidade
Escala do serviço	Total de Economias Ativas	Água	nº
Escala do serviço	Total de Economias Ativas	Esgoto	nº
Qualidade	Volume de Esgoto Tratado	Esgoto	m3
Qualidade	Perdas	Água	m3

Fonte: Elaboração própria.

O produto relacionado à perdas têm um tratamento diferenciado por serem consideradas um mau produto. Passando desta forma aos insumos na estimação da fronteira de eficiência.

Além disso, foram priorizadas informações que estivessem de acordo com o conceito representado pelo balanço hídrico, no qual as Perdas de Água são o somatório das perdas reais e aparentes.

Tabela 4 – Informações utilizadas para compor a variável Perdas

Informação	Unidade	Forma de cálculo	Informações primárias utilizadas
Perdas	1.000 m³/ano	(AG006 + AG018 - AG010 - AG019)	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG019: Volume de água tratada exportada

Fonte: Elaboração própria.

As economias ativas de água são obtidas pela informação AG003 do Snis e as economias ativas de esgoto pela informação ES003.

A variável escolhida para avaliar a qualidade do tratamento de esgoto na base do Snis foi o volume de esgoto tratado.

Tabela 5 – Qualidade do tratamento de esgoto

Informação	Sigla/código	Unidade
Volume de esgoto tratado	ES006	1.000 m³/ano

Fonte: Elaboração própria.

4. APLICAÇÃO TARIFÁRIA

Definidos o método de estimação, os prestadores comparáveis, os parâmetros envolvidos no cálculo, e as eficiências estimadas, passa-se à aplicação destes no cálculo das tarifas.

Esta seção proporá regra de aplicação tarifária nos custos operacionais considerando os itens abaixo:

I. Referência de eficiência a ser utilizada;
II. Impacto do Programa de Desligamento Voluntário no Fator de Produtividade;
III. Aplicação da meta estabelecida em uma trajetória anual;
IV. Prêmio de eficiência.

A definição dos dispêndios operacionais eficientes parte da determinação de dois componentes: (i) os custos operacionais representativos para o período de referência; e (ii) a meta regulatória para redução dos custos distribuída ao longo do ciclo tarifário.

Como já mencionado, os custos operacionais considerados na Receita Tarifária serão obtidos dos balancetes enviados pela companhia à Arsae, aplicando-se a Classificação Regulatória (NT CRFEF 38/2016). Estes custos representarão a base dos custos operacionais representativos durante o ciclo tarifário.

A meta de redução dos custos operacionais passa pela definição dos quatro itens acima e contempla dois fatores: fator "*catch-up*" e fator de Deslocamento da Fronteira.

Para o fator *catch-up*, a referência de eficiência utilizada pela Arsae foi o prestador mais eficiente da amostra. Ou seja, as eficiências foram normalizadas para o melhor prestador, isto é, foram divididas pelo maior índice. A distância da Copasa para o mais eficiente será igual ao fator de "*catch-up*" (em percentual), parcela do fator de produtividade.

$$Fator\ "catch\text{-}up" = 1 - \frac{Índice\ de\ eficiência\ Copasa}{Maior\ índice\ de\ eficiência}$$

Além do fator *catch-up*, considera-se o fator deslocamento da fronteira, que pode ser obtido por meio da estimação do Índice de Malmquist (ver Anexo). O Índice de Malmquist pode ser decomposto em dois efeitos: (i) efeitos de emparelhamento; (ii) deslocamento da fronteira eficiente. Do índice de Malmquist para cálculo do fator de deslocamento da fronteira, considerou-se somente o deslocamento médio da fronteira de produção (item ii), formada pelos prestadores de saneamento da amostra. Destaca-se que se o fator de deslocamento for menor que 1, a Arsae o considerará igual a zero na composição do Fator de Produtividade.

As eficiências utilizadas na construção do índice foram corrigidas pelo viés do DEA (ver seção 3.2).

Porém, é preciso considerar no Fator de Produtividade a recente reestruturação de custos promovida pela Copasa, em 2015, com os Programas de Desligamento Voluntário (PDV's). A redução de custos proveniente destes programas não será observável nos dados do SNIS em 2015. Se aplicarmos o índice de produtividade obtido sem considerar os PDV's, poderíamos estar realizando uma "dupla glosa". Ou seja, considerar os custos operacionais reduzidos pelos programas na construção das tarifas e aplicar a meta regulatória obtida com as despesas antes dos PDV's. Desta forma, a Arsae decidiu calcular a redução de custos provocada pelos programas de desligamento e subtraí-la do Fator de Produtividade.

A meta regulatória dos custos operacionais será igual a:

$$Fator\ de\ Produtividade = Fator\ catch\text{-}up + Fator\ deslocamento - \frac{redução\ dos\ PDV's}{custos\ operacionais}$$

O Fator de Produtividade será aplicado sobre os custos operacionais representativos para o período de referência.

Esta redução não será aplicada integralmente na Revisão Tarifária. A Arsae propõe que os custos operacionais convirjam gradualmente para o nível eficiente ao final do ciclo tarifário de 4 anos. Ou seja, o Fator de Produtividade será dividido em 4 anos, sendo aplicado nesta Revisão e nos três reajustes tarifários anuais seguintes. Desta forma, a regulada tem a capacidade de ajustar os custos à meta regulatória com uma trajetória de reduções anuais, sempre sinalizando a busca de maior eficiência. Ademais, evita-se variações bruscas nas tarifas durante o ciclo tarifário, com acentuadas reduções nas revisões e elevações nos reajustes seguintes.

Por fim, deve-se considerar a possibilidade da Copasa já ter reduzido o seu custo além da meta regulatória, ou seja, a soma dos fatores *catch-up* e deslocamento ser menor que a redução provocada pelos programas de desligamento voluntário. Neste caso, a Companhia deve ser premiada pela eficiência alcançada. Assim, o percentual de 80% dessa distância será aplicado aumentando os custos operacionais utilizados na construção das tarifas, e apenas 20% serão compartilhados com os usuários.

5. ATENDIMENTO TELEFÔNICO

O serviço de Atendimento Telefônico é uma importante ferramenta para o exercício da cidadania, uma vez que ele permite a comunicação direta entre usuários e prestador, possibilitando a melhoria dos serviços através das considerações formuladas pelos próprios usuários. Ademais, esse serviço subsidia ações de regulação e fiscalização da Arsae.

Diante da relevância da matéria, a Arsae - através da Resolução Normativa 40/2013 e baseada na Lei Federal nº 11.445/2007 e na Lei Estadual nº 18.309/2009[14] -, estabeleceu a obrigatoriedade do prestador regional de serviço de abastecimento de água e de esgotamento sanitário dispor de atendimento telefônico gratuito aos usuários em toda sua área de atuação, durante 24 horas por dia, inclusive sábados, domingos e feriados.

Dado que a obrigatoriedade do atendimento telefônico gratuito foi estabelecida pela Arsae, os custos associados à implantação do serviço de teleatendimento da Copasa no estado de Minas Gerais foram considerados como custos regulatórios. Assim, coube a Arsae definir os custos eficientes para provisão do atendimento telefônico gratuito a serem reconhecidos nas tarifas de água e esgoto, bem como estabelecer os parâmetros de qualidade para prestação do serviço de teleatendimento aos usuários.

A materialização dessa definição foi dada na Nota Técnica CRFEF/GREF 02/2013, que detalhou o cálculo do custo regulatório de atendimento telefônico aos usuários da Copasa e previu a mensuração da eficiência e qualidade do serviço em questão. No momento de definição dessa metodologia, o atendimento telefônico da prestadora restringia-se a apenas 12 municípios. Hoje, além do serviço estar disponível em 100% dos municípios atendidos pela companhia, foi identificado que o comportamento do mercado de telefonia da prestadora encontra-se estabilizado.

Essa conjuntura possibilitou a revisão da metodologia na atual Revisão Tarifária, com o propósito de desenvolver um modelo que promova adequação entre os custos e os níveis de qualidade estabelecidos e atenda ao princípio da modicidade tarifária. O presente trabalho foi subsidiado por metodologias utilizadas por outras agências reguladoras, trabalhos técnicos, dados enviados pelo prestador e pelo desempenho do prestador mediante as metas e diretrizes estabelecidas pela Arsae.

A partir das informações obtidas nesta análise, foi identificado ser oportuno promover os seguintes ajustes: classificação dos custos alterada de regulatória para operacional, dimensionamento da central de teleatendimento realizado apenas na Revisão Tarifária (e não mais em todos os Reajustes), alteração nas metas dos indicadores e modificação na aplicação do Fator de Desempenho.

5.1. Alteração na metodologia de cálculo

A base de dados utilizada para avaliar o comportamento do mercado de teleatendimento da prestadora compreende os últimos 36 meses de informação disponibilizados para a Arsae, ou seja, de outubro de 2013 a setembro de 2016.

A partir da observação desses dados, foi identificado que as métricas[15] relativas ao número de chamadas recebidas na Unidade de Resposta Audível - URA e no Distribuidor Automático de Chamadas - DAC apresentam uma tendência de estabilidade com pequena retração. Embora sejam notados eventos e questões de natureza intrínsecas que justifiquem e requeiram tratamento diferenciado, como o período de agravamento da crise hídrica, não foi observada alteração significativa que pudesse justificar uma possível quebra de tendência na demanda por ligações.

Além disso, foi identificado não haver uma relação direta entre o crescimento vegetativo da população e a demanda pelo serviço de atendimento telefônico, uma vez que nesse período houve crescimento do número de economias atendidas pelo prestador e, ao mesmo tempo, redução do número de ligações para a central de teleatendimento.

[14] Modificada pela Lei 18.822/13.

[15] Métricas = Padrões para a quantificação, frequentemente utilizados para aferição de resultados de um Call Center.

Assim, como os custos estão estabilizados e não há uma perspectiva de crescimento de demanda para o serviço, a primeira alteração realizada na metodologia de cálculo do custo de atendimento telefônico será a sua classificação: a partir da 2ª etapa da Revisão Tarifária, tal custo será classificado como operacional e não mais como custo regulatório.

No que diz respeito ao dimensionamento da central de teleatendimento (definição do número de pessoas alocadas para o atendimento do volume de chamadas recebidas pela central, dados os parâmetros de qualidade desse atendimento), o modelo Erlang-C continuará sendo adotado.

O modelo em referência, descrito com detalhes na NT CRFEF/GREF 02/2013, faz uso da teoria de probabilidades para definição da quantidade de operadores de teleatendimento necessários para a prestação do serviço eficiente e de qualidade a partir da quantidade real de chamadas recebidas.

Para sua aplicação, algumas etapas devem ser cumpridas. Primeiramente, deve ser construída a curva de chamadas recebidas pelo DAC, sendo que esses dados são disponibilizados mensalmente pela Copasa através dos Relatórios Diários de Avaliação de Desempenho. Com estes relatórios, é possível avaliar o número médio de chamadas recebidas por dia a cada 30 minutos. O número médio de chamadas recebidas por dia define a curva de chamadas recebidas, que pauta todo o dimensionamento da central de teleatendimento.

Em seguida, é necessário definir alguns parâmetros relacionados à qualidade do atendimento, a saber: o nível de serviço (abordado na seção de Indicadores), o tempo médio de atendimento e o tempo de espera em fila admissível.

A definição desses parâmetros, assim como o processo de revisão metodológica, requer uma análise cuidadosa dos diversos componentes que envolvem o cálculo. Para assegurar que essa alteração seja exequível e atenda as condições de eficiência regulatórias estabelecidas nesta Nota Técnica, foi necessária uma diligência ao prestador para obter informações complementares.

Um dos propósitos da Arsae era compreender a razão do aumento do tempo médio de atendimento (TMA)[16]. Foi argumentado pela Copasa que o número e perfil dos serviços oferecidos pelos atendentes havia aumentado e que esse ponto seria o responsável pela elevação identificada. Ademais, durante a Audiência Pública a que esta metodologia foi submetida, a Copasa argumentou que irá implementar opções de atendimento automático através da URA com o propósito de reduzir as transferências para o atendimento humano das ligações com solicitações mais simples e rápidas, o que aumentaria o TMA num futuro próximo.

Adicionalmente, a Copasa pretende ampliar a quantidade de serviços disponibilizados via telefone, os quais atualmente são apenas oferecidos nos postos de atendimento presencial. Por possuírem uma complexidade maior, alguns atendimentos têm duração prevista de 15 a 20 minutos (como pedidos de ligação de água), o que também contribuiria para o aumento do TMA.

Levando em consideração a argumentação apresentada, a Arsae decidiu que o TMA a ser aplicado no dimensionamento da central de teleatendimento será calculado de acordo com a média dos seis meses anteriores à definição da tarifa. Porém, deve ser ressaltado que, caso a incorporação dos novos serviços provoque um aumento substancial no TMA percebido pela empresa, a Copasa poderá solicitar uma revisão desse valor. Salienta-se que o aumento de custos e do TMA deverão ser devidamente fundamentados no momento da solicitação, caso contrário, o TMA definido na Revisão será mantido durante o ciclo tarifário.

[16] Razão entre o tempo total despendido para o atendimento humano, em segundos, e o total de chamadas atendidas.

Por sua vez, o tempo médio de espera admissível mantém-se igual a 20 segundos, de acordo com estudos comparativos de termos de referência de licitações de serviços de teleatendimento e valores estabelecidos por outras agências reguladoras do País.

Outro ponto que necessitava de melhor entendimento era a distribuição dos postos de atendimento. Foram discutidas as formas de dimensionamento e verificado que a metodologia atual é igual àquela utilizada pelo prestador. Porém, foi apurado que a Arsae utiliza a ferramenta "Solver" para minimizar os custos do dimensionamento, alocando os atendentes em postos de 6, 12, 18 e 24 horas (postos previstos no contrato).

A utilização dessa ferramenta foi criticada, o que fez a Arsae solicitar ao prestador o detalhamento da forma de cálculo utilizada para fazer tal distribuição. Como nas planilhas enviadas pelo prestador tal informação não estava presente, decidiu-se que a metodologia para cálculo da intensidade do tráfego de chamadas a cada 30 minutos, o número de atendentes e a distribuição dos postos de atendimento permanece inalterada em relação ao que foi estabelecido na NT CRFEF/GREF 02/2013.

Finalmente, o tratamento dos custos referentes à Divisão de Relacionamento com o Cliente (DVRC), que eram aqueles necessários para a manutenção e operação da estrutura interna de teleatendimento da Copasa, também foi alterado.

Até a presente revisão, a despesa regulatória obtida a partir do dimensionamento substituía todas as despesas incorridas pela Copasa para manutenção e operação da sua estrutura interna de teleatendimento, assim como aquela fornecida pela empresa terceirizada especializada em atendimento telefônico. Dessa forma, só havia o reconhecimento da despesa regulatória para fins de cálculo tarifário e os custos referentes à DVRC eram retirados da tarifa.

Para a 2ª etapa da Revisão Tarifária da Copasa, será feito um dimensionamento inicial baseado nos parâmetros definidos nesta Nota Técnica, o qual, junto aos custos operacionais eficientes, será incorporado à tarifa e reajustado anualmente. Por sua vez, os custos da DVRC, extinta em 2014, não mais integrarão a tarifa.

Em relação aos custos referentes à telefonia receptiva, a atual metodologia prevê um fator de redução dos custos mensais incorridos caso o tempo médio de duração da chamada do mês esteja acima da duração regulatória da chamada – 4 minutos e 50 segundos (290 segundos), a qual será alterada devido ao novo TMA. A nova duração regulatória da chamada será calculada e os valores serão apurados nos mesmos termos na Revisão Tarifária, considerando o Período de Referência da Revisão Tarifária. A partir de então, os valores serão reajustados anualmente.

Finalmente, no que diz respeito aos custos referentes aos contratos de telecomunicações, envolvendo links, licenças e outros itens relacionados, a Arsae, atualmente, incorpora à tarifa o total dos montantes efetivamente incorridos pelo serviço de atendimento telefônico gratuito. Novamente, ressalta-se que esses valores serão apurados no Período de Referência utilizando essa mesma metodologia e reajustados anualmente.

Dessa forma, percebe-se que grande parte da metodologia permaneceu inalterada.

5.2. Avaliação de desempenho e fiscalizações

Com o objetivo de avaliar a qualidade e a eficiência do serviço de atendimento telefônico gratuito da Copasa, na NT CRFEF/GREF 02/2013, foram construídos indicadores de desempenho relacionados ao nível de serviço, à satisfação do usuário em relação ao atendimento, à ocorrência de chamadas ocupadas e ao abandono de chamadas.

A mensuração da eficiência e qualidade do serviço de atendimento telefônico da Copasa é realizada através de indicadores que subsidiam o cálculo do Fator de Desempenho (FD). Esse fator é um mecanismo que reduz ou aumenta o custo da central de teleatendimento, a depender do desempenho do serviço ofertado aos usuários.

Uma forma da regulação melhorar o serviço recebido pelos usuários é através da análise dos indicadores. Portanto, revisá-los oportunamente constitui uma das premissas da revisão metodológica. Para avaliá-los, foi observada a série histórica do prestador nos últimos 36 meses. Diante desses dados, novos parâmetros foram estabelecidos para o prestador.

Cabe ressaltar que a escolha dos indicadores permanecerá igual aos critérios definidos na NT CRFEF/GREF 02/2013, porém os percentuais serão redefinidos, como destacado a seguir.

- **Índice de Nível de Serviço (INS):** razão entre o total de chamadas atendidas em até 20 segundos e o total de chamadas recebidas pelo DAC, em termos percentuais. Estabelece o percentual mínimo do total das chamadas recebidas pelo DAC do atendimento telefônico que devem ser atendidas em até 20 segundos.

$$\mathrm{INS} = \frac{\mathrm{CA} \leq 20''}{\mathrm{CR\ DAC}} \times 100$$

Onde:

$\mathrm{CA} \leq 20''$: Chamadas atendidas em até 20 segundos;
$\mathrm{CR\ DAC}$: Chamadas recebidas pelo DAC da central de teleatendimento.

<u>O percentual do nível de serviço será alterado para 90% (INS ≥ 90).</u> A mudança de parâmetro de 85% para 90% é justificada pelo fato de que a Copasa tem entregado nível de serviço superior a 90% consistentemente. Com isso, não será estabelecido um incentivo que pode ter efeitos reversos, como seria a manutenção do índice em 85%.

A continuidade do indicador é justificada por ser o indicador que avalia de maneira mais completa a eficiência do atendimento prestado e, por consequência, possui o maior peso na formulação do Índice de Desempenho (ID).

- **Índice de Chamadas Ocupadas (ICO):** razão entre o total de chamadas ocupadas e o total de chamadas oferecidas (composta pelo somatório do total de chamadas ocupadas e total de chamadas recebidas pela URA), em termos percentuais. Estabelece o percentual mínimo de chamadas que podem apresentar sinal de ocupado.

$$\mathrm{ICO} = \frac{\mathrm{CO}}{(\mathrm{CO} + \mathrm{CR\ URA})} \times 100$$

Onde:

CO: Chamadas ocupadas;
$\mathrm{CR\ URA}$: Chamadas recebidas pela URA.

A meta anterior para o ICO estabelecia que no máximo 4% das chamadas direcionadas ao atendimento telefônico poderiam receber sinal de ocupado. Os dados do prestador revelam que ele alcança um percentual bem inferior à meta. Ademais, foi verificado ser prática atual em editais de licitação de empresas semelhantes definir um percentual inferior aos 4% de perda do tronco do

PABX em relação ao total de chamadas recebidas. Assim sendo, o percentual de ICO será alterado de 4% para 2% (ICO ≤ 2).

A manutenção do indicador é necessária para que a prestadora faça a gestão eficiente do seu serviço de maneira a não permitir que o usuário seja impedido de acessar a URA devido à quantidade insuficiente de troncos telefônicos contratados com a operadora de telefonia.

- **Índice de Abandono (IAB):** razão entre o total de chamadas abandonadas em tempo superior a 20 segundos e a soma do total de chamadas atendidas e o total de chamadas abandonadas em tempo superior a 20 segundos, em termos percentuais. Estabelece o percentual mínimo de chamadas recebidas pela URA abandonadas em tempo superior a 20 segundos, desconsiderando as chamadas abandonadas em tempo inferior a 20 segundos.

$$\mathrm{IAB} = \frac{\mathrm{CAB} > 20"}{(\mathrm{CA} + \mathrm{CAB} > 20")} \times 100$$

Onde:

$\mathrm{CAB} > 20"$: Chamadas abandonadas em tempo superior a 20 segundos;
CA: Chamadas atendidas.

A meta anterior para o IAB estabelecia que, no máximo, 4% das chamadas poderiam ser abandonadas pelo usuário em tempo superior a 20 segundos. Os dados do prestador revelam que ele alcança um percentual inferior à meta. Ademais, foi verificado ser prática atual em editais de licitação de empresas semelhantes definir um percentual inferior aos 4%. Assim sendo, o percentual de IAB será alterado de 4% para 3% (IAB ≤ 3).

O objetivo desse indicador é estimular que as chamadas com mais de 20 segundos de espera sejam priorizadas pela central de teleatendimento. Esse indicador possui um peso menor se comparado aos outros indicadores porque as chamadas abandonadas já são avaliadas, indiretamente, quando da apuração do INS.

- **Índice de Qualidade (IQ):** este índice é obtido a partir dos resultados de Pesquisa de Satisfação e caracteriza-se pela razão entre a soma do total de chamadas com avaliações "Ótimo" e "Bom" para o atendimento e o total de chamadas recebidas pela URA que responderam a pesquisa de satisfação, em termos percentuais.

$$\mathrm{IQ} = \frac{(\mathrm{C1} + \mathrm{C2})}{(\mathrm{C1} + \mathrm{C2} + \mathrm{C3} + \mathrm{C4})} \times 100$$

Onde:

$\mathrm{C1}$: Chamadas com atendimento avaliado pelos usuários como "Ótimo" (opção 1 do menu da pesquisa de satisfação);
$\mathrm{C2}$: Chamadas com atendimento avaliado pelos usuários como "Bom" (opção 2 do menu da pesquisa de satisfação);
$\mathrm{C3}$: Chamadas com atendimento avaliado pelos usuários como "Ruim" (opção 3 do menu da pesquisa de satisfação);
$\mathrm{C4}$: Chamadas com atendimento avaliado pelos usuários como "Péssimo" (opção 4 do menu da pesquisa de satisfação).

O Índice de Qualidade (IQ) é relevante por ser capaz de mensurar a qualidade do atendimento percebida pelo usuário do serviço. Nesse indicador, a meta será mantida em 70%.

- **Índice de Desempenho (ID):** indicador geral de avaliação da eficiência e da qualidade do serviço de teleatendimento, construído a partir dos indicadores relacionados acima. Esse índice é uma média ponderada dos quatro indicadores, sendo que a magnitude de cada ponderador é determinada conforme as prioridades definidas pela Agência Reguladora. Sua formula é:

$$\mathrm{ID} = \frac{5 * \mathrm{INS} + 3 * (1 - \mathrm{ICO}) + 3 * \mathrm{IQ} + 1 * (1 - \mathrm{IAB})}{12}$$

Obtém-se, portanto, o Índice de Desempenho através de uma média ponderada dos índices de eficiência e qualidade estabelecidos. Em relação ao ICO e ao IAB, foram utilizados os complementos dos índices, (1-ICO) e (1-IAB) respectivamente, para composição do Índice de Desempenho. Tal ajuste foi realizado a fim de que o Índice de Desempenho apresente polaridade quanto maior, melhor.

Considerando as novas metas dos indicadores, a nova meta para o ID será 87,5%.

As novas metas para os indicadores de desempenho estão resumidas na Tabela 6.

Tabela 6 – Metas dos Indicadores de Desempenho

Indicador de Desempenho	Meta	Peso
INS - Índice de Nível de Serviço	90%	5
ICO - Índice de Chamadas Ocupadas	2%	3
IAB - Índice de Abandono	3%	1
IQ - Índice de Qualidade	70%	3
ID - Índice de Desempenho	87,5%	

- **Fator de Desempenho (FD):** com o objetivo de incentivar desempenhos acima da meta, desencorajar desempenhos insatisfatórios e estimular o aumento de eficiência e qualidade no serviço de atendimento telefônico gratuito da Copasa, estabeleceu-se um Fator de Desempenho (FD), diretamente relacionado ao resultado obtido no Índice de Desempenho (ID).

Até a presente Revisão, o FD variava de -10% (quando o Índice de Desempenho fosse igual ou menor que 75%) a 10% (quando o Índice de Desempenho fosse igual ou maior do que 95%). Quando a meta de 85% de Índice de Desempenho fosse alcançada, o Fator de Desempenho seria igual a zero.

A Arsae tem acompanhado a evolução da qualidade dos serviços oferecidos pelo Call Center da Copasa desde 2013 e, durante esse período, foi possível perceber que os serviços de teleatendimento não foram apenas entregues com qualidade satisfatória, como também todas as metas previstas para os indicadores de qualidade foram superadas. Assim, a Arsae julga que não será mais necessário manter o incentivo positivo na ordem de 10%.

Portanto, a partir desta Revisão, o incentivo positivo será reduzido de 10% para 5% de forma a continuar encorajando a melhoria contínua dos serviços para os usuários. Por sua vez, caso as

metas estabelecidas não sejam alcançadas, a Copasa poderá sofrer uma penalização ainda da ordem de 10%.

O Fator de Desempenho será aplicado sobre o custo da central de teleatendimento da seguinte maneira:

$$C_{CTF} = C_{CT} \times (1 + FD)$$

Onde:

C_{CTF}: Custo da central de teleatendimento apurado para o período de referência, após aplicação do Fator de Desempenho;

C_{CT}: Custo da central de teleatendimento apurado para o período de referência, antes da aplicação do Fator de Desempenho;

FD: Fator de Desempenho, sendo $-10\% \leq FD \leq 5\%$.

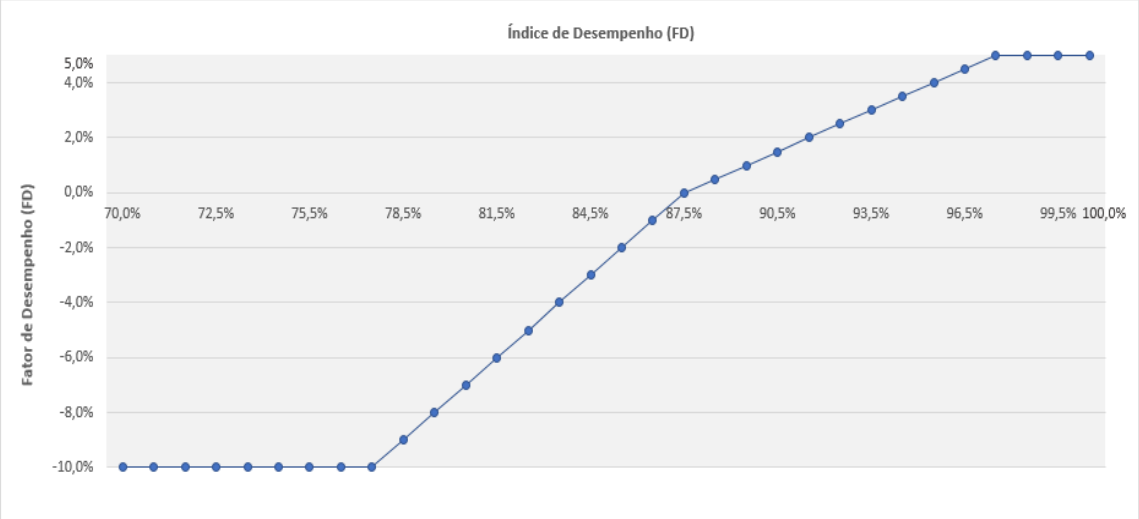
O Fator de Desempenho (FD) é dado pelas seguintes equações:

$$FD = \begin{cases} -0{,}10; \text{se } ID < 0{,}775 \\ ID - 0{,}875; \text{se } 0{,}775 \leq ID \leq 0{,}875 \\ \dfrac{ID - 0{,}875}{2}; \text{se } 0{,}875 < ID \leq 0{,}975 \\ 0{,}5; \text{se } ID > 0{,}975 \end{cases}$$

Onde:
FD: Fator de Desempenho, sendo $-10\% \leq FD \leq 5\%$;
ID: Índice de Desempenho.

Portanto, <u>o Fator de Desempenho pode variar de -10% (quando o Índice de Desempenho for igual ou menor que 77,5%) a 5% (quando o Índice de Desempenho for igual ou maior do que 97,5%)</u>. Além disso, cada alteração de 1% no Índice de Desempenho leva a uma alteração de 1% no Fator de Desempenho na parte punitiva e a uma alteração de 0,5% na parte premiativa. O Gráfico 1 apresenta a evolução do Fator de Desempenho, de acordo com a variação do Índice de Desempenho.

Gráfico 1 – Evolução do Fator de Desempenho (FD)



Finalmente, ressalta-se que o Fator de Desempenho a ser aplicado sobre o custo quando do reajuste tarifário da prestadora será calculado através da média aritmética dos Fatores de Desempenho mensais apurados durante o período de referência analisado.

- **Fiscalizações:** Os indicadores de desempenho do teleatendimento da Copasa são fiscalizados semestralmente pela Arsae e são utilizados na construção do Fator de Desempenho, que determina o incremento ou a perda percentual de custo regulatório a ser reconhecido.

Na 2ª etapa da Revisão Tarifária da Copasa, será realizada uma mudança na sistemática de fiscalizações. A partir de 2017, será realizada apenas uma fiscalização ao ano, a qual verificará o cumprimento das metas estabelecidas pelos indicadores.+

6. CONCLUSÃO

O processo de Revisão Tarifária tem como objetivos, dentre outros, assegurar o equilíbrio econômico-financeiro da prestação do serviço e o atendimento ao princípio da modicidade tarifária, através de mecanismos que induzam tanto a eficiência e eficácia dos serviços, quanto a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Além disso, é necessário dar publicidade e transparência às ações ora pensadas e implementadas, incentivando a participação da sociedade nas decisões que a afetam. Tanto os objetivos quanto os mecanismos para seu alcance e a participação social estão preconizados na legislação do setor.

Esta nota técnica teve como principal objetivo dar transparência ao cálculo e à aplicação dos custos operacionais eficientes. A metodologia a ser utilizada baseia-se no *benchmarking* empírico, calculado por meio de método não paramétrico – DEA. Foram utilizados apenas prestadores regionais nacionais (base de dados do Snis).

A aplicação da meta de eficiência será realizada ao longo do ciclo tarifário, com correção anual a cada reajuste tarifário, evitando-se, dessa forma, choques abruptos na tarifa. Estabeleceu-se ainda que, caso o prestador se apresente acima da meta de eficiência estabelecida, o ganho de produtividade será dividido com os usuários, na proporção 50/50.

Por fim, esta nota técnica apresenta a revisão na metodologia de cálculo do teleatendimento, que visou simplificar a metodologia existente, a qual já foi amplamente debatida em audiência pública anterior. O usuário perceberá uma melhora na prestação do serviço com a reavaliação das metas dos percentuais de desempenho e o prestador terá os recursos necessários para a prestação de um serviço de atendimento telefônico mais eficiente e eficaz.

Antônio César da Matta de Jesus
Analista de Regulação Tarifária
Masp nº 1.371.302-9

Danton Caldeira Ottoni
Analista de Regulação Tarifária
Masp nº 669.734-6

Larissa Silveira Côrtes
Analista de Regulação Tarifária
Masp nº 1.318.777-8

De acordo:

Raphael Castanheira Brandão
Assessor da Coordenadoria Técnica de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira
Masp nº 1.288.895-4

O desenvolvimento desta metodologia contou com os trabalhos do consultor contábil Carlos Antônio Duarte - CRCMG 20.665.

Esta Nota Técnica contou com a colaboração da analista Laura Mendes Serrano, Masp: 1.298.711-1 e de Fernanda Ayako Freitas.

ANEXOS - ESTRUTURA TEÓRICA PARA ESTIMAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS EFICIENTES

Para análise dos custos operacionais e os incentivos à eficiência aplicáveis à Copasa durante a vigência do ciclo de revisão tarifária, foi empregada a análise envoltória de dados (DEA). A principal vantagem dessa metodologia é não estabelecer estrutura prévia para realização do modelo. As ineficiências relativas medem a distância entre custo corrente do prestador e valor do dispêndio caso o prestador seguisse o comportamento de minimização de custos. O arcabouço econômico e matemático do método de Análise Envoltória de Dados é descrito abaixo.

Teoria microeconômica da produção e dos custos

Considere um setor econômico que tenha **k** firmas que usam **m** insumos para produzir **n** produtos. As firmas ou unidades decisórias de produção (DMU) são vistas na teoria microeconômica como agentes que transformam insumos em produtos utilizando a tecnologia disponível no momento de produção.

Matematicamente, podemos representar os insumos e produtos como vetores colunas $x^k = (x_1^k, \dots, x_m^k) \in \mathbb{R}_+^m$ são insumos, $y^k = (y_1^k, \dots, y_n^k) \in \mathbb{R}_+^n$ são os produtos produzidos pelas firmas k, k =1, ..., K. Os planos de produção observados para as firmas tem a seguinte notação (x^k, y^k) que representa a escolha de insumos das firmas e a produção auferida. Por fim, tem-se que a representação do conjunto de possibilidade de produção é:

$$T = \{(x,y) \in \mathbb{R}_+^m \; X \; \mathbb{R}_+^n | x \; pode \; produzir \; y\}$$

Propriedades da tecnologia (T)

O passo seguinte para a formulação do DEA é a definição das propriedades que o conjunto T está sujeito. São quatro propriedades fundamentais e que serão importantes para a definição de qual modelo DEA deve ser utilizado. Cada modelo tem um pressuposto associado a estas propriedades e que não pode ser violado. Abaixo uma breve descrição de cada uma delas.

"Free disposability"

A propriedade de livre descarte diz que se o ponto (x,y) é factível então um ponto em que x'>x e y'<y também será factível. Intuitivamente esta condição diz que é possível dispender mais insumos do que o necessário para produzir determinado y, e, também é possível produzir uma quantidade menor de produto com os insumos x do que seria tecnicamente viável. Utilizando notação matemática temos:

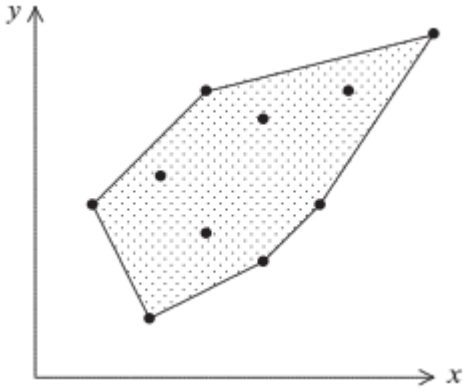
$$\mathrm{T} = \{(\mathrm{x}, \mathrm{y}) \in \mathbb{R}_+^m \; X \; \mathbb{R}_+^n | \; \exists k \in \{1, \dots, K\}: x \geq x^k \; ; \mathrm{y} \leq y^k$$

Convexidade

A convexidade é suposição usual na teoria de produção e diz que se dois planos de produção são factíveis qualquer soma ponderada entre eles também será. Matematicamente temos:

$$(x^0, y^0) \in T, (x^1, y^1) \in T, 0 \leq \lambda \leq 1 \; \rightarrow (1-\lambda)(x^0, y^0) + \lambda(x^1, y^1) \in T$$

A soma ponderada de dois planos de produção é chamada de combinação convexa. Pela mesma propriedade é possível observar que combinações convexas de combinações convexas também fazem parte do conjunto de possibilidades de produção T. Fazendo todas as combinações possíveis, temos o chamado "Convex Hull" ou envoltório convexo.



Fonte: BOGETOFT & OTTO (2010)

Caso façamos as combinações convexas dos planos de produção das K firmas, o conjunto de tecnologia T terá a seguinte forma:

$$\mathrm{T} = \{(\mathrm{x},\mathrm{y})|\mathrm{x} = \lambda^1 x^1 + \cdots + \lambda^K x^K \text{ e } \lambda^1 y^1 + \cdots + \lambda^K y^K \; para \; \lambda^1 + \cdots + \lambda^K \; e \; \lambda^1 + \cdots + \lambda^K \geq 0\}$$

Escala e aditividade

O pressuposto de escala diz que se quisermos aumentar marginalmente a produção podemos utilizar uma quantidade adicional, também marginal, de insumos. Mais formalmente, se (x, y) pertencem a T, então λ (x, y) também pertence a T. O valor de λ definirá em qual escala de produção estará a firma, pois se:

i) $\lambda \geq 0$, então teremos retornos constantes de escala;
ii) $0 \leq \lambda \leq 1$, então teremos retornos não crescentes de escala;
iii) $\lambda \geq 1$, então teremos retornos decrescentes de escala;

E por último temos o pressuposto de aditividade. Este diz que se dois planos de produção forem factíveis então, a soma deles também será. Mais formalmente:

$$(x^0, y^0) \in T, (x^1, y^1) \in T \rightarrow (x^0 + x^1, y^0 + y^1) \in T$$

Função de distância orientada a insumos – Análise Envoltória de Dados

Para avançar para o DEA ainda deve-se detalhar dois conceitos: (i) mínima extrapolação e (ii) ineficiência de Farrel. A combinação destes conceitos mais o uso de programação linear define o DEA.

Princípio da extrapolação mínima

A tecnologia T, em geral, não é conhecida. Usa-se uma estimativa empírica T* da tecnologia com base em observações históricas, dados em *cross-section* sobre a atividade produtiva atual, por exemplo. O DEA chega a esta estimativa utilizando técnicas matemáticas de programação linear.

No DEA, T* é construída de acordo com o princípio da mínima extrapolação. O princípio diz que T* é o menor subconjunto de $\mathbb{R}_+^m \; X \; \mathbb{R}_+^n$ que contém as observações de (x^k, y^k), k = 1, ..., K e satisfaz certas propriedades de tecnologia, como, por exemplo, livre descarte e alguma forma de convexidade. A região que compõe a tecnologia T* dada pela intercepção de todos os conjuntos (T') que satisfazem duas condições:

(i) Contém os dados de (x^k, y^k);

(ii) Satisfaz as suposições de regularidade de cada modelo DEA;

Estas suposições de regularidade definem os 6 tipos clássicos de modelagem DEA: modelo de retornos constantes de escala (CRS); modelos de retornos decrescente, crescente e retornos variáveis de escala (DRS, IRS e VRS); modelos envoltórios de livre descarte e livre replicabilidade (FDH, FRH).

Por fim é possível se provar que o conjunto T*, que representa a estimação da tecnologia, de todos os modelos tem a seguinte forma:

$$T^*(\gamma) = \left\{(x, y) \in \mathbb{R}_+^m X \mathbb{R}_+^n \mid \exists \lambda \in \Lambda^K(\gamma): x \geq \sum_{k=1}^{K} \lambda^k x^k, y \leq \sum_{k=1}^{K} \lambda^k y^k\right\}$$

Em que:

$$\Lambda^K(\text{fdh}) = \{\lambda \in \mathbb{N}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k = 1\}$$

$$\Lambda^k(\text{vrs}) = \{\lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k = 1\}$$

$$\Lambda^K(\text{drs}) = \{\lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k \leq 1\}$$

$$\Lambda^K(\text{irs}) = \{\lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k \geq 1\}$$

$$\Lambda^K(\text{crs}) = \{\lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k \text{ free}\} = \mathbb{R}_+^K$$

$$\Lambda^K(\text{frh}) = \{\lambda \in \mathbb{N}_+^K \mid \sum_{k=1}^{K} \lambda^k \text{ free}\} = \mathbb{N}_+^K$$

Distância de Farrell

A distância ou eficiência de Farrell mede o quanto é possível reduzir os insumos sem mudar o produto. Ou alternativamente, o quanto pode-se aumentar o produto sem se alterar o insumo. Em um processo de múltiplos insumos e produtos, procura-se uma redução equiproporcional de todos os insumos.

Matematicamente, podemos representar a eficiência de Farrell de insumo e produto da seguinte forma:

$$E = min\{E \in R^* | (Ex, y) \in T\}$$

$$\text{F} = \max\{F \in R^* | (x, Fy) \in T\}$$

DEA

Combinando o conceito de mínima extrapolação com eficiência de Farrell, obtém-se a programação matemática que fundamenta o DEA. A abordagem do DEA, na versão orientada em insumo, tenta minimizar a distância de Farrell restrito a função de tecnologia T*. O valor de E representa a eficiência das DMU's. Abaixo a programação a ser minimizada:

$$\min_{E,\lambda^1,\ldots,\lambda^K} E$$
$$\text{s.t.} \quad Ex^o \geq \sum_{k=1}^{K} \lambda^k x^k,$$
$$y^o \leq \sum_{k=1}^{K} \lambda^k y^k,$$
$$\lambda \in \Lambda^K(\gamma).$$

A abordagem DEA orientada ao produto devemos, ao contrário, maximizar a eficiência de Farrell sujeita as restrições impostas pela tecnologia.

$$\max_{F,\lambda^1,\ldots,\lambda^K} F$$
$$\text{s.t.} \quad x^o \geq \sum_{j=1}^{K} \lambda^k x^k$$
$$Fy^o \leq \sum_{j=1}^{K} \lambda^k y^k$$
$$\lambda \in \Lambda^k(\gamma).$$

No caso acima o F deve ser maior ou igual a 1. A eficiência, no DEA orientado a produto, é igual a 1/F.

Índice de Malmquist

O índice de Malmquist de produtividade total dos fatores compara a quantidade de insumos utilizados por uma firma em dois períodos com o produto. O índice de Malmquist tem duas grandes vantagens: (i) não requer informações de preços; (ii) a função de distância implícita no índice é semelhante a eficiência de Farrell. Ou seja, podemos utilizar a programação matemática para cálculo do malmquist com medidas de produtividade.

O índice de Malmquist pode ser decomposto em dois efeitos: (i) efeitos de emparelhamento (*catch-up effect*); (ii) deslocamento da fronteira eficiente. O índice de Malmquist, Mo, para a DMUo é igual:

Mo = (emparelhamento) x (deslocamento da fronteira)

O emparelhamento compara a eficiência técnica entre dois períodos de tempo. Ou seja, mede a aproximação ou afastamento de uma DMU da fronteira de eficiência estimada. Considere θ^k como a eficiência técnica de cada firma do conjunto de DMU's, k ={1,.., K}. O efeito *catch-up* mede:

$$Emparelhamento = \frac{\theta\,{}^{t}_{0}(x_0^t, y_0^t)}{\theta\,{}^{t+1}_{0}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}$$

Em que:

$\theta\,{}^{t}_{0}(x_0^t, y_0^t)$ é $a\ eficiência\ obtida\ no\ tempo\ t$;

$\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ é $a\ eficiência\ obtida\ no\ tempo\ t+1$;

O numerador representa a eficiência técnica da DMU_o no momento t e denominador a eficiência desta mesma firma no momento t+1. Caso o valor for < 1 significa que a eficiência técnica entre os períodos melhorou.

A produtividade de uma firma também pode ser resultado do avanço tecnológico. A fronteira de tecnologia pode se deslocar para a esquerda, em caso de avanço tecnológico. A medida de deslocamento da fronteira será igual a média geométrica do produto de duas razões. A primeira razão mede a eficiência no período t+1 em relação a eficiência em t dada a fronteira tecnológica prevalente t. Já a segunda razão mede no numerador a eficiência técnica em t+1, caso prevalecesse a tecnologia existente em t e no denominador a eficiência técnica em t. O efeito deslocamento tem a seguinte formulação matemática:

$$Deslocamento = \left[\frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\theta_0^{t}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t}, y_0^{t})}{\theta_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

$\theta_0^{t}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$ é $a\ eficiência\ obtida\ com\ a\ tecnologia\ em\ t\ e\ os\ insumos\ e\ produtos\ em\ t+1$

$\theta_0^{t+1}(x_0^{t}, y_0^{t})$ é $a\ eficiência\ obtida\ com\ a\ tecnologia\ em\ t+1\ e\ os\ insumos\ e\ produtos\ em\ t$

Por fim o índice de Malmquist, Mo, tem a seguinte forma:

$$M_0 = \frac{\theta_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})}{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}\left[\frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\theta_0^{t}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \frac{\theta_0^{t+1}(x_0^{t}, y_0^{t})}{\theta_0^{t}(x_0^{t}, y_0^{t})}\right]^{\frac{1}{2}}$$

Podemos ter três hipóteses em relação ao índice de Malmquist:

i. Se Mo for menor que 1, indica que a eficiência técnica da DMUo melhorou;
ii. Se Mo for igual a 1, indica que a eficiência técnica da DMUo não se alterou;
iii. Se Mo for >1, indica que a eficiência técnica da DMUo piorou.

Vale ressaltar que os cálculos aqui apresentados se referem a um DEA orientado a insumo, caso for estudado um DEA orientado a produto, o índice de Malmquist será o inverso da orientação insumo.

Software Estatístico R

Para a estimação de todos os modelos apresentados nesta Nota Técnica, será utilizado o Software estatístico R. A linguagem R é largamente empregada por pesquisadores em estatística e econometria. O R tem como principais vantagens ser gratuito e colaborativo. Além disto, permite maior dinamismo e controle do pesquisador sobre os resultados. O R pode ser adquirido gratuitamente no site: http://www.r-project.org/ para os sistemas operacionais Windows, OS X e Linux, nas versões 32 bits e 64 bits.

O software R comporta diversos usos, pois é altamente expansível com a utilização dos pacotes, que são bibliotecas para funções específicas ou áreas de estudo específicas. Um conjunto de pacotes é incluído com a instalação do R, com muitos outros disponíveis na rede de distribuição do R (CRAN).

Será utilizado o pacote para as estimações de eficiência: *Benchmarking*, que contém ferramentas para realizar estimações de fronteiras de custo e produção.

BIBLIOGRAFIA

ANEEL. Nota Técnica SRC 36/2008. Brasília, 2008.

ANEEL. Nota Técnica SRM/SGT 66/2015. Brasília, 2015.

ANTONIOLI, Barbara; FILIPPINI, Massimo. The use of a variable cost function in the regulation of the Italian water industry. **Utilities Policy**, v. 10, n. 3, p. 181-187, 2001.

ARSAE. Nota Técnica CRFEF 01/2016. Belo Horizonte, 2016.

ARSAE. Nota Técnica CRFEF 02/2013. Belo Horizonte, 2013.

ARSAE. Nota Técnica CRFEF 27/2016. Belo Horizonte, 2016.

ARSESP. Nota Técnica Final, Primeira etapa do segundo ciclo tarifário. São Paulo, 2013.

AUBERT, Cécile; REYNAUD, Arnaud. The impact of regulation on cost efficiency: an empirical analysis of Wisconsin water utilities. **Journal of Productivity Analysis**, v. 23, n. 3, p. 383-409, 2005

BOGETOFT, Peter; OTTO, Lars. **Benchmarking with DEA, SFA, and R**. Springer Science & Business Media, 2010.

BONIFAZ, José Luis; ITAKURA, Reyk. **An Analysis of Inefficiency of Big Urban Water Utilities in Latin America**. 2014.

COELLI, Tim (Ed.). **A primer on efficiency measurement for utilities and transport regulators**. World Bank Publications, 2003.

DA SILVA E SOUZA, Geraldo; DE FARIA, Ricardo Coelho; MOREIRA, Tito Belchior S. Estimating the Relative Efficiency of Brazilian Publicly and Privately Owned Water Utilities: A Stochastic Cost Frontier Approach1. 2007.

FARRELL, Michael James. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, p. 253-290, 1957.

FEDERAL, DISTRITO. ADASA. Nota Técnica Nº004/2009 SREF-SFSS/ADASA. **Brasília: ADASA**, 2009.

FERRO, Gustavo; LENTINI, Emilio; ROMERO, Carlos Adrián. Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado. 2011.

GREENE, William H. The econometric approach to efficiency analysis. **The measurement of productive efficiency and productivity growth**, p. 92-250, 2008.

SABBIONI, Guillermo. Efficiency in the Brazilian sanitation sector. **Utilities Policy**, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2008.
SEO, Songwon. **A review and comparison of methods for detecting outliers in univariate data sets**. 2002. Tese de Doutorado. Faculty of Graduate School of Public Health in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science by Songwon Seo BS, Kyunghee University.

Simar, L., & Wilson, P. W. (2015). Statistical Approaches for Non-parametric Frontier Models: A Guided Tour. *International Statistical Review*, *83*(1), 77-110.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia-princípios básicos**. Elsevier Brasil, 2006.