

**NOTA TÉCNICA Nº 008/2009 – SRE-SFS/ADASA**

**Proposta Preliminar para a  
1ª Revisão Tarifária Periódica da CAESB**

**ANEXO X  
MERCADO**

**Superintendência de Regulação Econômica de Serviços Públicos – SRE  
Superintendência de Fiscalização de Serviços Públicos – SFS**

**25 de setembro de 2009**

---

## 1. Objetivo

O objetivo deste anexo é apresentar a análise e os resultados preliminares das projeções de mercado, ou seja, o volume demandado de água em metros cúbicos por classe de consumo a ser considerado na 1ª Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB, conforme metodologias definidas na Resolução ADASA nº 58, de 23 de março de 2009.

## 2. Contextualização

A Oitava Subcláusula da Cláusula Sétima do Contrato de Concessão nº 001-ADASA, estabelece que:

*“A ADASA procederá às revisões dos valores das tarifas de comercialização de água e esgoto, alterando-os para mais ou para menos, considerando as alterações na estrutura de custos e de mercado da CONCESSIONÁRIA, os níveis de tarifas observados em empresas similares no contexto nacional e internacional, os estímulos à eficiência e à modicidade das tarifas.....”*

Para a apuração do Fator X, com base no cálculo do fluxo de caixa descontado são consideradas as seguintes projeções da concessionária:

- Mercado (ligações e volume faturado por atividade).
- Custo com capital.
- Custos Operacional.
- Receitas Irrecuperáveis.

Neste anexo é abordado o tema mercado, onde são apresentados os procedimentos adotados e resultados obtidos para a projeção do mercado da CAESB.

O volume faturado de água e esgoto projetado por atividade para o ano-teste e para os anos subseqüentes afetará tanto o reposicionamento tarifário no ano-teste quanto ao Fator X a ser aplicado nos reajustes tarifários dos anos posteriores até a data da próxima revisão tarifária periódica.

De acordo com a informação contida no Anexo XIII – Fator X da Nota Técnica nº 004/2009 – SREF-SFSS/ADASA *“..a regulada deverá encaminhar sua projeção de mercado para o ciclo tarifário segregada por atividades, bem como toda fundamentação que embasa a projeção. O Regulador realizará a comparação entre a projeção enviada pela*

*empresa e projeções próprias, que serão obtidas a partir do uso de modelos que utilizam séries de tempo e/ou de cenários.....”*

O Anexo XIII destaca ainda que na análise sobre a projeção de mercado apresentada pela concessionária serão considerados (i) a consistência das premissas apresentadas (ii) a consistência dos dados de entrada, (iii) a consistência das projeções com os dados históricos e (iv) a comparação com projeções realizadas a partir de outras metodologias.

E finalmente ressalta que feitas essas avaliações caberá ao Regulador definir a projeção de mercado (por nível de atividade) considerada mais adequada, podendo validar ou não fornecida pela empresa.

### **3. Metodologia Adotada**

#### **3.1 Modelos Econométricos**

Para a determinação das demandas de água e esgotamento sanitário para a 1ª revisão tarifária periódica da CAESB foram utilizados estudos de modelagem preditiva de longo prazo, tendo sido testados modelos econométricos, também conhecidos como modelos de série de tempo.

Os modelos considerados adequados para a previsão da demanda de água e esgoto atenderam os seguintes critérios:

- Nível de significância dos parâmetros (maior ou igual a 95%), ajuste do modelo ( $R^2$ ), erro médio de previsão, e que os resíduos sejam bem comportados.
- Valores projetados em consonância com o comportamento histórico da demanda.
- Tendência prevista coerente com o histórico disponibilizado pela concessionária, tendo sido consideradas as possíveis alterações provocadas por mudanças estruturais.

Foram testados modelos univariados, os quais têm como premissa básica a hipótese de que a série temporal em análise pode ser explicada por informações contidas em si mesma, não dependendo sua análise de outras variáveis explicativas (exógenas).

Assim, foram utilizadas duas metodologias, em especial a dos modelos SARIMA (Box-Jenkins) e dos modelos estruturais.

### 3.1.1 Modelo SARIMA (Box-Jenkins)

A metodologia de Box-Jenkins (1994)/SARIMA tem como objetivo primordial encontrar uma equação que represente a série temporal de interesse, por meio de uma estrutura dependente de seus valores passados AR (Autorregressive) e de seus erros de previsão um passo à frente MA (Moving Average).

Uma exigência dessa metodologia é que a série temporal seja um processo estacionário. Caso contrário haverá a necessidade de diferenciá-la d-vezes até que se torne estacionária. Com isso, tem-se um processo integrado de ordem d ou I (d), ou seja, um modelo ARIMA (Autorregressive Integrated Moving Average).

A representação amplamente utilizada para conceber um modelo ARIMA (p,d,q) é a que segue:

$$\begin{matrix} \text{AR}(p) & & \text{I}(d) & & \text{MA}(q) \\ (1 - \rho_1 L - \rho_2 L^2 - \dots - \rho_p L^p) \Delta^d y_t = (1 - \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q) \varepsilon_t \end{matrix} \quad (1)$$

Onde:

$Y_t$  é a série temporal.

$\varepsilon_t$  é um processo aleatório não correlacionado serialmente (ruído branco).

$L$  (do inglês “lag”) é chamada de operador de defasagem sendo definido como o operador que defasa k vezes a variável à qual se aplica.

$\Delta^d$  símbolo que representa a diferenciação de ordem d, que aplicado a uma série significa o número de vezes que a série será diferenciada. Quando a série apresenta um comportamento sazonal, é crucial que esse efeito seja expurgado da série (por meio de um ajuste sazonal), sendo essa adaptação feita pelo fator  $(1-L_s)$ , onde s é a frequência sazonal. Quando o modelo considera o ajuste sazonal trata-se de um modelo SARIMA.

### 3.1.2 Modelo Estrutural

O modelo estrutural também conhecido como modelo de componentes não observáveis, baseia-se numa decomposição clássica de uma série temporal entre suas quatro componentes básicas, estando elas listadas abaixo:

- Tendência - A tendência é o componente de longo prazo da série. Indica a direção em que a série está se movendo. A tendência pode ser determinística ou estocástica.
- Sazonalidade - A sazonalidade são os movimentos cíclicos recorrentes numa data determinada durante toda a amostra, sendo um período igual ou menor que um ano. A sazonalidade pode ser determinística ou estocástica.
- Ciclo - São padrões cíclicos que não correspondem à sazonalidade, sendo, portanto superior a um ano.
- Irregular - Componente aleatório residual.

A representação matemática do modelo é a que segue:

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \psi_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \approx NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Tendência

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t$$

$$\eta_t \approx NID(0, \sigma_\eta^2)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \zeta_t$$

$$\zeta_t \approx NID(0, \sigma_\zeta^2)$$

Sazonalidade

$$\gamma_t = -\gamma_{t-1} - \dots - \gamma_{t-s+1} + \omega_t \text{ (fixa)}$$

$$\omega_t \approx NID(0, \sigma_\omega^2)$$

Ciclo

$$\begin{bmatrix} \psi_t \\ \psi_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \lambda & \text{sen} \lambda \\ \text{sen} \lambda & \cos \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_{t-1} \\ \psi_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_t \\ k_t^* \end{bmatrix}$$

$$k_t \approx NID(0, \sigma_k^2)$$

### 3.2 Critérios para Especificação dos Modelos

Existem duas correntes de análise para especificação dos modelos:

1. Metodologia do *Bottom-Up* (do específico ao geral). Esta metodologia segue as etapas descritas abaixo:
  - a. Selecionam-se teorias com uma abstração bastante simplificada da realidade que esta sendo analisada.
  - b. Formulam-se relações muito sensíveis para representar as teorias.
  - c. São realizadas estimativas utilizando técnicas que somente são consideradas ótimas se o modelo for correto.
  - d. São testadas muito poucas hipóteses utilizando as estatísticas convencionais (exemplo Durbin - Watson).
  - e. São verificadas as especificações do modelo com base na evidencia empírica.
  - f. Re-estima -se o modelo, caso seja necessário.

Essa metodologia tem como desvantagem uma considerável pré-simplificação do modelo.

2. Metodologia *Top-Down* (do geral para o específico). Esta metodologia parte de uma especificação dinâmica que está deliberadamente sobre-parametrizada. O modelo geral é progressivamente simplificado através de uma seqüência de testes. Tais testes podem ser motivados pela teoria econômica ou pelos dados disponíveis.

A vantagem do uso do método *Top-Down* é que em cada nível de análise o modelo é uma versão restrita do caso geral inicial e por isso pode-se realizar um teste conjunto com todas as restrições impostas.

### **3.3 Requisitos a Serem Cumpridos pelos Modelos Selecionados**

De acordo com Hendry e Richard (1983) foi verificado o cumprimento dos seguintes requisitos por cada um dos modelos testados:

1. Consistência numérica. As projeções obtidas devem ter consistência quando comparada com a informação histórica disponível.
2. Consistência teórica. O modelo deve ter sentido econômico.
3. Variáveis exógenas. As variáveis exógenas, quando contidas no modelo, não devem estar correlacionadas com o termo de erro.

4. Estabilidade dos parâmetros. As estimações dos parâmetros devem ser estáveis no tempo.
5. Resíduos bem comportados. Se os resíduos do modelo não estão bem comportados as inferências não são validas.
6. Integrador. O modelo selecionado deve poder explicar os resultados dos modelos rivais.

#### **4. Análise e Resultados**

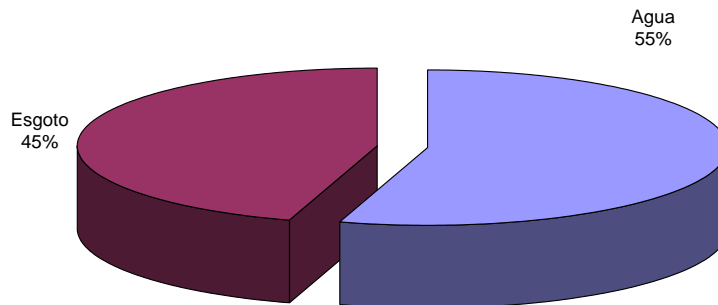
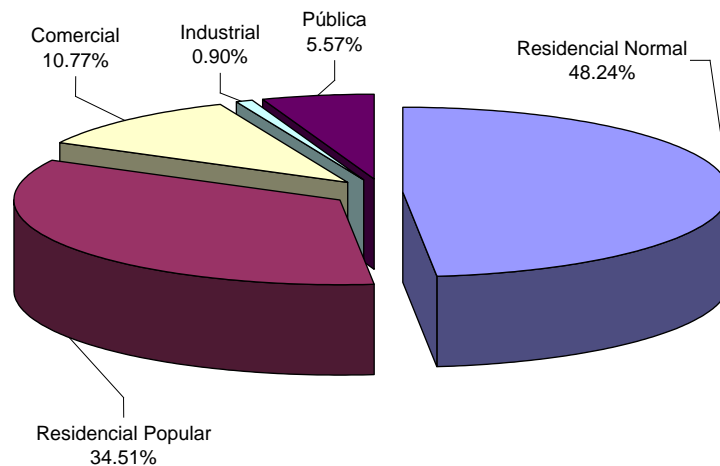
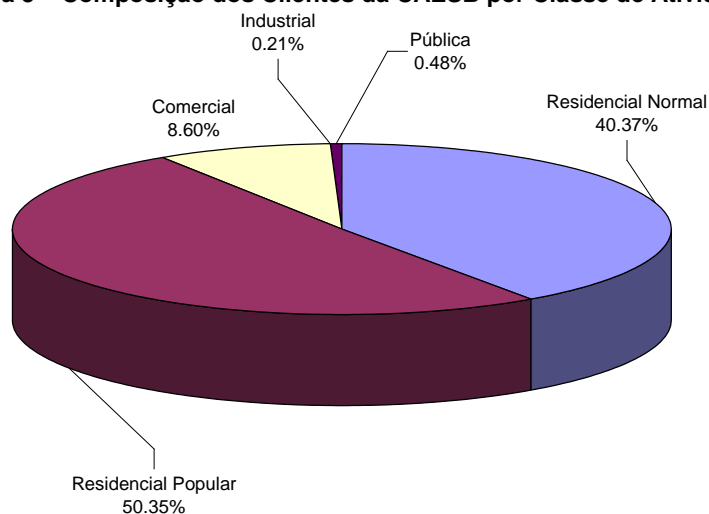
Conforme exposto anteriormente, para determinação das projeções de mercado a serem consideradas na 1ª Revisão Tarifária Periódica foram analisadas as informações históricas e projeções de volume faturado e de número de ligações apresentadas pela CAESB em atendimento aos Ofícios nº 168/2009-DP/ADASA, nº 179/2009-DP/ADASA e nº 082/2009-DP/ADASA.

Como resposta aos Ofícios referenciados acima, a CAESB encaminhou à ADASA as seguintes informações:

- a) Histórico anual do volume total faturado, do número de ligações (ativas e reais) e do número de unidades de consumo anuais de água e esgoto, para o período de 2001 a 2007;
- b) Histórico mensal do volume e valor faturado, do número de ligações e do número de unidades de consumo de água e esgoto total e por atividade (dividido por faixa de consumo), para o período de janeiro de 2006 a março de 2009; e
- c) Projeção anual do volume total faturado, do número de ligações (ativas e reais) e do número de unidades de consumo anuais de água e esgoto, para o período de 2008 a 2017.

Com base nas informações recebidas constatou-se que a CAESB atendeu, em 2008, cerca de 1.467.280 unidades consumidoras existentes em 887.997 ligações de água e esgoto.

O consumo anual foi de 299.858.310 m<sup>3</sup>, sendo 55% deste mercado correspondente ao abastecimento de água, conforme figuras 1, 2 e 3 que se seguem.

**Figura 1 – Composição do Mercado de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário****Figura 2 – Composição do Mercado de Abastecimento de Água por Classe de Atividade****Figura 3 – Composição dos Clientes da CAESB por Classe de Atividade**

Com base nas informações fornecidas pela CAESB, a ADASA elaborou as suas próprias projeções objetivando compará-las com as projeções enviadas pela concessionária.

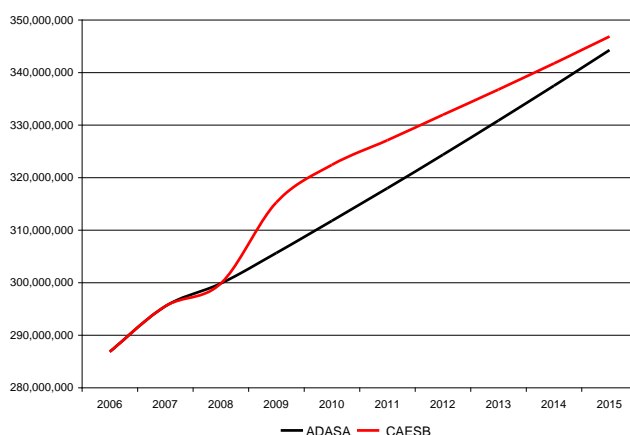


Na Tabela 1 e Gráfico 1 a seguir são apresentadas as projeções de mercado fornecidas pela concessionária versus as projeções obtidas pela ADASA com base nas metodologias citadas, onde nas duas primeiras colunas está explicitado o mercado de água e esgoto em m<sup>3</sup> e nas duas seguintes a taxa de crescimento.

**Tabela 1: Comparação da Projeção da ADASA com as informações fornecidas pela CAESB**

Ano	ADASA (m <sup>3</sup> )	CAESB (m <sup>3</sup> )	ADASA	CAESB
2006	286.874.715	286.874.715	-	-
2007	295.513.611	295.513.611	3.0%	3.0%
2008	299.858.310	299.858.310	1.5%	1.5%
2009	305.661.138	315.287.117	1.9%	5.1%
2010	311.766.124	322.422.858	2.0%	2.3%
2011	318.000.170	327.119.699	2.0%	1.5%
2012	324.362.691	331.967.267	2.0%	1.5%
2013	330.869.422	336.766.964	2.0%	1.4%
2014	337.504.307	341.729.194	2.0%	1.5%
2015	344.280.943	346.859,039	2.0%	1.5%

**Gráfico 1 – Comparação da Projeção da ADASA com as informações fornecidas pela CAESB**



Para o ano-teste correspondente ao período compreendido entre março de 2008 e fevereiro de 2009, a ADASA utilizou as informações históricas enviadas pela CAESB. Para os anos subseqüentes foram utilizadas as projeções obtidas pelo Regulador através dos modelos citados no item 3 deste documento.

No que diz respeito ao número de ligações, a ADASA considerou o número de ligações fornecido pela CAESB, conforme tabela a seguir.

**Tabela 2: Projeção do Número de Ligações da Área de Concessão da CAESB**

<b>Ano</b>	<b>Número de Ligações</b>
2006	749.635
2007	784.079
2008	831.528
2009	914.749
2010	956.249
2011	985.249
2012	1.014.249
2013	1.042.249
2014	1.070.249
2015	1.098.249

## **5. Conclusão**

Assim, para a proposta inicial da 1ª Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB foram utilizados:

- a) o mercado projetado pela ADASA (primeira coluna da Tabela 1); e
- b) o número de ligações fornecidas pela concessionária (Tabela 2).