

V-007 - CÁLCULO DE TARIFAS HORÁRIAS APLICÁVEIS AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA ZONA INDUSTRIAL DE CURITIBA

Ary Haro dos Anjos Jr. ⁽¹⁾

Mestre em Administração pelo Baldwin Wallace College (Estados Unidos). Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Assessor da Diretoria da Sanepar. Professor adjunto na UFPR, e em cursos de pós-graduação na FGV.

Edymilson Luiz dos Santos ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheiro no Centro de Controle Operacional da Sanepar/Curitiba.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Aristides Athayde 655, Curitiba, PR, CEP 82520-050, e-mail: aryharo@sanepar.com.br

Endereço ⁽²⁾: Rua Gardênio Scorzato 251, Curitiba, PR, CEP 82100-240, e-mail: edymilsonls@sanepar.com.br

RESUMO

Este trabalho mostra a aplicação de um modelo matemático para calcular os valores das tarifas horárias (na ponta, e fora de ponta) vinculadas ao sistema de distribuição de água da zona industrial da cidade de Curitiba. O modelo proposto onera os usuários proporcionalmente aos custos que estes (usuários) impõem ao próprio sistema, conforme o utilizam ao longo do tempo.

Os dados de entrada principais referentes ao exercício aqui apresentado foram os 8.500 registros das medições horárias consecutivas do consumo de água da zona industrial, obtidas no decorrer de um ano - desde 1.º de agosto de 2011, até 31 de julho de 2012.

O trabalho sugere que a adoção de um modelo de tarifação horária, no âmbito de uma empresa de saneamento, pode se constituir em um elemento indutor do desenvolvimento institucional e tecnológico da própria empresa como um todo – além de possibilitar os ganhos econômicos que são apontados e exemplificados no texto.

PALAVRAS-CHAVE: Tarifas horárias, custos horários, tarifas industriais, políticas tarifárias, gestão tarifária.

INTRODUÇÃO

Por definição, as tarifas horárias ou sazonais variam, respectivamente, segundo horários pré-estabelecidos, ou segundo estações do ano pré-estabelecidas. Os horários ou as estações do ano em que se concentram as maiores demandas instantâneas, ou diárias, constituem os chamados períodos de ponta.

A expressão *tarifas horossazonais* designa genericamente as tarifas horárias, ou as tarifas sazonais, ou, inclusive, uma possível composição destas duas. Assim, por exemplo, uma tarifa definida para os consumos que ocorrem em um horário de ponta, durante as estações de ponta, seria uma tarifa de ponta *horossazonal*.

Há, no setor do Saneamento, duas situações que são particularmente associadas a elevados custos horários e sazonais (ou *horossazonais*), e que, portanto poderiam se beneficiar de um sistema de tarifas horossazonais:

- i. a situação das cidades turísticas, sujeitas a temporadas de alta estação, com grandes contingentes de população flutuante;
- ii. a situação de trechos específicos das redes dos sistemas de água e/ou de esgoto, saturados por excesso de demanda localizada durante algumas poucas horas a cada dia.

A situação (i) admite o emprego de tarifas sazonais a serem aplicadas alternadamente ao longo do ano, em estações de ponta e fora de ponta. A situação (ii) admite o emprego de tarifas horárias, a serem aplicadas alternadamente ao longo do dia, em horários de ponta e fora de ponta, e é esta situação específica a que será objeto do presente trabalho.

As tarifas horárias não se aplicariam, em princípio, a cidades inteiras, mas sim a clientes específicos, cujas demandas sejam significativas em relação ao seu entorno geográfico, e/ou à produção do sistema ao qual estejam vinculados.

A instituição de tarifas horárias depende, portanto, de contratos de demanda, a serem estabelecidos entre a empresa de saneamento e cada cliente interessado. Do ponto de vista econômico, e também legal, os contratos de tarifação horária firmados com grandes clientes se justificam porque, em relação a estes, as companhias de saneamento não constituem, normalmente, monopólios naturais.

Os grandes clientes podem recorrer a sistemas próprios de saneamento e, dessa forma, não estão sujeitos ao poder monopolístico da empresa prestadora destes serviços. De fato, grandes clientes industriais são claramente mais sensíveis a preços do que os demais clientes de um sistema de saneamento. Há evidência de que a elasticidade preço dos consumidores industriais, embora variável de região para região, é superior à elasticidade preço do consumidor doméstico médio (OLIVEIRA ALVES et al, 2009).

Por outro lado, dada a sua natureza contratual, as tarifas horárias só serão estabelecidas em casos de entendimento mútuo e explícito entre as partes. Assim, o emprego de tarifas horárias no setor do Saneamento significa o uso de um instrumento gerencial que exige uma abordagem caso a caso, restrita ao universo dos grandes consumidores da empresa prestadora dos serviços.

O impacto econômico associado às tarifas horárias pode ser altamente significativo, mesmo quando aplicadas a poucos clientes dentro de um sistema. Os grandes consumidores concentram uns 25% da receita total de uma empresa de saneamento típica, embora, representem não mais do que 4% do seu número total de clientes (HARO DOS ANJOS, 2009).

Cabe acrescentar, por oportuno, que este conceito de tarifas de variação horária já é aplicado no setor elétrico, no setor de telefonia, no setor de transporte aéreo, e em muitos outros.

Em Saneamento, este conceito é justificável pelas mesmas razões econômicas que se aplicam aos demais setores, sujeitos a flutuações expressivas de demanda, e ainda por mais uma razão que lhe é exclusiva: a água é um produto armazenável - situação que não ocorre com os produtos dos setores elétrico, de telefonia, ou de turismo, por exemplo.

Assim, o cliente poderá fazer estoque da água que lhe seja fornecida, utilizando regularmente os seus reservatórios, próprios ou terceirizados, de maneira a permitir o dimensionamento e a operação eficiente dos serviços.

Já para a empresa de saneamento, o suprimento de água para os grandes consumidores em regime de tarifação horária reduzirá os seus custos de ociosidade, e melhorará os resultados de gestão dos seus ativos: os reservatórios dos grandes clientes, neste regime, permitem a estocagem da água produzida junto ao consumidor final. E tais reservatórios particulares passam a compor uma espécie de *valor oculto*, ou *ativo virtual*, que se acrescenta aos ativos reais da empresa de saneamento (HARO DOS ANJOS, 2009).

A demanda de água, sendo concentrada em horários contratualmente pré-determinados, permitirá, também, uma melhor gestão no consumo da energia de adução da água ao longo do dia. Dessa forma, os benefícios econômicos da própria tarifação horária praticada atualmente no setor elétrico poderão ser mais bem aproveitados, e estendidos ao usuário dos serviços de saneamento.

Em termos físicos, armazenar água implica em armazenar (simultaneamente) energia, e um armazenamento estratégico é possível, de forma que a água e a energia se valorizem enquanto estocadas, enquanto oscilam, no curto prazo, os custos de provisão – tanto da água, quanto da energia.

Quanto aos desafios – técnicos e gerenciais, associados à implantação e à operação de um sistema de tarifas horárias no âmbito de uma empresa de saneamento: este assunto será abordado ao final do trabalho.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é o de apresentar, na forma de cálculo numérico, um exemplo de aplicação do conceito de tarifas horárias na operação da rede de distribuição de água da zona industrial de Curitiba.

Este objetivo geral desdobra-se, por sua vez, nos seguintes objetivos específicos:

- i. apresentar e descrever um modelo matemático da distribuição horária dos custos de um sistema de saneamento genérico - custos estes correspondentes às demandas “de ponta” e “fora de ponta”;
- ii. apresentar as curvas de demandas horárias do sistema de distribuição de água da zona industrial de Curitiba, construídas a partir dos registros das medições horárias consecutivas, referentes a um ano de observação;
- iii. identificar o impacto gerado pelos maiores usuários do sistema de abastecimento de água estudado sobre as curvas de demanda do sistema;
- iv. aplicar o modelo matemático referido no item i, acima, às curvas de demanda citadas no item ii, de forma a se calcular os valores tarifários de ponta, e fora de ponta, atribuíveis aos usuários identificados no item iii;
- v. discutir os desafios gerenciais e técnicos associados à utilização do modelo de tarifação horária apresentado neste trabalho.

BASES CONCEITUAIS

Os serviços de saneamento comportam-se normalmente como monopólios naturais, exceto em relação aos grandes consumidores que sejam capazes de implantar e administrar os seus próprios sistemas de abastecimento de água (*auto-abastecimento*) e, inclusive de coleta e tratamento de esgotos. Assim, as tarifas das empresas prestadoras de serviços de saneamento deveriam, idealmente, ser objetos de regulação, exceto no caso dos clientes maiores que disponham de opções técnicas, e de poder de barganha, suficientes para negociar as suas tarifas em bases competitivas, diretamente com as empresas prestadoras (HARO DOS ANJOS, 2009).

Teoricamente, os custos cobertos pela tarifa deveriam ser os custos marginais, visando à maximização das utilidades geradas na prestação do serviço. A tarifação a custo marginal, contudo, criaria um problema relevante no caso do Saneamento: dadas as economias de escala típicas do setor, e os elevados custos fixos de qualquer sistema sanitário, a tarifa a custo marginal seria, normalmente, bastante inferior ao custo médio da prestação do serviço.

Os custos fixos das empresas prestadoras dos serviços ficariam, dessa forma, a descoberto no caso de uma política de tarifação a custo marginal. Subsídios se tornariam, então, necessários e, neste caso, os serviços de água e de esgoto seriam pagos, principalmente, pelo contribuinte, e não pelo consumidor. Embora essa situação possa ser justificável teoricamente, a prática tem demonstrado que uma empresa de saneamento que depende de subsídios governamentais para poder operar (seja pública, ou privada) torna-se vulnerável às ingerências políticas de grupos de interesse na gestão cotidiana dos seus negócios e, por causa disso mesmo, extremamente ineficiente.

Uma solução prática (*sub-ótima*), tem sido, então, adotada generalizadamente: pratica-se uma tarifa média suficiente para cobrir o custo médio dos serviços. Dessa forma, as empresas de saneamento ficam mais preservadas de possíveis ingerências políticas nas suas funções técnicas e tornam-se mais eficientes ou, na pior das hipóteses, menos ineficientes.

Uma vez definido o valor da tarifa média, cabe dividir a carga tarifária total entre os usuários de um sistema, de uma forma proporcional aos ônus que cada tipo de usuário impõe ao sistema em questão. Isto se faz para atender aos requisitos de *equidade* (cobrando-se de cada um proporcionalmente ao custo necessário para a provisão da respectiva demanda) e, também, de *eficiência*, admitindo-se que cada usuário busque maximizar a sua utilidade, praticando um comportamento racional.

Quanto à estrutura de composição dos custos de um sistema de saneamento típico, chama atenção o fato de que o investimento realizado em tais sistemas permanece ocioso a maior parte do tempo. A capacidade excedente necessária para compensar as flutuações da demanda gera os chamados custos de ociosidade, também reconhecidos como custos horários, e /ou custos sazonais, conforme a recorrência das flutuações a que se refiram (HARO DOS ANJOS, 2011).

Uma política tarifária comprometida com os requisitos da eficiência e da equidade deve tentar repassar os custos horários e sazonais às tarifas – estimulando o uso do sistema quando ocioso, nos períodos *fora de ponta* e, ao contrário, desestimulando a demanda nos períodos de maior solicitação, nos chamados *períodos de ponta*.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho utiliza um modelo matemático para decompor o custo médio unitário do sistema de saneamento estudado em custos “de ponta” e custos “fora de ponta”, conhecidas a sua variação de demanda ao longo do tempo, e a duração e a frequência dos seus períodos de ponta. Os custos, assim determinados, são utilizados no cálculo das tarifas horárias do sistema a que se refiram.

O modelo matemático em questão foi proposto inicialmente por Menon Moita; Haro dos Anjos; e Bitu (1996), e complementado posteriormente em Haro dos Anjos (2011).

O modelo adotado foi construído na suposição de que existe um custo unitário fora de ponta correspondente ao valor do custo incremental médio de longo prazo (CIMLP F) de um sistema ideal, teórico, que operasse atendendo à demanda máxima, permanentemente, portanto sem absorver os custos de ociosidade devidos às oscilações da demanda – sejam, estas oscilações, horárias ou sazonais.

Já o custo na ponta (CIMLP P) deste mesmo sistema, corresponde a um custo de equilíbrio, o qual, combinado ao CIMLP F, compõe o custo incremental médio de longo prazo do sistema considerado (CIMLP).

Decorre dessas definições iniciais que o CIMLP será uma média ponderada entre CIMLP P e CIMLP F, sendo os pesos dados pelos volumes totais de demanda, realizados nos períodos de ponta e fora de ponta, respectivamente.

Decorre, também dessas definições iniciais, que os custos devidos à flutuação da demanda serão transferidos ao custo unitário de ponta (CIMLP P).

As tarifas, por sua vez, serão compostas assumindo-se que o valor da tarifa média (T_o) seja igual a CIMLP, e que o valor da tarifa mínima seja igual a CIMLP F.

Atendidas as condições acima, as tarifas “de ponta” (T_p), e as tarifas “fora de ponta” (T_f) poderão formar combinações diversas dentro do intervalo delimitado por CIMLP P e CIMLP F.

A concepção deste modelo baseia-se no fato de que os usuários que consomem nos períodos de ponta provocam os picos de demanda e causam, subsequentemente, a ociosidade forçada dos sistemas nos períodos fora de ponta.

Sendo assim, o modelo proposto transfere os custos de ociosidade às tarifas de ponta, para onerar os usuários proporcionalmente aos ônus que estes impõem ao próprio sistema, conforme o utilizam ao longo do tempo.

As equações abaixo, cuja dedução é apresentada em Haro dos Anjos (2011), sintetizam as principais relações matemáticas entre as variáveis do modelo:

$$\text{CIMLP} = \sum (C_i / (1 + r)^i) / 8.760 \cdot \sum ((\eta (\text{DF})^i + \lambda (\text{DP})^i) / (1 + r)^i) \quad \text{equação (1)}$$

$$(\text{CIMLP}) F = (\lambda + \eta / R) \cdot \text{CIMLP} \quad \text{equação (2)}$$

$$(\text{CIMLP}) P = (1 + (\lambda \cdot R / \eta) - (\lambda / R) - \lambda) \cdot (\eta / \lambda \cdot R) \cdot \text{CIMLP} \quad \text{equação (3)}$$

$$R = \text{DP} / \text{DF} \quad \text{equação (4)}$$

$$\lambda + \eta = 1 \quad \text{equação (5)}$$

$$T_o = \text{CIMLP} \quad \text{equação (6)}$$

$$T_f = T_o - \Delta TF \quad \text{equação (7)}$$

$$T_p = T_o + \Delta TF \cdot (\eta / \lambda \cdot R) \quad \text{equação (8)}$$

$$0 \leq \Delta TF \leq (1 - 1 / R) \cdot \eta \cdot T_o \quad \text{equação (9)}$$

Onde:

- **CIMLP** = Custo Incremental Médio de Longo Prazo = Tarifa Média, em R\$ / m3;
- **CIMLP P** = Custo Incremental Médio de Longo Prazo em horários de ponta, em R\$ / m3;
- **CIMLP F** = Custo Incremental Médio de Longo Prazo em horários fora de ponta, em R\$ / m3;
- **C_i** = custos incrementais anuais, de investimentos, operação, e administração; ocorridos no ano “i”, e alocados ao sistema considerado, em R\$ / ano;
- **r** = taxa anual de atualização financeira do estudo, equivalente ao custo de oportunidade do capital considerado, em %;
- **i** = ano de referência, variável desde 0 até n;
- **DP** = Demanda Média na Ponta, em m3/h;
- **DF** = Demanda Média Fora de Ponta, em m3/h;
- **R** = amplitude da variação da demanda horária (relação adimensional);
- **λ** = duração do período de ponta, expressa como fração do tempo total de operação do sistema;
- **η** = duração do período fora de ponta, expressa como fração do tempo total de operação do sistema;
- **T_o** = Tarifa Média, em R\$ / m3;
- **T_f** = Tarifa Fora de Ponta, em R\$ / m3;
- **T_p** = Tarifa de Ponta, em R\$ / m3;
- **ΔTF** = Desconto tarifário, aplicável ao período fora de ponta, em R\$ / m3.

A aplicação do modelo ora descrito a uma dada situação específica exige a delimitação da área de abrangência física do sistema ao qual será aplicado, e a caracterização do perfil da demanda ao longo de um período de observação.

Assim, a frequência das oscilações da demanda será caracterizada pelos valores das variáveis λ e η, definidas acima. Já a amplitude das oscilações da demanda será caracterizada pela relação “R”, também definida acima (na equação 4).

O modelo de tarifação horária ora descrito foi aplicado ao caso do sistema de abastecimento de água da zona industrial de Curitiba. Os dados de entrada principais referentes a tal aplicação do modelo foram os 8.500 registros das medições horárias consecutivas do consumo de água observado na zona industrial, ao longo de um ano - desde 1.º de agosto de 2011, até 31 de julho de 2012.

Os equipamentos de medição e transmissão foram instalados estrategicamente, a montante dos fluxos de abastecimento de água da região estudada. As medições, tomadas de hora em hora, são transmitidas a um centro de controle operacional (CCO), por meio de sinais digitais.

Uma equipe técnica, instalada no CCO, e dedicada em tempo integral à gestão do sistema de distribuição de água da cidade de Curitiba, como um todo, executa as funções de monitoramento, manutenção, e aferição dos equipamentos que deram origem às observações empregadas no estudo.

RESULTADOS

O sistema de abastecimento de água da região estudada atendia a um número de 15.504 economias em julho de 2012, das quais apenas 85 economias estavam, então, cadastradas como industriais. Essas economias industriais, por sua vez, representando 0,55 % do número total dos clientes atendidos na área, são responsáveis por 44,05 % da demanda total medida. Sendo a demanda de um único consumidor industrial correspondente a 23,26 % da demanda total da área, conforme mostrado na tabela 1, a seguir.

Tabela 1: Demanda de Água entre os usuários da Zona Industrial de Curitiba (jul/2012)

Número ACUMULADO de Economias (un.)	Número ACUMULADO de Economias (%)	Demanda Mensal ACUMULADA (m ³ / mês)	Demanda Mensal ACUMULADA (%)
1	0,01%	70.485	23,26%
85	0,55%	133.402	44,03%
15.504	100,00%	303.000	100,00%

A figura 1, por sua vez, apresenta as variações horárias da demanda de água na zona industrial de Curitiba, ao longo de um dia típico do período de observação, compreendido entre 1.º de agosto de 2011 e 31 de julho de 2012: vazões horárias – máxima, média e mínima, e também a vazão média anual – esta representada como uma linha horizontal, invariável ao longo do dia típico.

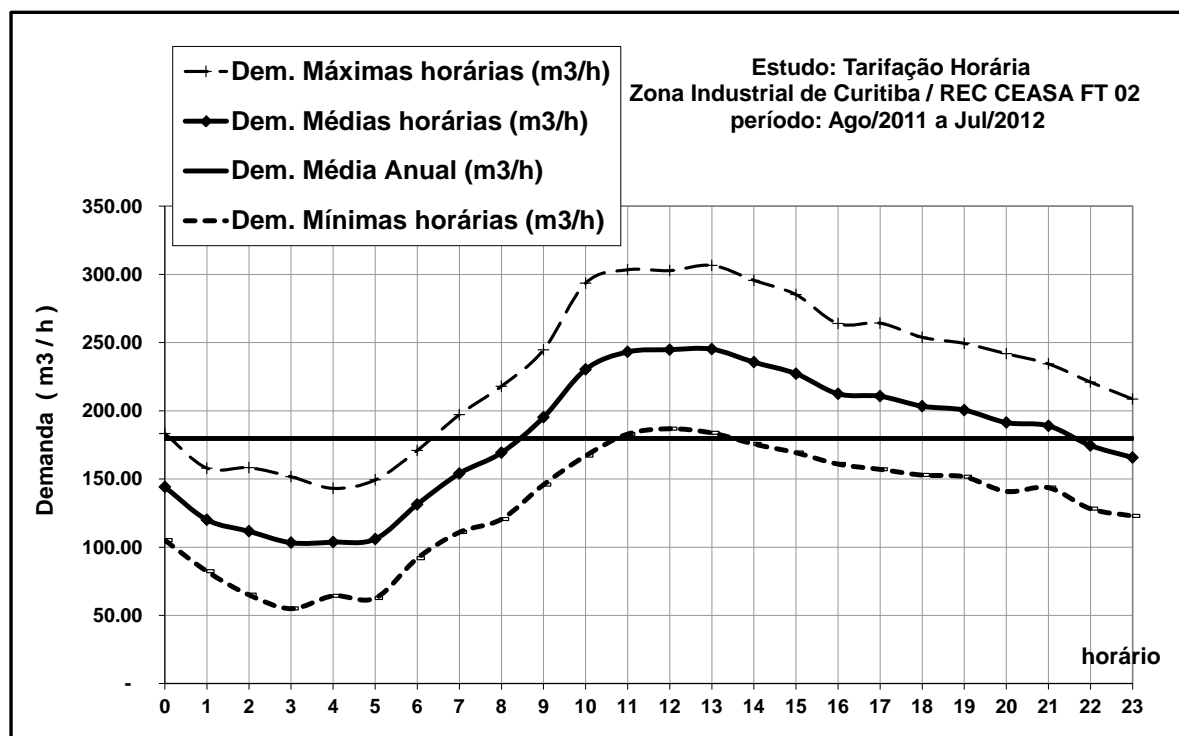


Figura 1: Variações Horárias da Demanda – Zona Industrial de Curitiba (Ago/2011 a Jul/2012)

A aplicação do modelo matemático de tarifação horária, apresentado na seção anterior, às curvas de demanda da zona industrial de Curitiba, revela os seguintes resultados:

- r = taxa de atualização financeira do estudo: variável entre 9 % e 11 % ao ano;
- Horário de Ponta: intervalo compreendido entre 8h:00min e 20h:59min;
- $\lambda = 0,54$
- $\eta = 0,46$
- DP = Demanda Média na ponta = 216 m³/h;
- DF = Demanda Média fora de ponta = 121 m³/h;
- $R = DP / DF = 1,79$
- Demanda Média Anual: 180 m³/h;
- Demanda Máxima: 307 m³/h;
- T_o = Tarifa Média = R\$ 4,47 / m³
- ΔTF máximo = desconto tarifário fora de ponta, relativo à tarifa média: até R\$ 0,89 / m³;
- Acréscimo tarifário na ponta, relativo à tarifa média: até R\$ 0,47 / m³;

Em suma: a aplicação do modelo matemático de tarifação horária, proposto neste trabalho, aos casos particulares dos grandes consumidores de água da zona industrial de Curitiba, indica a possibilidade de se proceder a uma redução de até 20 % no valor das tarifas de água durante os períodos fora de ponta (entre 21h:00min e 7h:59min), redução esta a ser compensada por um acréscimo de até 10 % incidente sobre os consumos que ocorrerem nos horários de ponta, compreendidos entre 8h:00min e 20h:59min.

CONCLUSÃO

A redução do valor da tarifa nos períodos fora de ponta, da forma como foi aqui calculada, poderá ser significativa na composição dos custos dos grandes clientes e, ainda assim, não implicar em prejuízos correspondentes à companhia de saneamento.

De fato, as tarifas horárias podem estimular a utilização dos sistemas de saneamento fora dos seus horários de ponta e, dessa forma, podem permitir a postergação daqueles investimentos que as companhias de saneamento são frequentemente obrigadas a realizar apenas para aumentar a sua capacidade instantânea de *distribuição*, mas que não geram aumentos *de produção, nem de receitas*.

Em outras palavras, o estímulo tarifário ora discutido poderá significar um *desconto*, na perspectiva do cliente, mas, também significará um *investimento* em eficiência para a companhia de saneamento. Com ganhos econômicos para ambas as partes.

É oportuno reconhecer que a implantação e a operação de um sistema de tarifas horárias implicam no enfrentamento de alguns desafios, gerenciais e técnicos, por parte da empresa operadora dos serviços de saneamento.

Isso acontece porque, sob um sistema de tarifação horária, a demanda do cliente monitorado passa a ser uma informação disponível em tempo real - dotada de valor técnico imediato para as áreas de engenharia e de operações da empresa, e de valor estratégico para o seu corpo gerencial.

Assim, o acompanhamento da demanda real dos clientes de um sistema permite aos engenheiros de uma empresa de saneamento a condição de definir soluções mais econômicas na operação, no desenho, e até na ampliação física de todas as unidades que compõem a cadeia de fornecimento da água – desde a sua captação, transporte, tratamento, reservação, até a sua entrega ao cliente.

Os gerentes, por sua vez, ao também acompanharem as demandas em tempo real, podem estabelecer novas formas de interação entre a empresa operadora e os clientes monitorados, e entre os diferentes setores da própria empresa de saneamento.

A gestão de um modelo de tarifação horária cria, portanto, a oportunidade de se reunir, integrar, e aperfeiçoar processos que são classicamente divididos, fragmentados até, entre setores organizacionais paralelos - comerciais, de planejamento, de operação, de atendimento ao cliente, e outros desse tipo.

Por isso mesmo, a adoção de um modelo de tarifação horária, no âmbito de uma empresa de saneamento, pode se constituir em um elemento indutor do desenvolvimento institucional e tecnológico da própria empresa como um todo – além de possibilitar os ganhos econômicos que foram apontados e exemplificados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HARO DOS ANJOS, A., JR.. Gestão estratégica do saneamento. Barueri, SP. Manole. 2011.
2. _____. Modelo de gestão de tarifas horárias e sazonais no saneamento e a experiência da Sanepar. In: Encontro Nacional de Economia, 27, 2009, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009.
3. MENON MOITA, C.; HARO DOS ANJOS A., Jr.; BITU, R. S. Tarifação eficiente para o setor de saneamento. Brasília: IPEA / PMSS, Projeto BRA 92/028. 1996.
4. OLIVEIRA ALVES, D. C., PEREDA, P. C., GRIMALDI, D. S. FRAGA, A. Concorrência no fornecimento de água em São Paulo: evidências e impactos na elasticidade dos grandes clientes da Sabesp. In: Encontro Nacional de Economia, 27, 2009, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009.