

**IV-005 – METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA NO ESTADO DO CEARÁ ADOTANDO COEFICIENTES PONDERADORES: ESTUDO DE CASO PARA O SETOR DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALGADO**

**Marcus Vinícius Sousa Rodrigues<sup>(1)</sup>**

Doutor e mestre em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos, ambos pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Engenharias – DENG, Campus Angicos, Angicos (RN).

**Marisete Dantas de Aquino**

Doutora em Meio Ambiente Recursos Hídricos e mestre em Ciências e Técnicas de Meio Ambiente, ambos na École Nationale des Ponts et Chaussées (França). Mestre em Engenharia Civil, na área de Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Professora Titular da Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA, Campus do Pici, Fortaleza (CE).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Luciano Carneiro, 635, Apto. 501 (Torre 2) - Fátima - Fortaleza (CE) - CEP: 60411-205 - Brasil - Tel.: (85) 99192-2966 - E-mail: [marcus@ufersa.edu.br](mailto:marcus@ufersa.edu.br).

## **RESUMO**

A gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica é a forma mais segura de garantir os usos múltiplos, por meio da adoção de instrumentos como a cobrança pelo uso da água. A cobrança tem sido implementada de uma forma muito lenta no Brasil, mesmo tendo o respaldo na Lei nº 9.433/97 e nas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos. A cobrança pelo uso da água bruta no Ceará teve início em 1996, tendo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH, como o órgão responsável pelo seu cálculo e sua efetivação. Até a presente data, a metodologia usada para calcular o valor a ser pago pelo usuário não sofreu nenhuma mudança significativa em sua estruturação. O objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia para o cálculo do valor a ser pago pela água, que considere coeficientes ponderativos que diferencie esse valor conforme a natureza do corpo hídrico (superficial ou subterrâneo) e a relação entre o volume consumido e o volume outorgado. Este modelo se mostra bastante simples e prático, sendo de fácil aplicação e implementação. Outra grande vantagem do modelo se deve ao fato de que o mesmo leva em consideração, de forma indireta, o volume outorgado no cálculo do valor a ser pago. Em resumo, pode-se considerar que o modelo se mostrou eficaz no que fora proposto, que era obter um valor pelo consumo da água, através da adoção de coeficientes ponderadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de água, Cobrança pela água, Instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos, Volume outorgado, Modelo de cobrança de bem público.

## **INTRODUÇÃO**

Devido aos usos múltiplos da água a sua escassez pode provocar sérios conflitos. Dessa forma, a gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica é a forma mais segura de garantir esses usos múltiplos, por meio da adoção de instrumentos de gerenciamento, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água.

A partir da escassez dos recursos hídricos, esse recurso passa a ser objeto de maior interesse e estudo da economia, fato ilustrado recentemente pela valoração da água adotada nas políticas de recursos hídricos (NUNES JÚNIOR; MAGALHÃES JÚNIOR, 2009).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, prevista desde o Código das Águas (Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934), é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, mais conhecida como “Lei das Águas”.

Segundo Magalhães Filho, Vergara e Rodrigues (2015), a lei das águas estabeleceu que a água tem valor econômico e a cobrança pelo seu uso como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Para Ploeg e Sommerfeld (2011) esta cobrança pode ser considerada como um mecanismo financeiro que atribui um preço a água usada ou retida de um corpo d'água.

A cobrança pela água deve arrecadar recursos de modo a dar suporte financeiro ao sistema de gerenciamento e as ações estabelecidas nos planos de bacias hidrográficas. Além disso, a cobrança deve indicar a sociedade que a água é um bem escasso e dotado de valor econômico (SILVEIRA; FORGIARINI; GOLDENFUM, 2009). Dessa forma, Mendonça et al. (2017) afirma que a cobrança é um instrumento econômico de gestão hídrica tendo como base as externalidades.

Mesmo com o respaldo da Lei nº 9.433/1997, e das políticas estaduais de recursos hídricos, a cobrança vem sendo implantada nas bacias hidrográficas brasileiras de uma forma muito lenta. Segundo Souza, Ribeiro e Vieira (2010), há uma predominância no Brasil de estudos e experiências relacionadas à cobrança com ênfase a aplicação de modelos arrecadatórios.

Na atualidade, a cobrança é aplicada em águas de domínio da União, nas bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul, dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, do rio São Francisco e do rio Doce. Em águas de domínio estadual, a cobrança já se aplica no Estado do Ceará, que foi o pioneiro no Brasil, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

O Estado do Ceará foi um dos pioneiros na promulgação de uma lei específica referente aos recursos hídricos. Em 24 de julho de 1992, foi sancionada a Lei nº 11.996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Esta lei foi substituída pela Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010 (RODRIGUES et al., 2017).

Conforme Rodrigues, Aquino e Thomaz (2017), a cobrança no Ceará teve início no ano de 1996, por meio do Decreto nº 24.264, de 12 de novembro de 1996. Segundo Campos, Campos e Mota (2009), esse decreto atribui à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) a competência para praticar a cobrança, onde os recursos arrecadados por ela são suficientes para a administração da companhia e para o funcionamento dos comitês de bacia do Estado.

É importante destacar que inicialmente o instrumento da cobrança pela água bruta foi aplicada apenas para os setores da indústria e as concessionárias de serviço de água potável, apresentando como base de cálculo o volume, em metros cúbico, efetivamente consumido. Segundo Hartmann (2010), a cobrança só passa a ser aplicada para todas as categorias de uso a partir de 2004.

Segundo Carrera-Fernandez e Garrido (2000), a metodologia aplicada no Estado foi produzida por intermédio de negociação entre os interessados, de forma ad hoc, sem fundamentação econômica. É importante destacar que até a data presente a cobrança no Estado do Ceará não sofreu nenhuma alteração significativa em sua metodologia para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água.

O objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água, que considere coeficientes ponderativos que diferencie esse valor conforme a natureza do corpo hídrico (superficial ou subterrâneo) e a relação entre o volume consumido e o volume outorgado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A bacia hidrográfica do rio Jaguaribe é composta pelas sub-bacias: Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Salgado e Banabuiú. Assim, a área de estudo neste artigo será a sub-bacia hidrográfica do rio Salgado. A sub-bacia do rio Salgado posiciona-se na porção meridional do Estado, tendo como limite a oeste a sub-bacia do Alto Jaguaribe, ao sul o Estado Pernambuco, ao leste com o Estado da Paraíba e a nordeste com a sub-bacia do Médio Jaguaribe.

A sub-bacia apresenta uma área de drenagem de 12.623,89 km<sup>2</sup>, abrangendo grande parcela da região Sul do Estado, correspondendo a aproximadamente 9,0% do território estadual. O principal rio da bacia é o Salgado,

cujo trajeto dá-se no sentido sul-norte, até encontrar com o rio Jaguaribe, nas proximidades da cidade de Icó, logo à jusante da barragem do açude Orós. O rio Salgado se forma da confluência do riacho dos Porcos e rio das Batateiras, sendo o principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe (CEARÁ, 2009).

A sub-bacia do Salgado tem uma população de aproximadamente 914.00 habitantes, com um total de 23 municípios. A média pluviométrica em toda sub-bacia gira em torno de 967,6 mm, entretanto apresenta uma baixa capacidade de acumulação em termos de escoamento superficial no Estado do Ceará, possuindo um total de 1.695 reservatórios. Os açudes Atalho, em Brejo Santo, e Lima Campos, em Icó, se destacam, pois juntos possuem uma capacidade de acumulação que representa aproximadamente 39% de toda a sub-bacia. O clima é do tipo Semiárido Quente, condicionando temperaturas médias anuais variando entre 24 °C e 26 °C. Os terrenos que se afloram na superfície desta bacia dividem-se em cristalino e sedimentar (CEARÁ, 2009).

A cobrança pelo uso das águas no Estado do Ceará já é aplicada desde o ano de 1996 e o órgão responsável pelo cálculo dessa cobrança é a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), sendo esta companhia responsável pelo gerenciamento da oferta das águas estaduais, tanto superficial como subterrânea.

O modelo atual para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água apresenta a forma binomial envolvendo um componente referente ao consumo (tarifa de consumo) e outro equivalente à demanda outorgada (tarifa de outorga), como mostrado na equação

$$C = T_{out}V_{out} + T_{ef}V_{ef} \quad (1)$$

em que  $C$  é o valor a ser pago pelo usuário, em R\$;  $T_{out}$  é a tarifa padrão da outorga de longo prazo, em R\$/m<sup>3</sup>;  $V_{out}$  é o volume outorgado pelo usuário, em m<sup>3</sup>;  $T_{ef}$  é a tarifa padrão sobre o volume efetivamente consumido, em R\$/m<sup>3</sup>; e,  $V_{ef}$  é o volume efetivamente consumido pelo usuário, em m<sup>3</sup>.

Para Hartmann (2010), devido à escassez, essa estrutura apresentada na equação (1) tem efeitos positivos, tanto para incentivar os usuários a reduzirem seu consumo, como também adequarem suas outorgas solicitadas à verdadeira necessidade, deixando assim de acumular sem necessidade, direitos de usos escassos.

Devido à necessidade de estruturação do órgão de gerenciamento, da universalização da outorga, assim como um maior entendimento e aceitação por parte dos usuários, a cobrança no Estado é implementada em uma forma monomial, onde se considera apenas a tarifa baseada no consumo. Isto é,

$$C = T_{ef}V_{ef} \quad (2)$$

Pode-se afirmar que a não consideração do volume outorgado pelo usuário no cálculo da cobrança a ser paga pelo uso da água bruta tem contribuído para a não racionalização do uso desse recurso no Estado do Ceará. Diferentemente do que ocorre na maioria das metodologias de cobrança pelo uso da água, no Ceará a base de cálculo usa apenas o consumo efetivo não fazendo distinção entre captação e consumo. Neste caso, se considera que o volume de retorno é igual à zero, ou seja, a vazão de retirada (captada) é igual à vazão de consumo.

Conforme a legislação vigente, o volume mensal de água bruta consumida pelos usuários, para efeito de cobrança, tanto para captação de água superficial quanto subterrânea, será calculado através dos seguintes métodos: utilização de hidrômetro volumétrico; medições frequentes de vazões; e mediante estimativas indiretas (CEARÁ, 2017).

Os usos de recursos hídricos considerados na cobrança no Estado do Ceará são: o abastecimento público, a indústria, a irrigação, a piscicultura, a carcinicultura, água mineral e potável de mesa e demais usos. Vale salientar que todo usuário que pague pelo uso da água do Estado deve estar regularmente outorgado pela Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos (SRH).

As tarifas usadas para o cálculo da cobrança pelo uso da água bruta em vigência atualmente no Ceará são definidas pelo Decreto nº 32.160, de 24 de fevereiro de 2017. Pode ser observado que a tarifa de consumo para a cobrança no Ceará varia de acordo como os seguintes critérios: tipo de uso; localização que se encontra o usuário, no caso do abastecimento público; quem realiza a captação, se o próprio usuário ou a COGERH; e conforme o volume consumido pelo usuário, no caso da irrigação.

Na definição da tarifa de cobrança pelo uso da água bruta no Estado do Ceará, os seguintes critérios deverão ser considerados: a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo d'água onde se localiza o uso; a disponibilidade hídrica local; o grau de regularização assegurado por obras hídricas; a vazão captada e seu regime de variação; o consumo efetivo; e, a finalidade a que se destina o uso da água (CEARÁ, 2010).

É possível afirmar que, conforme a legislação, a cobrança nas bacias cearense não seria uniforme. Ou seja, na prática, são considerados outros critérios para a diferenciação das tarifas de consumo. Logo, pode-se afirmar que o modelo atual está em desacordo com a legislação vigente de recursos hídricos no Estado. Dessa forma, será proposto neste trabalho um modelo de cobrança pelo uso da água, cuja base de cálculo é o consumo efetivo, tendo uma única parcela, referente ao volume efetivamente consumido pelo usuário.

O modelo proposto adota em sua metodologia coeficientes ponderadores de modo a diferenciar a cobrança pelo uso da água no abastecimento conforme o regime de captação do usuário e a natureza do corpo d'água (superficial ou subterrânea) em que se faz a retirada. Isto é,

$$C = PU V_{ef} K_{cap} K_{nat} \quad (3)$$

onde:  $C$  é o valor anual a ser pago pelo usuário, em R\$;  $PU$  é preço unitário da água para o abastecimento público, em R\$/m<sup>3</sup>;  $V_{ef}$  é o volume efetivamente consumido durante o ano, em m<sup>3</sup>/ano;  $K_{cap}$  é o coeficiente ponderador de captação e seu regime de variação; e,  $K_{nat}$  é o coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água em que se faz a captação.

A base de cálculo deste modelo é o volume consumido durante o ano e os coeficientes definidos no modelo, equação (3), tem a intenção de refletir características de ordem quali-quantitativa. Em seguida serão descritos de forma sucinta os coeficientes ponderadores propostos no modelo.

O coeficiente ponderador de volume captado e seu regime de variação, indicado por  $K_{cap}$ , leva em consideração a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, estabelecendo uma relação entre o volume outorgado e o volume captado. Define-se reserva de água como sendo a diferença entre o volume captado e o volume outorgado, por parte de um usuário em uma bacia hidrográfica.

Na situação em que um usuário de uma bacia hidrográfica apresenta um volume consumido bem inferior ao seu volume outorgado, acarretará uma grande reserva de água por parte desse usuário, podendo então comprometer a eficiência do sistema de gerenciamento das águas na bacia. Outra situação que pode comprometer o gerenciamento de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é aquela em que um usuário consome um volume superior ao volume outorgado.

Um usuário de uma bacia que apresente uma das duas situações pode impactar diretamente na emissão de outorgas de novos usuários ou ampliação do sistema de usuários existentes, podendo ainda comprometer o fornecimento de água para os demais usuários dessa bacia. Assim, um usuário que apresente uma grande reserva de água ou que consume um volume superior ao volume outorgado, deve pagar mais pelo uso da água. Este coeficiente terá o papel de diferenciar a cobrança conforme a relação entre o volume consumido e volume outorgado de cada usuário.

Dessa forma, define-se razão de consumo, indicada por  $RC$ , como a razão entre o volume efetivamente consumido durante o ano,  $V_{ef}$ , pelo volume anual outorgado,  $V_{out}$ , pelo usuário. Isto é:

$$RC = \frac{V_{ef}}{V_{out}} \quad (4)$$

De modo a desestimular grandes reservas ( $V_{ef} < 0,7 V_{out}$ ) e consumo superior à outorga ( $V_{ef} > V_{out}$ ), será proposto neste trabalho um coeficiente  $K_{nat}$  diferenciado, de modo a elevar a cobrança da água nesses casos. Desta forma, um usuário que se apresenta com um consumo considerado aceitável estará na faixa de  $RC$

$$0,7 \leq RC \leq 1,0 \quad (5)$$

Assim, serão propostos os seguintes modelos para o cálculo deste coeficiente,

$$K_{cap} = \begin{cases} 2 \exp(-0,9902 \cdot RC) & RC < 0,7 \\ 1,0 & 0,7 \leq RC \leq 1,0 \\ 2 - \frac{1}{RC} & RC > 1,0 \end{cases} \quad (6)$$

Um usuário que esteja fora da faixa definida em (5) pode reduzir o valor a ser pago pelo consumo de água, por meio de uma redefinição do seu volume outorgado de acordo com o seu consumo real. A adoção deste coeficiente é bastante viável, podendo ser usado como uma ferramenta bastante útil no gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Porém, para este critério seja usado de modo eficiente é necessário que a fiscalização dos recursos hídricos do Estado seja atuante e eficiente.

O coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água, indicado por  $K_{nat}$ , relaciona-se com a natureza do corpo d'água captado para consumo, possuindo as categorias captações superficiais e subterrâneas. No gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, pode-se usar esse critério com o intuito de coibir ou incentivar a retirada de água em certos mananciais dessa bacia, superficiais ou subterrâneos, conforme estejam ou não comprometidos ou sob interesse estratégico de gestão.

Este coeficiente visa diferenciar a cobrança de acordo com o corpo d'água em que é realizada a retirada de água para o consumo. Neste trabalho será considerado o termo captação para a retirada de água em corpos hídricos superficiais e o termo extração para a retirada de água de um aquífero subterrâneo.

Assim o coeficiente  $K_{nat}$ , para as categorias de captação e extração, será definido, respectivamente, a partir da razão entre as captações de água superficial e pela demanda total e da razão das extrações de água subterrânea pela demanda total. Então, define-se o índice de captação em corpos superficiais, indicado  $In_{cap}$ , da seguinte forma:

$$In_{cap} = \frac{V_{cap}}{V_{total}} \quad (7)$$

enquanto, o índice de extração em aquíferos subterrâneos, indicado por  $In_{ext}$ , será definido por:

$$In_{ext} = \frac{V_{ext}}{V_{total}} \quad (8)$$

onde:  $V_{sup}$  é o volume anual total consumido na bacia proveniente de captações em corpos hídricos superficiais, em  $m^3$ ;  $V_{sub}$  é o volume anual total consumido na bacia, proveniente de extrações em corpos hídricos subterrâneos, em  $m^3$ ; e,  $V_{total}$  é o volume total consumido na bacia (a soma entre os volumes captado,  $V_{cap}$ , e extraído,  $V_{ext}$ , em  $m^3$ ).

Logo, os índices calculados em (7) e (8), indicam os percentuais de usos dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia hidrográfica, respectivamente. Assim, se uma das naturezas, superficial ou subterrânea, estiver sendo excessivamente explorado na bacia, então o preço pelo uso água desses mananciais deve ter um valor elevado, de modo a incentivar o consumo equilibrado para não comprometer as gerações futuras. Em caso contrário, o preço da água deve ter um valor inferior.

Desta forma, o coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água é definido por:

$$K_{nat} = \begin{cases} 0,5 + In_{cap} & \text{corpos superficiais} \\ 0,5 + In_{ext} & \text{corpos subterrâneos} \end{cases} \quad (9)$$

No caso em que na bacia só haja captações em corpos hídricos superficiais, ou seja  $V_{sub} = 0$ , então  $K_{nat}$  é igual a unidade. De forma análogo, no caso em que só haja extrações em corpos subterrâneos, ou seja  $V_{sup} = 0$ , então  $K_{nat}$  é igual a unidade.

A aplicação desse coeficiente na metodologia proposta para o Estado do Ceará será de vital importância para o uso racional da água e a proteção de corpos hídricos, além do fato de ser de fácil aplicação. Este coeficiente pode ser usado ainda como um critério para preservação de corpos d'água de boa qualidade para o abastecimento humano.

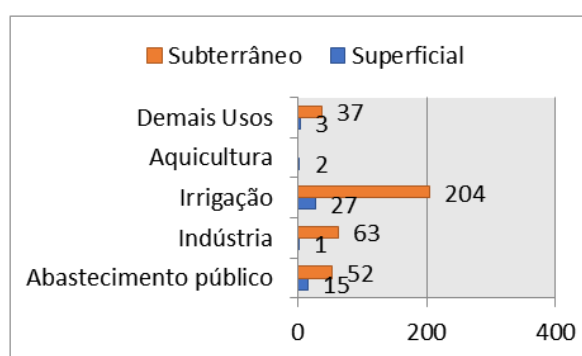
Na sub-bacia do Salgado, verifica-se que a retirada de água em aquíferos subterrâneos está sendo preferencialmente utilizado. Dessa forma, o preço da água extraída de aquífero deve ter maior valor do que o preço da água captada em um corpo superficial. Assim, esse preço diferenciado para as extrações em aquíferos

se justifica da necessidade de evitar o comprometimento das águas subterrâneas, incentivando assim as retiradas em águas superficiais.

Vale ressaltar que o sistema de informação sobre recursos hídricos no Estado do Ceará tem um papel importante na aplicação eficiente deste coeficiente ponderador, uma vez que os dados obtidos são referentes as captações e extrações na bacia hidrográfica durante o ano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos desta pesquisa são referentes às planilhas de outorga de direito de uso da água e de faturamento com a cobrança pelo uso da água bruta na sub-bacia do Salgado fornecidos pela COGERH. Foram usados, nesta pesquisa, os dados das outorgas emitidas no ano de 2013 e do faturamento com a cobrança no referido ano. Foram usados, nesta pesquisa, os dados das outorgas emitidas até abril de 2013. Por meio da Figura 1, podem-se ver as quantidades de outorgas emitidas na sub-bacia do rio Salgado por categoria de uso.



**Figura 1: Quantidade de outorgas emitidas por categoria de uso na sub-bacia do Salgado até abril de 2013**

Ao todo são 404 usuários outorgados, sendo que a maior parte referente à corpos subterrâneos (356 outorgas). Conforme apresentada nesta figura, o abastecimento público possui ao todo 67 usuários outorgados (aproximadamente 16,6%), sendo 15 referente à corpos superficiais e 52 referentes à corpo subterrâneo.

Em relação à cobrança os dados são referentes ao período de 12 meses (1 ano), que vai de maio/2012 à abril/2013. Na Tabela 1, são apresentadas as quantidades de usuários faturados em cada setor e o faturamento com a cobrança pelo uso da água de cada setor no período de maio/2012 a abril/2013.

**Tabela 1: Quantidades de usuários faturados e o faturamento total por categoria de uso na sub-bacia do Salgado no período de maio/2012 a abril/2013**

<b>Categoria de uso</b>	<b>Número de usuários</b>	<b>Cobrança (R\$/ano)</b>
Indústria	63	262.387,33
Abastecimento	23	1.529.146,57
Irrigação	11	16.599,84
Aquicultura	4	5.972,39
Demais usos	23	62.049,56
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>1.876.155,69</b>

De acordo com a Tabela 1, é possível observar que o setor do abastecimento público é o setor com o maior potencial de arrecadação, tendo um faturamento de aproximadamente R\$ 1,53 milhão, com 23 usuários cadastrados.

Em seguida na Tabela 2, são apresentados os volumes totais consumidos e outorgados, em m<sup>3</sup>, durante o período consultado. Conforme os dados desta tabela pode-se verificar que o abastecimento público é o setor que mais consome água, consumindo um volume total anual superior ao volume total outorgado. Essa situação pode comprometer o gerenciamento das águas na sub-bacia e medidas devem ser tomadas de modo a reverter essa situação.

**Tabela 2: Volumes totais consumidos e outorgados por categoria de uso na sub-bacia do Salgado**

<b>Categoria de uso</b>	<b>Vol<sub>cons</sub> (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Vol<sub>out</sub> (m<sup>3</sup>/ano)</b>
Indústria	607.997,13	1.571.484,60
Abastecimento	46.663.001,28	25.278.103,95
Irrigação	8.895.447,82	18.435.745,29
Aquicultura	166.920,00	190.404,00
Demais usos	599.497,04	1.838.588,22
<b>Total</b>	<b>56.932.863,27</b>	<b>47.314.326,06</b>

Na pesquisa foram identificados usuários que possuem outorgas, mas não estão faturados. Por outro lado, existem usuários faturados que não possuem outorgas emitidas pela SRH. Essa situação é a mais grave, pois conforme a legislação estadual todo usuário cobrado pelo consumo de água deve estar regularmente outorgado. Dos 23 usuários do abastecimento público que estão faturados, apenas 10 possuem outorgas emitidas. Essa desconformidade com a lei pode ser considerada como uma ineficiência dos instrumentos de cobrança e outorga da PERH.

Assim, para aplicação desse modelo, serão considerados apenas os usuários do abastecimento público que estão faturados e que possuem outorgas emitidas pela SRH, que ao todo são 10 usuários. Na Tabela 3, são descritos os consumos anuais, Vol<sub>cons</sub>, os volumes outorgados anuais, Vol<sub>out</sub>, e o faturamento anual com a cobrança pelo uso da água bruta, Cob, desses usuários.

**Tabela 3: Faturamento com a cobrança e os volumes outorgados e consumidos dos usuários selecionados**

	<b>Vol<sub>out</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol<sub>con</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cob (R\$)</b>
AP-1	2.212.940,25	3.079.421,86	100.912,65
AP-2	10.382.224,25	795.308,16	26.062,26
AP-3	155.435,25	103.335,88	3.386,33
AP-4	1.844.046,63	19.106.451,44	626.118,41
AP-5	2.571.104,54	1.352.048,41	44.306,62
AP-6	209.035,50	127.215,12	4.168,84
AP-7	1.523.583,00	1.243.252,23	40.741,39
AP-8	198.205,95	1.074.118,70	35.198,86
AP-9	569.838,00	11.100.896,54	363.776,38
AP-10	3.507.902,95	1.392.231,90	45.623,42
<b>Total</b>	<b>23.174.316,32</b>	<b>39.374.280,24</b>	<b>1.290.295,16</b>

Conforme os dados apresentados na Tabela 3, os usuários selecionados neste trabalho têm uma arrecadação anual máxima de R\$ 1.290.295,16 (Um milhão, duzentos e noventa mil, duzentos e noventa e cinco reais e dezesseis centavos). Vale salientar que a cobrança atual é mensal, então, os valores de consumo e faturamento da Tabela 1 foram obtidos através do somatório dos 12 meses do ano de 2013. Em termos de privacidade optou-se por usar a notação AP seguida de um numeral para indicar os usuários do abastecimento selecionados.

Vale salientar que o período de dados utilizados para a cobrança (de maio/2012 à abril/2013), estava em vigência o Decreto nº 30.629, de 19 de agosto de 2011. O valor da cobrança foi obtido pela equação (2). Assim, neste período a tarifa de consumo para o setor em estudo era  $T_{ef} = 0,03277 \text{ R\$/m}^3$ . Em seguida serão determinados os coeficientes ponderadores.

Usando as informações do volume outorgado e do volume consumido por cada usuário durante um ano (ver Tabela 3), pode-se determinar a razão de consumo, equação (4). Em seguida, pode-se usar a equação (6) para determinar o coeficiente ponderador de volume captado e seu regime de variação,  $K_{cap}$ , ilustrados na Tabela 4 o valor deste coeficiente para cada usuário.

**Tabela 4: Determinação do coeficiente  $K_{cap}$  dos usuários selecionados**

	<b>RC</b>	<b><math>K_{cap}</math></b>
AP-1	1,39	1,28
AP-2	0,08	1,85
AP-3	0,66	1,04
AP-4	10,36	1,90
AP-5	0,53	1,19
AP-6	0,61	1,09
AP-7	0,82	1,00
AP-8	5,42	1,82
AP-9	19,48	1,95
AP-10	0,40	1,35

Assim, usando as informações da Tabela 2 é possível determinar os coeficientes de natureza dos corpos d'água,  $K_{nat}$ , para os usuários do abastecimento selecionados, descritos na Tabela 3. Dos 56.932.863,27 metros cúbicos consumidos durante o ano na sub-bacia do Salgado (ver Tabela 2), cerca de 49.211.013,75 metros cúbicos estão regularmente outorgados. Sendo que 9.089.768,88 provém de corpos superficiais e 40.121.244,87 provém de corpos subterrâneos. Assim, tem-se  $V_{cap} = 9.089.768,88 \text{ m}^3$  e  $V_{ext} = 40.121.244,87 \text{ m}^3$ .

Em seguida pode-se determinar os coeficientes de natureza dos corpos d'água para captação em corpos superficiais, dado por  $K_{nat} = 0,68$ , e para extração em corpos subterrâneos, dado por  $K_{ext} = 1,32$ . O coeficiente  $K_{nat}$  é maior para as extrações em corpos subterrâneos na tentativa de coibir a exploração em excesso desses mananciais subterrâneos na sub-bacia. Na Tabela 5 são determinados os coeficientes de natureza dos corpos d'água,  $K_{nat}$ , para os usuários do abastecimento selecionados.

**Tabela 5: Determinação do coeficiente  $K_{nat}$  dos usuários selecionados**

	<b>Natureza</b>	<b><math>K_{nat}</math></b>
AP-1	Subterrâneo	1,32
AP-2	Superficial	0,68
AP-3	Superficial	0,68
AP-4	Subterrâneo	1,32
AP-5	Superficial	0,68
AP-6	Subterrâneo	1,32
AP-7	Superficial	0,68
AP-8	Subterrâneo	1,32
AP-9	Subterrâneo	1,32
AP-10	Superficial	0,68

Para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água bruta, equação (3), de cada usuário do abastecimento público selecionado, usam-se os volumes consumido, informados na Tabela 3, e os coeficientes ponderadores, dados pelas Tabelas 4 e 5.

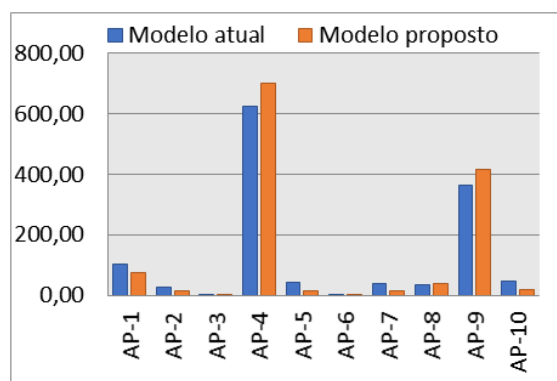
O próximo passo consiste na determinação do preço unitário da água, PU, para a sub-bacia do Salgado. Viana (2011), obteve um preço ótimo para o setor de abastecimento público nesta bacia de R\$ 0,0148/m<sup>3</sup>. Desta forma, define-se o preço unitário da água para este modelo proposto como  $PU = 0,0148 \text{ R\$/m}^3$ .

Assim, na Tabela 4 são apresentados os consumos e as arrecadações máximas de cada usuário por meio do modelo proposto. De acordo com os dados desta tabela, se fosse aplicado este modelo proposto, a arrecadação máxima total dos usuários selecionados seria igual a R\$ 1.297.432,65 (Um milhão, duzentos e noventa e sete mil, quatrocentos e trinta e dois reais e sessenta e cinco centavos).

**Tabela 6: Faturamento com a cobrança pelo uso da água bruta por meio da aplicação do modelo proposto**

	<b>Vol<sub>con</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cob (R\$)</b>
AP-1	3.079.421,86	75.919,18
AP-2	795.308,16	15.275,06
AP-3	103.335,88	1.108,52
AP-4	19.106.451,44	699.736,79
AP-5	1.352.048,41	16.643,35
AP-6	127.215,12	2.679,54
AP-7	1.243.252,23	12.880,09
AP-8	1.074.118,70	37.518,61
AP-9	11.100.896,54	416.198,82
AP-10	1.392.231,90	19.472,68
<b>Total</b>	<b>39.374.280,24</b>	<b>1.297.432,65</b>

Analisando os dados das Tabelas 3, modelo atual, e 6, modelo proposto neste trabalho, é possível observar que alguns usuários têm a sua cobrança elevada e outros têm uma redução do valor a ser pago. Esse fato pode ser ilustrado por meio da Figura 2 que faz uma comparação entre as cobranças anuais (em mil reais) obtidas pela equação (2), modelo atual, e pela equação (3), modelo proposto neste trabalho.



**Figura 2: Comparativo entre os modelos atual e proposto para a cobrança pelo uso da água**

Na Figura 2 é ilustrado o fato de que alguns usuários, ao todo três, como por exemplo, o usuário identificado por AP-4, têm suas cobranças oneradas pela aplicação do modelo proposto neste trabalho. Esse usuário tem a sua cobrança elevada de R\$ 626.118,41 (Seiscentos e vinte e seis mil, cento e dezoito reais e quarenta e um centavos) para R\$ 699.736,79 (Seiscentos e noventa e nove mil, setecentos e trinta e seis reais e setenta e nove centavos), um aumento percentual de aproximadamente 11,8%.

Por outro lado, o usuário identificado por AP-7, assim como outros seis, tem sua cobrança reduzida de R\$ 40.741,39 (Quarenta mil, setecentos e quarenta e um reais e trinta e nove centavos) para R\$ 12.880,09 (Doze mil, oitocentos e oitenta reais e nove centavos), uma redução de aproximadamente 68,4%.

Por fim, pode-se afirmar que a aplicação deste modelo para os 10 usuários selecionados teria um potencial de arrecadação máximo igual a aproximadamente 1,297 milhão de reais. Em relação ao modelo adotado atualmente, cuja arrecadação máxima é de aproximadamente 1,290 milhão de reais, houve um aumento percentual da ordem de 0,55%.

Desta forma, pode-se considerar que não há alteração significativa na capacidade de arrecadação total por parte dos usuários selecionados. Observa-se, entretanto, que dos 10 usuários, 7 tem o seu valor pago reduzido, enquanto os demais apresentam um aumento do valor a ser pago.

## CONCLUSÕES

O modelo proposto neste trabalho diferencia a cobrança em uma bacia, conforme o volume de captação e seu regime de variação e a natureza do corpo hídrico em que se faz a retirada. Essas características de diferenciação para o preço da água podem ser consideradas como ferramentas úteis no auxílio a gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

Este modelo se mostra bastante simples e prático, sendo de fácil aplicação e implementação. Outra grande vantagem do modelo se deve ao fato de o mesmo leva em consideração, de forma indireta, o volume outorgado para o cálculo do valor a ser pago.

A adoção dos coeficientes ponderadores pode ser usada como critério de proteção dos corpos hídricos contra a excessiva exploração e também como um critério que induza um usuário a ter um consumo dentro dos padrões de sua outorga.

Encerrando esta proposta, são feitas as seguintes sugestões para estudos futuros:

1. Aplicação deste modelo para as demais categorias de uso de uma bacia;
2. Obtenção de um preço unitário para a água para todos os usos nas bacias cearenses;
3. Adoção de critérios que diferenciem o preço da água nas bacias do Estado do Ceará, conforme previsto nas legislações estadual e federal;
4. Implantação da cobrança pelo lançamento de efluentes nas bacias cearenses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R.; MOTA, F. A. O custo da garantia da água bruta: O caso dos rios intermitentes do Ceará. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 6, n. 1, p. 55-66, 2009.
2. CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. S. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: Uma análise dos estudos no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 31, n. Especial, p. 604-628, 2000.
3. CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno regional da sub-bacia do Salgado – Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador), Fortaleza – CE: INESP, 2009.
4. CEARÁ. Decreto nº 32.160, de 24 de fevereiro de 2017. Fortaleza – CE, 2017.
5. CEARÁ. Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Fortaleza – CE, 2010.
6. HARTMANN, P. A cobrança pelo uso da água como um instrumento econômico na política ambiental: Estudo comparativo e avaliação econômica dos modelos de cobrança pelo uso da água bruta propostos e implementados no Brasil. 532 p. Porto Alegre – RS: AEBA, 2010.
7. MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; VERGARA, F. E.; RODRIGUES, W. Cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Formoso – TO: Estudo de viabilidade financeira. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 12, n. 1, p. 53-61, 2015.
8. MENDONÇA, C. P. de; ALMEIDA, L. F. R. de; BROCH, S. A. O.; SOBRINHO, T. A. Cobrança pelo uso da água: A visão do setor industrial. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 14, e4, 2017.
9. NUNES JÚNIOR, T. T.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Perspectivas de efetivação da cobrança pelo uso da água no Brasil com base no caso da porção mineira da bacia do Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*, v. 14, n. 3, p. 17-28, 2009.
10. PLOEG, C. G. V.; SOMMERFELD, L. Charging for water use in Canada. Canada West Foundation, 2011.
11. RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. de; THOMAZ, A. C. F. Seleção de variáveis em análise por envoltória de dados na análise da eficiência do instrumento da cobrança pela água bruta no setor do abastecimento público nas bacias cearenses por meio da ferramenta computacional SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão). *Revista DAE, Edição Especial*, v. 65, n. 208, p. 5-20, 2017.
12. RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. de; THOMAZ, A. C. F.; PEREIRA, R. F. Multicriteria method in data envelopment analysis: An application to measure the performance of the instrument of charging for water in the State of Ceará basins. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*, v. 22, e8, 2017.

13. SILVEIRA, G; L. da; FORGIARINI, F. R.; GOLDENFUM, J. A. Taxa não é cobrança: Uma proposta para a efetiva aplicação do instrumento de gestão dos recursos hídricos para a drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v. 14, n. 4, p. 71-80, 2009.
14. SOUZA, J. A. de; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. de C. L. Gestão das águas subterrâneas no Estado da Paraíba: Proposta de Modelos de Cobrança. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), Vol. 15, nº 4, pp. 121-132, Porto Alegre – RS, 2010.
15. VIANA, L. F. G. Proposta de modelo de cobrança de água bruta no Estado do Ceará: Uma revisão do modelo atual. 2011. 85 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2011.