



PRPG | Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

INTEGRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS OUTORGA E COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro¹, Márcia Maria Rios Ribeiro²

RESUMO

O uso de água subterrânea tem se tornado cada vez mais frequente, principalmente, nos grandes centros urbanos litorâneos onde a disponibilidade deste recurso se torna mais acessível. Desta forma, os órgãos gestores de recursos hídricos têm se preocupado no sentido de implementar mecanismos de controle que possam impor o uso racional desse recurso. Este trabalho estabelece critérios e simulações para os instrumentos de outorga e cobrança pelo uso da água na parte da Bacia Sedimentar costeira da Região do Baixo Curso do Rio Paraíba, na Paraíba. São apresentados como critérios para a outorga, a prioridade de uso das águas superficiais e qualidade da água e o critério selecionado para a simulação foi o de prioridade de uso das águas superficiais. Com relação à cobrança pelo uso da água, os critérios escolhidos foram relacionados a classe de enquadramento, a sazonalidade, a disponibilidade hídrica e ao tipo de usuário. Nas simulações desenvolvidas com o instrumento de cobrança foram utilizados os coeficientes de sazonalidade e de disponibilidade hídrica. O valor unitário de referência foi extraído da Deliberação nº 01/08 do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (CBH-PB). São apresentadas, também, simulações de preços de demanda para o abastecimento humano na cidade de João Pessoa, aplicado em dois usos alternativos usualmente utilizados em períodos de escassez hídrica: água transportada em carro-pipa e a utilização da água mineral. Os resultados mostram a elasticidade-preço da demanda nessas alternativas.

Palavras-chave: gestão de recursos hídricos, estabelecimento de critérios, simulações.

INTEGRATION OF INSTRUMENTS GRANTED BY THE COLLECTION AND USE OF WATER FOR THE MANAGEMENT OF GROUNDWATER

ABSTRACT

The use of groundwater has become increasingly common, especially in coastal urban centers where the availability of this resource becomes more accessible. Thus, water resources management entities are concerned about mechanisms of implement control that can enforce the rational use of this feature. This assignment establishes criteria and simulations for water rights concession as well charges in the Sedimentary Basin of the coastal region of the Lower Course of Paraíba river basin, in Paraíba. In this research, criteria for water right concession are presented as the priority of use of surface water and water quality. Regarding the charging for the use of water, the criteria chosen were related to the class of environment, to seasonality, availability and type water users. For the simulations developed with a charging instrument a series of coefficients of seasonality and water availability collecting was used. The unit value of reference used was considered by deliberation N° 01/08 of the Paraíba Water Basin Committee (CBH-PB). Simulation of price of the demands for the human supply of João Pessoa city are also presented and applied in two alternative use in water scarcity: periods water transported by car-kite; and use of mineral water. The results show the price-elasticity of the requirement in these alternatives.

Keywords: water resources management, water rights, water charges

INTRODUÇÃO

A utilização das águas subterrâneas tem crescido de forma significativa nos últimos tempos, inclusive no Brasil. Há um acréscimo contínuo do número de empresas privadas e órgãos públicos com atuação na pesquisa e captação de recursos hídricos subterrâneos. Mais que uma reserva de água, as águas

¹ Aluna do Curso de Eng. Civil, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: dricadefreitas@yahoo.com.br

² Engenheira Civil, Prof. (a) Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: mm-ribeiro@uol.com.br

subterrâneas devem ser consideradas como um meio de acelerar o desenvolvimento econômico e social de regiões extremamente carentes, e de todo o Brasil.

A exploração da água subterrânea está condicionada a três fatores: quantidade (condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento de terrenos); qualidade (composição de rochas, condições climáticas e renovação das águas); econômico (depende da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) apresenta instrumentos de gestão que não diferenciam o tratamento de águas superficiais e subterrâneas, permitindo, portanto, a sua gestão integrada. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece formalmente a integração desejada entre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e a PNRH, a fim de garantir as funções social, econômica e ambiental das águas subterrâneas. Trata-se, portanto, de mecanismo regulatório específico de apoio à gestão de águas subterrâneas. A seguir são apresentados os principais elementos legais disciplinadores dessa temática em nível federal (Tabela 1).

LEIS E RESOLUÇÕES	ESPECIFICAÇÃO
Lei 9.433/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Resolução CNRH 15/01	Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.
Resolução CNRH 22/02	Estabelece diretrizes para inserção das águas subterrâneas no instrumento Planos de Recursos Hídricos.
Resolução CNRH nº 92/08	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para atingir os objetivos da PNRH, a Lei Federal nº 9433/97 criou cinco instrumentos de gestão: plano de recursos hídricos; outorga de direitos de uso; enquadramento dos corpos d'água em classes de uso; cobrança pelo uso da água e sistema de informações sobre recursos hídricos. A seguir serão apresentados os dois instrumentos que são objetos de estudo deste trabalho.

Outorga de direitos de uso de recursos hídricos

A outorga consiste em um ato administrativo, de autorização, mediante o qual o poder público outorgante faculta ao outorgado previamente ou mediante o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, consideradas as legislações vigentes (CNRH, 2001).

Busca assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, e incide sobre os usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo d'água.

A outorga deve ser vista como um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia. Essa alocação (distribuição) de água deve buscar os seguintes objetivos mínimos: atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água e possibilidade de que as demandas futuras também possam ser atendidas. A alocação mencionada refere-se aos aspectos quantitativos, qualitativos e de distribuição temporal e espacial da água.

O equacionamento desse tema requer entendimento e aplicação de questões técnicas (hidrologia, hidráulica, ecologia, qualidade de água, etc.), questões legais (competências, direitos e responsabilidades dos usuários, etc.) e políticas (mobilização social, acordos entre setores e governos para o desenvolvimento integrado e sustentável da bacia, articulação institucional, etc.).

Aspectos legais e institucionais da outorga

A Lei nº. 9.433/97, em seus fundamentos (art. 1º), determina que a água é um recurso natural, limitado, dotado de valor econômico, cujo domínio é público. A determinação das águas como sendo de domínio apenas público gerou a necessidade da utilização de uma forma de autorização do Estado para uso desses recursos hídricos por terceiros. Essa forma de autorização é apresentada na Lei Federal por meio do

instrumento de outorga de direito de uso de recursos hídricos (ANA, 2007). Segundo a citada lei, estão sujeitos à outorga pelo poder público os seguintes usos de recursos hídricos: derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, entre outros.

Competem aos comitês de bacia propor aos conselhos nacional e estaduais de recursos hídricos as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos.

Como condicionamento para a outorga, em seu artigo 13, a Lei nº. 9.433/97 afirma que toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Além de ratificar o que afirmou o artigo 13, da Lei nº. 9.433/97, a Resolução CNRH nº. 16/01 inseriu como condicionante para outorga a preservação dos usos múltiplos previstos. Além disso, afirma que o requerimento de outorga de uso de recursos hídricos, quando se tratar de derivação ou captação de água oriunda de corpo de água superficial ou subterrâneo deve contar com as informações de: identificação do requerente; localização geográfica do(s) ponto(s) característico(s) objeto do pleito de outorga, incluindo nome do corpo de água e da bacia hidrográfica principal; especificação da finalidade do uso da água, entre outros.

A outorga no âmbito Estadual

No âmbito estadual, a Política de Recursos Hídricos da Paraíba foi instituída pela Lei Estadual nº. 6.308/96 e recentemente alterada pela Lei Estadual nº. 8.446/07. Ressalta-se que a política paraibana de recursos hídricos é anterior à Política Nacional de Recursos Hídricos, contudo, de acordo com Vieira & Ribeiro (2007), de maneira geral, os princípios e diretrizes da PERH, conforme estabelecidos pela Lei nº. 6.308/96 estão de acordo com os fundamentos e as diretrizes gerais de ação determinados pela Lei nº. 9.433/97 para a Política Nacional de Recursos Hídricos. No entanto, uma diferença básica pode ser apontada: enquanto, no âmbito federal, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa, na lei paraibana a gestão deve ser participativa e integrada, sendo essa integração relativa aos aspectos de quantidade e qualidade dos recursos hídricos e às diferentes fases do ciclo hidrológico.

Outra diferença observada reside no fato de que os instrumentos da PERH são definidos como instrumentos de execução (Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos e Programas Intergovernamentais) e instrumentos de gerenciamento (outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o rateio dos custos das obras de uso múltiplo).

Baseando-se nas leis cearenses, o Decreto nº. 19.260/97 regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos no estado da Paraíba. Nele há o estabelecimento do critério de inexigibilidade de outorga para captações não superiores ao valor de 2.000 l/h para captação direta na fonte, superficial ou subterrânea. Assegura ainda que não se concederá outorga para lançamento na água de resíduos sólidos, radioativos, metais pesados e outros resíduos tóxicos perigosos e lançamento de poluentes nas águas subterrâneas. Como critérios de prioridades de outorga, o decreto traz a seguinte ordenação: abastecimento doméstico; abastecimento coletivo especial; outros abastecimentos coletivos de cidades, distritos, povoados e demais núcleos habitacionais, de caráter não residencial; captação direta para fins industriais, comerciais e de prestação de serviços; captação direta ou por infra-estrutura de abastecimento para fins agrícolas, compreendendo irrigação, pecuária, piscicultura, etc.; outros usos permitidos pela legislação em vigor.

Em seu art. 14, o decreto sujeita a outorga às condições de disponibilidade hídrica, observância das prioridades de uso e comprovação de que o uso de água não cause poluição ou desperdício dos recursos hídricos.

Em se tratando de água subterrânea, a disponibilidade hídrica será entendida em função das características hidrogeológicas do local ou da bacia sobre a qual incide a outorga, observando ainda a vazão nominal de teste do poço, ou a capacidade de recarga do aquífero. No entanto, o critério de capacidade de recarga do aquífero é uma informação bastante difícil de ser conhecida, visto que é necessária a modelagem detalhada dos aquífero para a sua correta determinação.

Critérios de outorga

A definição de critérios para outorga dos direitos de uso da água passa, inicialmente, pela adoção de um valor de referência, que indicará o limite superior de utilização do curso d'água. Este limite objetiva assegurar o atendimento às demandas de prioridade superior (abastecimento público e garantia de vazão mínima no rio) e ao mesmo tempo assegurar o atendimento à demanda ecológica (Pereira & Lanna, 2000).

A forma como vem sendo aplicado à outorga pelo uso da água ocorre com a fixação de um valor de referência que limita a utilização superior do recurso. Normalmente, este valor de referência tem sido fixado em função da vazão mínima média, com 7 dias consecutivos de duração e tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) ou de uma vazão de garantia, que geralmente tem-se adotado as garantias de 90% e 95%.

Assim como os estados que tomam a vazão de permanência como base para a vazão outorgável não apresentam em suas leis as justificativas que levaram à escolha dos respectivos percentis, ou mesmo das parcelas destes percentis, evidenciando ser este também um critério essencialmente prático que não considera as especificidades naturais, sociais e econômicas de cada bacia hidrográfica.

Baseando-se na Lei Federal, a Resolução nº. 16/01 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece como critérios gerais para outorga de Recursos hídricos a observância dos planos de Recursos hídricos e em especial: i) as prioridades de uso estabelecidas; ii) a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, em consonância com a legislação ambiental; iii) a preservação dos usos múltiplos previstos e; iv) a manutenção das condições adequadas ao transporte aquaviário, quando couber.

Ao estabelecerem suas legislações referentes à outorga de recursos hídricos quase todos os estados brasileiros optaram por instituir os mesmos critérios gerais de outorga dispostos na Lei nº. 9.433/97 e na Resolução CNRH nº. 16/01 acima citadas. É o caso dos estados do Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Piauí, Rio de Janeiro, Rondônia, Sergipe e Tocantins.

Em relação ao estado da Paraíba, o Decreto nº. 19.260/97, que regulamenta a outorga, traz como condicionantes para a outorga, que se pode também chamar de critérios de outorga, os seguintes: disponibilidade hídrica; prioridades de uso; comprovação de que o uso de água não cause poluição ou desperdício dos Recursos hídricos; a soma dos volumes de água outorgados numa determinada bacia não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia.

Recentemente vários trabalhos têm sido publicados sobre o tema critérios de outorga de recursos hídricos. Mendes (2007) analisou os critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e vazões de permanência. O autor identificou imprecisões associadas à $Q_{7,10}$ e às vazões de permanência em vários aspectos, bem como as inconveniências de se fixar um teto exíguo e universal de outorga a perfis de demandas distintos. Por fim, sugeriu-se o abandono destes critérios de outorga e a adoção da outorga negociada. Câmara (2003) avaliou a dificuldade de definição da máxima vazão outorgável na bacia hidrográfica do rio Gramame-PB analisando os critérios de outorga de: vazão excedente, garantia de suprimento, vazão de referência com probabilidade de superação de 90%, vazões de referências distintas para estações secas e chuvosas e vazões de referências distintas para os 12 meses do ano. Considerando a prioridade do atendimento das demandas para abastecimento humano, o critério mais aconselhável é de vazão excedente, seguido por vazões de referências mensais, vazões de referências sazonais, vazão de referência única e garantia de suprimento.

Cobrança pelo uso de recursos hídricos

No Brasil, a cobrança pelo uso da água teve como marco inicial o Código Civil de 1916, que estabeleceu que o uso comum dos bens públicos pudesse ser gratuito ou retribuído conforme as leis da União, dos Estados ou Municípios a cuja administração pertencer. Valorar a água e implementar a cobrança são discussões que não envolvem apenas questões econômicas, abrangem também questões técnicas, legais, institucionais, e sociais.

A cobrança é explicada sempre que o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica se torne crítico, assim também como em casos onde a poluição da água possa afetar a sua qualidade, exigindo, assim, recursos para financiar ações, projetos e obras hidráulicas.

De acordo com o disposto na Lei Federal, a cobrança pelo uso da água deve atender tanto ao objetivo econômico como o financeiro. O artigo 19 informa que a cobrança visa reconhecer a água como bem econômico e incentivar a racionalização de seu uso. O inciso I desse artigo dispõe, inclusive, que deve ser dado ao usuário uma indicação do real valor da água.

O objetivo financeiro está presente no artigo 22, da mesma Lei, que define que os valores cobrados deverão financiar não apenas os estudos, programas, projetos e obras dos Planos de Recursos Hídricos, mas, também a implantação e custeio administrativo do Sistema Nacional de Gerenciamento.

Aspectos legais e institucionais da cobrança

A cobrança pelo uso da água já estava prevista no Código de Águas de 1934 e na Lei sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, de 1981. Este instrumento de gestão aparece ainda na Lei Estadual nº. 6.308/96, na Lei Federal e em inúmeras outras leis estaduais promulgadas, estabelecendo um reforço institucional e jurídico para sua aplicação.

Magalhães *et al* (2003) entende que qualquer metodologia de cobrança, para aprovação da sociedade, necessita atender às seguintes condições: (i) aceitabilidade pública e política; (ii) simplicidade conceitual e

transparência; (iii) facilidade de implantação e operação; (iv) compatibilidade com o plano de recursos hídricos da bacia e com o enquadramento pretendido pelo Comitê de Bacia.

De acordo com a Resolução nº. 48/05 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, os mecanismos para a definição dos valores de cobrança para a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de Recursos hídricos deverão ser observados, quando pertinentes, os seguintes aspectos: à derivação, captação e extração; ao lançamento com o fim de diluição, assimilação, transporte ou disposição final de efluentes e aos demais tipos de usos ou interferências que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um corpo hídrico.

Além de estabelecer linhas gerais, esta resolução é bastante clara ao impor que a cobrança estará sempre condicionada à prévia aprovação pelos Comitês de Bacias Hidrográficas e respectivos Conselhos Estaduais, conforme texto dos Art. 6º, I e IV de Resolução do CNRH (CNRH, 2005). Este fator de limitação será importante para legitimar as decisões em nível estadual.

Em quase todas as legislações dos estados que se referem à cobrança pelo uso dos recursos hídricos optaram por instituir os mesmos critérios gerais de cobrança dispostos na Lei nº. 9.433/97 e na Resolução CNRH nº. 48/05 acima citadas.

A cobrança no âmbito estadual

A Deliberação nº. 01/08 do CBH – PB dispõe sobre os critérios para a cobrança de água, na bacia hidrográfica do rio Paraíba, os quais são definidos a seguir:

- As derivações ou captações de água por concessionária encarregada pela prestação de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e por outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água;
- As derivações ou captações de água por indústria, para utilização como insumo de processo produtivo, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;
- As derivações ou captações de água para uso agropecuário, por empresa ou produtor rural, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a um milhão e quinhentos mil metros cúbicos por ano;
- O lançamento em corpo de água de esgotos e demais efluentes, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Critérios de cobrança

A crescente utilização das águas subterrâneas (há cerca de 300 milhões de poços perfurados, no mundo, apenas nas últimas três décadas) e os problemas decorrentes da sua má utilização pressionam pela adequação dos instrumentos de gestão às especificidades dessas águas, para o efetivo gerenciamento integrado dos Recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Atualmente, no Brasil, a cobrança pelo uso de recursos hídricos está formalmente implantada nos Estados do Ceará, Bahia, Rio de Janeiro e em duas bacias hidrográficas de domínio da União: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, embora outros Estados já tenham esse instrumento regulamentado. Deve ser informado também que, no momento em que se escreve este texto, o instrumento de cobrança foi aprovado pelo CERH-PB (a qual se apóia nas deliberações sobre cobrança dos três comitês já em atuação no estado, entre eles, o Comitê de bacia hidrográfica do rio Paraíba - CBH-PB).

São Paulo

No estado de São Paulo, o uso das águas subterrâneas somente é cobrado em bacias de rios de domínio estadual em função da legislação vigente. Seu custo está em torno de 10% a 15% superior ao dos recursos hídricos superficiais, respectivamente nas bacias do Paraíba do Sul e PCJ. Isso ocorre por se tratar de uma água de melhor qualidade e de difícil reposição, visto que esse tipo de manancial é mais sensível a retiradas.

A Tabela 2 a seguir refere-se às leis que regulamentam e determinam a cobrança pelo uso da água nas bacias do Paraíba do Sul e PCJ.

Tabela 2 - Leis que regulamentam a cobrança da água nas bacias do Paraíba do Sul e PCJ

Estado	Nº.da Norma	Título	Critério Cobrança Água Subterrânea
São Paulo (Decreto nº 50.667/06) – Trata da Cobrança Estadual	Decretonº 51.449/06 - PCJ	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos Recursos hídricos de domínio do Estado de SP na Bacia do PCJ.	Formulação de cobrança, considerando: Preço Unitário Básico, de acordo com: a captação, extração, derivação, consumo. Coeficientes Ponderadores, de acordo com a captação, extração, derivação e consumo: coeficientes para, natureza do corpo d'água, classe de uso, disponibilidade hídrica, volume captado.
	Decretonº 51.450/06 – Paraíba do Sul	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos Recursos hídricos de domínio do Estado de SP na Bacia do rio Paraíba do Sul	Formulação de cobrança, considerando: Preço Unitário Básico, de acordo com: a captação, extração, derivação, consumo. Coeficientes Ponderadores, de acordo com a captação, extração, derivação e consumo: coeficientes para, natureza do corpo d'água, classe de uso, disponibilidade hídrica, volume captado.

O Departamento de Águas e Energia Elétrica do estado de São Paulo (DAEE) está regularizando uso das águas subterrâneas na Região do Médio Tiête, que abrange o rio Piracicaba. Atualmente existem 2150 poços outorgados e outros 2000 que possuem licença de perfuração, mas que estão sem outorga de uso. O volume total de águas subterrâneas captado por esses poços, por dia é de 166 mil m³. No PCJ, aproximadamente 70% do volume outorgado destina-se ao setor público.

Na bacia do Paraíba do Sul existem 559 usos declarados, sendo que o maior número de usos outorgados é o do setor industrial, com 289 outorgas de uso, que corresponde a 50% do volume outorgado. A Tabela a seguir refere-se aos valores arrecadados com a cobrança pelo uso das águas subterrâneas, na bacia do Paraíba do Sul.

Tabela 3 - Cobrança pelo uso das águas subterrâneas (Estado de São Paulo – 2008)

Tipo de Usuário	Volume total cobrado (m ³ /ano)	Número de poços cobrados	Arrecadação total (R\$)
Abastecimento Público	13.525.314,11	202	155.904,23
Indústria	33.119.887,77	877	392.218,34
Urbano Privado	9.319.466,93	515	108.569,04
TOTAL	55.964.668,80	1594	656.691,61
Previsão da Arrecadação Total no ano (Captação Superficial + Poços + Lançamentos de Efluentes)	-	-	12.409.861,69

Modelos arrecadatários para a cobrança

Na formulação dos modelos *ad hoc* os preços são calculados utilizando a multiplicação entre o volume de água retirado e seu preço público unitário, considerando um ou mais coeficientes que são associados a diversos fatores, como por exemplo, condições climáticas, tipo de usuários, etc. Nessa metodologia considera-se que serão os próprios usuários que gerarão os recursos necessários para a auto sustentabilidade do setor, embora esta não seja economicamente eficiente.

Os modelos *ad hoc* são os mais utilizados nas bacias estaduais e federais do Brasil (RIBEIRO E LANNA, 2001; MACÊDO *et al*, 2005; FORGIARINI, 2006)

Modelos econômicos para a cobrança

As funções de demanda de água são artifícios fundamentais no desenvolvimento de um modelo de cobrança com caráter econômico, a partir delas é possível verificar a sensibilidade que o usuário tem a

pagar pela água em situações hipotéticas de escassez hídrica (MEDEIROS & RIBEIRO, 2006). A maior parte dos modelos para formação de preços pelo uso da água são provenientes a partir de uma metodologia de otimização, com postulados baseados em algum ramo da teoria econômica.

É necessário salientar que o fato de não haver mercados de água bruta, não é possível adaptar uma função de demanda por água em cada modo de uso. Porém pode haver uma adequação indireta através de dois métodos alternativos. O primeiro é o método da demanda contingente, o qual tenta criar um mercado hipotético como uma maneira de fazer com que os usuários manifestem suas opções e então suas demandas. No entanto, além de ser uma alternativa onerosa, desperdiça-se tempo, mão-de-obra e pode ocorrer imprecisão nos resultados, ocasionando incertezas na veracidade das respostas. No segundo método, a demanda ordinária (ou marshalliana) provém do conceito de demanda “tudo ou nada”, que são funções que utilizam o conceito de custo de oportunidade segundo o tipo de usuário.

Funções de demanda por água

Curvas de demanda

As funções de demanda são componentes importantes na análise da valoração econômica dos bens de consumo. Para os recursos hídricos é possível verificar a sensibilidade que o usuário tem a pagar pela água em situações hipotéticas de escassez hídrica. Segundo a tradição neoclássica, a estimativa do valor da água é fundamentada na existência de uma curva de demanda em cada tipo de uso, relacionando um valor ou um preço para cada quantidade de água.

A curva de demanda informa a quantidade que os consumidores desejam comprar para cada preço unitário que devam de pagar. Comumente haverá uma disposição a comprar quantidades maiores se os preços forem mais menores. Por outro lado, se o preço aumenta, normalmente o consumidor tende a reduzir a demanda. A Figura 1a mostra uma seqüência hipotética de pares de preço versus demanda (AB, BC, CD, DE) com situações alternativas cada vez mais onerosas, condicionando proporções maiores na redução das demandas.

Os pares ordenados da curva de demanda por água são estabelecidos através do preço de reserva, que corresponde ao máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar e permanecerem indiferentes entre consumir a água ou buscar uma solução alternativa, e o seu respectivo volume de demanda (DAMÁSIO, 2004). Os mesmos são extraídos através de uma hipótese de interrupção no fornecimento de água, obrigando o usuário a procurar outra alternativa que satisfaça suas necessidades. Desta forma, têm-se dois pares ordenados, são eles: a alternativa mais cara e a alternativa menos cara.

A Figura 1b destaca o trecho AB, pares (demanda; preço) na situação menos cara (A) e mais cara (B) com as curvas de demanda “tudo ou nada” e demanda ordinária.

Sendo :

p_j = preço no uso j ;

p^j_j = preço de reserva no uso j para uma demanda x ;

q_j = demanda de água no uso j no preço p_j .

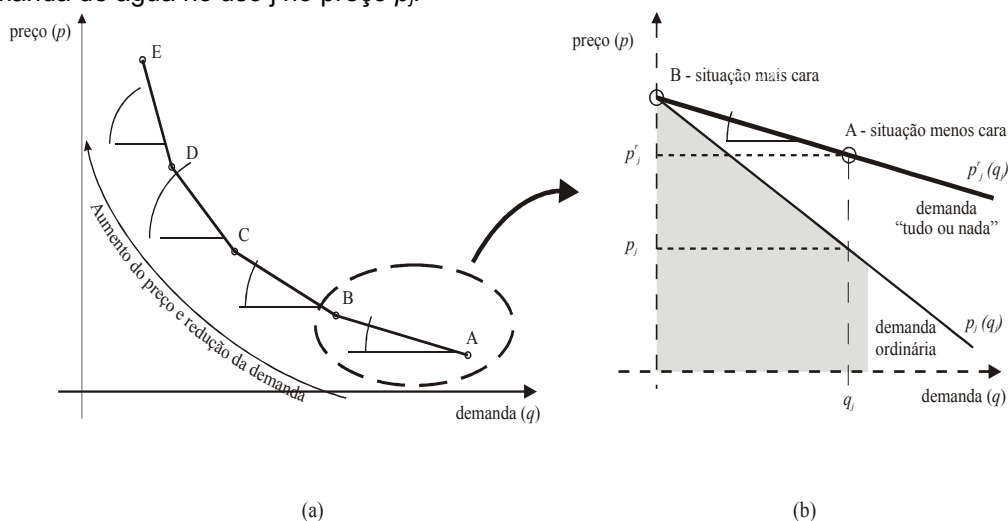


Figura 1 – (a) Redução da demanda (q) em função do aumento do preço (p); (b) Representação gráfica das curvas de demanda ordinária e “tudo ou nada” (adaptado de DAMÁSIO, 2004)).

Elasticidade preço da demanda

A elasticidade preço da demanda é o parâmetro que avalia, em termos percentuais, como a quantidade comprada é afetada por mudanças nos preços do bem ou serviço. O Coeficiente de elasticidade representa a sensibilidade de compra do consumidor diante do aumento no preço do produto, conforme Equação (1):

$$E = \frac{\Delta q}{q} \Rightarrow \frac{\Delta p}{p} \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta q}{\Delta p} \cdot \frac{p}{q} \quad (1)$$

Sendo:

Δq é a variação da demanda;

Δp é a variação do produto

Se $|E|$ for maior do que 1, a demanda é considerada elástica, ou seja, para um dado aumento de preço do produto, no caso a água, o usuário reduzirá o consumo em uma proporção maior que esse aumento. Se $|E|$ for menor que 1, a demanda é dita inelástica, ou seja, para um dado aumento de preço do produto, o consumidor reduzirá a demanda em uma proporção menor que esse aumento. Nos casos onde o valor de $|E|$ for igual a 1, a demanda é dita unitária, ou seja, para um dado aumento do preço do produto, o usuário reduzirá o consumo na mesma proporção deste aumento. Para o caso em estudo, estima-se o parâmetro da elasticidade-preço da demanda.

O custo de oportunidade corresponde ao valor que os consumidores de água teriam que pagar a mais para captar água por métodos alternativos. O preço de reserva da água seria o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar a mais por cada metro cúbico de água captado pela (CAGEPA) e continuarem indiferentes entre utilizar a água da Companhia ou fazerem suas próprias captações através de método alternativo.

Desta forma, o preço de reserva da água pode ser calculado como sendo a diferença entre o custo médio na alternativa hipotética e o custo médio no uso comum em sua respectiva demanda (Equação 2).

$$p^r = (1+\gamma_p)c_h - (1+\gamma_m)c_c.. \quad (2)$$

Sendo:

p^r = Preço de reserva

c_h = custo médio de água na alternativa hipotética

c_c = custo na companhia de abastecimento

γ_i ($\forall i = p, m$) = a perda de água no abastecimento

Caso de estudo

A região em estudo está inserida na bacia do rio Paraíba, na Região do Baixo Curso do rio Paraíba (Figura 2), correspondendo à bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. A Região do Baixo Curso do rio Paraíba situa-se na parte litorânea do Estado da Paraíba, entre as latitudes 6°55'13" e 7°30'20" Sul e longitudes 34°47'37" e 35°55'23" Oeste de Greenwich. Limita-se ao sul com a sub-bacia do Gramame e com o Estado de Pernambuco, ao norte com a bacia do Mamanguape e Miriri, a oeste com a Região do Médio Curso do Rio Paraíba e a leste com o Oceano Atlântico (Costa *et al*, 2007).

A porção da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba inserida na Região do Baixo Curso do rio Paraíba possui uma superfície total da ordem de 3934,31 km², abrangendo 10 municípios, total ou parcialmente englobados: Bayeux, Cabedelo, Cruz do Espírito, João Pessoa, Mari, Santa Rita, Sapé, Lucena, Pedras de Fogo e São Miguel de Taipu.

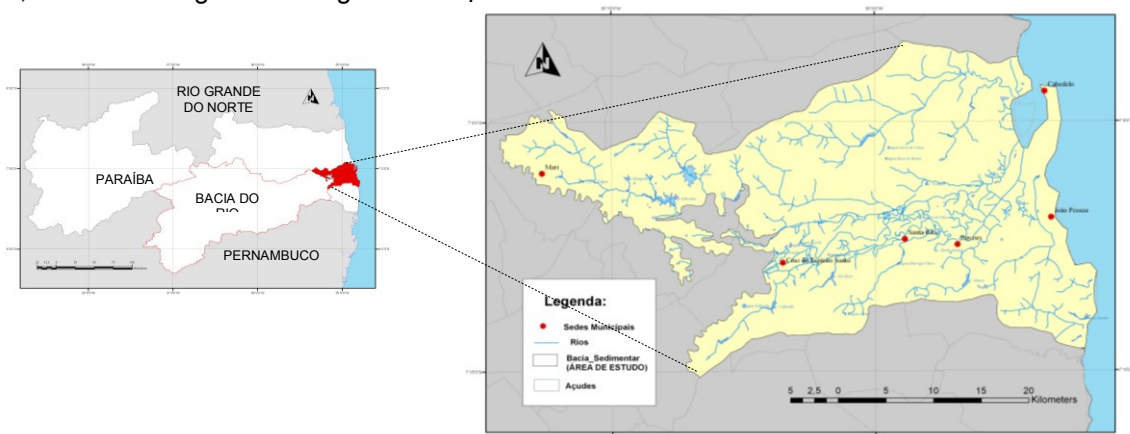


Figura 2 - Localização da Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco pertencente à Região do Baixo Curso do rio Paraíba (área de estudo).

Estabelecimento de Critérios para a aplicação dos instrumentos outorga e cobrança

Definição dos Níveis de Abrangência

Geralmente, a outorga e a cobrança de uso de água subterrânea em uma bacia hidrográfica possuem caráter localizado, visto que são considerados critérios relativos ao poço. Porém, acredita-se que se deve seguir critérios mais abrangentes, que compreendam desde a bacia hidrográfica (unidade de gestão de recursos hídricos), até propriamente o poço.

Dentro deste aspecto, propõe-se que os critérios sejam escalonados por níveis de abrangência. Desta forma foram estabelecidos 3 níveis de abrangência, os quais funcionarão como um “funil” – partindo do mais abrangente para o menos abrangente.

O nível mais abrangente tem a bacia hidrográfica como universo e considera o ciclo hidrológico como uma fonte de informações dos processos ali presentes. O nível intermediário de abrangência considera áreas de gerenciamento determinadas exclusivamente para cada Bacia/área de estudo, nas quais os critérios de outorga poderão variar de uma área pra outra. O nível menos abrangente considera as informações do ponto outorgado, ou seja, em se tratando de água subterrânea, o local a ser considerado é a captação a fio d'água ou poço e as interferências provocadas por sua exploração.

De maneira esquemática, os níveis de abrangência dos critérios de outorga de direito de uso das águas subterrâneas podem ser visualizados como um “funil”, assim como está representado na Figura 3, conforme concepção de Costa (2009). A seguir os níveis de abrangência dos critérios de outorga utilizados neste artigo serão definidos.

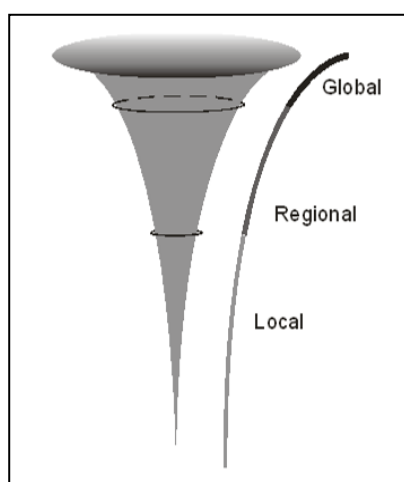


Figura 3 – Esquema dos níveis de abrangência dos critérios de outorga (Costa, 2009)

Níveis de Abrangência dos Critérios

Nível global

O nível global de abrangência considera a bacia hidrográfica como um todo, dentro de uma visão sistêmica e integradora do ciclo hidrológico. Neste nível são considerados os limites de retirada de água subterrânea na bacia hidrográfica e as necessidades hídricas das espécies ripárias, ou seja, a consideração da demanda ecológica.

Nível Regional

Define-se como regional o nível de abrangência estabelecido a partir de zonas de recarga e descarga de água subterrânea, ou seja, de acordo com o comportamento físico dos processos, incluindo-se aqui aqueles instituídos a partir do conhecimento das especificidades comuns a uma determinada região da bacia.

Nível local

Os critérios estabelecidos como locais consideram as interferências da captação de água subterrânea em uma escala reduzida, ou seja, o objeto principal de análise é o poço e as consequências de sua perfuração em um determinado local da bacia. Geralmente, as práticas comuns de planejamento de uso dos recursos hídricos subterrâneos consideram apenas essa abordagem, ao levar em conta, exclusivamente, a análise do efeito do bombeamento de poços em áreas de sua proximidade.

Definição das Zonas de Gerenciamento

Pelo fato do nível regional de abrangência de critérios de outorga demandar áreas de gerenciamento menores que a bacia hidrográfica ou área de estudo, foram criadas as chamadas “zonas de gerenciamento” (UFCG/UFAL/UFSM, 2009).

Tais zonas foram definidas através de consultas a profissionais e especialistas na área de hidrogeologia, a partir do conhecimento acumulado sobre a área através de visita de campo e da pesquisa relativa a seus problemas de gestão de recursos hídricos. Para definição das zonas de gerenciamento, levaram-se em consideração informações a cerca de: níveis topográficos da área de estudo; falhas tectônicas presentes na área de estudo; condição de pressão dos aquíferos; uso da água subterrânea na região. Sendo assim foram definidas sete zonas de gerenciamento na área de estudo, as quais serão caracterizadas a seguir.

Zonas de Gerenciamento

Como subsídios para o estabelecimento dos critérios de outorga de nível regional, foram definidas as zonas de gerenciamento, as quais podem ser visualizadas na figura a seguir (UFCG/UFAL/UFSM, 2009).

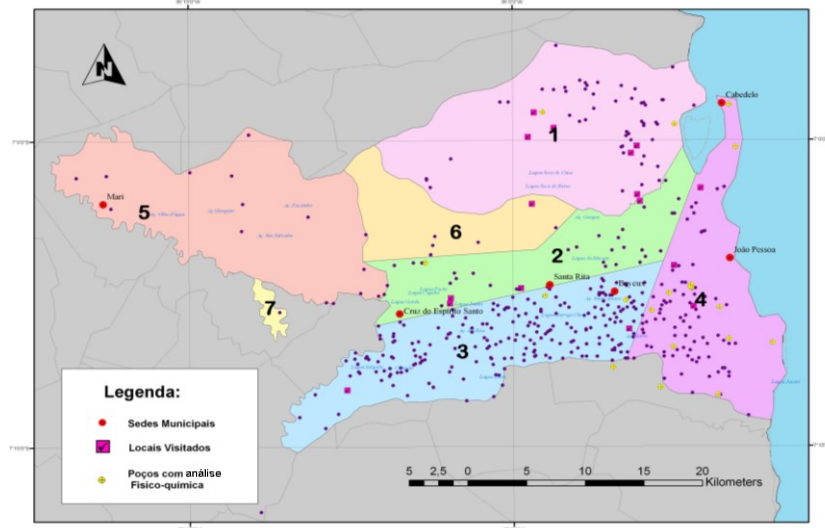


Figura 4 – Zonas de gerenciamento propostas para a região em estudo. (UFCG/UFAL/UFSM, 2009)

Caracterização das Zonas

Zona 1

A Zona 1 foi definida como a área topograficamente delimitada pela bacia do rio Soé, rio este que desemboca na foz do rio Paraíba, na cidade de Cabedelo. Esta zona abrange parte do município de Lucena e Santa Rita, possuindo uma área de 282,89 km². Não possui uma quantidade significativa de poços cadastrados, porém, segundo visitas feitas na região percebeu-se a intensa exploração da água subterrânea para irrigação, especialmente, de cana-de-açúcar.

Zona 2

A Zona 2 foi definida segundo o *graben* formado na região do vale do rio Paraíba, delimitada através dos níveis topográficos próximos aos do leito do rio, a qual totalizou uma área de 136,44 km², abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Bayeux e João Pessoa. Esta zona também não possui uma quantidade significativa de poços cadastrados, porém a água subterrânea é bastante utilizada para irrigação de diversas culturas.

Zona 3

A Zona 3 foi definida a partir da falha tectônica de Itabaiana, totalizando uma área de 209,72 km², abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Bayeux, João Pessoa, São Miguel de Itaipu e Pedras de Fogo. Apresenta uma quantidade significativa de poços cadastrados. Trata-se de uma região que utiliza a água subterrânea para os mais diversos usos.

Zona 4

A Zona 4 foi definida pela região delimitada pela falha tectônica de Cabedelo, totalizando uma área de 165,84 km², abrangendo os municípios de João Pessoa e Cabedelo. Apresenta uma quantidade significativa de poços cadastrados, os quais são utilizados para os mais diversos usos. Esta zona também apresenta grande concentração de fontes poluidoras de águas subterrâneas, pois abrange a região Metropolitana de João Pessoa.

Zona 5

A Zona 5 foi definida pela região topograficamente delimitada pelas bacias dos açudes São Salvador e Pacatuba, totalizando uma área de 230,01 km², abrangendo os municípios de Mari, Sapé, Cruz do Espírito Santo e Santa Rita. A zona em questão não possui muitos poços cadastrados.

Zona 6

A Zona 6 foi definida pela região topograficamente delimitada pela bacia do rio Engenho Novo, totalizando uma área de 97,17 km², abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita e Cruz do Espírito Santo. A zona não possui muitos poços cadastrados.

METODOLOGIA

As etapas metodológicas envolvidas nesta pesquisa são: revisão bibliográfica, caracterização da área em estudo, estabelecimento dos critérios para a outorga das águas subterrâneas, simulação e avaliação da aplicação destes critérios, estabelecimento dos critérios para a cobrança das águas subterrâneas e simulação do potencial de arrecadação com a cobrança segundo as óticas arrecadatória e econômica, considerando os critérios selecionados.

Estabelecimento dos critérios de outorga de águas subterrâneas

A seguir serão explanados os critérios de outorga das águas subterrâneas propostos de acordo com a realidade da porção da bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco inserida na Região do Baixo Curso do rio Paraíba. Estes critérios são apresentados considerando a sua inserção no respectivo nível de abrangência. Tais critérios foram desenvolvidos no âmbito do Projeto Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas, no qual esta Iniciação Científica se insere. Tais critérios estão baseados em Costa (2009), os quais foram: prioridades de uso das águas superficiais; prioridades de uso da água e qualidade de água.

Critério de outorga no nível global

Prioridades de uso das águas superficiais

Como critério inicial, propõe-se a consideração do uso dos recursos hídricos superficiais como prioritários em relação ao uso dos recursos hídricos subterrâneos, uma vez que estes últimos são considerados recursos estratégicos, devendo ser utilizados quando não houver outra alternativa.

É necessário então que o órgão gestor possua o conhecimento da disponibilidade hídrica superficial, determinadas pelos volumes dos reservatórios disponíveis na área em que se deseja a outorga. Existindo essa alternativa de suprimento de água na região, com disponibilidade para atendimento com um nível tolerável de garantia, o usuário ficaria impossibilitado de requerer uma outorga para captação de água subterrânea.

Alguns fatores devem ser considerados, como por exemplo, a situação sócio-econômica do usuário e a localização do usuário de água na bacia, pois se o manancial superficial encontra-se muito distante do local que será utilizada a água, a adução pode tornar a captação mais cara do que a perfuração de um poço próximo.

Critério de outorga no nível regional

Prioridades de uso da água

Na Lei Federal nº. 9.433/97, art. 1º, já foi definido que em situações de falta de água, os usos prioritários de recursos hídricos, os quais são: o abastecimento humano e a dessedentação de animais. Porém, o órgão gestor ao outorgar deve analisar outras prioridades além dessas citadas, principalmente, porque na Lei consideram-se os usos prioritários em situações de escassez.

A Resolução CNRH nº. 16 ressalta que a outorga deverá observar as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos. No entanto, o Plano de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba não traz nenhuma ordem de prioridades de uso em relação à outorga. Na Paraíba, as prioridades de uso estão estabelecidas no Decreto Estadual nº. 19.260/97 e seguem a seguinte ordenação:

1. Abastecimento doméstico;
2. Abastecimento coletivo especial;
3. Outros abastecimentos coletivos de cidades, distritos, povoados e demais núcleos habitacionais, de caráter não residencial;

4. Captação direta para fins industriais, comerciais e de prestação de serviços;
5. Captação direta ou por infra-estrutura de abastecimento para fins agrícolas, compreendendo irrigação, pecuária, piscicultura, etc.;
6. Outros usos permitidos pela legislação em vigor.

Desta forma sugere-se como critério de outorga, para a área em estudo, que sejam mantidos como usos prioritários o abastecimento humano e a dessedentação de animais, seguidos pelos usos para fins industriais, comerciais e de serviços e por fim os usos para fins agrícolas (irrigação, piscicultura, carcinicultura, etc.).

Critério de outorga no nível local

Qualidade de água

A qualidade de água subterrânea é outro critério a ser considerado, observando o uso proposto para a água a ser captada e a classe em que estiver enquadrado o aquífero. Tal qualidade depende de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. De acordo com os valores encontrados para diversos parâmetros é possível estabelecer as classes de águas subterrâneas.

Conforme a Resolução CONAMA nº. 396/08 as águas subterrâneas são classificadas em 6 classes, são elas: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3, Classe 4 e Classe 5, sendo que esta última trata das águas dos aquíferos ou conjunto de aquíferos que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso. Sendo assim, dependendo da classe em que estiver enquadrada a água subterrânea e do uso a que se pretende dar a ela, faz-se necessário tratamento adequado para torná-la passível de utilização. No Quadro 1 a seguir apresenta-se o quadro resumo dos critérios de outorga para águas subterrâneas de acordo com os níveis de abrangência pré-definidos.

Quadro 1 – Resumo dos critérios de outorga para águas subterrâneas propostos.

Nível de abrangência	Critérios	Zonas					
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nível global	Prioridades de uso das águas superficiais	Verificar a existência de disponibilidade hídrica (reservatórios) próximas ao local de captação requerido.					
Nível regional	Prioridades de uso da água	Garantir os usos prioritários do abastecimento humano e da dessedentação de animais.					
Nível local	Qualidade de água	Dependente da classe de qualidade da água em que tiver sido classificada e do uso a que se destina.					

Estabelecimento de critérios de cobrança de águas subterrâneas

A seguir serão explanados os critérios de cobrança de águas subterrâneas propostos de acordo com a realidade da porção da Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco inserida na Região do Baixo Curso do rio Paraíba. Estes critérios são apresentados considerando a sua inserção no respectivo nível de abrangência, os quais são: classe de enquadramento; sazonalidade; disponibilidade hídrica e tipo de usuário.

Critério de cobrança no nível global

Classe de Enquadramento

Um dos fatores que se observa nas formulações de cobrança, para a retirada de água, é a classe em que a mesma encontra-se enquadrada. A importância de atribuir um Coeficiente Classe de Enquadramento (CCE) à fórmula de cobrança define o grau de qualidade que o corpo hídrico apresenta.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 396/08 as águas subterrâneas são classificadas em 6 classes. Uma avaliação na qualidade dos poços classifica a água e atribui valores para sua retirada, por exemplo, se um usuário retira a água em determinado poço com Classe 1 e outro em um trecho de Classe 4, conforme a classificação da Resolução citada acima, o primeiro pagará valores maiores que o segundo, o mesmo ocorrerá com o lançamento de efluentes.

Deve-se observar, porém, que uma água em seu estado natural de inferior qualidade terá que ser pelo menos reservada no aquífero para manter as quantidades hidráulicas mínimas, no entanto a mesma estando contaminada não poderia ser destinada a atividades que não possuam requisitos de qualidade para uso.

Ao Coeficiente Classe de Enquadramento poderão ser atribuídos determinados valores, a fim de ponderar a formulação de cobrança pelo uso da água subterrânea. Tais valores estariam associados à classificação da água segundo a resolução do CONAMA nº. 396/08, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores atribuídos ao Coeficiente Classe de Enquadramento

Classificação da água segundo a Resolução CONAMA N° 396/08	Valores do coeficiente classe de enquadramento (K_{ce})
Classe Especial:	$(K_{ce}) = 1,8$
Classe 1:	$(K_{ce}) = 1,7$
Classe 2:	$(K_{ce}) = 1,6$
Classe 3:	$(K_{ce}) = 1,5$
Classe 4:	$(K_{ce}) = 1,4$
Classe 5:	$(K_{ce}) = 1,3$

Sazonalidade

Para diferenciar a cobrança conforme as estações do ano, o coeficiente de sazonalidade é utilizado na formulação de cobrança para definir valores diferenciados conforme a estação seca ou chuvosa. O valor deste coeficiente varia em cada região e são bem definidos para a região do semi-árido.

Nas formulações quanto à retirada de água subterrânea, o uso deste coeficiente, estaria limitado entre as épocas seca e chuvosa, fazendo com que os usuários utilizassem a água de forma mais racional.

O coeficiente adotado a seguir foi baseado no trabalho de Motta et al (2006), o qual propôs um estudo para a determinação de valores para o coeficiente de sazonalidade, na bacia hidrográfica do rio Paraíba. O coeficiente adotado para água superficial conseguiu demonstrar a criticidade dos recursos hídricos e do regime pluviométrico da região. Neste trabalho propõe-se os valores apresentados na Tabela 5 para o coeficiente de sazonalidade

Tabela 5 – Valores atribuídos ao Coeficiente de Sazonalidade

Classificação da água segundo a estação seca ou chuvosa	Valores do coeficiente de sazonalidade (K_s)
Estação seca	$(K_s) = 3,47$
Estação chuvosa	$(K_s) = 0,29$

Critério de cobrança no nível regional

Disponibilidade Hídrica

De acordo com Costa *et al.* (2007), para a Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco, a parcela da vazão de base que atende a demanda ecológica natural corresponde à média das vazões de base mínimas, verificadas no auge da estação de estiagem, suficientes para manter luxuriante toda a vida vegetal e animal da bacia. Esta média é de 40% da descarga de base média de longo período. Os 60% restantes constituem a parcela disponível para exploração.

A quantificação de todos estes atributos das disponibilidades é apresentada a seguir:

- **Disponibilidades Máximas ou Recursos Explotáveis**

De acordo com Costa et al. (2007), correspondem a 60% das reservas reguladoras ou potencialidade, sendo, portanto, iguais a $81,06 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ou $4,29 \text{ m}^3/\text{s}$. Sendo assim, a demanda ecológica alcançaria o valor de $54,04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ou $1,71 \text{ m}^3/\text{s}$. O PERH-PB (PARAÍBA, 2006) apresenta como disponibilidades máximas o valor de $100,41 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e atuais o valor de $60,00 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, o que configura um Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD)³ de 0,598.

³ O Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD) expressa a relação entre as disponibilidades atuais e as disponibilidades máximas. Varia normalmente, de 0 a 1. No caso dos Recursos hídricos subterrâneos, pode alcançar valores acima da unidade, significando que as reservas estão sendo exploradas acima dos limites estabelecidos.

- **Disponibilidades Instaladas ou Atuais**

A quantificação das disponibilidades instaladas realizada por Costa *et al.* (2007) foi baseada nos poços com informações sobre a situação funcional do poço e sobre vazões exploradas ou exploráveis (vazões de teste) dos poços, dando-se especial atenção aos poços da Cagepa⁴. Desta forma, dos 600 poços com dados construtivos e exploratórios, determinados por empresas, verificou-se que 254 poços (42,33%) possuíam informações sobre a situação funcional, destes, 152 poços (59,84%) encontravam-se em operação e 102 (40,16%) eram constituídos de poços abandonados, tamponados, não instalados, paralisados, sem funcionamento. Os poços sem informação sobre o funcionamento representavam 57,67%, ou seja, 346 poços.

Admitindo-se que no conjunto de poços sem informação sobre o funcionamento exista uma parcela que também está em operação, e utilizando-se a mesma proporção dos poços com informações, verifica-se que possivelmente 207 dos 346 estariam em operação e 139 não estariam operando por qualquer das razões acima qualificadas. Admitindo-se que isto esteja ocorrendo, o número de poços em operação atingiria 359 poços.

Sendo assim, é possível calcular a disponibilidade instalada ou atual da região em estudo ao considerar as vazões médias para os poços do aquífero Beberibe como sendo de 31,10 m³/h e de 8,97 m³/h para o aquífero Barreiras, conforme apresentado por Costa (2006).

Assim, para o aquífero Barreiras, ter-se-ia uma disponibilidade instalada ou atual de 2,53 x 10⁶ m³/ano ou 0,080 m³/s e para o aquífero Beberibe seria de 89,1 x 10⁶ m³/ano ou 2,824 m³/s. Totalizando o valor de 91,6 x 10⁶ m³/ano ou 2,904 m³/s.

- **Disponibilidades Efetivas**

Para a sua quantificação, dever-se-ia conhecer o regime de bombeamento efetivamente praticado em todos estes poços. Porém, de acordo com Costa *et al.* (2007), nem mesmo a CAGEPA tem o controle das horas bombeadas em todos os seus poços. Pode-se admitir um regime médio de 8/24 horas de bombeamento contínuo, o que significa uma disponibilidade efetiva da ordem de 1/3 das disponibilidades instaladas, ou seja: 30,5 x 10⁶ m³/ano.

Utilizando um coeficiente que avaliasse a disponibilidade hídrica da região, o uso da água subterrânea estaria limitado à situação da região, ou seja, quanto maior a disponibilidade hídrica e o grau de regularização de oferta hídrica, menor será o valor do coeficiente de disponibilidade hídrica e o grau de regularização de oferta hídrica.

Os valores para o coeficiente de disponibilidade hídrica foram baseados em estudo realizado por UFSM/UFCEG (2006a) na bacia hidrográfica do rio Paraíba, na Região do Baixo Curso do rio Paraíba. Devido a região em estudo está inserida na mesma região do trabalho citado, foram adotados valores aproximados para o CDH (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores atribuídos ao Coeficiente de Disponibilidade Hídrica

Classificação da água segundo a disponibilidade hídrica	Valores do coeficiente de disponibilidade hídrica (K _{disp.})
Seco	(K _{disp.}) = 0,80
Chuvoso	(K _{disp.}) = 0,50

Critério de cobrança no nível local

Tipo de Usuário

Procura diferenciar os usuários sujeitos a cobrança segundo sua capacidade de pagamento, bem como prioridades legais, sociais e econômicas da região. Permite diferenciar os usuários em urbano, rural, industrial, agrícola, entre outros. Normalmente, devido à sua baixa capacidade de pagamento, os usuários agrícolas pagam menos que os usuários de abastecimento, que por sua vez pagam menos que os usuários industriais.

Desta forma a utilização do Coeficiente Tipo de Usuário (CTU) classifica os diferentes usuários das águas subterrâneas na região em estudo, como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores atribuídos ao Coeficiente Tipo de Usuário

Classificação da água segundo o tipo de usuário	Valores do coeficiente de tipo de usuário (K _{TU})
Abastecimento Urbano	(K _{TU}) = 1,2
Abastecimento Rural	(K _{TU}) = 1,0

⁴ CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

Classificação da água segundo o tipo de usuário	Valores do coeficiente de tipo de usuário(K_{TU})
Pecuária	(K_{TU}) = 0,7
Indústria	(K_{TU}) = 1,7
Irrigação	(K_{TU}) = 1,0

Na Tabela 8 apresentam-se informações sobre os critérios de cobrança para as águas subterrâneas de acordo com os níveis de abrangência pré-definidos.

Tabela 8 – Resumo dos critérios de cobrança para águas subterrâneas propostos.

Nível de abrangência	Critérios	Zonas					
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Nível global	Classe de Enquadramento	Avaliar a qualidade dos poços e classificar a água em classes, atribuindo-lhe valores para sua retirada.					
	Sazonalidade	Conforme as estações do ano(seca ou chuvosa), definir coeficientes que possam ponderar a retirada de água subterrânea.					
Nível regional	Disponibilidade Hídrica	Avaliar a disponibilidade hídrica da região e o grau de regularização de oferta hídrica, conferindo valores a coeficientes que avaliem a disponibilidade dos poços da região.					
Nível local	Tipo de Usuário	Diferenciar os usuários sujeitos a cobrança segundo sua capacidade de pagamento, bem como prioridades legais, sociais e econômicas da região.					

Concepção do sistema de outorga pela retirada de água bruta

Estimativa da demanda

Abastecimento público

A Tabela 9 a seguir, apresenta as demandas para abastecimento humano, das cidades inseridas na região de estudo, utilizadas nas simulações do sistema de outorga. O consumo médio per capita utilizado foi de 150l/hab./dia.

Tabela 9 – Demandas para abastecimento para a região de estudo (m^3/s)

Dados de demandas	Demanda (m^3/s)
Consumos X habitantes	1,80
AESA (2009)	1,05

Definição da vazão máxima outorgável

Na formulação de um sistema de outorga é questão central a definição da vazão outorgável. Uma metodologia comum é estabelecer um valor de vazão em cada estação do ano que passa a representar o limite superior de utilização do curso d'água. Esta vazão de referência é, então, aceita como a vazão máxima outorgável sazonalmente. No Brasil, duas referências são muito usadas:

- Vazão de referência como a média das vazões de 7 dias consecutivos da estiagem com tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$);
- Vazões de referência definidas pela estimativa da curva de permanência das vazões naturais; curva que relaciona cada vazão à frequência com que foi igualada ou ultrapassada no período de tempo de observações. Um exemplo é a Q90, vazão cuja probabilidade de superação é de 90%.

Após a definição da vazão de referência, uma parte dela é outorgada e a outra é destinada à manutenção dos processos ecológicos ou ao atendimento de demandas já outorgadas a jusante.

Equacionamento do sistema de outorga

$$\sum_{i,j} [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] \leq Q_{\text{máx outorgável}} \quad (3)$$

Se $[(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] < Q_{\text{máx outorgável}} \Rightarrow [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] = Q_{\text{outorgadai},j}$.

Se $[(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] \geq Q_{\text{máx outorgável}} \Rightarrow Q_{\text{outorgadai},j} = Q_{\text{máx outorgável}}$.

Com $Q_{\text{máx outorgável}} = 0,9 \cdot Q_{90}$ e $Q_{\text{ecológica}} = 0,1 \cdot Q_{90}$.

Sendo:

Q_{captai} - a vazão captada pelo usuário i na seção j definida pelo reservatório; α é o coeficiente de uso da vazão de captação do usuário i (igual a unidade neste estudo); $Q_{\text{máx outorgável}}$ é a vazão máxima outorgável na seção j ; $Q_{\text{outorgadai},j}$, a vazão outorgada ao usuário i na seção j ; Q_{90} é a vazão de referência; $Q_{\text{ecológica}}$ é a vazão ecológica; todas as vazões em m^3/s .

Para avaliar o comportamento do sistema de outorga calcula-se o percentual de falha (frequência), uma falha é entendida como uma impossibilidade de atendimento à demanda requerida e ocorre sempre que essa demanda for superior a vazão máxima outorgável para o (PC) em análise, isto é:

$[(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] > Q_{\text{máx outorgável}} \Rightarrow Q_{\text{não atendidai},j} = [(\alpha_i) \cdot Q_{\text{captai},j}] - Q_{\text{máx outorgável}}$.

Sendo $Q_{\text{não atendidai},j}$, a parte da vazão requerida que não é atendida.

Vazão máxima outorgável e disponibilidade hídrica nos reservatórios

A vazão máxima outorgável é definida através da curva de garantia dos açudes. Desta curva retiram-se os valores das disponibilidades superficiais com 100%, 95% e 90% dos reservatórios. Para o caso em estudo a vazão regularizada Q_{90} , Q_{95} , Q_{100} dos reservatórios, que fazem parte da região em estudo - Gramame e Mamuaba – foi de $1,62 \text{ m}^3/\text{s}$, $1,34 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente.

Concepção do modelo do tipo “arrecadatório” para a cobrança pela retirada de água bruta

De acordo com o Art. 4º da Deliberação CBH do Rio Paraíba nº 01/08, o valor total a ser cobrado pelo uso de recursos hídricos será calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$VT = k \times P \times \text{Vol.} \quad (04)$$

Sendo:

VT = valor total a ser cobrado (R\$);

k = conjunto de coeficientes de características específicas (adimensional);

P = preço unitário para cada tipo de uso (R\$/ m^3);

Vol = volume mensal proporcional ao volume anual outorgado.

O conjunto de coeficientes K , será fixado como unidade durante o período de vigência da cobrança provisória (três anos), após esse período, deverá ser substituído por outros valores, a serem estabelecidos a partir de estudos técnicos elaborados pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) submetidos à análise do Comitê de Bacia Hidrográfica e aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Com relação aos aspectos que devem ser considerados ao conjunto de coeficientes K , conforme a Deliberação CBH-PB 01/08 estão (artigo 4º): a natureza do corpo de água; a classe em que estiver enquadramento o corpo d'água; a disponibilidade hídrica; a vazão consumida; a sazonalidade; a sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos, dentre outros.

Do conjunto de coeficientes citado acima, foram utilizados os coeficientes (Sazonalidade - (K_s) e Disponibilidade Hídrica - (K_{disp})). Para o coeficiente de sazonalidade (K_s) foi desenvolvido um estudo conforme segue descrição abaixo, e com relação ao coeficiente de disponibilidade hídrica (K_{disp}) o valor utilizado para o mesmo foi arbitrado.

Coeficiente de Sazonalidade (K_s)

O coeficiente de sazonalidade tem como objetivo diferenciar a cobrança em períodos distintos do ano, uma vez que o regime climático no qual a área de estudo está inserida caracteriza-se por um período chuvoso (úmido) e um seco. Considerou-se como período chuvoso os meses de março a julho e como período seco, os meses de agosto a fevereiro.

Para definição deste coeficiente foram utilizados dados de precipitação média mensal de três estações meteorológicas localizadas nas cidades de Sapé, Santa Rita e João Pessoa, em uma série homogênea de

oito anos. Os valores para o coeficiente de sazonalidade foram obtidos através do cálculo das médias mensais de precipitação para cada ano da série.

Para toda a região de estudo calculou-se a média mensal dos dados climatológicos. Os cinco meses do período chuvoso apresentam uma precipitação média anual de 234,30 mm e os sete meses do período seco, uma média de 67,53 mm. Sendo assim obteve-se 77,60% como sendo a porcentagem do período chuvoso e 22,40% do período seco. A razão do período seco frente ao chuvoso e vice-versa, forneceu os seguintes resultados para os coeficientes de sazonalidade (CS):

$$CS_{(\text{chuvoso})} = \frac{22,40\%}{77,60\%} = 0,29 \quad \text{e} \quad CS_{(\text{seco})} = \frac{77,60\%}{22,40\%} = 3,47 \quad (5)$$

Coeficiente de Disponibilidade (K_{disp})

Este coeficiente representa a oferta dos recursos hídricos na bacia hidrográfica e que estão passíveis aos usos múltiplos, desta forma, quanto menor a disponibilidade hídrica, maior será o valor atribuído ao coeficiente de disponibilidade (K_{disp}). Os valores para esse coeficiente foram arbitrados no presente estudo. A Tabela 10 apresenta os valores para os coeficientes de sazonalidade e disponibilidade hídrica.

Tabela 10 – Valores dos coeficientes utilizados nas simulações

Regime	Coeficiente de sazonalidade (k_s)	Coeficiente de disponibilidade hídrica (K_{disp})
Seco	3,47	0,80
Chuvoso	0,29	0,50

Volumes e preços unitários

Com relação ao volume mensal, utilizado como parâmetro na formulação de cobrança, foi utilizado o cadastro de outorga da AESA, o qual apresenta os volumes demandados pelos usuários. O período dos dados usados e constantes no cadastro da AESA está compreendido entre janeiro de 2001 a janeiro de 2009, sendo considerados os usuários outorgados vigentes e com outorgas vencidas. Considerou-se para este estudo, um único tipo de manancial subterrâneo - poço tubular. Os valores de outorga utilizados nas simulações são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11– Volumes outorgados utilizados nas simulações para um regime de bombeamento de 8 horas.

Tipo de Uso	Q(m³/h)	V(m³/ano)
Abastecimento Comunitário	50,70	148.044,00
Abastecimento Rural	22,45	65.554,00
Abastecimento Urbano	3148,93	9.194.875,60
Aquicultura	-	-
Comercial	338,22	987.602,40
Industrial	869,48	2.538.881,60
Irrigação	349,14	1.019.488,80
Lazer	6,00	17.520,00
Total	4.784,92	13.971.966,4

Quanto aos valores dos preços unitários da Equação 1 foram adotados os valores dispostos na Tabela 12, os quais fizeram parte da pauta de discussão de reuniões plenárias entre os integrantes do CBH-PB. Ressalta-se que a Deliberação CBH-PB 01/08 apresenta valores de cobrança genéricos, isto é, sem especificá-los quanto à origem da fonte hídrica (se superficial ou subterrânea).

Tabela 12 - Valor Unitário por tipo de uso de recursos hídricos (CBH-PB, 2008)

Tipo de Uso	Preço Unitário (R\$/m³)
Abastecimento Comunitário ¹	0, 012
Abastecimento Rural ¹	0, 012
Abastecimento Urbano ¹	0, 012
Aquicultura	-
Comercial	0, 012
Industrial	0, 015

Tipo de Uso	Preço Unitário (R\$/m³)
Irrigação ²	0, 005
Lazer	-

(1) Na Deliberação de cobrança os usos para abastecimento comunitário, rural, urbano são tratados como “abastecimento público”. (2) Para a irrigação, considerou-se apenas o preço unitário para o terceiro ano de vigência.

Concepção do modelo do tipo “econômico” para a cobrança pela retirada de água bruta

Alternativas de uso de água

Para determinação da curva de demanda por água, as informações sobre as demandas dos usuários nas alternativas de uso nas situações hipotéticas de normalidade e de escassez de água, são necessárias. Para o estudo de caso, a cidade de João Pessoa foi considerada como alternativas hipotéticas de consumo, o uso de:

- Carro-pipa para a situação menos cara com demanda de 70l/hab.dia a um custo de R\$ 1,60/m³ AESA (2009)
- Fornecimento de água pela CAGEPA situação ideal, com demanda de 150l/hab.dia a R\$ 1,45/m³ (CAGEPA, 2008)
- Água mineral para a situação mais cara com demanda de 20l/hab.dia a um custo de R\$ 175,00/m³

Como referência inicial, foi considerada a hipótese da cidade de João Pessoa ser abastecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Simulação do sistema de outorga

O critério de outorga utilizado nas simulações foi o de *prioridade de uso para as águas superficiais*. Verificou-se se o reservatório Gramame – Mamuaba, localizada na bacia hidrográfica do rio Gramame, ao sul da região de estudo, atendia às demandas solicitadas, caso contrário utilizar-se-iam as águas subterrâneas.

O complexo Gramame-Mamuaba foi escolhido por se tratar de um reservatório de grande importância para a área em estudo, o mesmo é constituído de duas barragens de terra, construídas nos rios de mesmos nomes, a cerca de 2 km da confluência destes, para fins de abastecimento urbano da região metropolitana de João Pessoa.

As Tabelas a seguir referem-se ao resultado das simulações com as vazões regularizadas Q₉₀, Q₉₅ e a Q₁₀₀.

Tabela 13 – Simulação para o Reservatório Gramame-Mamuaba para o consumo humano (vazões em m³/s)

Reservatórios Gramame - Mamuaba				
Vazão regularizada Q ₉₀	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
1,62	1,80	1,46	1,46	81,21
Vazão regularizada Q ₉₅	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
1,34	1,80	1,20	1,20	66,88
Vazão regularizada Q ₁₀₀	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
0,54	1,80	0,48	0,48	26,85

*Vazão requerida = Consumo X habitante

Tabela 14 – Simulação para o Reservatório Gramame-Mamuaba para o consumo humano (vazões em m³/s)

Reservatórios Gramame - Mamuaba				
Vazão regularizada Q ₉₀	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
1,62	1,05	1,46	1,05	100
Vazão regularizada Q ₉₅	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
1,34	1,05	1,20	1,05	100
Vazão regularizada Q ₁₀₀	*Vazão Requerida	Vazão Outorgável	Vazão outorgada	Atendimento(%)
0,54	1,05	0,48	0,48	45,86

*Vazão requerida = Dados de demanda do cadastro de outorga da AESA

Simulação do modelo do tipo “arrecadatório” para a cobrança pela retirada de água bruta

As Tabelas 15 e 16, a seguir, referem-se aos resultados das simulações de cobrança pelo uso da água, considerando para o conjunto de coeficientes K, os valores encontrados e arbitrados para os coeficientes de Sazonalidade e Disponibilidade Hídrica respectivamente. Os coeficientes utilizados foram baseados nos critérios de cobrança estabelecidos, para os períodos seco e chuvoso em um regime de captação de 8 horas diárias.

Tabela 15 – Resultado das simulações utilizando o conjunto de coeficientes K para o período seco em um regime de bombeamento de 8 horas diárias.

Tipo de Uso	V (m³/ano)	VUR (R\$)	K _s	K _{disp}	Cobrança/Ano (R\$)
Abastecimento Comunitário	148.044,00	0,012	3,47	0,80	4.931,64
Abastecimento Rural	65.554,00	0,012	3,47	0,80	2.183,73
Abastecimento Urbano	9.194.875,60	0,012	3,47	0,80	306.299,70
Aquicultura	-	-	3,47	0,80	-
Comercial	987.602,40	0,012	3,47	0,80	32.899,01
Industrial	2.538.881,60	0,015	3,47	0,80	105.719,03
Irrigação	1.019.488,80	0,005	3,47	0,80	14.150,50
Lazer	17.520,00	-	3,47	0,80	-
TOTAL	13.971.966,40				466.183,62

Tabela 16 – Resultado das simulações utilizando o conjunto de coeficientes K para o período chuvoso em um regime de 8 horas diárias

Tipo de Uso	V (m³/ano)	VUR(R\$)	K _s	K _{disp}	Cobrança/Ano (R\$)
Abastecimento Comunitário	148.044,00	0,012	0,29	0,50	257,60
Abastecimento Rural	65.554,00	0,012	0,29	0,50	114,06
Abastecimento Urbano	9.194.875,60	0,012	0,29	0,50	15.999,08
Aquicultura	-	-	0,29	0,50	-
Comercial	987.602,40	0,012	0,29	0,50	1.718,43
Industrial	2.538.881,60	0,015	0,29	0,50	5.522,07
Irrigação	1.019.488,80	0,005	0,29	0,50	739,13
Lazer	17.520,00	-	0,29	0,50	-
TOTAL	13.971.966,40				24.350,37

O valor total da cobrança por ano será a soma do período chuvoso (março a julho) e do período seco (agosto a fevereiro) totalizando um valor de R\$ 490.533,99/ano. Os resultados mostram que a cobrança proporciona uma maior arrecadação no período seco (época em que a água é mais escassa e, portanto, mais cara) do que no período chuvoso (Figura 6).

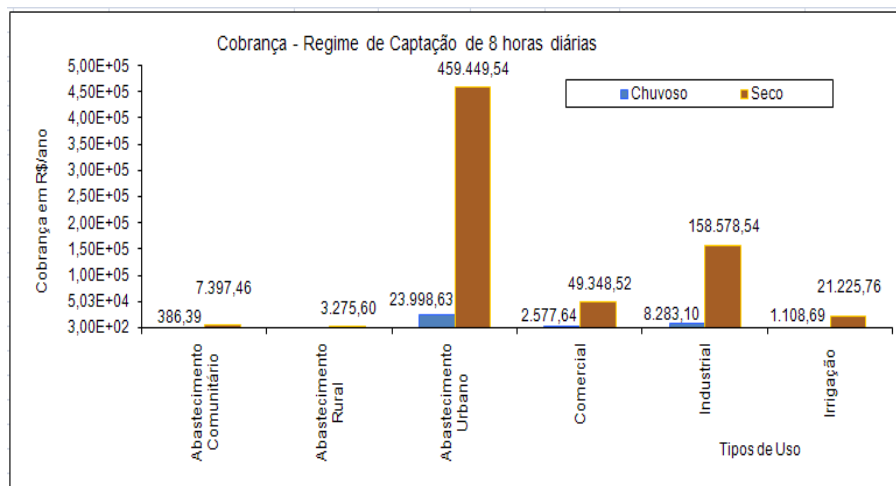


Figura 5 – Comparação entre os períodos seco e chuvoso para um regime de 8 horas diárias.

Simulação do modelo do tipo “econômico” para a cobrança pela retirada de água bruta

Na Tabela abaixo são apresentados os resultados das simulações do modelo econômico. O preço de reserva $p_r = 1,60 - 1,45 = 0,15$ reais. Logo o primeiro par ordenado, conforme Figura 1b é A (0,15;0,00000093). Com relação à segunda simulação, para uma hipótese mais cara (com a utilização de água mineral) o custo médio é de R\$ 175,00/m³. O preço de reserva é de: 175,00 – 1,45 = 173,55 reais, com uma demanda reduzida de 0,00000324 m³/s, logo o par ordenado para a hipótese mais restritiva (Figura 1b) é então B (173,55; 0,00000324m³/s). Portanto, ao encontrar os pares ordenados, determinam-se os coeficientes angular e linear da curva de demanda “tudo ou nada”.

Tabela 17 - Demandas por usuários e os métodos alternativos de uso da água

Método alternativo na interrupção hipotética	Característica	Custo médio de água - alternativo (R\$/m ³ /família)	Preço de reserva = p ^r	Demanda (q) m ³ /s
Carro-pipa	Solução menos cara	1,60	0,15	0,00000093
Água mineral	Solução mais cara	175,00	173,55	0,00000324

Para o cálculo dos valores do parâmetro da elasticidade, em função do preço de demanda ordinária, apresenta os seguintes valores, conforme a Tabela 18:

Tabela 18 – Elasticidade-preço da demanda nas situações hipotéticas

Alternativa hipotética (menos cara / mais cara)	p(q _j *)	E
Carro-pipa /Água mineral	86,77	-2,50

CONCLUSÕES

Os critérios de outorga estabelecidos neste trabalho buscaram expressar os problemas na gestão de recursos hídricos existentes na bacia em estudo. Os mesmos foram determinados nos respectivos níveis de abrangência definidos, porém, observa-se que alguns critérios podem ser utilizados em mais de um nível de abrangência, como por exemplo, o critério de qualidade de água que pode ser considerado como critério local ou regional.

Nas simulações de outorga foi adotado o critério da vazão de referência da Q₉₀ para os reservatórios Gramame-Mamuaba que abastece algumas cidades que compõem a região estudada. Para o caso específico do reservatório Gramame-Mamuaba, também foram utilizadas nas simulações, as vazões Q₉₅ e Q₁₀₀. Foi utilizado o critério de prioridade de uso das águas superficiais, em caso de falha no atendimento às demandas, utilizar-se-iam as águas subterrâneas. Observa-se que na simulação 1, o atendimento a população é 81,21%, desta forma a água subterrânea seria utilizada para atender apenas 18,79%. Para a simulação 2, o atendimento seria de 100%, pois neste caso a demanda requerida é menor do que a vazão regularizada.

Com relação aos critérios de cobrança são necessários estudos mais detalhados para uma precificação da água condizente com a realidade da bacia em estudo. Por exemplo, a definição das estações secas e chuvosas, através do critério da sazonalidade, poderia ser um fator limitante para a retirada de água subterrânea. Vale ressaltar que os valores dos coeficientes usados nos modelos de cobrança são comumente arbitrados ou negociados. Geralmente isto é realizado no âmbito das reuniões dos comitês das bacias hidrográficas.

Para as simulações realizadas com o modelo arrecadatório foi possível estabelecer os respectivos coeficientes de ponderação, os quais foram considerados, os critérios de sazonalidade e disponibilidade hídrica. Verificam-se que os elevados valores da arrecadação no período seco, se dá através do K_s (calculado para o período seco) com valor correspondente a 3,47. Porém, esse número precisa ser revisto, pois dificilmente encontraria sustentação política no CBH-PB. Em todas as simulações, o abastecimento urbano gera a maior arrecadação por ser o uso de maior demanda outorgada. É importante ressaltar que o CERH aprovou a Resolução sobre cobrança pelo uso da água, considerando as deliberações dos comitês sobre este tema.

Para as simulações com o modelo econômico observou-se o comportamento do usuário, sendo submetido a duas situações hipotéticas de corte no abastecimento em função, na primeira hipótese, da solução menos cara (uso de carro-pipa) com uma mais cara (água mineral). Na primeira hipótese (uso de carro-pipa e água mineral como alternativas hipotéticas de corte no fornecimento de água), os resultados mostraram um usuário sensível ao aumento de preço, reduzindo a demanda em 250 %, caso houvesse

100% no aumento do preço do metro cúbico da água ($E = -2,50$). O resultado, portanto, mostra um usuário elástico, com comportamento sensível aos aumentos de preços nos usos alternativos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida a primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA (2007) – **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Cadastro de outorga. Comunicação Pessoal.

ANA – Agência Nacional de Águas. (2007). **Cadernos de Recursos Hídricos nº. 4. Superintendência de Outorga e Fiscalização**. Brasília, 2007.

BRASIL (1997). Lei nº. 9.433. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

CAGEPA (2007) - **Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba**

CBH-PB – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. (2008). Deliberação nº. 1 de 26 de fevereiro de 2008. Aprova a implementação da cobrança e determina os valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, a partir de 2008.

CAMARA, A. C. F. C. (2003). **Análise da vazão máxima outorgável e da introdução simplificada da qualidade da água no processo de outorga da bacia do rio Gramame (PB)**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 219 p, 2003.

COSTA, W. D.; ALBUQUERQUE, J. do P. T. de; BRANCO, R. L. de C.; MARANHÃO, C. M. L.; GOLDFABER, M. (2007). **Estudo de caracterização e verificação da disponibilidade hídrica da vertente litorânea do estado da Paraíba**. Estudos Hidrogeológicos. Relatório Final. Tomo I – Texto. Ministério da Integração Nacional.

COSTA, W. D. (2006). **Diagnóstico preliminar sobre as condições de captação de água subterrânea na Bacia Sedimentar Costeira do estado da Paraíba**. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-estrutura Hídrica.

COSTA, M. L. M. e (2009). **Estabelecimento de critérios de outorga de direito de uso para águas subterrâneas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. (2001). **Resolução nº. 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. Brasília.

CONAMA (2008) CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**.

FORGIARINI, F. R. (2006). **Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta para aplicação em Escala Real na bacia do Rio Santa Maria**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria,

MACÊDO, R. M., SILVA, S. B. da, MEDEIROS, P.da C, RIBEIRO, M. M. R.(2005). **Cobrança pela retirada de água bruta e impactos no setor usuário urbano**. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. CD-ROM, João Pessoa - Paraíba, ABRH.

MAGALHÃES P.C.; MARANHÃO N.; THOMAS P.; THOMAZ F. CAMPOS J. D (2003). **Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água**. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba - Paraná, ABRH.

MMA – Ministério do Meio Ambiente/SRHU – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. (2008). Programa VIII – **Programa Nacional de Águas Subterrâneas – Versão Preliminar. Plano Nacional de**

Recursos Hídricos. Componente de Programas Regionais de Recursos Hídricos. Brasília – DF. Novembro/2008.

MEDEIROS, P.da C., RIBEIRO, M. M. R. (2006). **Elasticidade-preço da demanda por água na bacia hidrográfica do rio Paraíba.** VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. CD-ROM, Gravatá, ABRH.

MENDES, L. A. (2007). **Análise dos critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e em vazões de permanência.** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007, 189 p.

PERH (2006) - **Plano Estadual de Recursos Hídricos (Relatório Final).** Disponível on-line http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final.php

PEREIRA, J. S., LANNA, A. E. L. (1996). **Análise de critério de outorga dos direitos de uso.** In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador.

PARAIBA (2007). Lei 8446 de 28 de dezembro de 2007. Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.

PARAÍBA (1996). Lei nº. 6.308. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

PROJETO ASUB (2009). **Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a Gestão das águas Subterrâneas.** Relatório Técnico Parcial nº 1. Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande

RIBEIRO, M. M. R, LANNA A. E. (2001). **Instrumentos regulatórios e econômicos : aplicabilidade à gestão das águas e a bacia do rio Pirapama-PE.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. RBRH, vol.6, n.4, p-41-70.

UFSM/UFMG. (2008). **Simulação para aplicação da cobrança em escala real. Relatório final. Universidade Federal de Santa Maria/Universidade Federal de Campina Grande.** Projeto de Pesquisa financiado pelo MCT/ CT-HIDRO.

VIEIRA, Z. M. DE C. L.; RIBEIRO, M. M. R.. (2007). **A gestão de recursos hídricos no Estado da Paraíba: aspectos legais e institucionais.** In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo.