

# MECANISMOS DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O SETOR DE EXTRAÇÃO DE AREIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

*Patrick Thomas<sup>1</sup> & Paulo Marcelo Gomes<sup>2</sup>*

**RESUMO** --- O presente trabalho tem como finalidade apresentar os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos, já utilizados para os diferentes setores usuários de água da bacia do rio Paraíba do Sul e, sobretudo, discutir a introdução de novos mecanismos e critérios para o setor de extração de areia que levem em conta as especificidades da atividade. O trabalho faz uma descrição sucinta dos processos relativos às modalidades de extração em leito de rio, de extração em cava submersa e extração por desmonte hidráulico de solos residuais. Para cada caso, são definidos os parâmetros referentes à captação e ao consumo da água, e simulados os seus impactos na fórmula de cobrança em uso na bacia do rio Paraíba do Sul. Especial ênfase é dada ao aspecto “evaporação”, na modalidade de extração em cava submersa, visto o grande aumento do consumo de água decorrente da contínua ampliação de espelhos d’água das lagoas artificiais de extração.

**Palavras-chave:** Cobrança, extração de areia, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

**ABSTRACT** --- This paper presents the mechanisms of bulk water pricing that has been applied to different users sectors in the Paraíba do Sul river basin and, above all, discusses the introduction of new mechanisms and criteria for the sand extraction sector, which consider the particularities of this activity. It briefly describes the different methods of sand extraction, *i.e.* river bed extraction, submerged pits extraction and hydraulic dismantling of residual ground; for each method, the water withdrawal and consumption are defined, and then simulated according to the water charges equation of the Paraíba do Sul river basin. The paper also emphasizes the “evaporation” issue in the submerged pits extraction, since water consumption in this method increases with the continuous expansion of the area of the artificial lagoons.

## 1 - OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos para o setor de extração de areia da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Espera-se com este trabalho fomentar a discussão do assunto no âmbito da ABRH, de modo a

---

<sup>1</sup> Especialista em Recursos Hídricos - Agência Nacional de Águas, Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Bloco L, Sala 125, Brasília - DF, CEP 70610-200. E-mail: patrick@ana.gov.br

<sup>2</sup> Especialista em Recursos Hídricos - Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE - CEP 21945-970 – Caixa Postal 68540. E-mail: pm@hidro.ufrj.br

contribuir para o desenvolvimento técnico-científico da área de recursos hídricos, bem como fornecer subsídios aos Comitês de Bacia Hidrográfica que lidam com a cobrança pelo uso da água.

## **2 – INTRODUÇÃO**

Em dezembro de 2001, o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP aprovou, por meio da Deliberação de nº 08, os mecanismos de cobrança pelo uso da água para os setores de saneamento e indústria. Em novembro de 2002, após quase um ano de discussões, foram aprovados na Deliberação nº 15 os mecanismos de cobrança para os setores agropecuário, aquíicultura e elétrico - apenas Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs. Finalmente, em março de 2003, após o processo de cadastramento de usuários, foi efetivamente iniciada a cobrança pelo uso da água na bacia.

Na Deliberação CEIVAP nº 15, ficou definido que os mecanismos de cobrança do setor de mineração deveriam ser estabelecidos posteriormente, num prazo máximo de um ano a partir do início efetivo da cobrança, ou seja, até março de 2004. O CEIVAP tomou esta decisão por entender que o setor de mineração realiza um tipo de uso da água singular e de quantificação mais complexa que os demais setores usuários.

Ao longo do ano de 2003, a Superintendência de Outorga e Cobrança da ANA e o Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE elaboraram estudos que subsidiaram as Câmaras Técnicas do CEIVAP na definição dos mecanismos de cobrança pelo uso da água do setor de extração de areia. Através da Deliberação CEIVAP nº 24 de 31 de março de 2004 foi aprovada a cobrança para a modalidade de extração em leito de rio. Deve-se registrar também a participação dos representantes do setor de extração de areia no CEIVAP, contribuindo ativamente nas discussões técnicas e disponibilizando todas as informações necessárias para os estudos.

Os estudos, objeto do presente trabalho, contemplaram inicialmente a caracterização dos processos de extração de areia e a quantificação dos usos da água em cada processo. Uma vez caracterizado e quantificado o uso da água, foi possível elaborar uma proposta de mecanismos, critérios e valores de cobrança. Finalmente, para verificar a aplicabilidade da metodologia, foi analisado o impacto da cobrança sobre os usuários. A seguir apresenta-se cada uma destas etapas em detalhe.

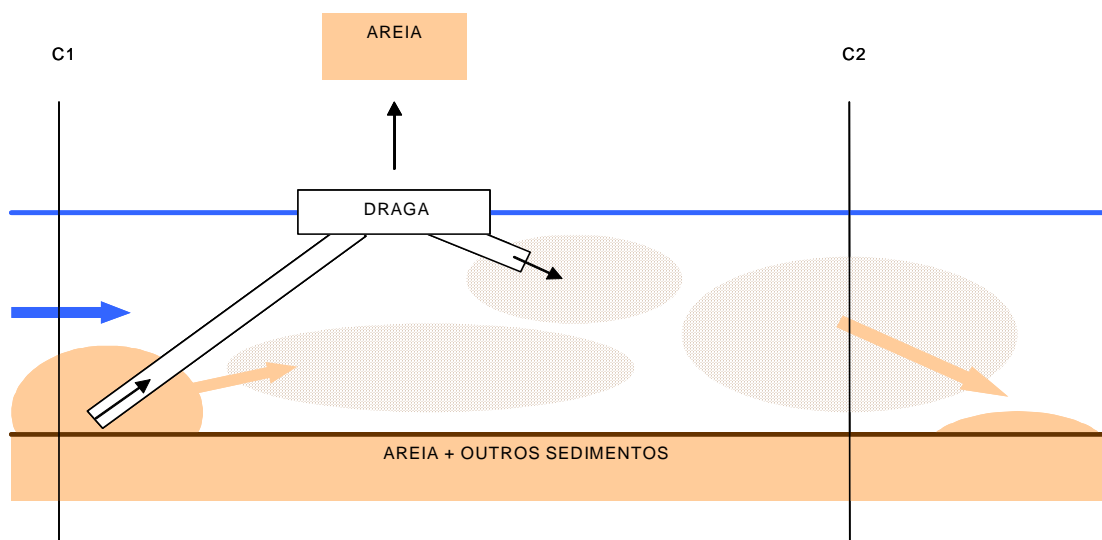
## **4 – CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA**

Praticamente toda a areia natural extraída para fins de construção civil utiliza intensamente a água em seus processos, que se pode agregar em 3 grandes grupos: extração em leito de rio, extração em cava submersa e desmonte hidráulico de solos residuais.

#### 4.1 – Extração em Leito de Rio

Neste tipo de processo a extração da areia é realizada diretamente no leito dos rios, por meio de dragas flutuantes. O material extraído é normalmente estocado junto às margens nos pátios de estocagem. A figura 1 apresenta um desenho esquemático do processo de extração de areia em leito de rios.

Figura 1 – Desenho esquemático do processo de extração de areia em leito de rios



A draga bombeia a areia e outros sedimentos que estão depositados no fundo do rio, utilizando a água como veículo. A mistura de areia e água bombeada, denominada de polpa, contém normalmente uma proporção de 60% de água e 40% de areia. No ponto de bombeamento há grande revolvimento de material, levando a alterações na concentração de sólidos em suspensão no local da dragagem. A areia bombeada fica depositada na draga e a água retorna ao rio juntamente com os sedimentos finos.

Devido à extração, pode ocorrer por breves períodos o aprofundamento da calha do rio, que leva ao rebaixamento do nível d'água e, em alguns casos, pode fazer com que as captações de água de alguns usuários fiquem fora d'água. Com o passar do tempo, no entanto, o nível d'água tende a voltar ao normal devido à reposição de material pelo transporte de sedimentos do próprio rio.

Com relação ao uso da água, pode-se considerar que o volume de água bombeado pela draga é praticamente todo devolvido ao rio, com exceção de uma pequena parcela que fica agregada à areia. Houve discussão intensa no âmbito do CEIVAP, para se definir a vazão que deveria ser considerada como uso de captação. Uma linha de raciocínio entendia que toda a vazão bombeada deveria ser considerada como vazão de captação, outra linha considerava como vazão captada apenas a parcela de água que ficava agregada à areia. Ao final, prevaleceu a interpretação de que a vazão captada

correspondia à quantidade de água retirada do rio durante o bombeamento. Por sua vez, a parcela de água agregada à areia e que não retorna ao corpo hídrico foi definida como vazão consumida.

Finalmente, com relação ao lançamento de efluentes, poder-se-ia considerar o lançamento de sólidos em suspensão resultantes do processo de extração da areia. Este tipo de lançamento é contemplado na formulação de cobrança da França e na proposta do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo, porém não faz parte da composição atual da fórmula de cobrança da bacia do Rio Paraíba do Sul.

A quantificação deste tipo de lançamento no processo de extração de areia é bastante complexa. Seria necessário realizar uma série de medições de concentração de sedimentos a montante e a jusante dos locais de extração para tentar isolar e quantificar as alterações causadas pelo processo de extração. Como não se dispunha destas medições na bacia, o Comitê decidiu adiar a cobrança pelo lançamento de sólidos em suspensão para uma revisão futura da fórmula, quando estas medições estiverem disponíveis. Em relação ao lançamento do rejeito da extração no corpo hídrico, as normas ambientais vigentes na bacia do Paraíba, exigem a prévia decantação dos sólidos em suspensão, em área marginal adequada, anterior ao seu lançamento.

#### **4.2 – Extração em Cava Submersa**

O processo de extração de areia em cava submersa se assemelha ao da extração em leito na medida em que a areia também é bombeada por uma draga que utiliza a água como veículo. Neste processo, porém, a areia é retirada de antigos depósitos aluvionares correspondentes às planícies marginais de inundação, localizadas próximas ao rio.

O processo se inicia com abertura de uma cava por meio da retirada da camada de solo superficial até que se atinja o lençol freático. A partir daí, areia e sedimentos passam a ser bombeados por uma draga que utiliza água subterrânea para formar a polpa. A areia bombeada fica depositada na draga enquanto a água é devolvida à cava para ser novamente utilizada no bombeamento, formando um circuito fechado. Este processo continua até se que se atinja o substrato rochoso, que no vale do Paraíba se localiza à cerca de 30 metros de profundidade. A cava também se expande horizontalmente até atingir o limite do terreno ou da jazida de areia. Em alguns casos a cava foi interligada ao leito do Rio Paraíba do Sul alterando significativamente o traçado de suas margens e a dinâmica de escoamento.

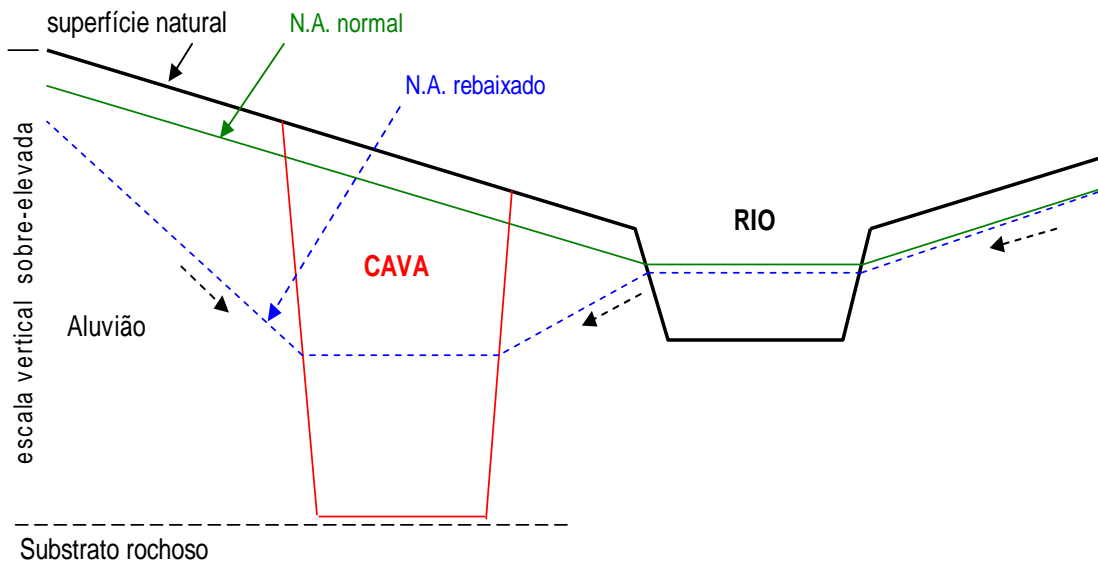


Figura 2 – Desenho esquemático do processo de extração de areia em cavas submersas, durante a exploração.

Na figura 2, observa-se o rebaixamento do nível d'água que ocorre devido ao processo de extração. Com o rebaixamento do lençol freático, dependendo da distância à cava, da permeabilidade do solo e da vazão de bombeamento, poderá haver interferência na vazão do rio. Por exemplo, nos casos em que o nível d'água da cava e do lençol freático estiverem abaixo do nível d'água no rio, como o ilustrado na figura 2, poderá haver uma alimentação do lençol, e, conseqüentemente uma perda da vazão do rio.

No que se refere ao uso da água neste processo, poder-se-ia considerar como uso de captação a eventual vazão retirada do rio para alimentação do lençol freático, uma vez que esta água estaria sendo indisponibilizada para outros usuários a montante do estirão de rio. Contudo, esta quantificação não é tarefa simples e demanda monitoramento sistemático do fluxo de água entre o rio e a cava, o que ainda não está disponível. Portanto, uma alternativa seria considerar como uso de captação apenas a vazão de água bombeada pelas dragas.

Já a vazão consumida apresenta um novo componente em relação à extração em leito. Além da parcela de água que fica agregada à areia, deve-se considerar também a parcela de água que evapora nos espelhos d'água formados artificialmente pela abertura das cavas. Estima-se que haja atualmente, somente no trecho paulista da bacia, 1.750 ha de espelho d'água em cavas.

Com relação ao uso da água para diluição, como a extração de areia em cava é realizada em circuito fechado, pode-se considerar que não haja lançamento de efluentes no rio, considerando-se como efluentes os sólidos em suspensão.

Finalmente, com o término da exploração, seja por ter atingido os limites horizontais e verticais, ou mesmo, os limites de sua rentabilidade econômica, a cava é simplesmente abandonada,

restabelecendo-se, o nível d'água correspondente à situação da figura 3, e configurando-se um espelho d'água artificial permanente. Este espelho d'água, estará submetido a uma evaporação contínua, o que caracteriza uma situação de uso perpétuo da água.

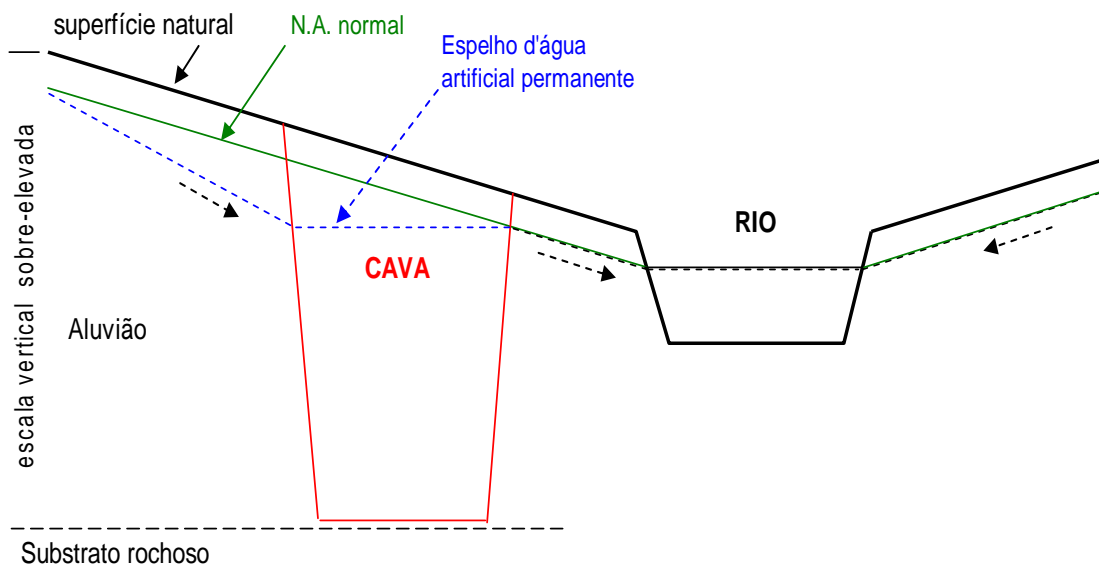


Figura 3 – Desenho esquemático do processo de extração de areia em cavas submersas, após a exploração.

Portanto, o uso da água relativo à parcela de consumo no processo de extração de areia em cavas submersas ocorre em duas fases distintas. A primeira, durante o processo de extração, correspondente ao somatório das parcelas relativas à água agregada à areia e à evaporação, que pode variar ao longo dos anos. E uma segunda, após o processo de extração, correspondente à parcela de água evaporada no espelho d'água perpetuado (lagoa artificial). Essas duas fases serão abordadas mais adiante.

### 4.3 – Desmonte Hidráulico de Solos Residuais

O processo de desmonte hidráulico, também conhecido por “areia de barranco”, consiste na lavagem sob pressão dos finos (argila e silte) em bancadas de solos residuais, separando-os da areia. Neste processo, os sedimentos finos são normalmente carreados para bacias de sedimentação ou, na inexistência destas, para o corpo hídrico mais próximo.

O uso da água neste tipo de processo pode ser considerado de forma semelhante ao uso industrial, ou seja, o usuário realiza uma captação pontual no rio, da qual uma parte é consumida e outra retorna ao corpo hídrico.

De acordo com a Resolução nº 42 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo - SMA, de 16 de setembro de 1996, que disciplina o licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários de extração de areia na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, antes da devolução ao corpo hídrico o efluente deverá ser encaminhado a uma bacia de decantação, visando a

sedimentação dos resíduos sólidos e a clarificação da água e a adoção de procedimentos operacionais que objetivem mitigar os impactos provocados pela atividade.

Com relação ao uso de diluição, pode ocorrer aporte de sedimentos à calha dos rios causando prejuízos aos demais usuários da bacia. Contudo, como já afirmado, esta quantificação é complexa frente à disponibilidade de dados na bacia e, portanto, o CEIVAP decidiu desconsiderar o uso de diluição neste processo.

Sendo assim, o CEIVAP decidiu que este tipo de processo não necessita de uma metodologia específica, podendo ser aplicada a metodologia de cobrança vigente para o setor industrial.

A seguir, apresenta-se um quadro resumo que reúne a caracterização dos usos da água nos processos de extração de areia em leito de rio e cava submersa.

Quadro 1 – Caracterização do uso da água nos processos de extração de areia.

<b>Processo</b>	<b>Captação</b>	<b>Consumo</b>	<b>Diluição</b>
<b>Extração em Leito</b>	Vazão bombeada	Parcela de água agregada à areia	Não há
<b>Extração em Cava</b> (durante a extração)	Vazão bombeada + Evaporação no espelho d'água	Parcela de água agregada à areia + Evaporação no espelho d'água	Não há
<b>Extração em Cava</b> (após a extração)	Evaporação no espelho d'água	Evaporação no espelho d'água	Não há

Deve-se destacar que a caracterização do uso da água no processo de extração em cava constitui apenas um exercício acadêmico visando evoluir no entendimento do uso da água no setor de mineração de areia em geral. O processo de extração de areia em cavas não é objeto de cobrança no momento, pois o CEIVAP aprovou apenas a metodologia e os critérios para a cobrança pelo uso da água no processo de extração em leito de rio.

## **5 – QUANTIFICAÇÃO DO USO DA ÁGUA**

Apresenta-se neste item uma estimativa do uso da água no setor de extração de areia na bacia do rio Paraíba do Sul com base nos parâmetros básicos apresentados no quadro 2. A estimativa de uso da água apresentada divide-se em quatro partes:

- Vazão bombeada;
- Parcela de água agregada à areia;
- Evaporação no espelho d'água, durante a extração;
- Evaporação no espelho d'água após a extração.

Quadro 2 – Parâmetros básicos para quantificação do uso da água no setor de extração de areia da bacia do Rio Paraíba do Sul.

Parâmetro	Valor	Fonte
Produção de areia em cava submersa	50 m <sup>3</sup> /ha/dia	DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral - Valor médio obtido a partir dos relatórios anuais de lavra fornecidos pelos concessionários da bacia do Rio Paraíba do Sul
Produção de areia em leito de rio	250 m <sup>3</sup> /draga/dia	
Umidade da areia	10 %	
Evaporação média	800 mm/ano	INMET– Instituto Nacional de Meteorologia - Normais Climatológicas – Evaporação Anual Média na região
Razão de mistura da polpa	60% água x 40% areia	AGRA – Consultores Associados

### 5.1 - Vazão bombeada

A relação entre a água e a areia na polpa bombeada pelas dragas é indicada pela razão de mistura da polpa. A vazão de água bombeada pode ser obtida pela multiplicação da produção de areia pela razão de mistura da polpa. Considerando os valores indicados no quadro 2, encontra-se uma vazão de captação de 136.875 m<sup>3</sup>/draga/ano (250 m<sup>3</sup> areia/draga/dia \* 60/40 \* 365 dias) para extração em leito de rio e 27.375 m<sup>3</sup>/ha/ano (50 m<sup>3</sup>/ha/dia \* 60/40 \* 365) para extração em cava submersa.

### 5.2 - Parcela de água agregada à areia

A areia retirada do leito do rio ou da cava contém uma certa quantidade de água agregada que pode ser determinada em função do volume de areia e da sua umidade. Considerando os valores de produção de areia e umidade adotados, encontra-se um uso da água de 1.825 m<sup>3</sup>/ha/ano para extração em cava (50 m<sup>3</sup>/ha/dia x 10% x 365) e 9.125 m<sup>3</sup>/draga/ano para extração em leito (250 m<sup>3</sup>/draga/dia x 10% x 365).

### 5.3 - Evaporação no espelho d'água durante a extração

Para obtenção do volume de água evaporado nos espelhos d'água das cavas, multiplica-se o valor de evaporação média, apresentado no quadro 2, pela área de um hectare, encontrando-se uma evaporação no espelho d'água de 8.000 m<sup>3</sup>/ha/ano (800 mm/ano x 1ha).

### 5.4 - Evaporação no espelho d'água após a extração

Como o espelho d'água resultante do processo de extração de areia é permanente, o volume de água evaporado também será permanente e constante, variando apenas em função de eventuais mudanças climáticas.

Neste caso, para efeito de quantificação do uso da água, procedeu-se de forma semelhante ao uso durante a extração, ou seja, considerou-se o valor da evaporação de 8.000 m<sup>3</sup>/ha/ano.



A seguir, apresenta-se no quadro 3 um resumo por tipo de uso dos volumes de água utilizados nos processos de extração de areia.

Quadro 3 – Quantificação dos volumes de água utilizados nos processos de extração de areia.

<b>Processo</b>	<b>Captação</b>	<b>Consumo</b>
<b>Extração em Leito</b> (m <sup>3</sup> água/draga/ano)	136.875	9.125
<b>Extração em Cava durante a extração</b> (m <sup>3</sup> água/ha/ano)	27.375 + 8.000 = 35.375	8.000 + 1.825 = 9.825
<b>Extração em Cava após a extração</b> (m <sup>3</sup> água/ha/ano)	8.000	8.000

## 6 – MECANISMOS DE COBRANÇA

Neste item apresenta-se mecanismos de cobrança para os processos de extração em leito de rio e extração em cava submersa. Para o processo de extração em leito de rio, apresenta-se o mecanismo que foi definido pelo CEIVAP com base neste estudo e nas discussões internas do Comitê. Já para o processo de extração em cava, apresenta-se uma proposta de mecanismo de cobrança que, como dito, consiste num exercício acadêmico visando evoluir no entendimento do uso da água no setor de mineração de areia.

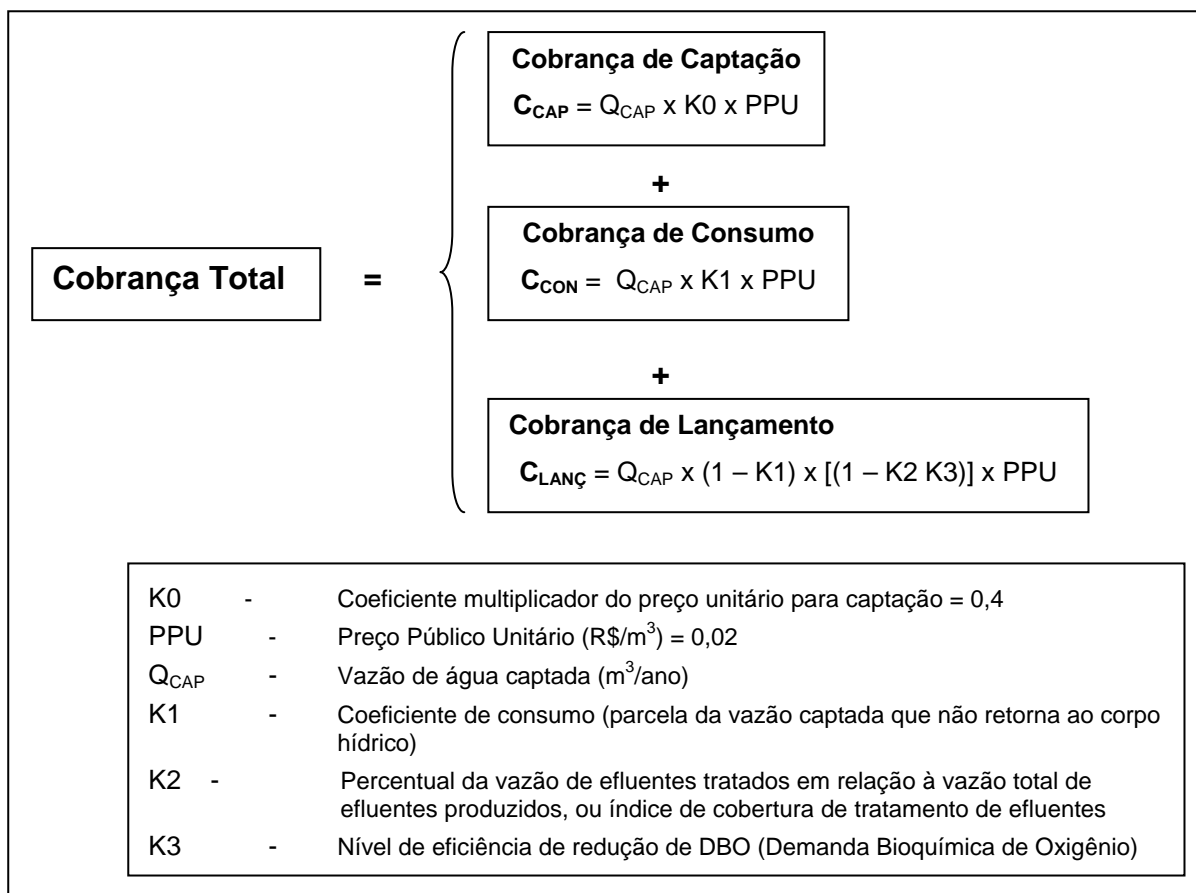
### 6.1 – Extração em Leito de Rio

Para o processo de extração de areia em leito de rio o CEIVAP aprovou uma metodologia baseada na metodologia aplicável aos setores de indústria e saneamento, alterando a forma como são determinadas as vazões de captação e consumo. A terceira parcela da fórmula, referente ao lançamento de efluentes, foi considerada igual a zero. No quadro 4 apresenta-se a metodologia de cobrança aplicável aos setores de indústria e saneamento e no quadro 5, a metodologia de cobrança do setor de extração de areia em leito.

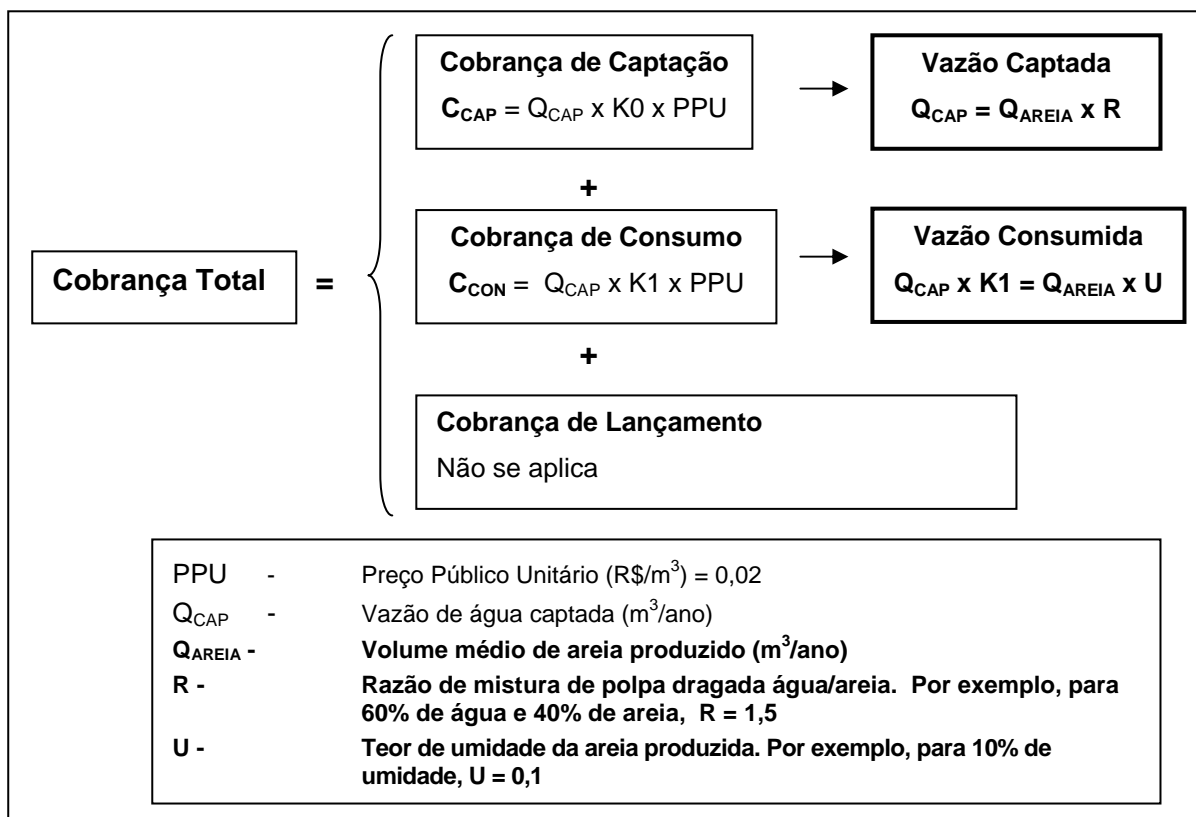
O valor do coeficiente  $K_0$ , referente à parcela de captação, foi mantido igual a 0,4 semelhante aos demais setores usuários. Este coeficiente introduz uma redução no valor da cobrança para o uso de captação com base na consideração de que o uso de captação é menos impactante que os usos de consumo e diluição.

Com relação ao valor de cobrança, foi mantido o Preço Público Unitário - PPU de R\$ 0,02 por metro cúbico de água, semelhante ao valor atualmente cobrado dos setores de indústria e saneamento.

Quadro 4 – Mecanismo de Cobrança dos Setores de Indústria e Saneamento na Bacia do Rio Paraíba do Sul.



Quadro 5 – Mecanismo de cobrança do setor de extração de areia em leito de rio na Bacia do Rio Paraíba do Sul.



Aplicando-se ao usuário padrão do setor de mineração em leito de rio da bacia (produção média de 250 m<sup>3</sup>/dia, razão de mistura de 60/40 e teor de umidade no carregamento de 10%) a metodologia de cobrança aprovados pelo CEIVAP, bem como os valores de cobrança definidos, encontra-se os montantes de cobrança pelo uso da água apresentados no quadro 6.

Quadro 6 – Valores de cobrança pelo uso da água referentes a um usuário padrão da bacia.

<b>Captação</b> (R\$/draga/ano)	<b>Consumo</b> (R\$/draga/ano)	<b>Total</b> (R\$/draga/ano)
$Q_{cap} \times K_0 \times PPU$	$Q_{con} \times PPU$	Captação + Consumo
$136.875 \times 0,4 \times 0,02 = 1.095,00$	$9.125 \times 0,02 = 182,50$	$1.095,00 + 182,5 = \mathbf{1.277,50}$

Portanto, um usuário padrão de extração de areia em leito de rio na bacia irá pagar anualmente pelo uso da água o equivalente a R\$ 1.277,50 ou R\$ 106,46 por mês.

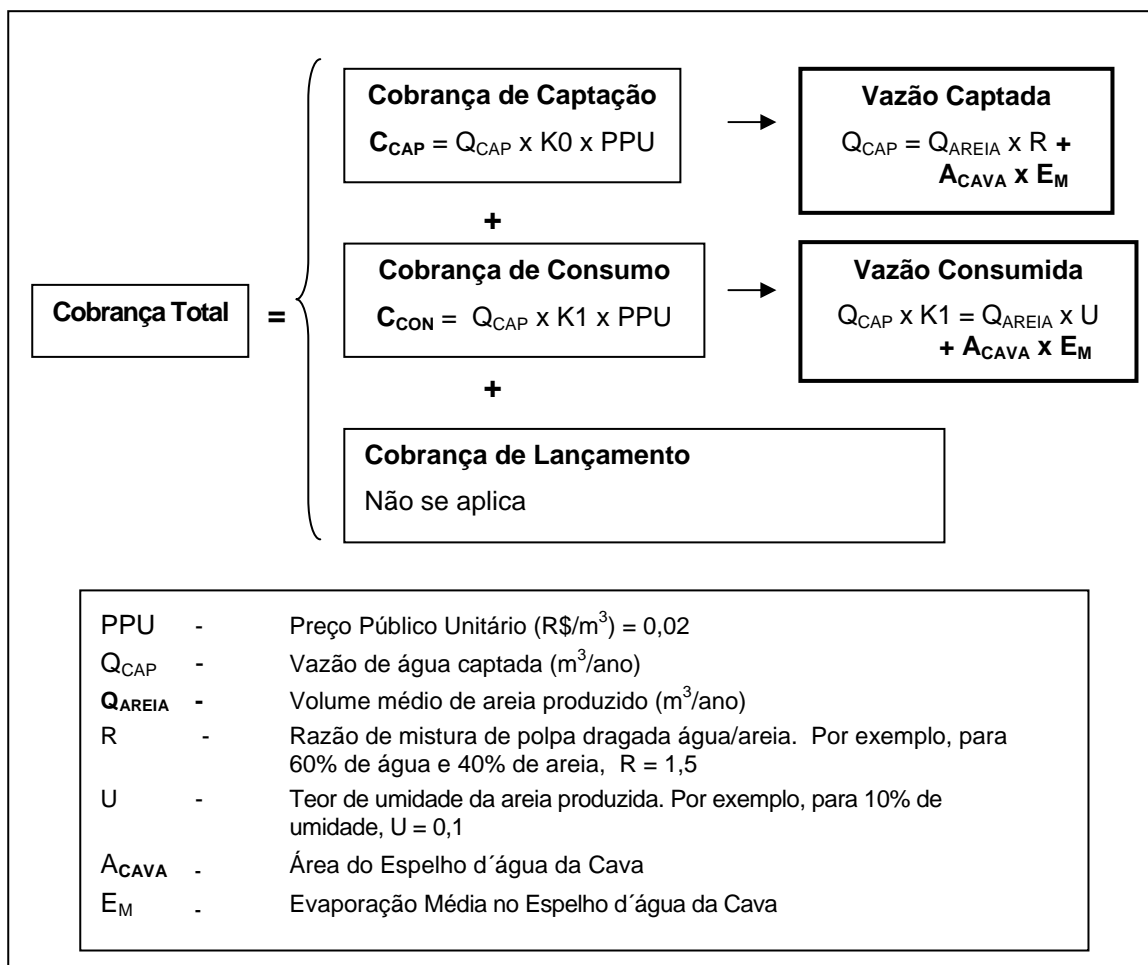
Percebe-se que o valor de cobrança referente ao uso de consumo é sensivelmente menor que o valor referente ao uso de captação. Isto ocorre porque a quantidade de água efetivamente retirada da bacia pelo minerador de areia em leito é muito pequena. Em contrapartida, a vazão utilizada para veicular a areia no processo de extração é considerável, resultando numa parcela de cobrança pela captação bem maior.

## 6.2 – Extração em Cava Submersa

A metodologia de cobrança para extração em cava submersa proposta neste estudo está baseada na metodologia de cobrança aplicável aos setores de indústria e saneamento, diferenciando-se na forma como são calculadas as vazões de captação e consumo, cuja quantificação está descrita nos itens 4 e 5 do trabalho. Assim como na cobrança pela extração em leito de rio, não se considera a parcela da fórmula referente ao uso de diluição. O mecanismo de cobrança proposto está apresentado no quadro 7.

De forma semelhante à cobrança da extração em leito de rio, propõe-se que o valor do coeficiente  $K_0$ , seja mantido igual a 0,4 e valor do PPU seja de R\$ 0,02 por metro cúbico de água.

Quadro 7 – Mecanismo de cobrança do setor de extração de areia em cava submersa na bacia do Rio Paraíba do Sul



Aplicando-se ao usuário padrão da bacia do setor de mineração em cava submersa (produção média de 50 m<sup>3</sup>/ha/dia, razão de mistura de 60/40 e teor de umidade no carregamento de 10%) a metodologia de cobrança proposta neste estudo e considerando uma evaporação média no espelho d'água de 800 mm/ano, encontra-se os montantes de cobrança pelo uso da água apresentados no quadro 8.

Quadro 8 – Valores de cobrança pelo uso da água no processo de extração de areia em cava submersa.

	<b>Captação</b> (R\$/ha/ano)	<b>Consumo</b> (R\$/ha/ano)	<b>Total</b> (R\$/ha/ano)
	Q <sub>cap</sub> x 0,4 x 0,02	Q <sub>con</sub> x 0,02	Captação + Consumo
<b>Durante a extração</b>	35.375 x 0,4 x 0,02 = 283,00	9.825 x 0,02 = 196,50	<b>479,50</b>
<b>Após a extração</b>	8000 x 0,4 x 0,02 = 64,00	8000 x 0,02 = 160,00	<b>224,00</b>

No entanto, após o fim da vida útil da jazida, o extrator de areia, pela própria dinâmica do setor, parte em busca de uma nova jazida em outra localidade. Com isso, torna-se inviável continuar efetuando a cobrança eternamente daquele usuário.

Para solucionar este impasse sugere-se que a cobrança relativa à evaporação após o fim da extração seja cobrada antecipadamente durante o período de extração, ou seja, durante a vida útil da jazida, que é definida no plano de lavra, apresentado pelo extrator ao DNPM quando da solicitação do direito de lavra.

Visando permitir a antecipação do pagamento de parcelas anuais num período de anos que tende ao infinito propõe-se a adoção de uma fórmula na matemática financeira que determina o valor presente de um fluxo de caixa infinito aplicando-se um determinado índice de antecipação, como apresentado na equação 1.

$$VP = \frac{P}{i} \quad (1)$$

Onde: VP – Valor presente da compensação pela evaporação perpétua  
P – Parcela anual de pagamento referente ao uso perpétuo  
i – Índice de antecipação

Com o objetivo de facilitar o pagamento deste valor, sugere-se que o montante total seja dividido em  $n$  parcelas correspondendo ao período de vida útil da jazida, definido no plano de lavra. O valor anual do pagamento referente à antecipação da cobrança pelo uso perpétuo será definido pela equação 2, derivada da matemática financeira.

$$VA = \frac{VP}{\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}} \quad (2)$$

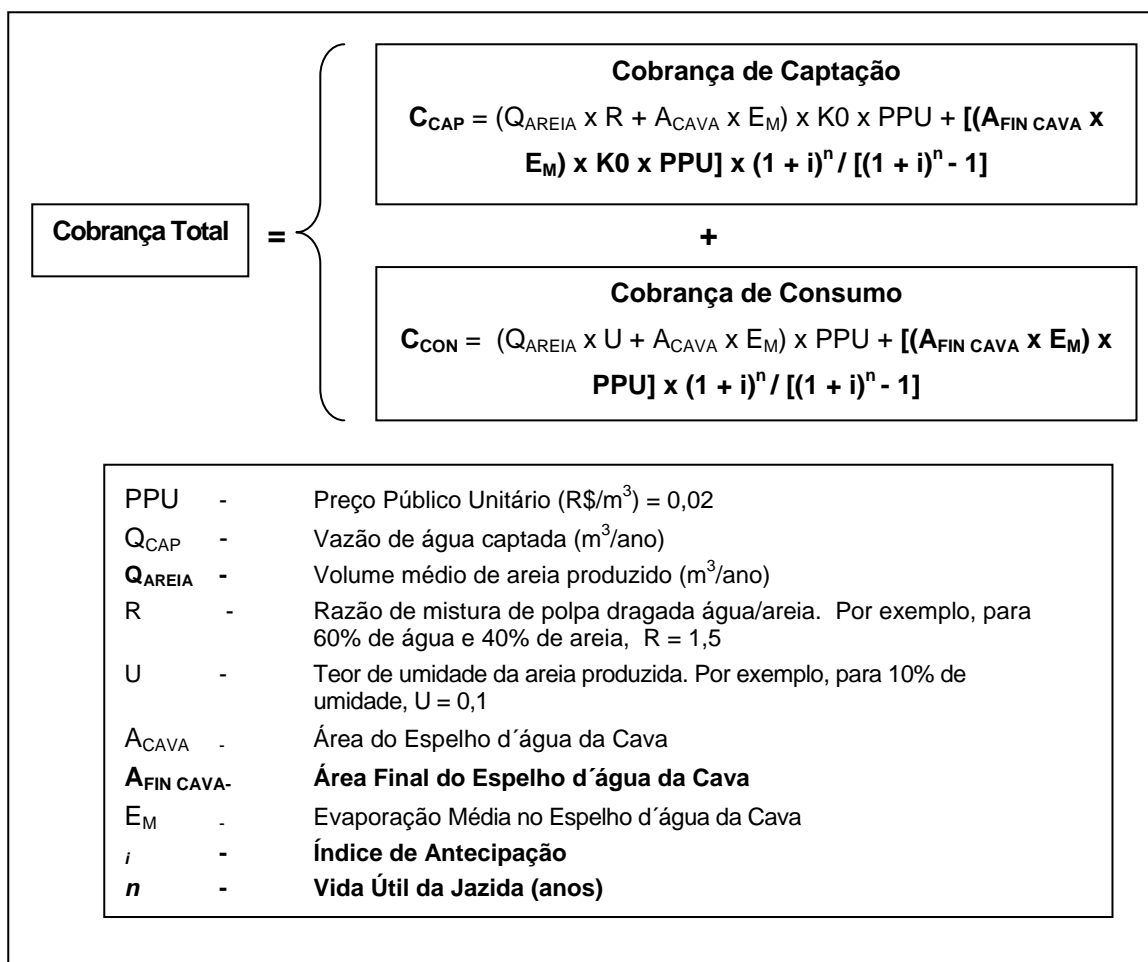
Onde: VA – O valor anual do pagamento referente à antecipação da cobrança pelo uso perpétuo  
 $n$  – Vida útil da jazida em anos

Finalmente, substituindo-se (1) em (2) encontra-se:

$$VA = \frac{P \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (3)$$

Portanto, a cobrança anual do setor de extração de areia seria composta de duas parcelas. A primeira correspondente ao uso da água durante a extração e a segunda referente antecipação do uso perpétuo da água, como apresentado no quadro 9.

Quadro 9 – Valores de cobrança pelo uso da água nos processos de extração de areia considerando a evaporação perpétua



Considerando-se um período médio de vida útil da jazida na região de 20 anos<sup>3</sup> e um índice de antecipação de 6% a.a., equivalente à taxa de juros paga pela caderneta de poupança, chega-se a um valor anual de cobrança de R\$ 325,49 a ser pago anualmente durante o período de vida útil da jazida. Assim, o usuário padrão de extração de areia em cava submersa na bacia irá pagar **R\$ 804,99** (479,50 + 325,49) por ano pelo uso da água.

Deve-se destacar que o valor de antecipação da cobrança pelo uso perpétuo de água foi calculado com base em um índice de antecipação de 6%. Este parâmetro pode ser definido pelo Comitê resultando em valores de cobrança maiores ou menores.

## 7 – IMPACTO DA COBRANÇA

Visando avaliar a aplicabilidade da metodologia de cobrança para o setor de extração de areia apresentada neste estudo, apresenta-se neste item uma análise do impacto da cobrança sobre o custo de produção dos usuários do setor.

<sup>3</sup> Segundo o DNPM.

Esta análise foi elaborada com base nos dados de custo médio de produção, obtidos junto ao DNPM, como apresentado no quadro 10.

Quadro 10 – Custo médio de produção nos processos de extração de areia

	Unitário (R\$/m <sup>3</sup> )		Total (R\$/ano) <sup>4</sup>	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
<b>Extração em Leito</b>	1,80	2,05	164.250	187.062
<b>Extração em Cava</b>	3,80	4,60	69.350	83.950

Apresenta-se no quadro 11 o resultado da divisão do valor anual de cobrança pelo custo médio de produção anual mínimo. Optou-se pelo custo mínimo para se obter o impacto máximo que pode ser causado a um usuário do setor de extração de areia.

Quadro 11 – Impacto da cobrança pelo uso da água no custo médio de produção nos processos de extração de areia

	Cobrança	Custo de Produção Mínimo	Impacto (%)
<b>Extração em Leito</b> (R\$/draga/ano)	<b>1.277</b>	164.250	<b>0,78</b>
<b>Extração em Cava</b> (R\$/ha/ano)	<b>805</b>	69.350	<b>1,16</b>

Assim, a cobrança pelo uso da água irá causar um impacto sobre o custo de produção de um usuário padrão de extração de areia em leito de rio correspondente a 0,78% e extração em cava submersa de 1,16 %.

## 8 – CONCLUSÃO

Em março de 2004, após discussões intensas nas Câmaras Técnicas, o CEIVAP aprovou uma metodologia de cobrança para extração de areia em leito de rio baseada na metodologia aplicável aos setores de indústria e saneamento, alterando a forma como são determinadas as vazões de captação e consumo.

A vazão de captação foi definida como a vazão de água utilizada pelas dragas para veicular a areia, que é calculada por meio da multiplicação da produção de areia pela razão água/areia de mistura da polpa. A vazão de consumo foi calculada considerando o volume de água que fica agregado à areia, determinado pela multiplicação da produção de areia pelo teor de umidade medido no carregamento. A terceira parcela da fórmula, relativa ao lançamento, foi considerada nula, devido à complexidade de sua quantificação frente à disponibilidade atual de dados na bacia. No

<sup>4</sup> O custo total foi obtido pela multiplicação do custo unitário pela produção média anual do usuário padrão em cada processo de extração. Para extração em leito apresenta-se o custo anual por draga e para extração em cava, o custo anual por hectare.

entanto, a parcela da diluição deverá futuramente ser introduzida, para o aperfeiçoamento da cobrança na bacia.

Deve-se destacar que o CEIVAP aprovou apenas a metodologia e os critérios para a cobrança pelo uso da água na modalidade de extração em leito de rio. No caso da extração em cava, o Comitê se viu impedido de aprovar a cobrança, pois entendeu que trata-se de um uso de água subterrânea, que, conforme estabelece o art. 26 da Constituição Federal de 1988, é um bem de domínio dos Estados, cabendo a eles o seu gerenciamento.

Não obstante, o estudo envolveu também a elaboração de uma proposta de metodologia para a extração em cava submersa, visando evoluir no entendimento do uso da água no setor de mineração de areia e subsidiar outros Comitês na definição de suas metodologias de cobrança. Esta metodologia também está baseada na metodologia de cobrança aplicável aos setores de indústria e saneamento, diferenciando-se na forma como são calculadas as vazões de captação e de consumo. Contudo, a extração em cava submersa apresenta um novo componente em relação à extração em leito, qual seja, a parcela de água que evapora nos espelhos d'água formados artificialmente pela abertura das cavas. Esta parcela é somada à vazão bombeada pela draga, no cálculo da vazão de captação, e à vazão agregada à areia, no cálculo da vazão consumida. Tal como na modalidade de extração em leito, a parcela referente ao uso de diluição, também foi desconsiderada nas simulações.

A metodologia estudada apresenta ainda uma inovação. Trata-se da consideração da compensação antecipada por um uso perpétuo de água correspondente à evaporação no espelho d'água das cavas após o final do processo de extração. Esta antecipação se torna possível graças à transformação do uso perpétuo de água em valores de cobrança perpétuos, formando um fluxo de caixa infinito. Assim, pode-se aplicar a fórmula da matemática financeira de cálculo do valor presente de um fluxo de caixa infinito.

Finalmente, das simulações de aplicação da cobrança pelo uso da água a usuários padrões da bacia, definidos com base em dados dos relatórios anuais de lavra do DNPM, encontram-se valores anuais de cobrança iguais a R\$ 1.278 para extração em leito de rio e R\$ 805 para extração em cava submersa. Estes valores representam impactos sobre o custo mínimo de produção destes usuários de 0,78% e 1,16%, respectivamente.

Para a modalidade de extração em leito de rio, a deliberação CEIVAP nº 24, aprovada em 31 de março de 2004, fixou o percentual máximo de 0,5% para o valor da cobrança em relação ao custo de produção do empreendedor, cabendo a este o direito de reivindicar a redução no caso de uma superação. Para o caso da extração em cava submersa, entretanto, o percentual de 1,16%



obtido, pode ser considerado como assimilável pelo empreendedor, principalmente se entendido como uma forma de compensar o consumo oriundo da evaporação perpétua dos espelhos d'água.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à valiosa contribuição dos geólogos Marco Antonio Felix Figueiredo e Pedro Carlos Pociotti na elaboração deste trabalho.

## **BIBLIOGRAFIA**

CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (2001). *“Deliberação nº 08 - Dispõe sobre a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002”*, Resende - RJ, Dez.

CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (2002). *“Deliberação nº 15 - Dispõe sobre medidas complementares para a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002, em atendimento à Deliberação CEIVAP nº 08/2001”*, Resende - RJ, Nov.

CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (2004). *“Deliberação nº 24 - Dispõe sobre o cumprimento da Deliberação CEIVAP no 15/2002 e sobre medidas complementares para a continuidade da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul”*, Resende - RJ, Mar.

SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo (1996). *“Resolução nº 42 – Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental dos Empreendimentos Minerários de extração de areia na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul”*, SP, Set.