

Conflito no Uso da Água: A Importância da Ação Coordenada das Agências Reguladoras

Fernando de Mendonça Dias

Economista, mestre e Doutorando em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

David Ricardo Colaço Bezerra

Economista, Doutorando pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Francisco S. Ramos

Engenheiro Elétrico, mestre em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco; Docteur en Économie pela Université Catholique de Louvain la Neuve; Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco.

Resumo

Reúne dois temas de extrema atualidade: a questão do uso múltiplo da água e o problema da regulação. A presença de empresas que disputam esse recurso natural, particularmente uma geradora e uma empresa de irrigação, conduz à idéia de um *trade-off* na utilização do recurso, empregando-o onde houver maior retorno. Entretanto, deve-se atentar para assegurar um nível rentável mínimo de geração de energia elétrica no contexto de privatização, sem o que os potenciais competidores nesse mercado serão desestimulados a realizar investimentos. Utilizando um conceito da Teoria dos Jogos – equilíbrio perfeito em subjogos, analisa as situações em que as agências reguladoras de água e de energia atuam de forma descoordenada, ou em sincronia na composição de suas políticas. Analisa a situação sem a transposição das águas do rio, e evidencia os problemas que podem ser gerados no caso de redirecionar parte dessas águas para outros usos.

Palavras-Chave:

Uso Múltiplo da Água; Agência Reguladora; Equilíbrio Perfeito em Subjogos.

1 - INTRODUÇÃO

“... as hidrelétricas precisam dos investimentos privados e da agilidade de contratações e licitações, incompatível numa estatal, mas o setor pode virar um caos sem um arcabouço legal claro sobre o controle das águas.” (FERNANDES, 1999).

“... a indefinição quanto a privatização da Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco (CHESF) é o que mais aflige os técnicos da companhia. Esta mantém quase 100% de sua geração no São Francisco. Lá estão instaladas praticamente todas as suas usinas, e a água que o rio dispõe, independentemente da seca, é insuficiente hoje para os grandes projetos federais como a transposição do São Francisco para abastecer a Paraíba e o Ceará, ou o projeto de irrigação de um milhão de hectares no Nordeste...” (PRIVATIZAÇÃO, 1999).

“... a transposição do rio São Francisco pode causar uma redução de R\$ 50 milhões no lucro anual da CHESF, caso o projeto seja executado de acordo com a proposta atual...” (TRANSPOSIÇÃO, 2000).

“... é possível fazer a transposição e privatizar a CHESF?” (TRANSPOSIÇÃO, 2000).

O problema do uso eficiente das águas deverá tornar-se uma das questões econômicas mais importantes do início do milênio em todo o mundo. Diversas discussões vêm sendo realizadas visando adotar medidas para controlar e racionalizar o uso da água, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento, os quais já prevêm problemas de abastecimento para os próximos anos, ou mesmo já estão passando por eles. Ao mesmo tempo, a atenção para as grandes reservas de água potável dos países em desenvolvimento, notadamente na Bacia Amazônica, é cada vez maior.

Todavia, enquanto a utilização da água está cada vez mais sujeita a controles rigorosos e sua utilização é cada vez mais racionalizada nos

países desenvolvidos, o desperdício e a ausência de uma regulação efetiva são realidades em países como o Brasil. Considerando que a água poderá tornar-se um bem tão valioso quanto o petróleo o é atualmente, faz-se necessário que medidas prementes sejam executadas no sentido de viabilizar a utilização eficiente da água no Brasil, sob pena do País perder grandes oportunidades futuras.

Uma característica peculiar na utilização da água no Brasil é a grande profusão de usinas hidrelétricas no País, responsáveis atualmente pela quase totalidade da produção de energia elétrica. Tal situação deriva de uma combinação de características geográficas favoráveis, bem como das políticas de expansão econômica dos anos 60 e 70, que priorizaram grandes obras como usinas hidrelétricas.

Todavia, assim como ocorre em outros países que possuem grandes áreas de agricultura, como os Estados Unidos, a expansão do uso de irrigação vem tornando este setor o principal concorrente potencial das geradoras de energia em relação ao consumo da água. Além disso, o aumento das populações urbanas contribui para o aumento da demanda de água para consumo humano. Como resultado, vem aumentando cada vez mais a discussão a respeito do uso múltiplo da água. Um dos pontos fundamentais dessa discussão é o problema do custo de oportunidade do uso da água, bem como de sua utilização eficiente, uma vez que os agentes que controlam esse uso podem tomar decisões de natureza privada que resultem em perda de bem-estar para as populações locais.

Um exemplo típico desta questão pode ser encontrado atualmente na região Nordeste do Brasil. A região depende quase totalmente da energia elétrica gerada pelas usinas controladas pela estatal Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco (CHESF), quase todas localizadas ao longo do rio São Francisco, que é o maior rio inteiramente nacional, sendo menor em curso e volume d'água apenas que

o rio Amazonas, o maior do mundo. A maior parte do seu curso atravessa a região Nordeste, onde predominam vastas áreas de semi-árido e de agreste, devido ao regime insuficiente e irregular de chuvas.

Como alternativa ao abastecimento d'água nas regiões de semi-árido no Nordeste o governo federal propôs um megaprojeto para a transposição do rio São Francisco, a partir da abertura de um canal que levaria água para os estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. A transposição do São Francisco poderá representar um dos maiores passos já dados em direção ao desenvolvimento do semi-árido nordestino, criando condições para a melhoria das condições de vida numa das regiões mais pobres do Brasil e mesmo do mundo.

As águas do rio São Francisco são atualmente utilizadas para a difusão de projetos de irrigação como parte de uma política iniciada no final da década de 70 por incentivo da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF)¹. Atualmente, os principais projetos de irrigação nessa região localizam-se na área em torno dos municípios de Juazeiro - Bahia e Petrolina - Pernambuco, nacionalmente conhecidos pelas excelentes condições criadas para o cultivo de frutas. Especialistas apontam para um potencial de irrigação de uma área de cerca de 1 milhão de hectares nas regiões de semi-árido ribeirinhas ao São Francisco, além do aproveitamento dos lagos artificiais dos diversos reservatórios da CHESF para a piscicultura e para o turismo ecológico - pontos focais do recém-implementado Projeto Xingó².

A coexistência atual dos projetos de irrigação, transposição e geração de energia tem

sido suficiente para gerar discussões a respeito da capacidade da vazão do rio em suprir toda a demanda requerida, que é cada vez maior devido ao próprio crescimento econômico da região. Deve-se ressaltar, entretanto, que essa discussão surge num ambiente onde a Federação controla, direta ou indiretamente, o uso e os usuários da água.

Contudo, o próprio governo federal já anunciou o desejo de privatizar a CHESF e de elevar a participação privada nos investimentos em agricultura irrigada na região. Com isto, deve-se adicionar a característica privada dos novos agentes ao problema já existente de uso múltiplo, uma vez que inexiste uma regulação específica a respeito do uso das águas do rio e os agentes agem supostamente de forma a auferir lucros de acordo com as condições vigentes no uso da água.

Desta forma, uma das principais questões surgidas após a proposição do projeto de transposição do São Francisco indaga se a vazão do rio será suficiente para alimentar tanto o canal quanto os geradores das usinas controladas pela CHESF, de forma que o negócio de produção de energia seja rentável o suficiente para atrair investidores privados, considerando também que parte da vazão do rio é atualmente destinada a abastecer os projetos de irrigação.

Em relação à geração de energia, espera-se que, uma vez privatizado, o sistema passaria a ser regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que se encarregaria de defender os interesses dos consumidores em relação às políticas praticadas pela(s) controladora(s) do sistema CHESF. Espera-se também que a ANEEL trabalhe a partir da fixação das tarifas de energia elétrica.

Da mesma maneira, o uso múltiplo das águas (geração de energia, irrigação e consumo humano) deverá ser regulado pela Agência Nacional das Águas (ANA) e pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A

¹ Empresa do governo federal responsável pela criação de condições para o desenvolvimento da agricultura irrigada na região.

² Em alusão ao uso do reservatório da mais recente e maior das hidrelétricas da CHESF, a usina de Xingó.

efetivação dessa política de gerenciamento da água ainda permanece dependente do Congresso Nacional, que analisa as propostas. É provável que a criação de uma política de uso das águas levará à criação de tarifas para o uso direto das águas dos mananciais, a exemplo do que ocorre atualmente com a distribuição de água tratada nas cidades.

Deste modo, a atual discussão a respeito da transposição do São Francisco envolve necessariamente a questão da privatização da CHESF, que é atualmente a maior usuária do rio e também a controladora de sua vazão através de diversas barragens, das quais a de Sobradinho - Bahia é a principal. É importante que a ação governamental seja suficiente para controlar o uso e a rentabilidade, tanto do negócio da agricultura irrigada quanto da produção de energia.

Assim, este trabalho tem por objetivo analisar a situação na qual convivem, ao longo de um rio, uma empresa privada geradora de energia elétrica e um grande projeto privado de irrigação. Nesse modelo, a utilização das águas e a produção de energia estarão sujeitas à regulação através de duas agências governamentais distintas e independentes. Conseqüentemente, caso as agências não trabalhem de maneira coordenada no controle do uso da água e da produção de energia, poderão ocorrer situações em que a rentabilidade da geradora de energia seja comprometida pelo consumo de água do projeto de irrigação e vice-versa.

Em seguida, propõe-se que o mesmo rio seja objeto do projeto de transposição, visando abastecer uma região carente em água. Neste caso, demonstra-se que a viabilidade da geradora pode ficar dramaticamente comprometida sob uma combinação de hipóteses potencialmente verdadeiras no caso do rio São Francisco. Entretanto, uma política coordenada de controle das águas a ser implementada por ambas as agências a partir de um objetivo específico pode evitar o problema completamente.

2 - NECESSIDADE DE REGULAÇÃO COM USO MÚLTIPLO DA ÁGUA E CONSUMO EXCLUDENTE

A coexistência de geradoras de energia e grandes projetos de irrigação no curso de um rio quando ambos objetivam lucros privados pressupõe a intervenção do Estado através de políticas regulatórias operando de forma coordenada, de maneira a garantir a rentabilidade das geradoras, ao mesmo tempo em que proteja os consumidores de seu poder de monopólio. A ação do Estado implica na existência de uma regra a respeito do uso múltiplo da água e de autoridade por parte de uma das agências para regular a sua utilização através de imposição de taxas, por exemplo.

O problema decorre, por um lado, do grande volume d'água necessário aos projetos de irrigação: parte da vazão do rio bombeada para a irrigação pode não retornar ao leito, significando que o impacto sobre a capacidade de produção da geradora cresce com o tamanho da área irrigada. Todavia, por outro lado, sabe-se que é necessária uma grande vazão para a produção de energia elétrica e que a demanda pela energia tende a crescer com o desenvolvimento econômico e social da região. Embora as geradoras utilizem reservatórios para controlar a vazão, uma demanda maior significa liberar um maior volume de água, implicando que a vazão do rio acima do reservatório não poderá ser significativamente reduzida.

Como se sabe, a água usada na irrigação é de consumo excludente, ou seja, a geradora não poderá utilizá-la para a produção de energia. Assim, num ambiente de ausência completa de regulação o volume de água destinada à irrigação poderia comprometer a geração de energia elétrica para a região. Tal situação agrava-se na medida em que parte da vazão do rio seja por algum motivo desviada para outra região, pois o volume residual para a geração de energia fica permanentemente reduzido.

Neste quadro, a decisão de transposição para regiões carentes assemelha-se a um jogo com três atores no qual, na ausência de autoridade regulatória, cada um busca potencializar o próprio benefício privado no consumo da água, considerando seu preço igual a zero. Uma vez que o consumo pelos dois primeiros agentes (irrigantes e canal de transposição) é excludente, o volume restante para a geradora seria residual e, dessa forma, a viabilidade de uma geradora privada poderia ficar comprometida. Nesse caso, devido ao conflito inerente ao exercício da atividade econômica, é necessária a interferência governamental.

Todavia, caso o Estado atue a partir de agências regulatórias agindo de forma independente e visando apenas conciliar os próprios interesses, o problema de viabilidade na produção privada de energia elétrica pode não ser resolvido, devido à possibilidade ainda presente de colapso no abastecimento d'água para as usinas. De fato, no modelo apresentado a seguir, mesmo quando ambas as agências buscam maximizar o bem-estar dos consumidores, pode haver colapso no abastecimento. Entretanto, como será visto adiante, mesmo no caso de ser feita uma transposição, a imposição de uma política integrada para ambas as agências, em que a viabilidade na produção privada de energia seja prioritária, pode evitar que tais colapsos venham a ocorrer, de forma a preservar a rentabilidade para o setor de energia elétrica.

3 - O MODELO

Considera-se a existência de duas agências reguladoras: uma delas – R_A – controla o uso da água pelos irrigantes; a outra – R_E – controla a geradora de energia elétrica. Inicialmente, supõe-se que os reguladores agem de forma não-cooperativa. Esta pode ser uma hipótese adequada, a partir do momento em que se tem a ANEEL (reguladora do mercado de energia), e que se discute a implementação de uma agência das águas, cujo regulamento está sendo montado pela Secretaria dos Recursos Hídricos, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente.

Utilizando as águas do rio existe uma firma F conduzindo um grande projeto de irrigação, produzindo o bem q , e uma empresa geradora G produzindo energia elétrica e . As duas estão localizadas às margens de um rio, de modo que a produção de energia por G depende da quantidade de água utilizada por F (FIGURA 1). Supõem-se adicionalmente um ambiente de informação perfeita, completa e simétrica.

A quantidade de água utilizada pela firma F , h_F , depende da tarifa d estabelecida pela agência reguladora R_A . Analogamente, a agência reguladora R_E determina a tarifa c de energia elétrica para os consumidores. Determinados esses valores, as firmas F e G definem q e e de forma a otimizar os lucros individuais, definindo assim o volume de água utilizado. Neste sentido, os agentes F e G resolvem um problema de maximização para os diversos valores de d e c . De posse dessas informações, ambas as agências podem incorporar os valores genéricos de q e e obtidos de F e G , determinando as tarifas d e c que maximizam o bem-estar dos consumidores. A estrutura deste modelo utiliza portanto um procedimento de indução retroativo, de forma a determinar o equilíbrio resultante da ação dos agentes na economia, sendo similar à proposta por GIBBONS (1992) para a determinação de tarifas internacionais.

3.1 - Comportamento da Firma F

A firma F produz q segundo uma tecnologia linear $q = \gamma h_F$, e enfrenta uma demanda dada por $p = \alpha_F - q$, onde p é o preço do bem³. Logo, o problema da firma F é:

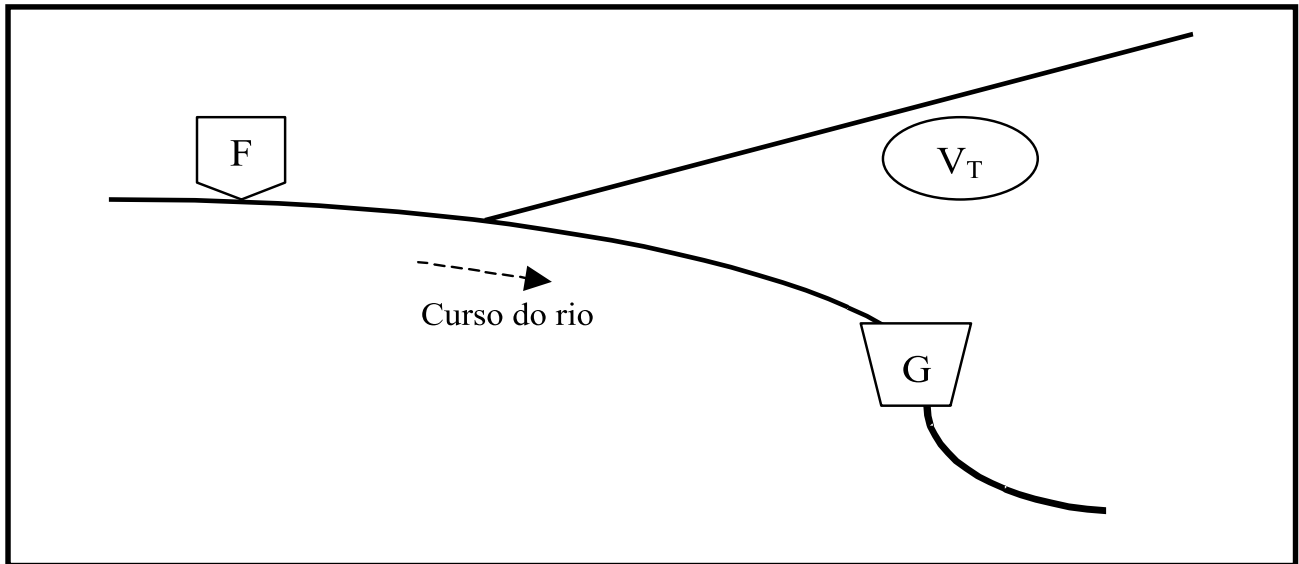
$$\text{Max}_q \left(p - c_F - \frac{\delta}{\gamma} \right) q$$

resultado em:

³ A utilização de funções-demanda inversas lineares, tanto para o bem q como para a energia elétrica, será útil para a exposição de determinados resultados. Uma generalização fugiria ao escopo do presente trabalho.

FIGURA 1

LOCALIZAÇÃO DAS FIRMAS E DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO CURSO DO RIO



FONTE: Elaboração dos Autores

$$q^* = \frac{1}{2} \left(\alpha_F - c_F - \frac{\delta}{\gamma} \right) \quad (1)$$

3.2 - Comportamento da Geradora de Energia Elétrica (G)

A geradora de energia elétrica produz segundo uma tecnologia linear dada por $e = \phi h_G$, com $h_G \leq v_G$, onde h_G é a água consumida pela geradora, sendo v_G a vazão pós-captação para irrigação. A demanda por energia elétrica é linear e dada por $\theta = \alpha_G - e$, e, conseqüentemente, estabelecida a tarifa q a geradora define o nível ótimo de energia⁴.

3.3 - Comportamento da Agência Reguladora de Águas⁵ (R_A)

O agente regulador de águas maximiza uma

função dada pelo bem-estar dos consumidores do bem q , $U_c(q)$, e pela receita oriunda da tarifa sobre a água consumida pela empresa irrigante, que pode ser completa ou parcialmente revertida para os consumidores⁶:

$$W_A = U_c(q) + \delta h_F \quad (2)$$

Em síntese, a água é vista como um bem da União que não pode ser apropriado sem custos pela iniciativa privada, daí uma das principais razões para a agência impor um preço para seu uso. Assim, dado que a informação é completa, o problema para a agência R_A torna-se:

$$\text{Max}_{\delta} \frac{1}{2} (q^*)^2 + \delta h_F$$

cujo resultado para a tarifa ótima de água é:

$$\delta^* = \gamma \frac{(\alpha_F - c_F)}{3} \quad (3)$$

⁴ A geradora está sendo tratada como monopolista. Sobre a existência de poder de mercado versus competitividade no setor de energia elétrica, ver BORENSTEIN & BUSHNELL (1999) e GREEN (1996).

⁵ Para uma maior abrangência de análise sobre os aspectos de bem-estar da regulação – benefícios e custos –, ver o trabalho de HAHN (1998).

⁶ Aqui, a agência reguladora de águas considera que a imposição de uma tarifa acresce os custos da empresa que produz o bem q , impactando negativamente os consumidores desse bem.

Observe-se que, neste caso, a taxa ótima irá variar diretamente com o consumo autônomo, e isto se deve ao fato da agência R_A considerar em seu problema não apenas o bem-estar dos consumidores do bem q , mas também as receitas oriundas do pagamento da taxa, que servem para incentivar um consumo eficiente da água por parte dos irrigantes. Logo, quanto maior a demanda mínima pelo bem q , maior será o preço do insumo básico (água), de forma a contrapor um aumento exógeno na demanda, evitando o uso excessivo do recurso água.

3.4 - Regulação do Mercado de Energia (R_E)

Pressupõe-se que os consumidores são beneficiados com o consumo de e , ao passo que a firma G preocupa-se apenas com seus lucros individuais p_G . Nesse caso, a agência funciona como um ponderador entre o poder de mercado da geradora e o bem-estar dos consumidores, determinando uma tarifa para a energia que compatibilize os interesses de ambos. Assim, a função de bem-estar da agência de energia elétrica pode ser dada por:

$$W_E = \pi_G + U_c(e) \quad (4)$$

E, desta forma, o problema da agência pode ser definido como:

$$\underset{\theta}{\text{Max}} W_E = \theta e^* - c_G e^* + \frac{1}{2} e^{*2}$$

cujo resultado fornece:

$$\theta^* = c_G \quad (5)$$

Ou seja, a agência R_E define o valor da tarifa de energia de acordo com os custos marginais de produção da geradora (G).

Define-se assim um sistema em que a agência R_A escolhe d^* , que maximiza W_A , e a agência R_E determina q^* , que maximiza W_E . A firma G , por sua vez, dado q^* , determina e^* , que maximiza p_E ; enquanto a firma F , dado d^* , determina q^* , que maximiza p_F , o que determina o resultado do jogo.

3.5 - O Problema sem Transposição

No caso em que não há transposição, pode-se definir a vazão do rio na localização da geradora v_G como:

$$v_G = v - h_F \quad (6)$$

onde v é a vazão do rio antes da ação dos irrigantes. Uma vez que F consome h_F independentemente do comportamento de G , pode-se determinar que ela não irá maximizar seus lucros se $v_G = v - h_F < h_G^*$, onde h_G^* é a vazão necessária para a produção de e^* .

O equilíbrio em termos da produção de energia elétrica e e de q pode ser obtido a partir de (1), (3) e (5) e, da mesma forma, torna-se possível calcular a utilização ótima de água por F e G , obtendo-se assim o resultado final para o jogo quando se supõe que não há transposição, como exposto na TABELA 2.

Dado que $v_G = v - h_F^*$, (10.4) fornece

TABELA 2
EQUILÍBRIO RESULTANTE DO MODELO SEM TRANSPOSIÇÃO

	Produção	Uso da Água
Geradora (G)	$e^* = \alpha_G - c_G \quad (10.1)$	$H_G^* = \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \quad (10.3)$
Irrigante (F)	$q^* = \frac{\alpha_F - c_F}{3} \quad (10.2)$	$H_F^* = \frac{\alpha_F - c_F}{3\gamma} \quad (10.4)$

FONTE: Elaboração dos Autores.

$$v_G = v - \frac{\alpha_F - c_F}{3\gamma}$$

Uma hipótese plausível acerca da vazão de um rio é que esta não crescerá dada a ocorrência de desmatamento em suas cabeceiras, assoreamentos e baixas taxas pluviométricas, que são situações apresentadas pelo São Francisco. Assim, supõe-se aqui que:

$$\frac{\partial v}{\partial t} \leq 0 \quad (7)$$

Com relação aos componentes de consumo autônomo de energia elétrica e e do bem q , pode-se supor que eles deverão crescer devido ao crescimento econômico da região e à presença atual de vazios demográficos e econômicos. Supondo que esses componentes representem o consumo básico da população, eles deverão ser incrementados à medida em que novos contingentes populacionais forem integrados à atividade econômica que, por sua vez, dependerá da oferta de insumos básicos como alimentos e energia. Tal hipótese pode ser integrada ao modelo adicionando-se o elemento temporal às funções-demanda de ambos os bens aqui considerados, e supondo que esses mercados observem ao menos uma taxa de crescimento vegetativo, o que pode ser expresso em relação ao mercado de energia elétrica por:

$$e^T = \alpha_G^T - \theta^T \quad (8)$$

com

$$e^{T+1} = \beta e^T, \beta > 1 \quad (9)$$

Com relação à firma de irrigação, por sua vez, esta hipótese é expressa por:

$$q^T = \alpha_F^T - p^T \quad (10)$$

com:

$$q^{T+1} = \omega q^T, \omega > 1 \quad (11)$$

e, conseqüentemente:

$$\frac{\partial \alpha_F^T}{\partial t} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial \alpha_G^T}{\partial t} > 0 \quad (12)$$

Ora, por (7), (12) e pela linearidade de v_G e h_G^* tem-se que:

$$\dot{t}' / " \quad t > t', v_G < h_G^*$$

Ou seja, quando as agências reguladoras não trabalharem em sincronismo haverá uma interrupção no nível de produção de energia elétrica em um determinado momento de tempo, decorrente da insuficiência da vazão do rio e do aumento do consumo autônomo de água e de energia elétrica.

Suponha-se, agora, que haja uma coordenação entre as duas agências, de forma que o problema de maximização do bem-estar para a agência R_A leve em consideração a produção de e^* pela firma G . Observe-se, entretanto, que isto implica na existência de uma prioridade da produção rentável de energia em relação ao negócio de irrigação, como suposto inicialmente no modelo. A solução para este problema pode então ser expressa por.

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\delta} W_A &= \frac{1}{2} q^2 + \delta h_F \\ \text{s.a.} \quad v - \frac{q}{\gamma} &\geq \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \end{aligned}$$

Esta restrição pode ser reescrita como:

$$\frac{q}{\gamma} \leq v - \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \quad (13)$$

onde o lado direito de (13) pode ser interpretado como o excesso de água disponível para irrigação e será representado por A . Logo, temos que:

$$q \leq \gamma A \quad (13.1)$$

Assim, a solução para o novo problema da agência R_A implica que d^* passará a ser:

$$\delta^* = \gamma(\alpha_F - c_F - 2\gamma A) \quad (14)$$

e, substituindo-se (14) em (1) implicará:

$$q^* = \gamma A \quad (15)$$

Conseqüentemente, o nível de utilização de água pela firma F passará a ser dado agora por:

$$h_F^* = A \quad (16)$$

Desta forma, não ocorrerão problemas quanto à insuficiência de vazão para a firma G obter lucro máximo, dada a ação intervencionista do governo e o comportamento dos irrigantes em relação ao uso da água. Note-se, entretanto, que com esse tipo de solução a dinâmica do setor de irrigação passa a ser secundária à dinâmica do setor de geração de energia. Por outro lado, a ação de ambas as agências trabalhando de maneira coordenada coíbe o poder de monopólio da geradora sobre os consumidores de energia e, da mesma forma, permite o aproveitamento da água pelos irrigantes até o limite da capacidade do rio em questão.

3.6 - O Problema com Transposição

A transposição tratada aqui implica numa redução constante da vazão do rio, v_T , no percurso entre a firma de irrigação e a geradora de energia, como indicado na FIGURA 1. Supõe-se então que a transposição do rio é realizada a partir da construção de um canal destinado a abastecer uma área deficiente em oferta de água.

Observam-se inicialmente as agências operando de maneira descoordenada. Considerando-se que o canal esteja localizado entre as firmas F e G, tem-se que:

$$v_G = v - h_F - v_T \quad (17)$$

Segue que, para que a produção de e^* seja assegurada, é necessário que:

$$v - h_F^* - v_T \geq \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \quad (18)$$

e, desta forma, sempre que:

$$v - \frac{\alpha_F - c_F}{3\gamma} - v_T < \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \quad (19)$$

ou seja, $v_G < h_G^*$, haverá um colapso no abastecimento de água para a produção ótima de energia elétrica. No caso de colapso, tem-se, portanto:

$$\begin{cases} v_G = v - h_F^* - v_T = v - \frac{\alpha_F - c_F}{3\gamma} - v_T \\ h_G^* = \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \end{cases}$$

Utilizando-se as hipóteses anteriormente elaboradas acerca do comportamento temporal da vazão do rio, do consumo autônomo de q e da energia elétrica, tem-se:

$$\frac{\partial v}{\partial t} \leq 0, \quad \frac{\partial \alpha_G^T}{\partial t} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial \alpha_F^T}{\partial t} > 0$$

e, pela linearidade de v_G e h_G^* , decorre que:

$$\S t'' < t' / \text{ " } t > t'', v_G < h_G^*.$$

e, desta forma, quando as agências operam de maneira descoordenada em presença da transposição, o problema da vazão disponível para a firma G ocorre antecipadamente em relação à não-existência de tal projeto.

Observam-se agora os resultados esperados quando as agências operam de maneira coordenada, no sentido de preservar a rentabilidade do negócio de produção de energia. Neste caso, ela deverá alterar a taxa d , de forma a reprimir a demanda por água e permitir que a firma G produza e^* . Assim, a agência R_A passará a resolver o seguinte problema:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\delta} W_A &= \frac{1}{2} q^2 + \delta h_F \\ \text{s.a. } v - \frac{q}{\gamma} - v_T &\geq \frac{\alpha_G - c_G}{\phi} \end{aligned}$$

Tal problema é basicamente o mesmo em relação à não-existência do projeto de transposição. Todavia, define-se agora A' como:

$$A' = v - \left(\frac{\alpha_G - c_G}{\phi} + v_T \right)$$

representando o excedente de água para irrigação e transposição e, desta forma, tem-se:

$$q \leq \gamma A' \quad (20)$$

Assim, a solução para o novo problema da agência R_A quando há transposição do rio implica em que δ^* passará agora a ser:

$$\delta^* = \gamma (\alpha_F - c_F - 2\gamma A') \quad (21)$$

e, substituindo (21) em (1), tem-se que q^* passará agora a ser:

$$q^* = \gamma A' \quad (22)$$

Logo, o nível de utilização de água pela firma F será dado por:

$$h_F^* = A' \quad (23)$$

Novamente, constata-se que, quando as agências reguladoras operam de maneira coordenada, é possível haver a coexistência de geração privada de energia elétrica juntamente com projetos de irrigação localizados no trecho anterior à captação para o reservatório da geradora. A ação da agência permite o uso da água até o limite natural das reservas d'água juntamente com a dinâmica do mercado de energia elétrica.

4 - CONCLUSÃO

No recente debate a respeito da transposição do rio São Francisco, assim como da privatização da CHESF, levantou-se a questão acerca da possibilidade de coexistência dos projetos atuais e planejados de irrigação juntamente com uma geradora privada de energia elétrica. Argumentou-se, entre outras coisas, que a vazão do rio não é suficiente para abastecer a demanda para ambos os sistemas, quando a CHESF utiliza atualmente cerca de 90% da vazão do rio para a produção de energia elétrica. Este percentual poderá ser reduzido para menos de 75% nos próximos anos com a transposição do São Francisco, mas a viabilidade da empresa deverá depender da existência de uma regulação efetiva do uso das águas.

A questão é assegurar o abastecimento de energia no Nordeste, garantindo a viabilidade do negócio privado de produção de energia, sem o qual não será possível a realização de um efetivo processo de privatização do sistema. Uma vez que o uso das águas no Brasil é regulado pelo Código das Águas de 1934, há necessidade de construção de um novo arcabouço de leis e regulamentos que contemple as demandas da sociedade moderna.

Este trabalho mostrou que, com a ação coordenada de agências de controle do governo, é possível a criação de um sistema viável para uma geradora privada de energia, mesmo quando o curso d'água em que ela se localiza está sujeito à uma transposição. Da mesma forma, conclui-se que, caso os setores sejam regulados de maneira independente, a possibilidade de haver problemas na geração de energia não deve ser afastada e, de fato, sob determinadas hipóteses, a eclosão do problema é esperada em futuro breve.

Contudo, deve-se ressaltar que as soluções apresentadas partem do pressuposto de que a geração de energia é prioritária no ambiente econômico, e que a mesma deve ser obtida a partir da operação privada do sistema, cujo objetivo básico é obter lucros. Utilizando-se hipóteses de cres-

cimento na demanda de energia e de bens obtidos a partir da irrigação, conclui-se neste trabalho que o abastecimento entrará em colapso caso não seja implementada uma política coordenada que, em última instância, garanta o volume de água necessário à produção rentável de energia.

Todavia, em dado momento ocorrerá uma situação em que a manutenção da rentabilidade do negócio de geração dependerá de restrições à oferta de água para irrigação e, portanto, para a produção agrícola da região. Na medida em que um projeto de transposição representa uma redução do volume do rio, esta situação deverá ocorrer mais cedo. Contudo, restrições à oferta de água para os irrigantes só podem ser feitas a partir de políticas públicas. Caso contrário consistiriam em estratégias predatórias por parte da geradora.

Neste caso, portanto, a viabilidade do negócio privado de geração de energia dependerá em grande parte da legislação e das políticas propostas a respeito do uso das águas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Abstract

This paper concentrates on two subjects of great importance: the problem on the multiple use of water and the matter of its regulation. The presence of companies disputing that natural resource, particularly a hydroelectric power station and an irrigation company, leads to the idea of a trade-off on the use of that resource, using it where there is a better investment return. However, in the privatization context, one has to be sure to obtain a minimal profitable level on the generation of electric power. Failing that, potential competitors in that trade will not be encouraged to invest their money. Using

a concept of the Game Theory – the subgame perfect equilibrium –, this paper analyzes the situations in which the regulatory agencies on water and on electric power act in a coordinated manner and in an asynchronous way in designing their policies. The situation is analyzed without considering the diversion of the river waters, and evidence is shown on the problems that can arise in the case of redirecting part of those waters for other uses.

Key-Words:

Multiple Use of Water; Regulatory Agency; Subgame Perfect Equilibrium.

5 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BORENSTEIN, S., BUSHNELL, J. An empirical analysis of the potential for market power in California's electricity industry. **The Journal of Industrial Economics**, v. 47, n. 3, p. 215-232, set. 1999.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists**. Princeton University Press, 1992. 267 p.

GREEN, R. Increasing competition in the British electricity spot market. **Journal of Industrial Economics**, v. 4, n. 1, p. 44-61, 1996.

HAHN, R. Government analysis of the benefits and costs of regulation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 12, n. 4, p. 320-345, 1998.

LAFFONT, J. J., TIROLE, J. **A theory of incentives in procurement and regulation**. New York: MIT Press, 1993.

MAS-COLELL, A., WHINSTON, M. D., GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

Recebido para publicação em 07.AGO.2000



PRONAF/Banco do Nordeste.

PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR.

Não é só a sua família que dá todo o crédito a você.

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF é uma linha de crédito para investimento e custeio, destinada exclusivamente a pequenos empreendedores como você, que trabalham no campo e que contam com a força de trabalho da própria família. Com o PRONAF, os nordestinos que trabalham unidos nas atividades da agricultura, pecuária, pesca artesanal e extrativismo, agora vão poder contar como o incentivo de mais um parceiro: o Banco do Nordeste.

**Banco do
Nordeste**



**GOVERNO
FEDERAL**
Trabalhando em todo o Brasil

Cliente Consulta 0800-78-3030 • clienteconsulta@banconordeste.gov.br • www.banconordeste.gov.br