

DISCUSSÃO SOBRE A METODOLOGIA DE DISTRIBUIÇÃO DOS ROYALTIES RECEBIDOS PELOS MUNICÍPIOS AFETADOS PELA CONSTRUÇÃO DE USINAS HIDRELÉTRICAS: O CASO DA UHE ITAPEBI

Gil Bracarense Leite¹
Carlos Eduardo Frickmann Young²

Resumo. Este trabalho objetivou propor uma metodologia de distribuição dos royalties recebidos pelos municípios afetados pela construção de hidrelétricas (UHE). A metodologia consiste na regra de alocação do valor de Shapley, pertencente à teoria dos jogos cooperativos, e, para mostrar sua aplicabilidade realizou-se um estudo de caso na UHE Itapebi. A distribuição atual de royalties leva em conta basicamente o critério da área inundada pelo reservatório, porém, muitos impactos negativos (ambientais, sociais, etc.) decorrem da construção de hidrelétricas e como não são compensados adequadamente propôs-se a inclusão do critério das externalidades. Na aplicação da metodologia, construíram-se diferentes cenários através da definição de pesos para os dois critérios. Quando se deu um peso maior para o critério da área inundada, o município de Itapebi, que teve mais terras alagadas, recebeu o maior valor de royalty. Quando foi dado peso maior para o critério das externalidades, o município de Salto da Divisa recebeu o maior valor de royalty, visto que foi o que mais sofreu impactos negativos e teve mais conflitos com a UHE. Os resultados indicam que a utilização apenas da área inundada pode ser um critério bastante restrito de distribuição dos royalties. Outros critérios, como as externalidades, podem ser incluídos, e para isso, o valor de Shapley representa uma proposta efetiva.

Palavras-chave: hidrelétricas, royalties, valor de Shapley, UHE Itapebi.

Abstract. This paper aimed to propose a methodology for the distribution of royalties received by the municipalities affected by the construction of a hydroelectric power station (HPS). The methodology consists of the allocation rule of the Shapley value, that belongs to the cooperative game theory, and to demonstrate its applicability was performed a case study on HPS Itapebi. The current distribution of royalties basically takes into account the criterion of flooded area by the reservoir, however, many negative impacts (environmental, social, etc.) arise from the construction of dams and since they are not adequately compensated was proposed to include the criterion of externalities. In the application of the methodology, different scenarios were constructed by setting weights for the two criteria. When it gave greater weight to the criterion of the flooded area, the municipality of Itapebi, the one with more area inundated by water, received the largest amount of royalty. When it was given greater weight to the criterion of externalities, the municipality of Salto da Divisa received the largest amount of royalty, since it was who suffered the most negative impacts and had more conflicts with HPS. The results indicate that the use of only the flooded area can be a very strict criterion for the distribution of royalties. Other criteria, such as externalities, may be included and for this the Shapley value is an effective proposal.

Key-words: hydroelectric, royalty, Shapley value, HPS Itapebi.

Área 11: Economia Agrícola e do Meio Ambiente

Classificação JEL: Q56, Q58

1. Introdução

O crescimento das pressões da sociedade em favor da preservação do meio ambiente e de sua não degradação pela intensificação das atividades econômicas fez as últimas décadas presenciarem um aumento do debate relacionado à maior utilização de fontes mais limpas de energia, em detrimento de

¹ Professor Assistente, UFF; Doutorando em Economia, IE/UFRJ: gil.leite@ppge.ie.ufrj.br

² Professor Associado, IE/UFRJ

tradicionais poluidores que dominavam a matriz energética mundial, como o carvão e petróleo. Nessa discussão, as fontes renováveis de energia, como hidroeletricidade, solar e eólica, têm assumido papel cada vez mais relevante.

O Brasil tem uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, pois, a hidroeletricidade sempre foi a principal fonte de energia, aproveitando a grande disponibilidade de recursos hídricos e diferenciando-se da matriz energética mundial baseada em fontes mais poluidoras. Conforme WEO (2013), a participação hidrelétrica na geração de energia no Brasil está entre 80 e 85% e essa supremacia deverá permanecer nas próximas décadas. Dado tal relevância é importante analisar as questões que cercam a hidroeletricidade, sejam elas ambientais, econômicas ou sociais. Uma questão relevante e pouco estudada é a compensação financeira recebida pelos municípios que tiveram terras inundadas para a geração hidrelétrica.

Conforme estabelecido pela legislação brasileira, os municípios com territórios atingidos pela construção de usinas hidrelétricas (UHE) recebem mensalmente uma compensação financeira (conhecida como royalties hidrelétricos³). Essa compensação foi estabelecida na Constituição de 1988 e é uma indenização que as concessionárias devem pagar a estados, municípios e órgãos da União pela exploração de recursos hídricos com finalidade de geração de energia elétrica. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é o órgão que gerencia a arrecadação e distribuição dos recursos (SILVA, 2007).

As empresas de energia elétrica devem reservar 6,75% do valor total da energia produzida mensalmente para o pagamento do royalty. Destes, 6% são repartidos entre estados, municípios e órgãos da União da seguinte forma: 45% desse valor destinam-se aos municípios beneficiários, enquanto que os estados têm direito a outros 45%. Os 10% restantes é repartido como segue: 3% ao Ministério do Meio Ambiente; 3% ao Ministério de Minas e Energia; 4% ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Em relação a estados e municípios, o pagamento é àqueles em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia e/ou que tenham áreas invadidas por águas dos reservatórios⁴. Informações disponíveis até dezembro de 2013 indicam que 182 UHE's pagavam royalties no Brasil. Os dados revelam que 22 estados e 702 municípios recebem a compensação financeira (ANEEL, 2013). Para o ano de 2013 foi arrecadado um total de R\$ 2.144.249.917,55 a título de pagamento dos royalties hidrelétricos, distribuídos conforme a Tabela 1⁵:

Tabela 1 – Resumo da distribuição dos royalties hidrelétricos, ano 2013.

| | (1) COMPENSAÇÃO FINANCEIRA (R\$) | (2) ROYALTIES DE ITAIPU (R\$) | TOTAL (R\$) ROYALTIES HIDRELÉTRICOS (1) + (2) |
|------------|---|--|--|
| MUNICÍPIOS | 636.215.188,18 | 249.170.376,20 | 885.385.564,38 |
| ESTADOS | 636.215.188,18 | 249.170.376,20 | 885.385.564,38 |
| ANA | 176.726.441,16 | - | 176.726.441,16 |
| FNDCT | 56.552.461,23 | 22.148.477,88 | 78.700.939,11 |
| MMA | 42.414.345,85 | 16.611.358,41 | 59.025.704,26 |
| MME | 42.414.345,85 | 16.611.358,41 | 59.025.704,26 |
| TOTAL | 1.590.537.970,38 | 553.711.947,11 | 2.144.249.917,55 |

Fonte: Aneel (2013)

³ Originalmente, o termo royalty estava destinado só ao pagamento feito pela Itaipu ao Brasil. Ele obedece ao mesmo sistema de distribuição dos recursos da compensação financeira, ainda que apresente regulamentação específica conforme tratado entre Brasil e Paraguai. Todavia, ambos estão sendo chamados genericamente nas discussões recentes de royalties hidrelétricos.

⁴ O percentual de 0,75% restante do valor da energia produzida é repassado ao Ministério do Meio Ambiente para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sob a responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA).

⁵ Dados sobre cada UHE, município e estado estão disponíveis em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/>

Em relação ao destino dos recursos arrecadados, Quintela e Carvalho (2010) afirmam que é proibido a união, estados e municípios utilizarem os recursos para pagar dívida ou o quadro de pessoal. Essa proibição já traz alguma limitação aos administradores públicos, ainda que não haja nenhuma obrigação legal de que o royalty seja aplicado na recuperação de atividades prejudicadas pela hidrelétrica.

A divisão do valor entre os municípios atingidos por uma hidrelétrica é proporcional basicamente à área inundada⁶. Conceitualmente, a área inundada se refere ao nível associado à vazão de cheia máxima prevista no respectivo projeto da usina hidrelétrica, a partir do leito original dos rios. (ANEEL, 2013). Porém, a distribuição dos royalties feita de forma proporcional apenas à área inundada é uma questão que pode ser fonte de muitas discussões. Isso porque, sabe-se que o processo de construção e o início das operações das UHE's geram uma significativa quantidade de impactos negativos – ambientais, sociais, econômicos, entre outros – que vão além da perda territorial. Como estes impactos não são incluídos como critério na distribuição dos royalties, acredita-se que não há uma compensação adequada pela empresa produtora de energia e pelo poder público aos municípios.

Um caso importante foi a construção da UHE Itapebi localizada na divisa entre Bahia e Minas Gerais que inundou áreas dos municípios de Itarantim, Itapebi, Itagimirim e Salto da Divisa. Conforme apontam os estudos de Gavião (2006), Pereira (2011) e Lima (2012), o processo de licenciamento para a instalação da UHE Itapebi não considerou importantes externalidades como o risco de inundação de uma cachoeira que servia como atração turística, a queda de rendimento de atividades econômicas que dependiam do rio, entre outros efeitos não corretamente mitigados ou nem ao menos considerados.

Como tais impactos não são critérios atuais de divisão dos royalties, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia do valor de Shapley, pertencente à Teoria dos Jogos Cooperativos, como uma regra de alocação que possibilita a inclusão de aspectos ambientais, sociais e econômicos – ou qualquer outro aspecto, além da própria área inundada – como critérios de distribuição dos royalties, sendo uma metodologia que pode ser utilizada ao caso brasileiro de indenizações pagas pelas hidrelétricas. A inclusão de vários critérios se justifica na hipótese de que essa seria a melhor forma dos municípios serem corretamente indenizados pelos diversos danos sofridos. Espera-se que os municípios sejam compensados de uma forma mais justa, em que o conceito de justiça está ligado exatamente à reparação dos impactos negativos recebidos.

Com o grande potencial hidrelétrico do Brasil e com os vários impactos não mitigados decorrentes da construção das UHE's em território nacional, a tendência é que a discussão sobre a distribuição dos royalties hidrelétricos seja cada vez mais relevante, ainda mais num contexto global em que as fontes de energia renováveis ocupam cada vez mais destaque. Por fim, percebe-se que grande parte dos trabalhos existentes⁷ que tratam do royalty pago pelas UHE's discute o destino dado ao recurso, seu impacto sobre o orçamento municipal ou questões ambientais, todavia, poucos trabalhos debatem a questão da alocação desse benefício entre os municípios afetados.

2. Metodologia

2.1. Teoria dos Jogos e valor de Shapley

A Teoria dos Jogos é uma metodologia que se encaixa nas características da distribuição dos royalties hidrelétricos no Brasil, pois, a questão da alocação de benefícios e a interdependência entre os municípios afetados é exatamente o tipo de situação que pode ser estudada como um jogo. Segundo definição encontrada em Myerson (1991), jogo é a representação de uma situação em que os agentes, agindo racionalmente, interagem em um cenário de interdependência estratégica. É o caso da água,

⁶ Há outro critério, o repasse por ganho de energia por regularização de vazão, que está relacionado ao fato de que o total de energia gerada em algumas usinas não se deve apenas à água existente em seu próprio reservatório, parte dessa energia produzida só é possível devido à água represada nos reservatórios de outras usinas no mesmo rio ou na mesma bacia (ANEEL, 2013). Todavia, esse caso é mais uma exceção, pois, a maior parte dos municípios recebe somente conforme a área inundada (como o estudo de caso da seção 3).

⁷ Ver, por exemplo, Quintela e Carvalho (2010) e Silva (2007).

recurso que atende a diferentes usos simultaneamente e, mais especificamente, é o caso da construção das hidrelétricas, que pode afetar diferentes estados, municípios e cursos de rio simultaneamente.

Os jogos estratégicos são divididos em não cooperativos e cooperativos, que é a base deste trabalho. O diferencial dos jogos cooperativos é a possibilidade de que alguns jogadores formem coalizões intermediárias, sem a necessidade da presença de todos os jogadores. Na maior parte das vezes, as coalizões possíveis e o conjunto viável de *payoffs* disponível para seus membros são dados, de modo que a questão a ser tratada é a identificação do valor referente a cada jogador (MONTET e SERRA, 2003).

Uma importante solução para os jogos cooperativos é conhecida como valor de Shapley, metodologia empregada quando o objetivo é encontrar uma solução com valor único para algum problema de alocação⁸. Segundo Aliprantis e Chakrabarti (2000), o valor de Shapley tem sido usado como regra de alocação em ampla variedade de contextos, servindo para análises em áreas tão diversas quanto gestão de recursos hídricos, alocação de impostos, taxas de serviços de utilidade pública, etc.

Um jogo cooperativo é representado por uma função característica, apresentada a seguir junto a outras definições desse tipo de jogo. Seja $N = \{1, \dots, n\}$ um conjunto finito de jogadores e considere-se que uma coalizão seja representada por um subconjunto não vazio de N . O conjunto N , composto por todos os jogadores, é chamado de grande coalizão. Pode-se especificar, para cada coalizão C , um conjunto de valores originados da função $v(C) \subseteq \mathfrak{R}^{|C|}$ que contém vetores de pagamentos de $|C|$ dimensões, que são viáveis para a coalizão C . O par (N, v) representa um jogo cooperativo e $v(C)$ é a função característica (Aliprantis e Chakrabarti, 2000).

Para os jogos cooperativos nesse formato, Shapley (1953) propôs um método de solução de valor único – valor de Shapley – para um problema de alocação entre os participantes de um jogo, quando se leva em consideração o valor $v(C)$ de cada coalizão C :

$$\Phi_i(v) = \sum_{C \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|C|!(|N| - |C| - 1)!}{|N|!} [v(C \cup \{i\}) - v(C)], \text{ para cada } i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

em que $|N|$ é o número total de jogadores; $|C|$ é o número de jogadores na coalizão C ; e $v(C \cup \{i\}) - v(C)$ representa a contribuição marginal do jogador i quando ele se associa à coalizão C .

A alocação $\Phi_i(v)$ recebida por cada jogador i é vista como uma soma ponderada de suas contribuições marginais para todas as coalizões que ele se associar. O valor de Shapley é, portanto, uma regra Φ , que associa a cada jogo de n pessoas, $N = \{1, 2, \dots, n\}$, um vetor de n dimensões $\Phi(v) = (\Phi_1(v), \Phi_2(v), \dots, \Phi_n(v))$ ⁹.

O valor de Shapley é visto como uma regra justa, em que o conceito de justiça não é o de equidade e, sim, que a quantia que os participantes de um jogo recebem é determinada por sua contribuição (MYERSON, 1991). Se for esperado que um indivíduo acrescente muito a uma coalizão, então a quantia alocada a ele pelo valor de Shapley tende a ser grande. Adaptando ao caso das hidrelétricas, se um município foi o que teve a maior área inundada e foi a maior vítima das externalidades decorrentes da construção da usina, espera-se que ele receba o maior montante de royalties.

2.2. Valor de Shapley aplicado ao pagamento de royalties das águas

A utilização do valor de Shapley em problemas de alocação envolvendo recursos hídricos é algo consolidado. Entre os exemplos tem-se o trabalho de Loehman *et al.* (1979), que trata da construção de um sistema de tratamento de água na bacia do rio Meramec, no estado americano do Missouri e Young (1994) que analisou um projeto para o rio Tennessee, onde a meta foi construir melhorias para a geração de energia e navegação.

⁸ A lei prevê exatamente esta necessidade, pois, como visto na introdução, o royalty deve ser alocado entre os municípios.

⁹ Para uma descrição detalhada das propriedades do valor de Shapley recomenda-se consultar Montet e Serra (2003).

Seguindo esses exemplos, neste trabalho o valor de Shapley foi aplicado para distribuir os royalties entre os municípios afetados pela construção de hidrelétricas. Foi feita uma adaptação da metodologia presente em Leite (2009) e em Leite e Vieira (2010) que utilizaram o valor de Shapley para alocar custos entre os usuários de água em uma bacia hidrográfica considerando os critérios do volume de água captada e consumida e do lançamento de efluentes.

Nesta aplicação usou-se como critérios de alocação a área inundada dos municípios e as externalidades sofridas por eles. O primeiro já é o critério atualmente em vigência. A inclusão do segundo visa atender às críticas vistas nas referências bibliográficas e é a proposta deste trabalho. Ao considerar esses dois critérios, buscou-se dar importância aos aspectos objetivos e subjetivos, diretos e indiretos, decorrentes da construção de uma UHE. Por questões de simplificação, o desenvolvimento foi feito apenas para o critério da área inundada, porém, construção análoga pode ser adotada posteriormente para o critério das externalidades. O nome “externalidades” foi usado genericamente para representar os impactos negativos não mitigados, podendo indicar vários aspectos, sejam eles econômicos, ambientais, sociais ou qualquer outro.

As pressuposições da aplicação foram as seguintes. Para a construção da fórmula final, considerou-se a hipótese de que cada município pode receber individualmente o benefício, caso fosse o único a ter esse direito, ou recebe-los conjuntamente com os outros municípios, o que seria equivalente à formação de coalizões dos jogos cooperativos, um cenário em que mais de um município é afetado pela construção da UHE.

Outra hipótese é de que, ao receber o benefício de forma conjunta, o usuário receberá um montante proporcional à área inundada. Reitera-se que a aplicação desenvolvida foi feita inicialmente apenas para esse critério. Quando forem levados em consideração os dois critérios – área inundada e externalidades – o recebimento do royalty será proporcional aos dois. Como última hipótese, admite-se que o benefício total equivale ao benefício que seria recebido pelo município que teve a maior área inundada caso este fosse o único a ter direito ao recebimento do royalty. Na verdade, esta é somente uma suposição teórica para caracterizar o processo de construção da fórmula.

Considera-se K_t o benefício a ser recebido individualmente pelo município do tipo t , em que $t = 1, \dots, T$ indica diferentes extensões de área inundada. Ou seja, K_t é o benefício que o município t tem para receber conforme sua área inundada, sem se unir aos demais municípios, o que significa que ele seria o único a ter esse direito. Admitiu-se que $0 < K_1 < K_2 < \dots < K_T$, isto é, quanto maior a área inundada, maior será o benefício recebido. A hipótese de que o benefício total, K_T , é equivalente ao benefício do município que apresenta os maiores índices para o critério em consideração, caso ele receba sozinho a compensação, indica a presença de economias de escala na formação de coalizões para o recebimento de benefícios. Na construção teórica da metodologia, as economias de escala são necessárias para que seja vantajoso para um município receber os royalties junto com os demais (isto é, para que seja vantajoso cooperar).

A suposição das economias de escala nas coalizões de jogadores (no caso, os municípios) é simples de se entender. Se mais de um município tiver o direito de receber o benefício, ele não sairá prejudicado em receber um valor menor, pois as economias de escala significam exatamente que o ganho ou o gasto de uma cidade pode se espalhar pra outra. Por exemplo, se um município utiliza o royalty recebido para construir um sistema de tratamento de esgoto, outro(s) município(s) terão vantagens com a água do rio mais limpa.

O número de municípios no jogo pode ser identificado pela extensão da área inundada de cada um¹⁰. Para isso, observam-se as descrições a seguir. Uma coalizão C , nesse jogo, é um subconjunto de $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Considerando-se que N_t denota o conjunto da área inundada de um usuário do tipo t , fica

¹⁰ Um exemplo numérico pode facilitar a compreensão: considere que o total de área inundada por uma UHE seja de 50 km². Supõe-se que existam três municípios afetados com a perda territorial da seguinte forma: 10 km² para o município 1; 15 km² para o município 2; e 25 km² para o município 3. Assim, pela observação da área inundada podem-se identificar esses três “tipos” de jogadores. Se um jogador tem 10 km² de área inundada, então ele é tratado como um jogador do tipo 1; se a área inundada for de 15 km² é do tipo 2; e se for de 25 km² é um jogador do tipo 3.

claro que $N = \bigcup_{t=1}^T N_t$ e $N_t \cap N_s = \emptyset$ para $t \neq s$. Além disso, tem-se que, para cada coalizão C , $t(C) = \max \{t \in \{1, 2, \dots, T\} : C \cap N_t \neq \emptyset\}$, ou seja, $t(C)$ é o município que teve a maior área inundada e, portanto, é o que receberia maiores benefícios dentro da coalizão C . Com isso, pode-se definir a função característica v do jogo por $v(C) = K_{t(C)}$, isto é, o valor da coalizão é equivalente ao maior benefício recebido entre seus membros. Pode-se perceber que $v(N) = K_T$, o que significa que o benefício total é esgotado pelas quantias distribuídas aos municípios.

De acordo com Aliprantis e Chakrabarti (2000), para um jogo com as características e hipóteses descritas anteriormente, a fórmula usual do valor de Shapley, dada pela equação (1) é pouco prática. Por esse motivo, adotou-se uma abordagem apresentada em Leite (2009), sendo que o desenvolvimento em detalhes é descrito no Apêndice, onde foi feita a adaptação para a questão dos benefícios pagos pelas hidrelétricas.

A equação (2) mostra o valor de Shapley do jogo para cada integrante da coalizão (ou seja, para aqueles que estão dentro do conjunto de municípios que receberão os royalties), considerando o critério da área inundada, ou seja,

$$\varphi_i(v) = \sum_{\ell=1}^k \frac{K_{\ell-1} - K_{\ell}}{\sum_{t=\ell}^T |N_t|}, \quad i \in N_k, \quad k = 1, 2, \dots, T. \quad (2)$$

Pode-se encontrar expressão equivalente à equação (2) para o critério das externalidades por meio de desenvolvimento idêntico ao que resultou na equação citada e seguindo exatamente as mesmas hipóteses. Obtém-se, assim, o valor de Shapley, $\varphi_i^E(v)$, para o critério das externalidades:

$$\varphi_i^E(v) = \sum_{\ell=1}^{k^E} \frac{K_{\ell-1}^E - K_{\ell}^E}{\sum_{t=\ell}^T |N_t^E|}, \quad i \in N_{k^E}, \quad k^E = 1, 2, \dots, T. \quad (3)$$

Contudo, na percepção crítica deste trabalho, distribuir os royalties somente conforme o critério da área inundada não seria adequado já que importantes externalidades negativas são consequências da construção de UHE's. Então, procede-se à junção das equações (2) e (3) obtendo-se o valor de Shapley do jogo, $\Phi_i(v)$, como uma combinação convexa dos dois critérios apresentados. Portanto, tem-se agora um valor de Shapley ponderado, ou seja,

$$\Phi_i(v) = \alpha \times \varphi_i(v) + (1 - \alpha) \times \varphi_i^E(v), \quad (4)$$

onde α e $(1 - \alpha)$ são ponderações, com α pertencente ao intervalo $[0, 1]$. Esses parâmetros indicam o peso relativo de cada critério em determinada área afetada por uma UHE. O valor indicado pela equação (4) é exatamente o royalty que cada município recebe conforme a metodologia do valor de Shapley, de acordo com a área inundada e as externalidades. Acredita-se que essa adaptação seja útil na distribuição dos royalties, pois, ela possibilita que se levem em conta diferentes critérios ao mesmo tempo.

A representação dos critérios junto a uma ponderação possibilita a construção de diferentes cenários, alterando os pesos conforme características da região em análise e adequando-se a uma variedade de contextos. Assim, se o valor de α for definido próximo de 1, significa que no cálculo do valor de Shapley importância maior foi destinada ao critério da área inundada. Pode ser, por exemplo, um caso de uma região com grande produção agrícola, onde a perda da terra seria bastante prejudicial. Ao contrário, adotando-se um valor de α próximo de 0, tem-se o caso em que o critério das externalidades teria maior peso no cálculo do valor de Shapley. Pode ser uma região em que a construção da UHE gerou grandes impactos ambientais e econômicos como, por exemplo, a redução da atividade pesqueira.

3. Estudo de caso: Usina Hidrelétrica Itapebi

3.1. Descrição da UHE Itapebi e dos municípios afetados

A UHE Itapebi está localizada no rio Jequitinhonha, no sul da Bahia, próximo à fronteira com Minas Gerais. Com potência instalada de 450 MW, a UHE Itapebi é considerada um empreendimento de médio porte, dispondo de três unidades geradoras de 150 MW, assegurando uma geração de cerca de 1,9 milhão MWh/ano. Sobre o rio que teve suas águas aproveitadas para a instalação da usina, o Jequitinhonha nasce na cidade de Serro, em Minas, percorre 1090 km até desaguar no Oceano Atlântico na cidade de Belmonte, Bahia (GAVIÃO, 2006). O reservatório da UHE Itapebi está localizado na divisa entre os dois estados. Possui um volume de água que pode chegar a 1,6 bilhões de metros cúbicos. Para sua construção foram inundadas terras dos municípios de Itapebi, Itagimirim e Itarantim (BA) e do município de Salto da Divisa (MG), conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Área inundada pela UHE Itapebi

| Município | UF | Área Inundada (km ²) |
|-----------------|----|----------------------------------|
| Itagimirim | BA | 18,53 |
| Itapebi | BA | 32,18 |
| Itarantim | BA | 8,31 |
| Salto da Divisa | MG | 3,46 |
| TOTAL | | 62,48 |

Fonte: Aneel (2013)

De acordo com Gavião (2006), a instalação de uma hidrelétrica na região (conhecida como baixo Jequitinhonha) vinha sendo analisada desde os anos 1960, mas só em 1995 realizaram-se os primeiros estudos ambientais na área. Após a elaboração de relatórios de impactos ambientais e a concessão das licenças previstas na legislação, expedidas pelo IBAMA, as obras de construção da usina começaram em 1999 e o início das operações se deu em 2002.

A região onde se localiza a UHE Itapebi sempre teve dependência da agricultura e pouca atividade industrial. Segundo Pereira (2011), diversos ciclos marcaram a atividade econômica da região no passado, tais como: pau-brasil, cana de açúcar, mandioca, feijão e café. De forma mais duradoura, pode-se destacar o ciclo do cacau, que exerceu papel fundamental no povoamento da região. Atualmente, devido à quantidade de áreas desmatadas e de pouco valor, tem ocorrido um aumento no cultivo do eucalipto com a instalação de empresas produtoras de papel e celulose.

Apesar do declínio, o cacau ainda se destaca como o principal produto agrícola, ainda que sua produção seja concentrada em Itapebi. Também tem importância a pecuária, porém, o número de empregos que ela oferece é reduzido. Todos esses fatores contribuem para que a região não tenha boas perspectivas relacionada à oferta de emprego, o que já ocorria antes mesmo da construção da UHE.

Os municípios afetados pela construção da UHE Itapebi são caracterizados por possuírem baixo nível de desenvolvimento e pouco dinamismo econômico. A Tabela 3, na página seguinte, mostra que são municípios com população pequena e com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) inferior à média do Brasil e que três deles têm PIB per capita inferior à média brasileira, sendo que a única exceção é Itapebi, onde se situa a sede da usina.

Pode-se dizer que esta é uma região que apresenta nível de desenvolvimento inferior ao do país e poucas perspectivas de aumento da renda local. Conforme Pereira (2011), como retrato do declínio de atividades agrícolas tradicionais, esses municípios experimentaram uma elevação da migração populacional do campo para as áreas urbanas. Esse movimento contribuiu ainda mais para a elevação do desemprego e pressionou as prefeituras, que tiveram que prover mais serviços e assistência social.

Tabela 3 – Dados dos municípios

| Município | População (2010) | IDH | PIB per capita |
|-----------------|------------------|-------|----------------|
| Itagimirim | 7.110 | 0,634 | 10.235,22 |
| Itapebi | 10.495 | 0,572 | 18.336,74 |
| Itarantim | 18.539 | 0,61 | 5.924,63 |
| Salto da Divisa | 6.859 | 0,608 | 9.258,19 |
| Brasil | 199.242.462 | 0,73 | 12.594,00 |

Fonte: IBGE (2014)

3.2. Conflitos e impactos negativos não previstos

A construção de hidrelétricas traz impactos positivos que contribuem para o desenvolvimento econômico através, principalmente, da maior oferta de energia elétrica. Porém, têm contribuído também para causar impactos negativos de naturezas diversas que não têm sido compensados de maneira satisfatória. Historicamente, segundo Silva (2007), a maior parte das hidrelétricas implantadas no Brasil se baseou em violações dos direitos humanos, elevando a miséria em regiões mais pobres. Algo que é básico, mas tem sido feito ineficazmente é a identificação de grupos que serão atingidos, seja na fase de elaboração do projeto ou após o início das construções e da operação da usina. Essas características têm sido observadas na UHE Itapebi.

Ainda no período em que as licenças ambientais estavam sendo emitidas já ocorreram conflitos entre a empresa e alguns grupos atingidos. Principalmente no município de Salto da Divisa onde, conforme Gavião (2006), um erro no cálculo da área alagada colocou em risco a cachoeira do Tombo da Fumaça, importante atração turística e ponto de lazer. Após esse erro inicial, os debates se acirraram, pois, os moradores das cidades afetadas ficaram receosos de que poderiam acontecer mais problemas¹¹.

Segundo Pereira (2011), os grupos mais afetados passaram a se envolver mais, pois, não sabiam em que dimensão seriam prejudicados. Nesse conjunto incluem-se pescadores, extratores de pedra e de areia, lavadeiras e aqueles removidos de suas casas em função da construção da represa. Esses segmentos da população foram auxiliados por grupos de defesa dos direitos humanos que tentavam conscientizá-los, mostrando as perdas incorridas pelas populações afetadas por outras represas.

Mesmo após a emissão das licenças e o início das operações da UHE Itapebi, ainda havia reivindicações da população e audiências públicas para discutir o assunto. Tal fato indica a presença de efeitos oriundos da construção da usina que não foram corretamente compensados, mesmo com o passar do tempo. A população ainda cobra novas indenizações, o que pode vir justamente através da revisão do processo de distribuição dos Royalties, discutido nesse artigo.

De acordo com Pereira (2011), sobre alguns grupos específicos, estudos indicam que entre os mais afetados no município de Salto da Divisa houve aumento da pobreza decorrente da perda da fonte de renda. Segundo Gavião (2006) os estudos ambientais cometeram uma falha importante em relação aos pescadores, pois, indicavam um aumento dos estoques pesqueiros com a construção da represa, mas, na realidade houve redução. A desestruturação na economia pesqueira, aliás, parece ser uma das características negativas mais marcantes causadas pelas hidrelétricas. Em outro grupo, o das famílias removidas, muitas pessoas que trabalhavam nas fazendas afetadas não foram reconhecidas nem indenizadas pela perda de seus empregos e de sua fonte de renda, segundo Pereira (2011). Inicialmente somente os proprietários de terra tinham os seus direitos reconhecidos, o que criou um grupo considerável de prejudicados.

Apesar de Salto da Divisa ter concentrado a maior parte dos conflitos – foi o único com área urbana inundada – as demais cidades também foram afetadas. Em Itarantim, seriam instaladas balsas para cruzar o rio, melhorando o acesso a Salto da Divisa, o que não aconteceu. A dificuldade em cruzar o rio gerou o

¹¹ O erro no dimensionamento da área inundada acabou gerando vários efeitos posteriores, como o aumento do contingente populacional que precisa ser removido e direcionado para novas residências.

fim da feira de produtos agrícolas produzidos em Itarantim e prejudicou o tráfego em geral. Nas cidades de Itapebi e Itagimirim, podem-se destacar a perda de qualidade dos serviços públicos que ficaram sobrecarregados pelo aumento populacional com a construção da UHE, destacando-se o aumento dos gastos públicos com saúde e assistência social (PEREIRA, 2011).

De modo geral o que se tem visto no processo de instalação de hidrelétricas no Brasil e especificamente na UHE Itapebi é que os prejuízos econômicos, sociais e ambientais não estão sendo compensadas como deveriam, de modo que as populações atingidas não tem conseguido manter seu padrão de vida anterior. Dessa forma, visto que a instalação de hidrelétricas leva a um processo relevante de mudança social que gera movimentação populacional e alterações sociais, culturais, econômicas e territoriais, é preciso que a distribuição do royalty que irá compensar essas populações seja amplamente discutida e possa incluir critérios mais relevantes para indenizar os municípios. Para que o cálculo do royalty leve em conta também as externalidades negativas sofridas pela população é muito importante conhecer a percepção dos moradores sobre as mudanças ocorridas com a chegada da UHE. Isso é descrito na seção 3.3.

3.3. Fonte de dados

As fontes de dados para o cálculo da divisão dos royalties entre os municípios afetados pela UHE Itapebi são a Tabela 2 (área inundada) e os resultados apresentados no trabalho de Lima (2012) que tornou possível a inclusão de um novo critério: as externalidades. O critério das externalidades é formado pela combinação de três itens: aspectos socioeconômicos, aspectos de saúde e saneamento, e aspectos de serviços públicos. Estes são importantes aspectos que afetam o bem-estar da população e, por isso, acredita-se que devam ser considerados ao se distribuir os royalties.

Lima (2012) aplicou questionários à população das cidades com perguntas sobre os aspectos citados anteriormente e, com as respostas dadas pelos entrevistados procedeu a uma análise de agrupamento que indicou a proporção de beneficiados, prejudicados e intermediários. Assim, tem-se uma porcentagem indicando como a população se sentiu afetada (nos aspectos socioeconômicos, de saúde e de serviços públicos) com a construção e o início da operação da UHE Itapebi.

3.3.1. Aspectos socioeconômicos

Nesse grupo de perguntas, os entrevistados foram questionados a respeito das seguintes variáveis: oportunidades de trabalho, movimento no comércio, pessoas sem trabalho, mudanças, preço dos alugueis, preço no comércio e preço dos materiais de construção. Com a resposta dos entrevistados foi feita uma análise de agrupamento e a tabela 4 mostra a proporção de beneficiados, intermediários e prejudicados para cada município. Optou-se por utilizar a porcentagem, pois, o número de entrevistados em cada cidade não foi idêntico.

Tabela 4 – Aspectos socioeconômicos

| Aspectos Socioeconômicos | | | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Município | Beneficiados (%) | Intermediários (%) | Prejudicados (%) |
| Itagimirim | 20,56 | 29,37 | 29,11 |
| Itarantim | 44,97 | 16,69 | 0,00 |
| Itapebi | 26,38 | 19,32 | 26,21 |
| Salto | 8,09 | 34,62 | 44,68 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Fonte: Adaptado de Lima (2012)

A última coluna deve ser foco de maior atenção, pois, é exatamente a proporção de prejudicados que será utilizada para compor o critério das externalidades, representando os impactos negativos. Vê-se que

em relação aos aspectos socioeconômicos Salto da Divisa foi o município mais prejudicado (44,68%). É importante ressaltar que o valor nulo para Itarantim foi resultado das entrevistas realizadas, mas a inexistência de prejudicados causa certa estranheza, podendo ser algum problema da amostra.

3.3.2. Aspectos de saúde e saneamento

Em relação aos aspectos de saúde e saneamento, os entrevistados foram questionados sobre as seguintes variáveis: serviço de coleta de lixo, a qualidade do atendimento médico público, a qualidade da água e a ocorrência de doenças. Assim como no caso dos aspectos socioeconômicos, a resposta dos entrevistados serviu para que se procedesse a análise de agrupamento, descrita na tabela 5.

Tabela 5 – Aspectos de saúde e saneamento

| Aspectos de Saúde e Saneamento | | | |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Município | Beneficiados (%) | Intermediários (%) | Prejudicados (%) |
| Itagimirim | 20,73 | 13,44 | 37,01 |
| Itarantim | 41,09 | 26,64 | 14,88 |
| Itapebi | 29,12 | 44,07 | 6,78 |
| Salto | 9,06 | 15,85 | 41,33 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

Fonte: Adaptado de Lima (2012)

Observando a última coluna, percebe-se que para as questões relacionadas a aspectos de saúde e saneamento, novamente o município de Salto da Divisa foi o mais impactado negativamente, pois tem um maior percentual de pessoas no grupo de prejudicados. Nesse caso, porém, ele é seguido de perto pelo município de Itagimirim.

3.3.3. Aspectos de serviços públicos

No que tange aos aspectos de serviços públicos, os entrevistados foram questionados a respeito das variáveis que seguem: oferta de energia elétrica, transporte público, qualidade das escolas, manutenção das ruas e estradas, áreas de recreação, violência, mães sem condições de criar seus filhos e crianças fora da escola. A análise dos grupos por município é vista na Tabela 6.

Tabela 6 – Aspectos de serviços públicos

| Aspectos de Serviço Público | | | |
|------------------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Município | Beneficiados (%) | Intermediários (%) | Prejudicados (%) |
| Itagimirim | 23,49 | 37,06 | 18,31 |
| Itarantim | 34,95 | 6,29 | 29,06 |
| Itapebi | 31,80 | 33,65 | 13,65 |
| Salto | 9,76 | 23,01 | 38,98 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Fonte: Adaptado de Lima (2012)

Ao se observar a proporção de pessoas prejudicadas chega-se à conclusão que em relação aos serviços públicos novamente Salto da Divisa foi o mais afetado negativamente pela construção da usina. Vale lembrar que Lima (2012) usou o termo beneficiado para separar as pessoas mais afetadas das menos afetadas. Não se pode afirmar que o grupo de beneficiados melhorou sua condição. Pode ser que eles tenham sido afetados, mas não tanto quanto o grupo dos prejudicados. A título de observação,

considerando os três aspectos, e como já se esperava, o maior benefício apontado pelos entrevistados como consequência da presença da usina foi uma melhora no serviço de oferta de energia elétrica.

4. Resultados

Os resultados foram apresentados para três cenários, criados ao se estabelecer pesos diferentes para cada um dos dois critérios considerados: área inundada e externalidades. Para que não houvesse um número excessivo de critérios, os aspectos socioeconômicos, de saúde e saneamento e de serviços públicos, apresentados na seção anterior, foram agrupados e formaram o critério das externalidades. Todavia, caso fosse conveniente, esses aspectos poderiam ser considerados separadamente. Nos três cenários, os resultados foram comparados com os royalties recebidos pelos municípios em 2012.

4.1. Cenário 1: peso maior para o critério da área inundada

O Cenário 1 retrata uma situação em que o critério da área inundada tem peso maior na fórmula do valor de Shapley, semelhante ao que acontece atualmente. A indagação de quando esse peso seria escolhido têm várias respostas. Pode ser que algum grupo de interesse que esteja sendo beneficiado com a atual divisão dos royalties tenha poder de influência para que assim permaneça por mais tempo. Ou então, pode ser que por questões jurídicas ou burocráticas não se consiga mudar facilmente a distribuição atual. Ou ainda, pode ser que a perda territorial realmente tenha impactos mais significativos para os municípios do que as externalidades. Seja qual for o motivo, o Cenário 1 é o mais próximo da partilha atual dos royalties, pois dá maior importância à área. Com essas considerações iniciais foi definido um peso maior para o critério da área inundada ($\alpha = 0,9$) e um peso menor para o critério das externalidades ($1 - \alpha = 0,1$). Os resultados são visto na Tabela 7.

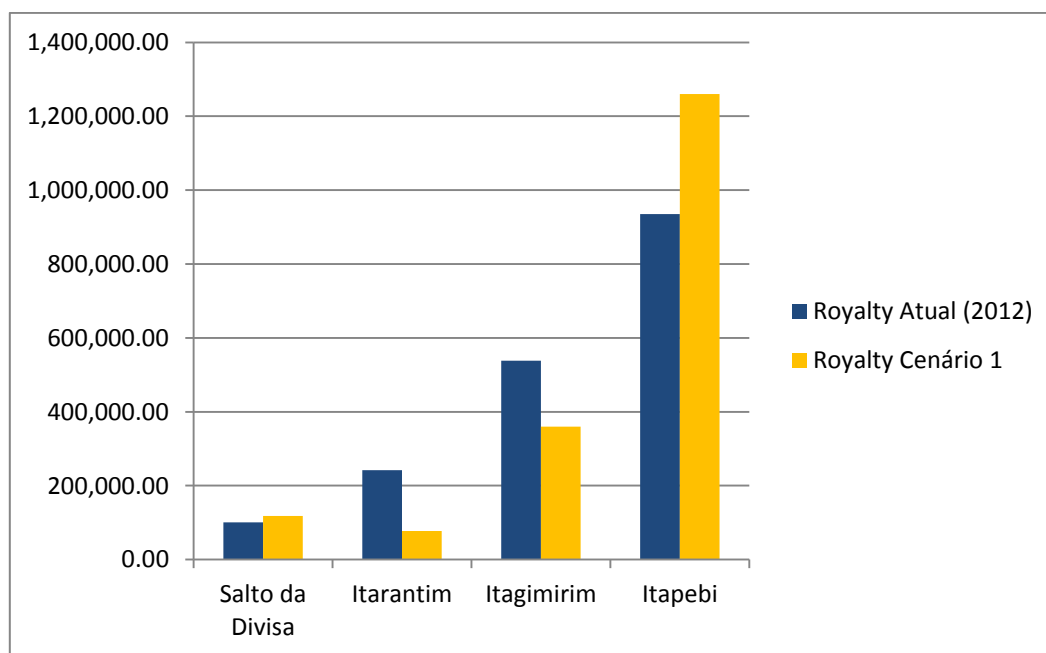
Tabela 7 – Cenário 1: distribuição dos royalties (em R\$) com peso maior para o critério da área inundada

| Município | Royalty Atual (2012) | Royalty Cenário 1 |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Salto da Divisa | 100.569,63 | 118.354,51 |
| Itarantim | 241.623,67 | 77.150,71 |
| Itagimirim | 538.648,39 | 360.134,79 |
| Itapebi | 935.164,24 | 1.260.365,92 |
| TOTAL | 1.816.005,93 | 1.816.005,93 |

Fonte: Resultados da pesquisa

A coluna “Royalty Atual” mostra os valores que foram recebidos pelos municípios de acordo com a fórmula atual de distribuição dos royalties considerando dados de 2012. A outra coluna mostra os valores encontrados pela aplicação do valor de Shapley, considerando o Cenário 1. A Figura 1 mostra essa comparação.

Figura 1 – Comparação entre o Cenário Atual (2012) e o Cenário 1



Fonte: Resultados da pesquisa

Pode-se observar que o Cenário 1 apresenta uma divisão dos royalties que privilegia Itapebi que é o que teve a maior área alagada e é onde fica a sede da usina. No total de royalties distribuídos em 2012, Itapebi recebeu R\$ 935.164,24, já quando se considera a metodologia do valor de Shapley e os pesos estabelecidos nesse cenário, o valor recebido pelo município torna-se mais significativo, alcançando R\$ 1.260.365,92. A justificativa para o aumento de valor mesmo incluindo as externalidades, é que Itapebi também sofreu impactos negativos. Exatamente por ser a sede da UHE, foi o município que recebeu o maior contingente populacional e que mais teve afetada a prestação de serviços públicos.

O município de Salto da Divisa, que tem a menor área inundada, apresentou pequena mudança no valor de royalty recebido quando se imagina o Cenário 1, aumentando de R\$ 100.569,63 para R\$ 118.354,51. Este aumento retrata a inclusão do critério das externalidades, pois, mesmo com um peso baixo já influenciou o valor recebido pelo município que mais foi impactado negativamente. Já os municípios de Itarantim e Itagimirim apresentam reduções nos valores de royalties em comparação ao ano de 2012. Isso reflete a posição intermediária que estes municípios têm nos dois critérios, visto que não são os que têm a maior área inundada e nem os mais afetados por externalidades.

O Cenário 1 poderia surgir como consequência de influência política ou de grupos de interesse beneficiados com a distribuição atual dos royalties e que teriam maior poder de pressão quando os pesos fossem definidos. Por exemplo, interpretando em termos de segmentos econômicos específicos, essa seria uma situação em que agricultores ou pecuaristas (ou qualquer grupo econômico dependente da terra) exerceriam maior influência, pois buscariam maior compensação pela perda territorial. Ou então, interpretando pela ótica dos municípios, esse seria o cenário em que o município de Itapebi e suas lideranças teriam maior capacidade de influência na escolha dos pesos, já que seriam os maiores beneficiados com a distribuição dos royalties.

4.2. Cenário 2: peso maior para o critério das externalidades (maior efetividade das pressões sociais)

O Cenário 2 foi construído definindo-se um peso maior para o critério das externalidades na fórmula do valor de Shapley, retratando um caso em que as pressões ambientais, sociais e outras diversas são mais efetivas. Sejam pressões da própria população, de ONGs, entidades de direitos humanos, etc., o fato é que existe nesse cenário maior do poder de influência de grupos de interesse para que os diversos impactos negativos vistos na seção 3.2. e que não foram compensados adequadamente sejam de fato incluídos no

cálculo dos royalties. Portanto, foi definido um peso menor para o critério da área inundada ($\alpha = 0,1$) e um peso maior para o critério das externalidades ($1 - \alpha = 0,9$). A Tabela 8 mostra os resultados.

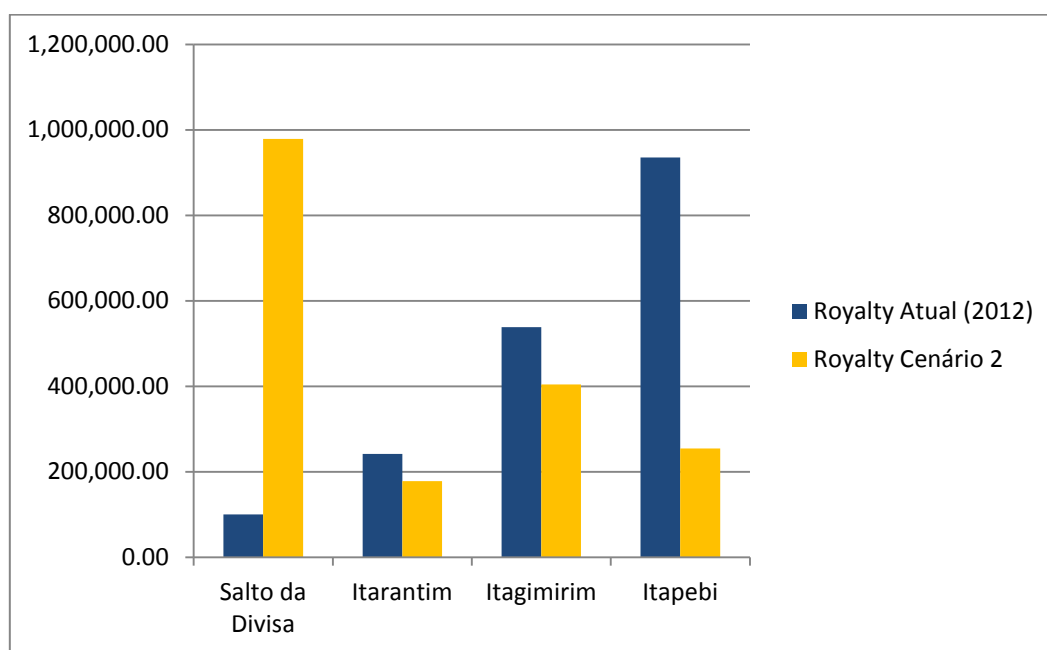
Tabela 8 – Cenário 2: distribuição dos royalties (em R\$) com peso maior para o critério das externalidades (maiores pressões sociais)

| Município | Royalty Atual (2012) | Royalty Cenário 2 |
|-----------------|----------------------|---------------------|
| Salto da Divisa | 100.569,63 | 978.687,32 |
| Itarantim | 241.623,67 | 178.304,80 |
| Itagimirim | 538.648,39 | 404.513,06 |
| Itapebi | 935.164,24 | 254.500,75 |
| TOTAL | 1.816.005,93 | 1.816.005,93 |

Fonte: Resultados da Pesquisa

Por considerar a externalidade como critério mais relevante, percebe-se que há uma alteração significativa no Cenário 2 em relação aos royalties de 2012. A Figura 2 mostra essa comparação.

Figura 2 – Comparação entre o Cenário Atual (2012) e o Cenário 2



Fonte: Resultados da Pesquisa

Pode-se ver um resultado oposto ao encontrado no Cenário 1. Com as pressões sociais mais efetivas Salto da Divisa é financeiramente compensado com um royalty mais significativo, que se eleva de R\$ 100.569,63 em 2012 para R\$ 978.687,32 caso essa metodologia e esses pesos fossem adotados. Conforme mostram os trabalhos de Pereira (2011), Gavião (2006) e Lima (2012) o município citado foi o mais prejudicado com a construção da usina, pois sofreu importantes impactos não estimados ou não mitigados adequadamente. Ou seja, caso esses impactos (como os aspectos socioeconômicos, de saúde e saneamento e serviços públicos) entrassem na divisão dos royalties Salto da Divisa seria melhor compensado.

Apesar de ter a menor área inundada Salto da Divisa foi o único com áreas urbanas alagadas, incorrendo em maior número de pessoas removidas. Além disso, segundo Gavião (2006), uma importante cachoeira que servia de ponto turístico sofreu risco de alagamento e houve ainda um prejuízo causado a atividades econômicas dependentes do rio, reduzindo a fonte de renda de uma parcela da população. Tudo

isso ocasionou muitos debates entre os moradores da cidade, o setor público e a empresa, de modo que o Cenário 2 seria o mais esperado caso as demandas sociais fossem completamente atendidas.

Movimento inverso se verifica em relação a Itapebi, que seria o maior prejudicado nesse cenário com peso maior para o critério das externalidades. Como Itapebi teve a maior área inundada, a grande diminuição de ponderação relativa a esse critério faz com que o valor recebido do royalty decresça de R\$ 935.164,24 em 2012 para R\$ 254.500,75 com essa definição de pesos. Novamente os municípios de Itarantim e Itagimirim ficaram em posições intermediárias, não sofrendo alterações tão bruscas, mas, acusando uma redução do royalty recebido.

4.3. Cenário 3: peso igual para os critérios da área inundada e das externalidades (Cenário Intermediário)

Por último, o Cenário 3 reflete uma situação intermediária de modo que define-se um peso igual para os critérios da área inundada e das externalidades ($\alpha = 1 - \alpha = 0,5$). Os resultados são vistos na Tabela 9.

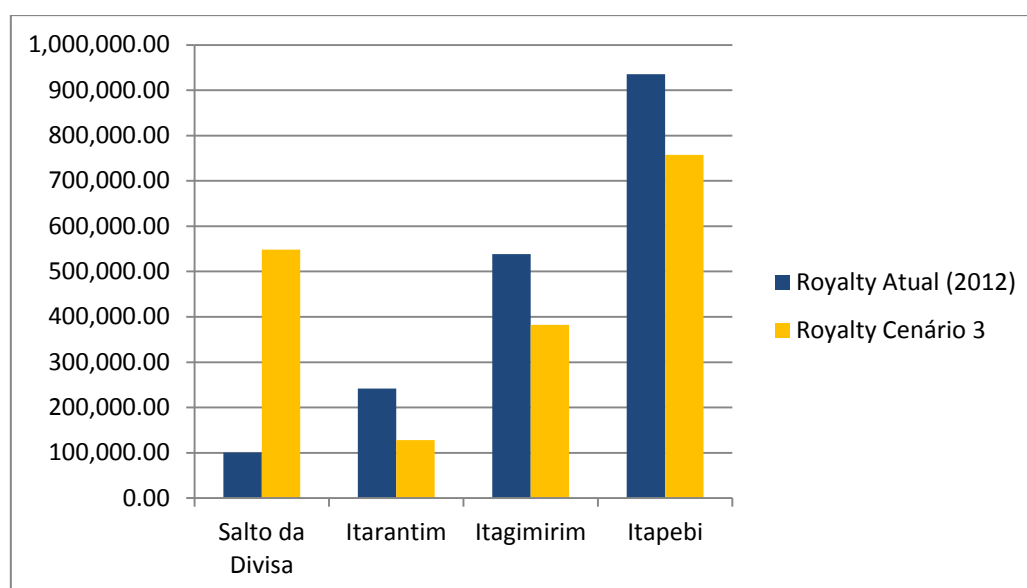
Tabela 9 – Cenário 3: distribuição dos royalties (em R\$) com peso igual para os critérios da área inundada e das externalidades (Cenário Intermediário)

| Município | Royalty Atual (2012) | Royalty Cenário 3 |
|-----------------|----------------------|---------------------|
| Salto da Divisa | 100.569,63 | 548.520,92 |
| Itarantim | 241.623,67 | 127.727,75 |
| Itagimirim | 538.648,39 | 382.323,93 |
| Itapebi | 935.164,24 | 757.433,34 |
| TOTAL | 1.816.005,93 | 1.816.005,93 |

Fonte: Resultados da Pesquisa

Como a área inundada e as externalidades foram considerados igualmente relevantes, nesse cenário há menos dispersão dos valores dos royalties. A Figura 3 mostra a comparação com o ano de 2012. No Cenário 3, os valores mais elevados recebidos como royalties ficaram com os municípios de Itapebi (R\$ 757.433,34) e Salto da Divisa (R\$ 548.520,92), refletindo exatamente uma divisão de forças entre aquele que teve a maior perda territorial e aquele que sofreu maior impacto de externalidades negativas não compensadas. Os demais municípios, Itarantim e Itagimirim, ficaram abaixo dos dois citados.

Figura 3 – Comparação entre o Cenário Atual e o Cenário 3



Fonte: Resultados da Pesquisa

Em relação à discussão que envolve pressões políticas e de grupos de interesses, pode ser que um cenário intermediário como esse acabe prevalecendo na prática, retratando uma divisão menos discrepante dos royalties, ao invés dos cenários extremos mostrados anteriormente. O maior beneficiado neste Cenário 3 seria Salto da Divisa que em comparação aos valores de 2012 teria uma elevação de R\$ 100.569,63 para R\$ 548.520,92. Itapebi teria uma redução no montante recebido, ainda que não seja uma queda tão grande, quanto a que aconteceria no Cenário 2, seu pior quadro.

É importante reiterar que os resultados dos Cenários 1, 2 e 3 foram consequência dos pesos escolhidos para representar cada critério. Didaticamente, a representação de cenários extremos tem um importante valor interpretativo. Porém, e essa é uma grande vantagem da metodologia do valor de Shapley com pesos, qualquer outra ponderação diferente poderia ter sido adotada, conforme o cenário encontrado em cada usina hidrelétrica.

4.4. Discussão sobre o resultado e a metodologia

Os resultados nas seções anteriores foram apresentados para os municípios que tiveram área inundada e que atualmente recebem compensação financeira da UHE Itapebi. Mas, o fato de apenas municípios que perdem terras receberem compensação tem sido apontado como uma falha da legislação que trata da distribuição dos royalties, pois, há impactos que vão além da área dos reservatórios. Um exemplo é o município de Belmonte, na foz do rio Jequitinhonha, a 70 km da hidrelétrica e que pode ter sido prejudicado. Segundo Gavião (2006) existe no local uma comunidade de pescadores que indicou uma redução do estoque pesqueiro após a construção da usina e a intervenção no fluxo do rio.

A não consideração de Belmonte pode ser contornada pela metodologia do valor de Shapley que permite facilmente a inclusão de qualquer outro município, tantos quanto forem necessários. Mesmo não tendo área inundada, Belmonte poderia ter sido considerada na divisão do royalty pelo critério das externalidades. Aplicando-se o mesmo questionário respondido pelos moradores das outras cidades, ter-se-ia a porcentagem da população que se viu impactada negativamente com a construção da UHE Itapebi. A inclusão de um município sem terra inundada, mesmo afetado de outras formas, não é possível com a metodologia atual de distribuição dos royalties.

A discussão se amplia se for observada uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que, segundo Pereira (2011), determinou que a bacia hidrográfica deveria ser considerada como unidade de análise para elaboração dos estudos de impacto ambiental. Logo, a desconsideração da bacia hidrográfica tem sido uma das falhas recorrentes na medição dos impactos oriundos da construção de hidrelétricas, como no caso citado do município de Belmonte.

Outra vantagem do valor de Shapley apresentado é a possibilidade de alterar os pesos quando ocorrerem novos eventos, como um desastre ambiental, em que o município afetado receberia uma quantia maior por algum período. No final de 2013, por exemplo, a abertura de seis comportas da UHE Itapebi fez o rio Jequitinhonha transbordar e invadir as cidades de Belmonte e Itapebi, desabrigando dezenas de moradores e colocando em risco a vida de outros (ITAPEBI ACONTECE, 2014). Como não aparenta ser um fenômeno apenas natural – pois há a denúncia de que as enchentes estariam sendo favorecidas pela aceleração do assoreamento do rio após a construção da UHE – seria outro exemplo de impacto negativo não mitigado que poderia entrar no critério das externalidades na distribuição dos royalties, seja de forma permanente ou transitória. De qualquer forma, percebe-se o aspecto positivo da fórmula, pois, se houver uma continuidade da produção de informações através de consultas à população ou audiências públicas, os critérios e os pesos podem ser revistos, caso haja necessidade.

Por fim, a fórmula também pode ser aplicada em Pequenas Centrais Hidrelétricas ou Usinas Hidrelétricas a Fio D'Água. Nesses casos, como não há área inundada a legislação não considera o pagamento de royalties. Todavia, caso o impacto negativo causado fosse relevante, seja qual for, ele poderia ser facilmente incluído na metodologia proposta por meio do critério das externalidades.

Por outro lado, a fórmula proposta do valor de Shapley apresenta certas deficiências. Uma delas é exatamente a definição dos pesos que cada critério terá na distribuição dos royalties. Havendo a certeza de que esses pesos se basearão em estudos ambientais, análises técnicas e entrevistas conduzidas junto à

população, há grandes chances de que a distribuição do royalty será a mais justa possível. Porém, quando a determinação dos pesos não estiver bem definida, ela pode sofrer a influência de pressões políticas e grupos de interesse com maior poder de barganha. Assim, a distribuição dos royalties não estaria de acordo com a realidade social, econômica e ambiental, mas sim, em conformidade com o desejo dos grupos ou municípios com maior influência.

Outro problema não considerado neste artigo é a utilização dos valores que os municípios recebem como royalty. Ainda que a distribuição fosse a mais justa possível, as prefeituras poderiam utilizar o recurso para outros fins, de modo que algum impacto negativo decorrente da construção da usina continuaria não mitigado corretamente. Essa discussão precisa ser ampliada, uma vez que os royalties não são uma compensação feita aos governos locais e, sim, à sociedade que é afetada pela atividade hidrelétrica.

5. Conclusão

O presente artigo estudou a distribuição dos royalties entre os municípios afetados pela construção de hidrelétricas. Tal recebimento é previsto na legislação brasileira e utiliza basicamente o critério da área inundada pelo reservatório para designar o quanto cada município receberá. Como existem muitas consequências negativas e muitos impactos que vão além da área inundada foi proposta a inclusão de um novo critério – as externalidades – com o intuito de suprir essa ausência. Para isso, utilizou-se a metodologia do valor de Shapley, que, com auxílio de pesos, tornou possível retratar diferentes cenários.

A construção dos cenários mostrou que para aplicar o valor de Shapley que foi proposto é preciso estabelecer previamente como se dará a determinação dos pesos que os critérios da área inundada e das externalidades terão na divisão dos royalties. Para isso, é importante uma definição clara de quem terá essa responsabilidade: comitês de bacia hidrográfica, poder público, órgãos ambientais, etc. A vantagem da fórmula com pesos é que a divisão dos royalties não seguirá o mesmo critério em todas as hidrelétricas (como é atualmente, considerando só a área inundada), podendo-se considerar especificidades e externalidades existentes em cada bacia hidrográfica e região que abrigará uma UHE. Num país de grande extensão como o Brasil certamente as áreas afetadas por hidrelétricas têm características bem diferentes no que tange à biodiversidade, produtividade agropecuária, pesca, aspectos turísticos, etc. Resumir esse conjunto de características apenas na área inundada pode simplificar em demasia o recebimento de royalties e não compensar financeiramente de forma adequada aqueles que mais sofreram perdas.

Para o caso da UHE Itapebi, foram construídos três cenários alterando-se os pesos. Quando foi dado um peso maior para o critério da área inundada (Cenário 1) o município de Itapebi recebeu o maior valor de royalty, visto que foi o que teve mais perdas territoriais. Já quando foi dado um peso maior ao critério das externalidades (Cenário 2), Salto da Divisa passou a receber o maior valor, o que vem de encontro aos estudos que apontam uma grande quantidade de impactos negativos não levados em consideração nessa cidade após a construção da usina. Por fim, criou-se um cenário intermediário (Cenário 3) com pesos iguais para ambos os critérios, retratando uma divisão de forças entre Itapebi e Salto da Divisa.

Em um momento de amplas discussões sobre as formas renováveis e menos poluentes de energia, espera-se que haja um crescimento dos debates acerca da hidroeletricidade. A expectativa, portanto, é que os royalties hidrelétricos sejam cada vez mais relevantes nos orçamentos dos municípios afetados, sendo oportuno um aprofundamento da discussão a respeito do tema. Nesse contexto, o valor de Shapley representa uma proposta efetiva de distribuição dos royalties entre os municípios afetados, ainda que precise obviamente ser amplamente discutida e podendo inclusive ser aperfeiçoada.

Referências

ALIPRANTIS, C.D.; CHAKRABARTI, S.K. **Games and decision making**. Oxford University Press, New York, 2000. 272 p.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em < <http://www.aneel.gov.br> >. Acesso em: 20 dez. 2013.

GAVIÃO, A. B. **Gestão de conflitos ambientais frente à implantação de hidrelétricas: estudo de caso do aproveitamento hidrelétrico de Itapebi/BA**. 127 p. Dissertação de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia. Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em < <http://www.cidades.ibge.gov.br> >. Acesso em: 10 jan. 2014.

ITAPEBI ACONTECE. **Itapebi: hidrelétrica fecha comportas e rio Jequitinhonha baixa volume de água**. Disponível em < <http://www.itapebiacontece.com> >. Acesso em: 18 jan. 2014.

LEITE, G. B. **Alocação de custos de projetos entre os usuários de água em uma bacia hidrográfica**. 103 p. Dissertação de Mestrado em Economia Aplicada. DER/UFV, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

LEITE, G. B.; VIEIRA, W. C. Proposta metodológica de cobrança pelo uso dos recursos hídricos usando o valor de Shapley: uma aplicação à bacia do rio Paraíba do Sul. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 40, n. 3, p. 651-677, 2010.

LIMA, G. R. **Análise dos impactos socioambientais de usinas hidrelétricas através do método de análise de grupamento**. Monografia de Graduação de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

LOEHMAN, E.; ORLANDO, J.; TSCHIRHART, J.; WHINSTON, A. Cost allocation for a regional wastewater treatment system. **Water Resources Research**, vol. 15, n. 2, 193-202, 1979.

MONTET, C.; SERRA, D. **Game theory and economics**. New York: Palgrave Macmillan, 2003. 487 p.

MYERSON, R. B. **Game theory: an analysis of conflict**. Harvard University Press, Cambridge, 1991. 568 p.

PEREIRA, P. J. C. R. **Desafios do licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas: um estudo de caso da UHE Itapebi**. 125 p. Dissertação de Mestrado em Políticas Públicas e Estratégias para o Desenvolvimento. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

QUINTELA, M. C. A.; CARVALHO, F. M. A. Compensações financeiras e royalties hidrelétricos na determinação do investimento público e das despesas sociais. **Revista de economia e agronegócio**, v.8, n. 1, p. 51 – 74, 2010.

SHAPLEY, L. S. **A value for n-person games**. Princeton University Press, p. 307-317, 1953.

SILVA, L. L. **A compensação financeira das usinas hidrelétricas como instrumento econômico de desenvolvimento social, econômico e ambiental**. 147 p. Dissertação de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente. Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

YOUNG, H.P. Cost allocation. In: AUMANS, R.J.; HART, S. **Handbook of Game Theory, volume 2**. New York: Elsevier Science, 1994. p. 1192-1235.

WEO – World Energy Outlook. **International Energy Agency**. OECD/IEA, França, 2013.

Apêndice

Desenvolvimento da aplicação da metodologia do valor de Shapley para a questão dos royalties hidrelétricos

Inicialmente, define-se o conjunto:

$$A_\ell = \bigcup_{t=\ell}^T N_t .$$

Definem-se, também, T jogos de n jogadores com funções características v_1, \dots, v_T , dadas por

$$v_\ell(C) = \begin{cases} 0, & \text{se } C \cap A_\ell = \emptyset \\ K_{\ell-1} - K_\ell, & \text{se } C \cap A_\ell \neq \emptyset. \end{cases}$$

O valor da cada coalizão C é $v(C) = \sum_{\ell=1}^T v_\ell(C)$. Para perceber isso, nota-se que, se $\ell \leq t(C)$, então $C \cap A_\ell \neq \emptyset$, enquanto se $\ell > t(C)$, então $C \cap A_\ell = \emptyset$. Assim,

$$\sum_{\ell=1}^T v_\ell(C) = \sum_{\ell=1}^{t(C)} (K_{\ell-1} - K_\ell) = K_0 - K_{t(C)} = v(C),$$

em que $K_0 = 0$, ou seja, se não há jogadores, não há custos. Sabe-se que, pela propriedade aditiva¹² do valor de Shapley,

$$\varphi(v) = \sum_{\ell=1}^T \varphi(v_\ell).$$

Deve-se, então, computar $\varphi_i(v_\ell)$, o valor de Shapley, para cada jogador i . Primeiramente, percebe-se que, pela definição de v_ℓ , segue-se que:

$$v_\ell(C \cup \{i\}) - v_\ell(C) = \begin{cases} K_{\ell-1} - K_\ell, & \text{se } C \cap A_\ell = \emptyset \text{ e } i \in A_\ell \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Desse modo, para cada $i \in A_\ell$, o valor de Shapley é dado por

$$\varphi_i(v_\ell) = \sum_{C \subseteq N | A_\ell} \frac{|C|!(|N| - |C| - 1)!}{|N|!} (K_{\ell-1} - K_\ell).$$

Em particular, tem-se que $\varphi_i(v_\ell) = \varphi_j(v_\ell)$, para todo $i, j \in A_\ell$. Para todo $i \notin A_\ell$, tem-se $\varphi_i(v_\ell) = 0$. Então,

$$\left(\sum_{t=\ell}^T |N_t| \right) \varphi_i(v_\ell) = \sum_{i \in A_\ell} \varphi_i(v_\ell) = v_\ell(N) = K_{\ell-1} - K_\ell .$$

¹² $\forall S, T \subset N, S \cap T = \emptyset$ então $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$.

Conseqüentemente,

$$\varphi_i(v_\ell) = \frac{K_{\ell-1} - K_\ell}{\sum_{t=\ell}^T |N_t|}.$$

Segue-se que, para todo i e ℓ , o valor de Shapley para o jogo v_ℓ satisfaz a seguinte relação:

$$\varphi_i(v_\ell) = \begin{cases} 0, & \text{se } i \notin A_\ell \\ \frac{K_{\ell-1} - K_\ell}{\sum_{t=\ell}^T |N_t|}, & \text{se } i \in A_\ell \end{cases}$$

Recordando que $\varphi(v) = \sum_{\ell=1}^T \varphi_i(v_\ell)$ e que $i \in N_k$ implica $i \in A_\ell$ para $\ell \leq k$, obtém-se a expressão que é o valor de Shapley do jogo para cada participante da coalizão, considerando apenas o critério da área inundada, ou seja,

$$\varphi_i(v) = \sum_{\ell=1}^k \frac{K_{\ell-1} - K_\ell}{\sum_{t=\ell}^T |N_t|}, \quad i \in N_k, \quad k = 1, 2, \dots, T. \quad (2)$$

Onde K e N representam respectivamente os benefícios recebidos individualmente pelos municípios e a área inundada de cada um.