



NOVO MARCO REGULATÓRIO PARA A COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: ESTUDO DE CASO PARA DUAS USINAS HIDRELÉTRICAS EM SEQUÊNCIA

¹Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

²Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro

³Vicente Paulo Soares

⁴José Marinaldo Gleriani

⁵Vanessa Mendes Lana

⁶Cleverson Alves de Lima

RESUMO

A análise conduzida para as usinas hidrelétricas de Camargos e Itutinga abrangendo em suas bacias de contribuição 30 municípios, dos quais apenas cinco municípios (UHE Camargos) e dois municípios (UHE Itutinga) recebem valores financeiros referentes à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, expõe grave distorção acerca do procedimento adotado no Brasil para o rateio desses recursos. A nova abordagem implica na espacialização dos fatores de produção de energia elétrica (vazão e altura da queda d'água) refletindo nas porcentagens referentes à eletricidade produzida pela área do reservatório (altura de queda) e das vazões originadas nas regiões à montante do reservatório.

PALAVRAS-CHAVE: bacia de contribuição, compensação financeira, recursos hídricos, reservatórios, sistema de informação geográfica

NEW REGULATORY FRAMEWORK FOR FINANCIAL COMPENSATION FOR USE OF WATER RESOURCES: A CASE STUDY FOR TWO HYDROELECTRIC POWER PLANTS IN SEQUENCES

ABSTRACT

The analysis conducted for the hydroelectric plants and Camargos and Itutinga basins covering their contribution in 30 districts, of which only five municipalities (Camargos Hydroelectric) and two municipalities (Itutinga Hydroelectric) receive financial values relating to financial compensation for the use of water resources, exposes serious distortion on the procedure adopted in Brazil for the apportionment of these resources. The new approach involves the spatial distribution of factors of production of electricity (flow and height of the waterfall) reflecting the percentages relating to electricity produced by the reservoir area (drop height) and flow rates originated in the regions upstream of the reservoir.

KEYWORDS: basin contribution, compensation, water resources, reservoirs, geographic information system

1. INTRODUÇÃO

Os marcos legais básicos referentes ao uso da água no Brasil são a Constituição Federal de 1988, a Lei 9.433, de 8/1/97 e o Código de Águas, estabelecido pelo Decreto Federal 24.643, de 10/7/34. O Código de Águas já assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água, para as primeiras necessidades da vida, permitindo a todos usar de quaisquer águas públicas, conformando-se com os regulamentos administrativos. Era impedida a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene, sem a existência de concessão, no caso de utilidade pública, e de autorização nos outros casos; em qualquer hipótese, dava-se preferência à derivação para abastecimento das populações (OLIVEIRA, 2009).

A Constituição Federal de 1988 estabelece que “são bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado da federação, sirvam de limite com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais”. Estabelece, ainda, como “bens dos Estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito, ressaltadas, neste caso, na forma da lei, as

decorrentes de obras da União”. Não existem, pois, águas particulares no país. Mesmo as nascentes que se encontram nos limites de uma propriedade privada, assim como os rios que servem de limites entre duas propriedades privadas, devem ter o uso de suas águas subordinado aos interesses públicos.

Compete privativamente à União legislar sobre águas. É de competência da União: explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão: o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos; os serviços de transporte aquaviário entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território; e definir critérios de outorga de direitos de uso das águas (TUCCI *et al.*, 2000).

Como forma de aproveitamento e uso deste recurso hídrico, a geração hidrelétrica tem tido, ao longo da história do setor energético brasileiro, um papel fundamental.

Correspondendo a 70% da matriz elétrica nacional, essa geração continua sendo prioridade nacional, com um esforço governamental de implantar grandes projetos estruturantes como as usinas hidrelétricas do rio Madeira, em Rondônia e a usina hidrelétrica de Belo Monte, no Pará (SILVA, 2007). O setor elétrico brasileiro

¹Doutor em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal – UFV, sadymenezes@yahoo.com.br;

²Docente Ph.D., Departamento de Engenharia Florestal – UFV, cribeiro@ufv.br;

³Docente Ph.D., Departamento de Engenharia Florestal – UFV, vicente@ufv.br;

⁴Docente D.S., Departamento de Engenharia Florestal – UFV, gleriani@ufv.br;

⁵Mestre em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal – UFV, vmendeslana@gmail.com;

⁶Engenheiro Civil, Departamento de Engenharia Civil – UFV, cleverson.lima@ufv.br.



se caracterizou ao longo de muitos anos pelo enfoque dado ao aproveitamento do potencial hidráulico nacional e pela displicência com que incorporava as questões sócioambientais no planejamento das usinas hidrelétricas (McCully, 1996; Lagone *et al.*, 2005, citados por SILVA, 2007). As políticas públicas para o setor elétrico não enxergavam o desequilíbrio entre os custos incorridos às comunidades locais, em função da construção e operação de uma usina hidrelétrica, e a participação nos benefícios decorrentes da implantação desse empreendimento (SILVA, 2007).

Segundo Mendes e Motta (1997), atividades econômicas podem gerar externalidades ambientais negativas que causam perdas de bem-estar para os indivíduos afetados. Uma das formas de corrigir estas perdas de bem-estar causadas pela degradação ambiental seria a internalização destes custos externos nas estruturas de produção e consumo. A internalização do custo externo ambiental pode ser implementada com a adoção de mecanismos de comando-e-controle (padrões ambientais, licenciamento e sanções legais) e de mecanismos de mercado.

Calcada nesse princípio do pagamento pelas externalidades ocorridas pelo uso de bens comuns (ex: recurso hídrico), destaca-se, nesse cenário, a Compensação Financeira pela Utilização dos Recursos Hídricos (CFURH) para fins de geração de energia elétrica, instituída pelo artigo 20 da Constituição Federal de 1988 e tendo os seus valores determinados pela Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Este é um instrumento que busca ressarcir, financeiramente, os municípios atingidos pela água dos reservatórios de hidrelétricas e aqueles onde se instalam as usinas (ANEEL, 2007).

A Compensação Financeira é um pagamento feito pelas usinas hidrelétricas pelo uso da água dos rios para a geração elétrica. Os recursos arrecadados são distribuídos aos estados e municípios e podem ser aplicados em saúde, educação e segurança entre outros setores (ANEEL, 2007). Segundo Silva (2007), a implementação da Compensação Financeira foi uma maneira de instituir um instrumento que, além de assegurar o pagamento pelo uso do serviço ambiental, assegurasse às regiões afetadas condições para a promoção do desenvolvimento local considerando os impactos relacionados às usinas hidrelétricas. A Compensação Financeira tem uma escala significativa. Em 2006 a arrecadação foi superior a R\$ 1,1 bilhão, dos quais R\$ 440 milhões foram destinados para os municípios diretamente atingidos por seus reservatórios.

Certamente mais pela simplicidade de se determinar, com exatidão e rapidez, a superfície inundada, do que pela preocupação genuína de se efetuar um rateio justo da renda auferida com a geração de energia, entre os municípios que de fato contribuem para tal, a grande verdade é que a compensação financeira – ou melhor, a participação no resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica – tratou de ressarcir unicamente os municípios atingidos pela represa. Ora, a produção de energia elétrica é função tanto da altura da queda d'água – energia potencial gravitacional – quanto da vazão do caudal – potencial hidráulico – (MAHER *et al.*, 2002). A primeira variável está obviamente associada ao relevo do local de instalação da barragem; mas a segunda depende intrinsecamente da área da bacia hidrográfica que abastece a represa de uma usina hidrelétrica. Embora não tenham tido suas terras inundadas, os municípios à montante do lago da hidrelétrica também tiveram suas capacidades de geração de renda reduzidas, uma vez que estão impedidos de utilizarem integralmente a água anteriormente passível de ser outorgada, haja vista a necessidade de se assegurar agora uma vazão mínima capaz de atender aos níveis estabelecidos de geração de energia elétrica.

Entretanto, apesar de terem suas economias afetadas, um número consideravelmente maior de municípios ficou excluído

da justa reparação. A questão que se buscou responder com a presente pesquisa foi: “Quanto da energia elétrica produzida se deve às águas que vêm das regiões situadas à montante dos reservatórios das hidrelétricas?”.

Quantificado esse percentual, torna-se evidentemente necessário rever os atuais critérios de repasse da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos destas regiões, modificando o cenário atual de forma a prover todos os municípios que integram às bacias em estudo de seus justos valores financeiros pela participação na geração da energia elétrica.

1.1. Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia, alicerçada na tecnologia dos sistemas de informações geográficas e na espacialização da vazão específica, para quantificar o percentual da geração de energia elétrica que é devido 1) à área da bacia hidrográfica à montante da represa; 2) à altura líquida da queda d'água e, assim, calcular o quanto do repasse da compensação financeira seria devido proporcionalmente a cada município da bacia; 3) repasse dos valores finais, ou seja, somatório dos municípios de cada bacia de contribuição proporcional às suas respectivas áreas de participação, levando em consideração o efeito “cascata” onde cada reservatório de cada usina hidrelétrica em estudo é responsável pela contribuição da vazão à montante da mesma, sem levar em consideração neste trabalho as perdas por infiltração e evaporação ao longo dos trajetos percorridos pelos mananciais hídricos.

Com essa estratégia, busca-se estimular o uso racional e a conservação da água no meio rural, fomentando as atividades de preservação e restauração de bacias hidrográficas, priorizando-se as áreas de preservação permanente e o pagamento dos serviços ambientais.

2. MATERIAL E METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área de estudo

A Usina Hidrelétrica de Camargos (UHE Camargos) foi construída próximo ao município de Itutinga, tendo o início de sua operação em 1960. Está localizada no curso médio do Rio Grande, compondo a Bacia do Rio Grande, entre os municípios de Madre Deus de Minas e Itutinga, em Minas Gerais. Possui uma potência nominal de 46 MW (2 x 23). O volume útil de seu reservatório é de 672,00 hm³. A vazão regularizada na saída do vertedor (Q) é de 76 m³s⁻¹ e a altura de queda (h) é de 24,6 m (ONS, 2010).

A Usina Hidrelétrica de Itutinga (UHE Itutinga) foi construída entre os municípios de Itutinga e Nazareno, Minas Gerais. Está localizada no curso médio do Rio Grande, a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos. Teve o término de sua construção em 1955. Possui uma potência nominal de 52 MW. O volume útil de seu reservatório é de 7,00 hm³. A vazão regularizada na saída do vertedor (Q) é de 76 m³s⁻¹ e a altura de queda (h) é de 25,0 m (ONS, 2010).

A FIGURA 1 mostra o reservatório e o limite dos municípios que integram a Usina Hidrelétrica de Camargos.

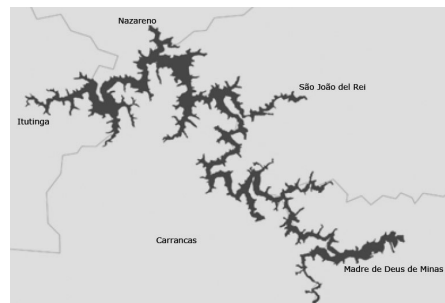


FIG. 1: Municípios interceptados pelo reservatório da UHE Camargos. Fonte: ANEEL (2010)

A FIGURA 2 mostra a imagem do reservatório, extraída do satélite CBERS2.

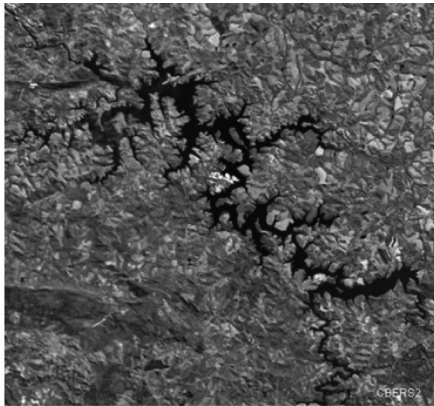


FIG. 2: Imagem do satélite CBERS2 cobrindo a região do reservatório da UHE Camargos. Fonte: ANEEL (2010).

A FIGURA 3 mostra o reservatório e o limite dos municípios que integram a Usina Hidrelétrica de Itutinga.



FIG. 3: Municípios interceptados pelo reservatório da UHE Itutinga. Fonte: ANEEL (2010).

A FIGURA 4 mostra a imagem do reservatório, extraída do GOOGLE.



FIG. 4: Imagem cedida pelo Google Earth cobrindo a região do reservatório da UHE Itutinga. Fonte: ANEEL (2010).

2.2. Software

As análises espaciais foram efetuadas utilizando-se, principalmente, os recursos para modelagem do escoamento superficial de águas disponibilizados na extensão Spatial Analyst do sistema

de informações geográficas ArcGIS® versão 9.3.1 As bases de dados foram todas armazenadas em uma geobase, estrutura nativa do sistema de informações geográficas ArcGIS®.

2.3. Base de Dados: Altimetria

Utilizou imagens obtidas do projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission - JPL Jet Propulsion Laboratory da NASA - National Aeronautics and Space Administration, 2010).

Para se assegurar a correta delimitação dos divisores d'água das bacias de contribuição que compreendem as Usinas Hidrelétricas de Camargos e de Itutinga, selecionou-se um conjunto de imagens SRTM, compreendidas pelos intervalos 21° S a 23° S e 43° W a 45° W e ilustradas na FIGURA 5.

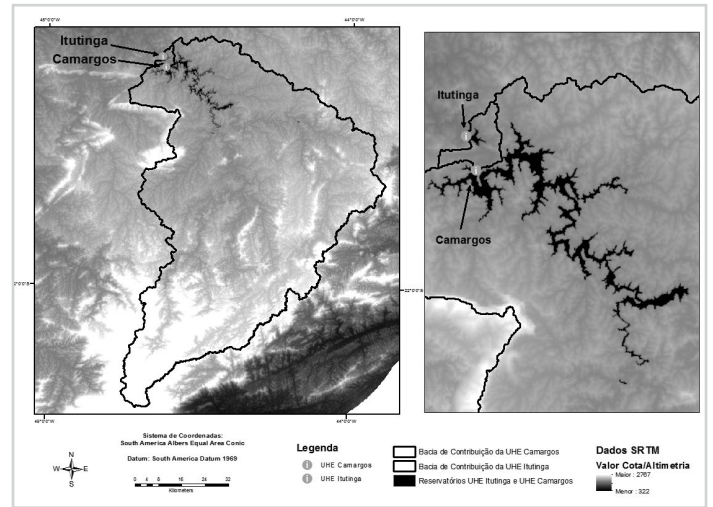


FIG. 5: Mosaico do modelo digital de elevação (MDE) do SRTM para a área de estudo e as respectivas

2.4. Limites Municipais e Hidrografia

Utilizou-se a Malha Municipal Digital 2007, produzida e disponibilizada no formato digital pelo IBGE em seu sítio, contendo os limites vetoriais da divisão político-administrativa vigente para o ano base de 2007. Essa base digital é composta pelas folhas topográficas na melhor escala disponível nas diversas regiões do país (FIBGE, 2010). Utilizou também a hidrografia (corpos d'água) fornecida pelo SRTM Water Body Data - (SWBD), comparando-a com a hidrografia obtida pelo site do FIBGE (2010). O SWBD é um conjunto de dados geográficos de alta resolução do contorno em formato vetorial dos corpos d'água em todo o mundo, publicado pela NASA (2010) e projetado para o uso em Sistemas de Informação Geográfica e aplicações de mapeamento. Foi criado como um produto complementar durante a edição do banco de dados da geração do MDE pelos dados obtidos da missão SRTM.

2.5. Usinas Hidrelétricas de Camargos e Itutinga

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2008) disponibiliza, em seu sítio, séries históricas atualizadas de vazões naturais médias diárias e mensais, no formato de planilhas eletrônicas, para os reservatórios das usinas hidrelétricas em operação e integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). A vazão natural corresponde àquela "obtida com a retirada do efeito da operação de aproveitamentos à montante e a incorporação das vazões relativas à evaporação líquida dos reservatórios e aos usos consuntivos da água em toda a bacia, através de processos de reconstituição das vazões naturais." (ONS, 2008). A evolução



mensal dos valores mínimo, médio e máximo da vazão natural, tendo por base a série de dados mensais de vazões para o período de janeiro/1931 a dezembro/2007, na saída dos reservatórios é apresentada abaixo na TABELA 1.

Tabela 1: Síntese das vazões naturais mensais no período de janeiro/1931 a dezembro/2007

UHE Camargos e Itutinga			
Mês	MIN	MED	MAX
jan	84,0	248,5	493,0
fev	53,0	230,0	470,0
mar	75,0	203,8	576,0
abr	58,0	138,7	479,0
mai	42,0	104,4	332,0
jun	44,0	88,7	332,0
jul	38,0	74,1	194,0
ago	34,0	63,8	131,0
set	36,0	67,1	279,0
out	37,0	78,6	223,0
nov	48,0	110,5	271,0
dez	55,0	178,0	396,0
média	74,8	132,2	307,8

2.6. Compensação Financeira

Segundo Silva (2007), em 28 de dezembro de 1989, visando regulamentar o artigo 20 da Constituição Federal, foi publicada a Lei nº 7.990 que estabeleceu o valor da Compensação Financeira a ser pago pelas usinas hidrelétricas. Segundo os termos dessa Lei a compensação pela utilização de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica era de 6% (seis por cento) sobre o valor da energia produzida, a ser paga pelos concessionários de serviço de energia elétrica aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios. Essa Lei foi alterada posteriormente e atualmente vigoram as modificações dadas pela Lei no 9.984, de 14 de julho de 2000, lei de criação da Agência Nacional de Águas. A Lei no 9.984/00 trouxe uma importante alteração a Compensação Financeira que foi a inserção de uma parcela de 0,75% correspondente à cobrança pelo uso da água. Essa parcela é destinada ao Ministério de Meio Ambiente (MMA) para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (FIGURA 6).

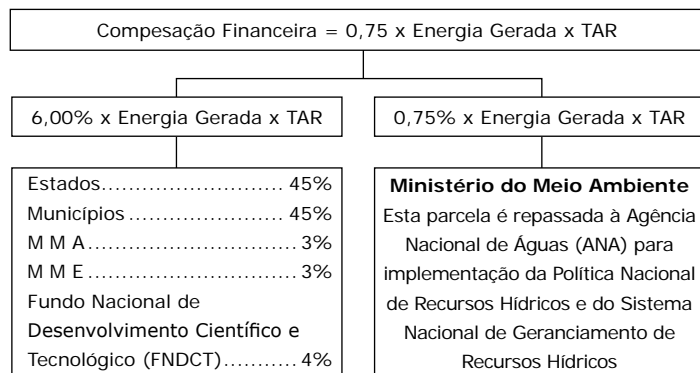


FIG. 6: Beneficiários da Compensação Financeira e percentuais

O Decreto nº 3.739/01 definiu o cálculo do valor da energia produzida para a Compensação Financeira e estabeleceu o critério para o cálculo da Tarifa Atualizada de Referência (TAR) para o sistema da compensação financeira. A TAR é fixada anualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com base nos preços de venda de energia destinada ao suprimento das concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica. O art. 1º desse Decreto dispõe que o valor total da energia produzida para fins de Compensação Financeira de que trata o art. 1º da Lei nº 8.001/1990, será obtido pelo produto da energia de origem hidráulica efetivamente verificada, medida em megawatt-hora, multiplicado pela TAR, fixada anualmente pela ANEEL e revisada a cada 4 anos. Para 2010, seu valor foi fixado em R\$ 64,69/MWh e em 2009, R\$ 62,33/MWh (ANEEL, 2010).

2.7. Processamento

As quadrículas originais do SRTM, obtidas no sítio da NASA foram agrupadas em uma base contínua, que foi então projetada para o Sistema de Projeção Cônica Áreas Verdadeiras de Albers (South America Equal Area Conic), datum SAD69 (South American Datum 1969), com as coordenadas expressas em metros. A resolução geométrica foi fixada em 30 m, equivalendo a 1 arco-segundo.

Como a maioria dos modelos digitais de elevação, a base SRTM também contém depressões espúrias, decorrentes tanto das fontes de dados quanto do próprio processo de interpolação (RIBEIRO et al., 2007; SAUNDERS, 1999; HUTCHINSON, 1989). Tais anomalias foram removidas; caso contrário, o escoamento superficial seria interrompido nesses pontos, introduzindo erros na delimitação das bacias de contribuição situadas à jusante das células associadas a essas depressões e nos trajetos de escoamento à montante delas (HELLWEGER, 1997). As depressões presentes na base de dados da região de estudo foram suprimidas aplicando-se o comando FILL do módulo Spatial Analyst do ArcGIS 9.3.1. Em seguida, derivaram-se as direções de escoamento para o grid SRTM_FILL utilizando-se o comando FLOW DIRECTION. Determinou-se, para cada célula da região de análise, o valor do fluxo acumulado, aplicando-se o comando FLOW ACCUMULATION. O fluxo acumulado equivale ao número de células existentes na área que drena para uma dada célula.

Ademais, as células desse *grid* materializam o caminho preferencial percorrido pelo escoamento das águas superficiais. Utilizando-se o comando WATERSHED, tendo por dados de entrada o *grid* de direções de escoamento e o ponto onde se localiza o barramento do reservatório (vertedor) delimitou-se a respectiva bacia de contribuição.

É dentro do espaço geográfico assim definido que foram delimitadas e quantificadas as contribuições proporcionais de cada município para a vazão total imediatamente à jusante das represas que integram as bacias de contribuição da UHE Camargos e da UHE Itutinga.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados dentro das bacias de contribuição todos os municípios que compreendem a área de estudo conforme visto na FIGURA 7.

Para o cálculo das Usinas Hidrelétricas de Camargos e Itutinga, valor da vazão específica (q) foi calculado dividindo-se a vazão regularizada (m³s-1) pela área da bacia de contribuição (m²), resultando em um valor expresso pela unidade m³s-1m-2. A vazão regularizada da UHE Camargos foi de 76 m³s-1, a área da bacia de contribuição foi de 6.107.248.536,04 m² e a vazão específica foi de 1,24442E-08 m³s-1m-2. Para a UHE Itutinga, temos uma vazão regularizada de 76 m³s-1, a área da bacia de



contribuição foi de 6.249.506.400,00 m² e a vazão específica foi de 1,2161E-08 m³s-1m-2. Todos os valores foram calculados por meio da tabela de atributos criada ao processar os dados inseridos no ArcGIS 9.3.1.

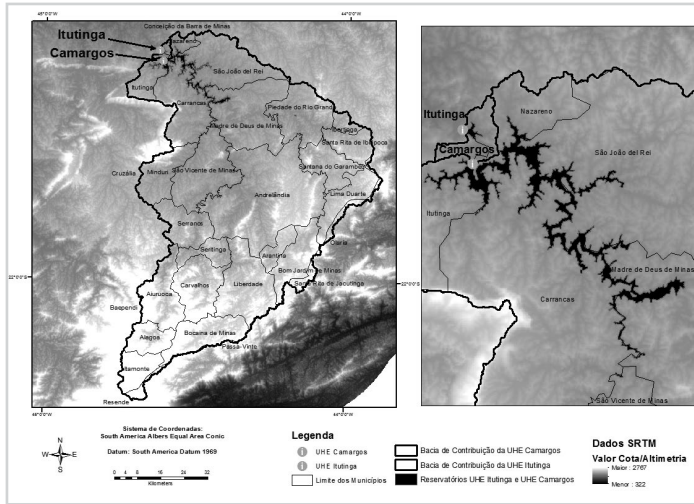


FIG. 7: Municípios que compõem a bacia de contribuição da UHE Camargos e Itutinga.

A estimativa da produção de água em cada um dos municípios foi feita multiplicando-se o valor da vazão específica pela área de cada município dentro da bacia de drenagem da represa, sendo os valores obtidos ao se processar o ArcGIS e criar assim a tabela de atributos contendo tais valores usados.

Sejam PQ e Ph as participações percentuais relativas da vazão regularizada e da altura de queda d'água líquida na geração de energia elétrica. Pode-se então escrever que:

$$PQ + Ph = 100 \quad (1)$$

É válida a seguinte relação:

$$\frac{PQ}{Ph} = \frac{Q}{h} \rightarrow PQ = \frac{Q}{h} \times Ph \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) tem-se:

$$\frac{Q}{h} \times Ph + Ph = 100 \quad (3)$$

Colocando Ph em evidência, obtem-se:

$$\left(\frac{Q}{h} + 1\right) \times Ph = 100 \Rightarrow \left(\frac{Q+h}{h}\right) \times Ph = 100 \quad (4)$$

Assim, a participação relativa da altura de queda d'água na geração de energia elétrica é dada por:

$$Ph = \frac{100 \times h}{Q+h} \quad (5)$$

Analogamente, a participação relativa da vazão regularizada na geração de energia elétrica é dada por:

$$PQ = \frac{100 \times Q}{Q+h} \quad (6)$$

Substituindo-se os respectivos valores de Q e h para a UHE Camargos e Itutinga, nas equações (5) e (6), tem-se que:

UHE Camargos:

$$Ph = \frac{100 \times 24,60}{76+24,60} \Rightarrow Ph = 24\% \text{ e } PQ = \frac{100 \times 76}{76+24,60} \Rightarrow PQ = 76\%.$$

UHE Itutinga:

$$Ph = \frac{100 \times 25,00}{76+25,00} \Rightarrow Ph = 25\% \text{ e } PQ = \frac{100 \times 76}{76+25,00} \Rightarrow PQ = 75\%.$$

A produção mensal de energia elétrica nas usinas hidrelétricas e os respectivos valores pagos pela mesma a título de compensação financeira, no período de abril de 2009 a março de 2010, são apresentados nas TABELAS 2 e 3.

Tabela 2: Produção mensal de energia elétrica na UHE Camargos e respectiva compensação financeira paga pela geradora.

Mês	Energia Gerada (MWh)	Compensação Financeira (R\$)
Mar-10	22.567,81	98.544,02
Fev	16.560,01	72.310,53
Jan	27.705,97	120.980,21
Dez-09	22.885,67	96.286,30
Nov	16.247,40	68.357,28
Out	20.413,03	85.883,25
Set	15.835,31	66.623,50
Ago	19.677,49	82.788,61
Jul	19.522,65	82.137,17
Jun	14.408,15	60.619,04
Mai	18.985,87	79.878,78
Abr	23.811,20	100.180,27
TOTAL	238.620,56	1.014.588,96
CFURH	45% Municípios (R\$)	456.565,03

(Fonte: ANEEL, 2007)

Tabela 3: Produção mensal de energia elétrica na UHE Itutinga e respectiva compensação financeira paga pela geradora

Mês	Energia Gerada (MWh)	Compensação Financeira (R\$)
Mar-10	24.805,12	108.313,40
Fev	22.520,05	98.335,50
Jan	37.502,86	163.759,03
Dez-09	32.557,37	136.977,80
Nov	24.531,77	103.211,90
Out	27.346,99	115.056,29
Set	19.761,06	83.140,20
Ago	22.460,77	94.498,62
Jul	20.535,10	86.396,80
Jun	15.288,43	64.322,61
Mai	19.474,30	81.933,72
Abr	25.199,67	106.021,92
TOTAL	291.983,49	124.1967,79
CFURH	45% Municípios (R\$)	558.885,51

(Fonte: ANEEL, 2007)

Para esses 12 meses, a compensação financeira pelo uso do recurso hídrico (CFURH) repassada aos municípios atingidos pelas águas do reservatório foi de 45% do valor TOTAL.



O valor devido a cada município foi proporcional à sua área inundada, em relação à superfície total do reservatório. Esses valores são apresentados nas TABELAS 4 e 5.

Tabela 4: Rateio da compensação financeira entre os municípios interceptados pelo reservatório de Camargos

Município	UF	Área Inundada [km ²]	Percentual de Participação [%]	Compensação Financeira (R\$)
Carrancas	MG	20,32	40,26	183.822,90
Itutinga	MG	4,77	9,45	43.152,84
Madre de Deus de Minas	MG	9,02	17,87	81.591,41
Nazareno	MG	3,28	6,50	29.677,73
São João del Rei	MG	13,08	25,92	118.320,15
TOTAL		50,47	100	456.565,03

(Fonte: ANEEL, 2010)

Tabela 5: Rateio da compensação financeira entre os municípios interceptados pelo reservatório de Camargos

Município	UF	Área Inundada [km ²]	Percentual de Participação [%]	Compensação Financeira (R\$)
Itutinga	MG	0,53	25,82	144.292,28
Nazareno	MG	1,51	74,18	414.593,23
TOTAL		2,04	100	558.885,51

(Fonte: ANEEL, 2010)

A forma de rateio mostrada acima considera somente a superfície inundada de cada município. Se tomarmos por base as contribuições relativas da vazão regularizada (PQ) e da queda líquida (Ph), a partilha da compensação financeira estender-se-á agora a uma área bem maior que aquela contemplada pelos critérios vigentes. Por esta nova proposta, os municípios que tiverem suas terras inundadas pelo reservatório serão duplamente compensados: em um primeiro momento, pelo fato de que a simples imposição de uma determinada altura para a barragem da usina hidrelétrica resultará na formação de um lago que inundará as terras desses municípios; em um segundo momento, o reservatório acumulará as águas das chuvas que caírem no seu espelho d'água, contribuindo para a elevação do seu nível e, por conseguinte, para a vazão defluente. As contribuições individuais desses municípios para a geração de energia elétrica são apresentadas nas TABELAS 6 e 7.

Tabela 6: Compensação financeira devida aos municípios interceptados pelo reservatório de Camargos, segundo a metodologia proposta.

Município	Cont. Vazão (%)	Cont. Queda (%)	C.F Vazão (R\$)	C.F Queda (R\$)	C. F. Total (R\$)
Carrancas	11,91	40,26	41.331,19	44.117,50	85.448,69
Itutinga	6,11	9,45	21.189,92	10.356,68	31.546,60
Madre de Deus de Minas	8,09	17,87	28.067,05	19.581,94	47.648,99
Nazareno	5,30	6,50	18.382,74	7.122,66	25.505,39
São João del Rei	23,97	25,92	83.170,49	28.396,84	111.567,32
TOTAL	55,37	100,00	192.141,38	109.575,61	301.716,99

Na Tabela 6 a compensação financeira devida à vazão (C.F.Vazão) foi obtida multiplicando-se a contribuição percentual

de cada município interceptado pelo reservatório de Camargos à vazão regularizada pelo valor total da compensação financeira (R\$ 456.565,03) e, finalmente, pela participação percentual relativa da vazão regularizada à energia elétrica produzida (PQ = 76%). Esses cinco municípios contribuem, todos juntos, com 42,08 m³s⁻¹ (multiplicação da Vazão Regularizada [m³s⁻¹] com a Contribuição da Vazão [%]), correspondendo a 55,37% da vazão total regularizada ou, ainda, a 42,08% (55,37 × 0,76) da produção de energia elétrica.

Já a compensação financeira devida à queda líquida (C.F.Queda) foi calculada multiplicando-se o percentual da superfície do reservatório pertencente a cada município pelo valor total da compensação financeira (R\$ 456.565,03) e, finalmente, pela participação percentual relativa da queda líquida à energia elétrica produzida (Ph = 24%). O rateio, entre os municípios, da contribuição relativa da queda líquida ao total de energia elétrica produzido em dado período, foi estabelecido com base no percentual da superfície do reservatório que pertence a cada município. A lógica dessa forma de distribuição alicerça-se no fato de que a imposição de uma determinada altura para a barragem implicará um nível máximo operativo para o reservatório, correspondendo à cota de inundação.

Assim, o montante devido aos cinco municípios que tiveram suas terras inundadas pelo reservatório de Camargos foi de R\$ 301.716,99 o que representa exatos 66,08% do total da compensação financeira para o período de abr/2009 a mar/2010. Os 33,92% restantes, i.e., R\$ 154.848,04, deverão ser distribuídos pelos demais 25 municípios (total de municípios que fazem parte da bacia de contribuição de Camargos = 30). Em termos médios, isso representa cerca de R\$ 6.193,92 a serem repassados ao longo de um ano, por município da bacia de contribuição da UHE Camargos não atingido pelas águas de seu reservatório.

Tabela 7: Compensação financeira devida aos municípios interceptados pelo reservatório de Itutinga, segundo a metodologia proposta.

Município	Cont. Vazão (%)	Cont. Queda (%)	C.F Vazão (R\$)	C.F Queda (R\$)	C. F. Total (R\$)
Itutinga	5,97	25,82	25.014,80	36.073,07	61.087,87
Nazareno	5,18	74,18	21.700,91	103.648,31	125.349,22
TOTAL	11,14	100,00	46.715,71	139.721,38	186.437,08

Na Tabela 7, temos dois municípios interceptados pelo reservatório de Itutinga, o valor total da compensação financeira é de R\$ 558.885,51 e a participação percentual relativa da vazão regularizada à energia elétrica produzida é de PQ = 75%. Esses dois municípios contribuem, todos juntos, com 8,47 m³s⁻¹ (multiplicação da Vazão Regularizada [m³s⁻¹] com a Contribuição da Vazão [%]), correspondendo a 11,14% da vazão total regularizada ou, ainda, a 8,36% (11,14 × 0,75) da produção de energia elétrica.

Já a compensação financeira devida à queda líquida (C.F.Queda) é de R\$ 558.885,51. A participação percentual relativa da queda líquida à energia elétrica produzida (Ph = 25%).

Assim, o montante devido aos dois municípios que tiveram suas terras inundadas pelo reservatório de Itutinga é de R\$ 186.437,08 o que representa exatos 33,36% do total da compensação financeira para o período de abr/2009 a mar/2010. Os 66,64% restantes, i.e., R\$ 372.448,43, deverão ser distribuídos pelos demais 28 municípios (total de municípios que fazem parte da bacia de contribuição de Itutinga = 30). Em termos médios, isso representa cerca de R\$ 13.301,73 a serem repassados ao longo de um ano, por município da bacia de contribuição da UHE Itutinga não atingido pelas águas de seu reservatório.



As Tabelas 8 e 9 demonstram os novos valores de repasse para todos os municípios que compreendem a bacia de contribuição da Usina Hidrelétrica de Camargos e Itutinga.

Tabela 8: Contribuições proporcionais dos municípios à geração de energia na usina hidrelétrica Camargos.

Município	CF atual [R\$]	CF Q [R\$]	CF h [R\$]	CF Q + CF h [R\$]
Carrancas	183.822,90	21.261,81	44.117,50	65.379,31
Itutinga	43.152,84	6.636,44	10.356,68	16.993,12
Madre de Deus de Minas	81.591,41	28.066,94	19.581,94	47.648,88
Nazareno	29.677,73	3.174,95	7.122,66	10.297,60
São João del Rei	118.320,15	23.137,04	28.396,84	51.533,88
Aluruoca		15.410,28	0,00	15.410,28
Alagoa		7.924,17	0,00	7.924,17
Andrelândia		57.105,92	0,00	57.105,92
Arantina		5.092,68	0,00	5.092,68
Baependi		16,40	0,00	16,40
Bocaina de Minas		14.678,91	0,00	14.678,91
Bom Jardim de Minas		12.546,82	0,00	12.546,82
Carvalhos		16.094,66	0,00	16.094,66
Conceição da Barra de Minas		35,53	0,00	35,53
Cruzália		13,55	0,00	13,55
Ibertioga		2.823,96	0,00	2.823,96
Itamonte		7.940,41	0,00	7.940,41
Liberdade		22.763,98	0,00	22.763,98
Lima Duarte		10.705,56	0,00	10.705,56
Minduri		12.422,73	0,00	12.422,73
Olaria		1,53	0,00	1,53
Passa-Vinte		70,90	0,00	70,90
Piedade do Rio Grande		18.335,80	0,00	18.335,80
São Vicente de Minas		22.237,54	0,00	22.237,54
Santa Rita de Ibitipoca		8.424,09	0,00	8.424,09
Santa Rita de Jacutinga		14,60	0,00	14,60
Santana do Garambéu		11.545,61	0,00	11.545,61
Seritinga		6.499,82	0,00	6.499,82
Serranos		12.006,81	0,00	12.006,81
TOTAL	456.565,03	346.989,42	109.575,61	456.565,03

Municípios interceptados pelo reservatório de Camargos

Tabela 9: Contribuições proporcionais dos municípios à geração de energia na usina hidrelétrica Itutinga.

Município	CF atual [R\$]	CF Q [R\$]	CF h [R\$]	CF Q + CF h [R\$]
Itutinga	144.292,28	8.433,33	36.073,07	44.506,40
Nazareno	414.593,23	4.709,90	103.648,31	108.358,21
Aiuruoca		18.191,91	0,00	18.191,91

Alagoa	9.354,52	0,00	9.354,52	
Andrelândia	67.413,82	0,00	67.413,82	
Arantina	6.011,93	0,00	6.011,93	
Baependi	19,36	0,00	19,36	
Bocaina de Minas	17.705,17	0,00	17.705,17	
Bom Jardim de Minas	17.402,68	0,00	17.402,68	
Carrancas	25.099,67	0,00	25.099,67	
Carvalhos	18.999,82	0,00	18.999,82	
Conceição da Barra de Minas	41,94	0,00	41,94	
Cruzália	15,99	0,00	15,99	
Ibertioga	3.333,69	0,00	3.333,69	
Itamonte	11.334,01	0,00	11.334,01	
Liberdade	26.872,98	0,00	26.872,98	
Lima Duarte	15.330,84	0,00	15.330,84	
Madre de Deus de Minas	33.133,16	0,00	33.133,16	
Minduri	14.665,09	0,00	14.665,09	
Olaria	13,33	0,00	13,33	
Passa-Vinte	84,78	0,00	84,78	
Piedade do Rio Grande	21.645,50	0,00	21.645,50	
Resende	33,89	0,00	33,89	
São João del Rei	27.313,39	0,00	27.313,39	
São Vicente de Minas	26.251,53	0,00	26.251,53	
Santa Rita de Ibitipoca	10.224,70	0,00	10.224,70	
Santa Rita de Jacutinga	50,38	0,00	50,38	
Santana do Garambéu	13.629,65	0,00	13.629,65	
Seritinga	7.673,07	0,00	7.673,07	
Serranos	14.174,10	0,00	14.174,10	
TOTAL	558.885,51	419.164,13	139.721,38	558.885,51

Municípios interceptados pelo reservatório de Itutinga

As informações acima foram determinadas para cada bacia de contribuição de suas respectivas Usinas Hidrelétricas, individualmente. Porém, ao somar todas as bacias de contribuição, temos estas usinas hidrelétricas do qual partiram a delimitação de suas bacias de contribuição em cascatas, ou seja, uma bacia de contribuição participa com o volume de água gerado para a outra bacia que está à jusante dela. Desta maneira, como temos usinas hidrelétricas em cascata, o que é gerado em uma bacia de contribuição será responsável pelo volume da outra à montante e seguindo esta lógica até finalizar na foz, ou seja, no vertedor da última usina hidrelétrica em análise que abrange todas as demais bacias hidrográficas (somatório). Desta maneira, para cada bacia de contribuição em estudo e seus respectivos municípios que estão inseridos nela, o cálculo dos novos valores da compensação financeira será então repassado para os municípios, uma vez que estes são responsáveis pela vazão que chega aos reservatórios (Tabela 10).



Tabela 10: Somatório final do valor da nova compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para todos os municípios.

Município	CF atual [R\$]	CF Q [R\$]	CF h [R\$]	CF Q + CF h [R\$]
Aiuruoca		33.602,19	0,00	33.602,19
Alagoa		17.278,69	0,00	17.278,69
Andrelândia		124.519,70	0,00	124.519,74
Arantina		11.104,61	0,00	11.104,61
Baependi		35,76	0,00	35,76
Bocaina de Minas		32.384,08	0,00	32.384,08
Bom Jardim de Minas		29.949,50	0,00	29.949,50
Carrancas	183.822,9	46.361,48	44.117,5	90.478,98
Carvalhos		35.094,48	0,00	35.094,48
Conceição da Barra de Minas		77,47	0,00	77,47
Cruzália		29,54	0,00	29,54
Ibertioga		6.157,65	0,00	6.157,65
Itutinga	187.445,12	15.069,77	46.429,75	61.499,52
Itamonte		19.274,42	0,00	19.274,42
Liberdade		49.636,96	0,00	49.636,96
Lima Duarte		26.036,40	0,00	26.036,40
Madre de Deus de Minas	81.591,41	61.200,1	19.581,94	80.782,04
Minduri		27.087,82	0,00	27.087,82
Nazareno	444.270,96	7.884,85	110.770,97	118.655,81
Olaria		14,86	0,00	14,86
Passa-Vinte		155,68	0,00	155,68
Piedade do Rio Grande		3.9981,30	0,00	39.981,30
Resende		33,89	0,00	33,89
São João del Rei	118.320,15	50.450,43	28.396,84	78.847,27
São Vicente de Minas		48.489,07	0,00	48.489,07
Santa Rita de Ibitipoca		18.648,79	0,00	18.648,79
Santa Rita de Jacutinga		64,98	0,00	64,98
Santana do Garambéu		25.175,26	0,00	25.175,26
Seritinga		14.172,89	0,00	14.172,89
Serranos		26.180,91	0,00	26.180,91
TOTAL	1.015.450,54	766.153,55	249.296,99	1.015.450,54

Municípios interceptados pelos reservatórios de Camargos e Itutinga

Os valores da Tabela 10 demonstram a importância da metodologia proposta uma vez que possibilita uma partilha justa para todos os municípios que integram a área em estudo e não somente para os municípios que interceptam os reservatórios. Verifica-se que todos os municípios recebem proporcionalmente pelas suas áreas de contribuição, um valor financeiro (R\$) e compete a estes municípios a melhor forma de gerir tais bens em consonância com a respectiva bacia de contribuição no que diz

respeito à conservação do solo, da água, da biodiversidade e da prestação de serviços ambientais.

4. CONCLUSÃO

A necessidade de incorporar instrumentos de mitigação dos impactos ambientais nos projetos de geração de energia vindos de usinas hidrelétricas fomentou a idéia da formulação de políticas específicas que promovessem uma adequada inserção do meio ambiente nos empreendimentos do setor. Desta maneira, foi adotado o instrumento econômico implementado pela Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos como contrapartida aos impactos dos reservatórios das usinas hidrelétricas. A fórmula historicamente adotada no Brasil para o rateio da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos resarcir apenas aqueles municípios interceptados pelo reservatório. Como demonstrado para as usinas hidrelétricas em estudo, poucos são os municípios que recebem a compensação financeira ao comparar com os demais municípios da bacia de contribuição.

A proposição de um novo modelo para a partilha da compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos baseado na participação relativa da vazão e da queda líquida na geração de energia elétrica tem, em sua essência, a preocupação genuína de se corrigirem as distorções da metodologia atual e o inegável apelo de promover a justiça social, reconhecendo a distribuição geográfica dos fatores intrínsecos a essa riqueza. Emerge, da presente pesquisa, a construção de uma nova consciência coletiva, alicerçada em sólida argumentação científica, acerca do pagamento justo pelos serviços ambientais prestados pela preservação das matas e dos recursos hídricos ao longo de uma bacia hidrográfica.

5. AGRADECIMENTO

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos sendo fundamental para a execução e conclusão desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL), 2010 – Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 05 de novembro de 2010.
- _____. 2007, Cadernos Temáticos ANEEL: A compensação financeira e o seu município. Brasília: ANEEL, 27p.
- _____. 2005, A compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para geração de energia elétrica. Brasília: ANEEL, 33p.
- _____. 2005, Energia Assegurada. Brasília: ANEEL, 18p.
- FIBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (BRASIL), 2010 - Malha Municipal Digital 2007. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2007/>. Acesso em 05 de setembro de 2010.
- HELLWEGGER, F.L. AGREE , 1997 – DEM surface reconditioning system. in: GIS Hydro 97 - Integration of GIS and Hydrologic Modeling. Proceedings... [CD-ROM], Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA.
- HUTCHINSON, M.F. , 1989- A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. Journal of Hydrology, n. 106, p.211-232.
- JPL – 2010, Jet Propulsion Laboratory. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em 25 de novembro de 2010.
- MAHER, P.; SMITH, N.P.A.; WILLIAMS, A.A. , 2003- Assessment of pico hydro as an option for off-grid electrification in Kenya. Renewable Energy. vol. 28, n. 9, p.1357-1369.

