

Valoração dos danos ambientais advindos da construção de hidrelétricas: o caso da UHE de Estreito

Valuation of environmental damage arising from the construction of hydroelectric plants: the case of the UHE of Estreito

*Waldecy Rodrigues
Universidade Federal do Tocantins*

*Luiz Norberto Magalhães Filho
Universidade Federal do Tocantins*

*Fernán Vergará Figueroa
Universidade Federal do Tocantins*

Resumo: A construção de barragens para implantação de usinas hidroelétricas causa vários impactos ambientais. É possível mensurá-los economicamente? O objetivo principal deste trabalho é estimar o valor monetário dos danos causados pela implantação da UHE de Estreito pelas perdas das praias naturais localizadas nos municípios à jusante da barragem - Babaçulândia – TO, Filadélfia – TO e Carolina – MA. Para tanto, adotou-se o método de valoração contingente sob a forma de eliciação do tipo “jogos de leilão”. O procedimento metodológico foi o da coleta, elaboração e análise de dados, sendo constituída uma amostra aleatória de indivíduos que revelaram suas Disposições a Receber (DAR), valor esse que compensaria as perdas em seu bem-estar em razão do processo de alagamento. Com o método obteve-se uma DAR média de R\$ 210,57/habitante/ano, alcançando um valor total de R\$ 108,47 milhões/ano pela perda dos atrativos naturais. O valor encontrado, apesar de não representar a totalidade dos impactos ambientais do empreendimento hidroelétrico, serve como base para discutir os parâmetros de cálculo atualmente utilizados pela legislação brasileira referentes às Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos.

Palavras Chaves: Compensação Financeira; Valoração Contingente; Disposição a Receber.

Abstract: The construction of dams for the implementation of hydroelectric plants concern several environmental impacts. It's possible to measure economically? The main objective of this study is to estimate the monetary value of damage caused by the implementation of UHE of Estreito by the loss of natural beaches in the towns downstream from the dam - Babaçulândia – TO, Filadélfia – TO e Carolina – MA. For both, was adopting the contingent valuation method in the form of elicitation of the "bidding games". The methodological approach was the collection, compilation and analysis of data, being constituted a random sample of individuals who have shown their provisions receivable, amount that would offset the losses in their welfare due to the process of flooding. With the method we obtained a mean DAR of R\$210,57/resident/year, reaching a total value of a value of R\$ 108,47 milion/year by the loss of natural attractions. The value found, although not represent all the environmental impacts of hydroelectric development, but serves as a basis for discussing the parameters of calculation currently used by the Brazilian legislation relating to financial Compensation for the Use of Water Resources.

Keywords: Financial Compensation; Contingent Valuation; Receiveable Provisions.

JEL: Q, P28.

Introdução

O Brasil possui um dos maiores e melhores potenciais energéticos do mundo, onde os potenciais hidráulicos, de combustíveis fósseis, da irradiação solar, da biomassa e da força dos ventos são, de fato, abundantes podem garantir a autossuficiência energética do país. Contudo, apenas duas fontes energéticas – hidráulica e fóssil – têm sido extensivamente aproveitadas. Cerca de 90% do

suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica, e o petróleo representa mais de 30% da matriz energética nacional (ANEEL, 2002).

Cachapuz (2003) destaca que as escolhas pelo uso das hidrelétricas no Brasil são resultados da tradição brasileira de investir nesse tipo de empreendimento, que por sua vez é fruto da opção que o país fez, no início do século passado, de usar essa fonte para gerar eletricidade, devido à escassez de reservas carboníferas de boa qualidade. Além da carência dos combustíveis fósseis, a sua escolha teve grande influência dos governos de Getúlio Vargas, pela política expansionista para o setor elétrico, tendo continuidade com Juscelino Kubitschek, com forte impulso durante o regime militar, com a construção de grandes usinas hidrelétricas, como Itaipu e Tucuruí¹.

Porém, juntamente com o aparecimento de usinas hidrelétricas surgem os impactos relacionados à sua construção, principalmente os gerados pelo represamento dos rios. Um fator que torna a exploração dos recursos hídricos no Brasil como um dado preocupante é que praticamente a metade (50,2%) do potencial hídrico brasileiro a ser explorado encontra-se localizado na região da Amazônia Legal, principalmente nos rios Tocantins, Araguaia, Xingu e Tapajós (BERMANN, 2002). Desse modo, a população de estados com grandes bacias hídricas como é o caso do Tocantins, tem assistido a criação de grandes reservatórios, resultados da implantação de usinas hidrelétricas para abastecer a demanda de energia no centro-sul do país.

No estado do Tocantins, dentre os vários impactos decorrentes da construção de usinas hidrelétricas destacam-se aqueles relacionados à atividade turística, pois o Rio Tocantins exerce grande influência na economia local. Em especial, a construção da UHE de Estreito poderá afetar fortemente a economia das cidades de Babaçulândia e Filadélfia que possuem grandes fluxos de turistas usufruindo do lazer nas praias existentes no rio. Em contribuição similar que este trabalho propõe, no mesmo Rio Tocantins, no município de Porto Nacional – TO, Rodrigues et. al. (2006) estimaram uma perda econômica com o alagamento da Praia de Porto Real em um valor de R\$ 16,2 milhões sobre o bem-estar da população local².

Nessa direção, percebe-se a relevância da elaboração de um estudo de valoração econômica dos danos advindos do empreendimento hidroelétrico UHE Estreito, por se tratar de uma região onde serão perdidas riquezas socioambientais. Assim, o trabalho tem como principal objetivo estimar valor dos danos ao bem-estar da população causados pelo alagamento aos municípios de Babaçulândia e Filadélfia, com a conseqüente perda de suas praias naturais. Existem vários outros danos que a população poderá receber em função do alagamento, entretanto esta medição destes impactos em particular poderá servir como parâmetro para discutir a forma de determinação do valor das compensações financeiras destinadas aos municípios afetados por empreendimentos desta natureza.

¹ Duas maiores Usinas Hidroelétricas, sendo que a Usina de Itaipu é a maior com capacidade instalada de 14 GW, situada no Rio Paraná na fronteira entre o Brasil e Paraguai, e a Usina de Tucuruí, maior usina totalmente brasileira de capacidade de 8.730 MW, localizada no Rio Tocantins próxima a Belém-PA.

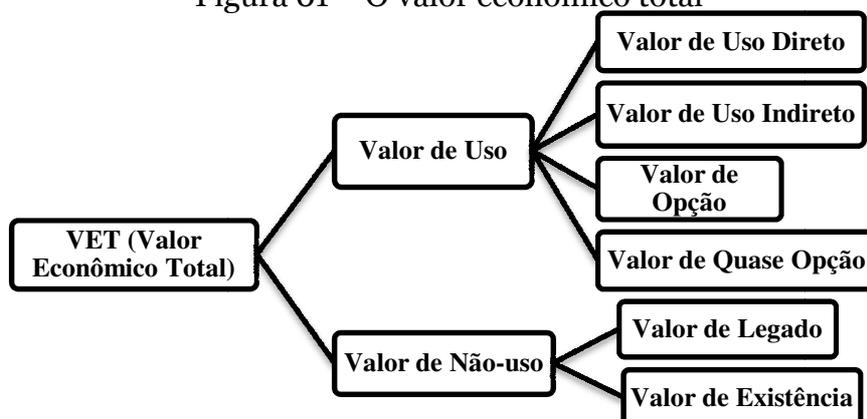
² Neste caso a pesquisa foi realizada após o alagamento. No caso do presente trabalho, a pesquisa foi realizada antes do alagamento.

2. Método de Valoração Contingente

São vários os danos que um empreendimento hidroelétrico pode causar ao meio ambiente. Podem ser considerados como principais impactos ambientais negativos de usinas hidrelétricas: Inundação de áreas extensas de produção de alimentos e florestas; forte alteração do ambiente e com isso o prejuízo de muitas espécies de seres vivos, como por exemplo: a interferência na migração e reprodução de peixes; alteração do funcionamento dos rios; geração de resíduos nas atividades de manutenção de seus equipamentos (RGE, 2006). Também, podem ser adicionados a estes, outros impactos, como os deslocamentos da população ribeirinha, mudanças na paisagem e nos ativos ambientais (que eventualmente podem ser atrativos turísticos).

Mas afinal, como mensurar economicamente os impactos ambientais relacionados? O valor econômico total (VET) de um recurso ambiental compreende os valores de uso e de não-uso (também chamado de valor de existência) de um recurso ambiental. A primeira parcela do VET é composta pelo valor de uso direto, valor de uso indireto, valor de opção e pelo o que Nogueira *et. al.* (2000), denominam de valor de quase-opção. O valor de não-uso equivale ao valor de existência do recurso, ou seja, seu valor intrínseco. No entanto, Pearce e Moran (1993), dividem essa parcela entre valor de legado (*bequest value*) e valor de existência. A Figura 01 a seguir ilustra a forma como o VET é composto.

Figura 01 – O valor econômico total



Fonte: HASHIMURA (2008).

Como o objetivo do presente estudo é a estimativa do valor dos danos ambientais ao bem-estar da população causados pelo alagamento aos municípios de Babaçulândia, Carolina³ e Filadélfia optou-se por utilizar o Método de Valoração Contingente (MVC) por ser o mais apropriado ao caso, por captar valores uso, opção e existência dos ativos ambientais. Escolheu-se, diferentemente da maior parte das pesquisas com MVC, a escolha da mensuração da Disposição a Receber (DAR).

O método se chama valoração contingente porque se propõe a fazer com que as pessoas expressem de que forma atuariam em determinadas situações contingentes, isto é, hipotéticas (FIELD 1997). Assim, conforme ressalta Aiache (2002), a valoração contingente é um método que se baseia em modelos de comportamento econômico onde é possível captar elementos essenciais dos indivíduos para subsidiar decisões

³ Município que embora não possua praia natural se encontra próximo a praia de Filadélfia.

sobre problemas envolvendo o meio ambiente (CARSON, 1995 *apud* AIACHE, 2002 e HASHIMURA, 2008).

O MVC foi aplicado de forma seminal por Davis (1963) para estimar o valor de recursos recreacionais na Floresta de Maine (EUA). Após ser aperfeiçoado por Randall *et. al.* (1974), o método tem crescido em aceitação, tornando-se um instrumento interessante para avaliar bens e serviços que não são provisionados por mercados tradicionais, tipicamente os bens e serviços ambientais e os bens públicos. Para Aguirre e Faria (1996) esta maior aceitação do MVC é consequência de muitas pesquisas no mundo, e também no Brasil, com a técnica, assim como de algumas tentativas sérias, mas infrutíferas, de desacreditar a metodologia.

Corroborando, com a pertinência analítica do MVC, Bishop *et. al.* (1979) discutem as limitações do método de avaliação contingente e os possíveis vieses resultantes comparando-as com as dos outros métodos alternativos. Concluem que a avaliação contingente apresenta falhas e deficiências, mas as mesmas não são maiores que as mostradas por outros métodos de avaliação indireta, que por isso pode ser utilizado com rigor metodológico.

McFadden (1994) destaca três aspectos que devem ser levados em conta quando da elaboração e avaliação de estudos de valoração contingente: 1) O método deve ser robusto no sentido que os resultados não podem ser substancialmente alterados por mudanças no formato da pesquisa, no desenho do questionário e nas instruções, que devem ser imparciais, de modo que o comportamento dos indivíduos seja determinado pela maximização das preferências racionais; 2) o método deve ser estatisticamente confiável de forma que a distribuição da DAP (Disposição a Pagar) ou da DAR (Disposição a Receber) pode ser estimada com uma precisão aceitável utilizando-se amostras com tamanhos operacionais; e 3) o método deve ser economicamente sensível, de forma que as preferências individuais mensuradas pelo MVC devem ser consistentes com os requisitos lógicos de racionalidade (e.g. transitividade) e amplamente consistente com características sensíveis das preferências econômicas (e.g. fração do orçamento do indivíduo que corresponde à sua DAP ou DAR, bem como elasticidade-renda plausíveis).

3. Metodologia de Pesquisa

Para a medição dos danos ambientais em questão, optou-se por utilizar o Método de Valoração Contingente (MVC) por ser o mais apropriado ao caso, captando valores de uso, opção e existência dos ativos ambientais em avaliação que serão atingidos. Ressalta-se que tal método foi utilizado em trabalhos similares por Rodrigues *et al.* (2006), Finco *et al.* (2005).

O trabalho seguirá as seguintes etapas metodológicas: a) Caracterização da área de estudo e dos ativos ambientais avaliados; b) Estimativa da função da Disposição a Receber (DAR) da população impactada pelo alagamento das praias; c) Cálculo dos danos ambientais pela perda das praias sobre as populações afetadas; d) Estimativa dos valores pagos aos municípios pela atual legislação brasileira; e) Comparação entre os valores dos danos encontrados pelo MVC e os que serão pagos segundo os padrões atuais da legislação brasileira.

3.1 Procedimentos da Pesquisa

a. Caracterização da área de estudo dos ativos ambientais envolvidos

Nesta etapa serão levantadas informações acerca das características sociais, históricas, ambientais e econômicas pertinentes ao estudo necessárias para melhor entendimento da problemática da perda das praias aos municípios. Para isso serão utilizados mapas temáticos e levantamento bibliográfico sobre a região em estudo.

b. Estimativa da Disposição a Receber (DAR)

Para estimar a DAR foram aplicados 840 questionários, no período que compreende os dias 17 a 22 de julho de 2008. No curto período de tempo buscou-se alcançar o maior número possível de entrevistados, que foram abordados em diferentes áreas dos municípios de Filadélfia – TO e Babaçulândia – TO e Carolina – MA, seguindo o padrão de aleatoriedade. Os procedimentos estatísticos foram rigorosamente obedecidos, considerando um nível de 99% de confiança. A margem de erro da pesquisa foi próxima a 3,5%, o que garante sua consistência, principalmente quando se refere às características flutuantes da população da pesquisa.

Eles consistiram em questões que objetivam a coleta de variáveis socioeconômicas dos indivíduos amostrados, bem como opiniões pessoais a despeito da implantação da hidrelétrica. Optou-se por utilizar, na confecção do cenário de valoração, a forma de eliciação do tipo “jogos de leilão”. Sendo sugerido um “lance” inicial da DAR que, caso fosse rejeitado seria elevado até ser aceito pelo entrevistado.

Para tratar os possíveis vieses de superestimação da DAR, realizou-se um processo de seleção dos dados amostrais, de forma a excluir valores que enviesariam os resultados (*outliers*). Tal procedimento foi feito através do cálculo do percentual dos valores de “DAR” em relação aos respectivos valores de Renda Mensal Familiar, excluindo da amostra as informações exorbitantes acima dos valores modais.

O método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) foi utilizado para estimar os modelos de equação de disposição a receber através do programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences - SPSS⁴ (versão 15.0). Com a comparação dos modelos sendo feita pelos R square - R², e também de acordo com o nível de significância dos parâmetros, isto é, através do teste “t” de *Student*, onde o modelo que apresentou o maior número de variáveis significativas foi escolhido.

Quanto aos vieses referentes à valoração econômica utilizada, verificou-se a existência dos mesmos vieses descritos por Rodrigues et. al. (2006), foram eles a presença de um viés de preço inicial, ou seja, a tendência dos entrevistados, de concordar com a proposta do questionário na pergunta com preço guia do tipo jogos de leilão. Além deste, outros dois vieses foram encontrados, sendo eles: viés estratégico, que esteve relacionado fundamentalmente à ilusão dos entrevistados acerca do direito de recebimento das compensações, propagando valores altos de DAR; e o viés relativo à medida “DAR”, que consiste em um número maior de resposta protesto em relação à medida “DAP” (Disposição a Pagar). Tanto o viés estratégico como o viés relativo à DAR foram excluídos através do processo de exclusão dos indivíduos considerados como *outliers*.

O modelo econométrico adotado para as praias impactadas pela UHE de Estreito foi o seguinte (Equação 01):

⁴SPSS é um software aplicativo (programa de computador) do tipo científico para as ciências sociais.

$$DAR = a_0 + a_1R_i + a_2S_i + a_3E_i + a_4U_i + e_i \quad (01)$$

Em que:

DAR = disposição a receber pelas perdas de disponibilidade do ativo ambiental em questão;

R_i = nível de renda mensal familiar dos indivíduos;

S_i = Sexo do entrevistado;

E_i = Anos de estudos;

U_i = Variável representativa quanto ao uso do Rio Tocantins;

e_i = Erro;

c. Cálculo dos danos ambientais pela perda das praias sobre as populações afetadas

Para estimar o valor das perdas dos danos ambientais devido á criação do Lago da usina hidrelétrica de Estreito, deve-se multiplicar a disposição a receber média ($DARM_i$) pelo número de moradores das cidades impactadas. Essa proporção é calculada baseada no percentual de entrevistados que se mostraram dispostos a receber uma quantia dentro do intervalo i correspondente á $DARM_i$. Assim, a forma funcional assumida no presente estudo é a seguinte (Equação 02):

$$DART = \sum_{i=1}^y DARM_i \cdot X \quad (02)$$

Em que:

$DART$ = “Disposição total a receber”;

$DARM_i$ = “Disposição a Receber” média;

X = número de habitantes estimado no Município durante o período em estudo.

d. Estimativa dos valores pagos aos municípios pela atual legislação brasileira

Será calculada a compensação destinada aos municípios impactados pela UHE de Estreito, segundo a legislação brasileira, com base na Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH).

O valor corresponde ao percentual de 6,75% do valor da energia gerada. O total a ser pago é calculado segundo a seguinte fórmula padrão (Equação 03):

$$CFURH = 6,75\% \times EGi \times TAR \quad (03)$$

Em que:

EGi : energia gerada e;

TAR : tarifa atualizada de referência (divulgada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL). A TAR é reajustada anualmente pelo IGP-M e a cada quatro anos sofre uma revisão, sendo a tarifa durante o período do estudo (2008) igual a R\$ 60,04/MWh.

Os municípios com direito a compensação financeira são aqueles, cujos territórios se localizam instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios (RIVA et al 2007).

Para o cálculo das Compensações Financeiras, remete-se a medida em Megawatt/hora (MWh), em que sua produção é multiplicada pela Tarifa Atualizada de Referência (TAR), fixada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

e. Comparação entre os valores danos encontrados pelo MVC e pela CFURH

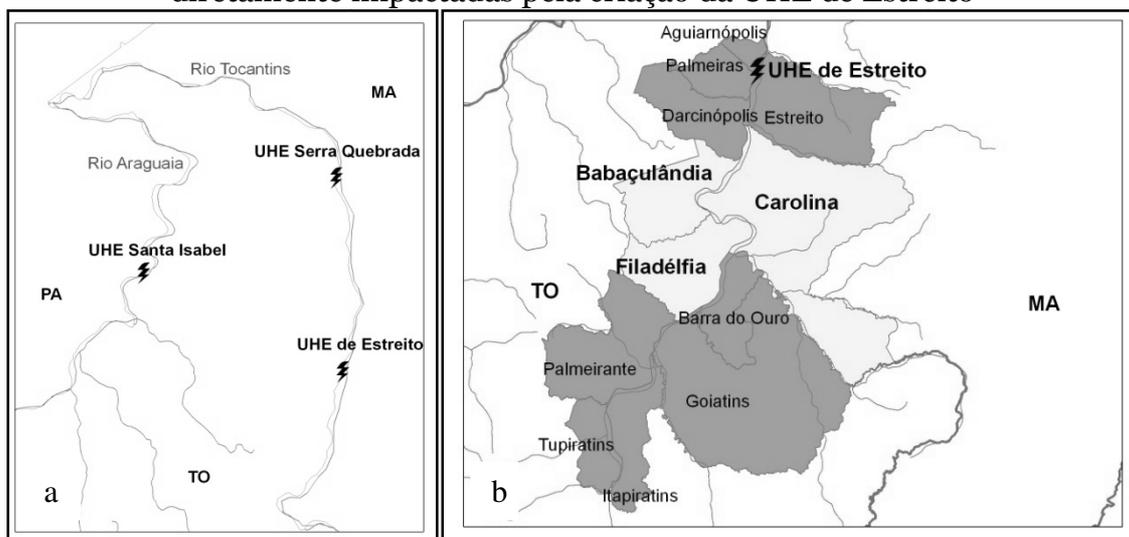
Por fim, serão comparados os valores encontrados pelas perdas de atrativos ambientais encontrados pelo MVC com aqueles estimados pela legislação brasileira através da CFURH. O propósito desta comparação é avaliar se os valores atualmente indicados para compensação financeira pela legislação brasileira são ou não proporcionais aos danos que as comunidades locais são obrigadas a internalizar. Também se pretende testar a hipótese lançada por Marques e Comune (2001), que em regra o valor dado pelas compensações se constitui na maioria dos casos inferior ao real valor das perdas, pois o valor econômico do meio ambiente é algo complexo, uma vez que os bens e serviços ambientais, bem como suas funções providas ao homem, não são apropriáveis pelas transações de mercado.

4. Resultados e Discussões

4.1 Área do Estudo

Na bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins, a área prioritária para esses investimentos, atualmente se encontra entre o norte do estado do Tocantins, sudoeste do Maranhão e sudeste do Pará, devido à quantidade de indústrias de grande importância que contribuem de forma relevante para o desenvolvimento do país. Logo, existe a proposta de implantação na região de três hidrelétricas, especificamente: A Usina Hidrelétrica de Santa Isabel (TO/PA), Usina Hidrelétrica de Serra Quebrada (TO/MA) e Usina Hidrelétrica de Estreito (TO/MA) única já em processo de implantação (Figura 02).

Figura 02 – a) Usinas planejadas ao norte do estado do Tocantins; b) Cidades diretamente impactadas pela criação da UHE de Estreito



Fonte: Adaptado de IBAMA (2011).

A Usina Hidrelétrica de Estreito – UHE de Estreito, maior entre as 45 usinas licitadas entre 1998 e 2002, é uma obra realizada com investimentos da ordem de R\$ 3,6 bilhões e faz parte do Plano de Aceleração do Crescimento – PAC do Governo Federal. Quando estiver em pleno funcionamento terá a capacidade para gerar 1.087 megawatts de energia, o suficiente para o abastecimento de uma cidade com 4 milhões de habitantes (MEDEIROS et al 2008).

No entanto, sua implantação criará um lago com 434 km² de terras inundadas que atingirá diretamente 200 mil habitantes presentes em treze municípios; nomeadamente: Carolina e Estreito no estado do Maranhão e Aguiarnópolis, Babaçulândia, Barra do Ouro, Darcinópolis, Filadélfia, Goiatins, Itapiratins, Palmeirante, Palmeiras do Tocantins e Tupiratins no Tocantins (Figura 02b). Este lago irá possuir extensão de 260,23km, com superfície total de 744,69 km² e vazão de 5,4 trilhões de metros cúbicos (EIA/RIMA, 2005).

4.2 Caracterização dos ativos ambientais

Com a formação do lago da hidrelétrica Estreito ocorrerá à eliminação de praias dentre outros atrativos naturais, essas perdas são de caráter permanente, e interferirão nos hábitos de turismo e lazer regional, causando também impacto sobre a parcela da população que auferem grande parte da renda na época de temporada das visitas, período de baixa vazante do rio em que se formam as praias que ocorre entre os meses de julho e setembro.

Pode-se ainda, sobrevir externalidades após o enchimento assim como ocorreu anteriormente às praias dos municípios de Porto Nacional – TO e Palmas – TO, com a construção da UHE Luiz Eduardo Magalhães. O discurso da empreendedora foi uma retórica de que com a construção de outras praias, com infraestrutura permanente, favoreceria a atividade turística tornando-a melhor e mais dinâmica. No entanto houve grande queda na atividade turística nessas cidades, devido a problemas diversos tais como a baixa qualidade da água, desequilíbrio ecológico (explosão populacional de certas espécies de peixes tais como a piranha) e não adaptação da população à infraestrutura instalada.

A Praia de Babaçulândia está localizada na cidade de Babaçulândia - TO, especificamente no leito do Rio Tocantins, e trata-se de uma ilha formada por uma faixa de areia branca e fina, livre de qualquer vegetação, consequência da baixa das águas do rio durante o período da seca (Maio – Setembro). Essa área se apresenta como local propício para atrativos turísticos, tais como acampamentos, banhos, jogos e pesca (Figura 03).

Figura 03 – Praia de Babaçulândia - TO



Fonte: ADTUR.TO (2011).

A Praia de Filadélfia está localizada na divisa dos municípios de Filadélfia – TO e Carolina – MA, e assim como a praia de Babaçulândia, é uma ilha formada com a seca do leito do Rio Tocantins durante o período de estiagem (Figura 04).

Figura 04 – Praia de Filadélfia - TO

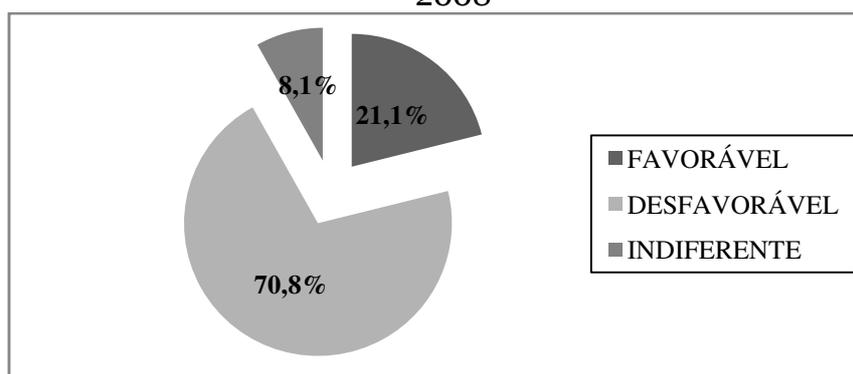


Fonte: Resultado da Pesquisa.

4.3 Avaliação dos impactos da criação do lago da UHE de estreito (alagamento)

Através de pesquisa de campo observou-se que 70,8% da população local não é favorável a implantação da usina na localidade (Gráfico 01). É um ponto interessante, pois outrora as populações associavam a chegada de uma obra desta importância com o progresso. Porém, foi verificado que muitos não acreditam em uma compensação “justa” pela perda de seus imóveis, bem como na possibilidade do aparecimento de impactos negativos, que ultrapassam o simples deslocamento populacional.

Gráfico 01 – Opinião da população residente sobre a implantação da UHE de Estreito – 2008

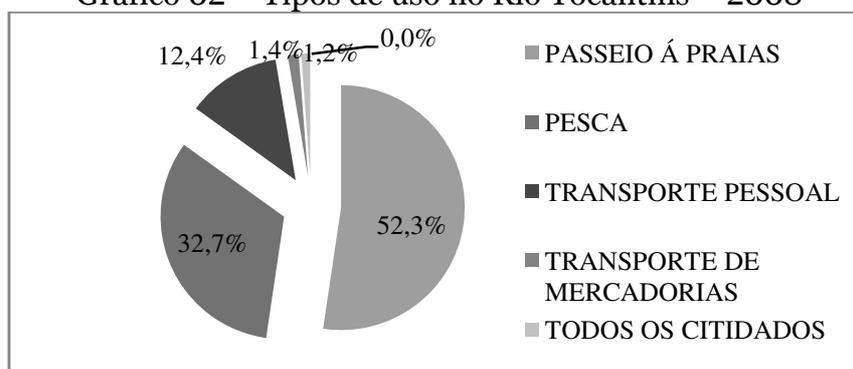


Fonte: Pesquisa de campo.

Além disso, acrescenta-se que os problemas relacionados à saúde e demanda por serviços públicos, devido à alteração da qualidade da água, transbordamento de fossas e proliferação de insetos vetores e parasitas, e necessidade de construção de infraestrutura com bens públicos como praças, igrejas, escola e outros prédios de uso comunitário devem se intensificar.

O resultado da pesquisa mostra que a maior parte dos entrevistados utiliza o rio Tocantins (84,7%), esses usos correspondem à pesca, transporte (pessoal e mercadorias) e passeio a praias, sendo a última a de maior uso pela população (52,3%) (Gráfico 02). Com a criação do lago da usina todas essas atividades serão alteradas drasticamente, excluindo a população de algumas atividades, como é o caso do passeio a praias, dentre características que serão alteradas no rio destaca-se a redução da qualidade da água, aumento de sua cota geográfica bem como a perda da biodiversidade de seu ecossistema.

Gráfico 02 – Tipos de uso no Rio Tocantins – 2008



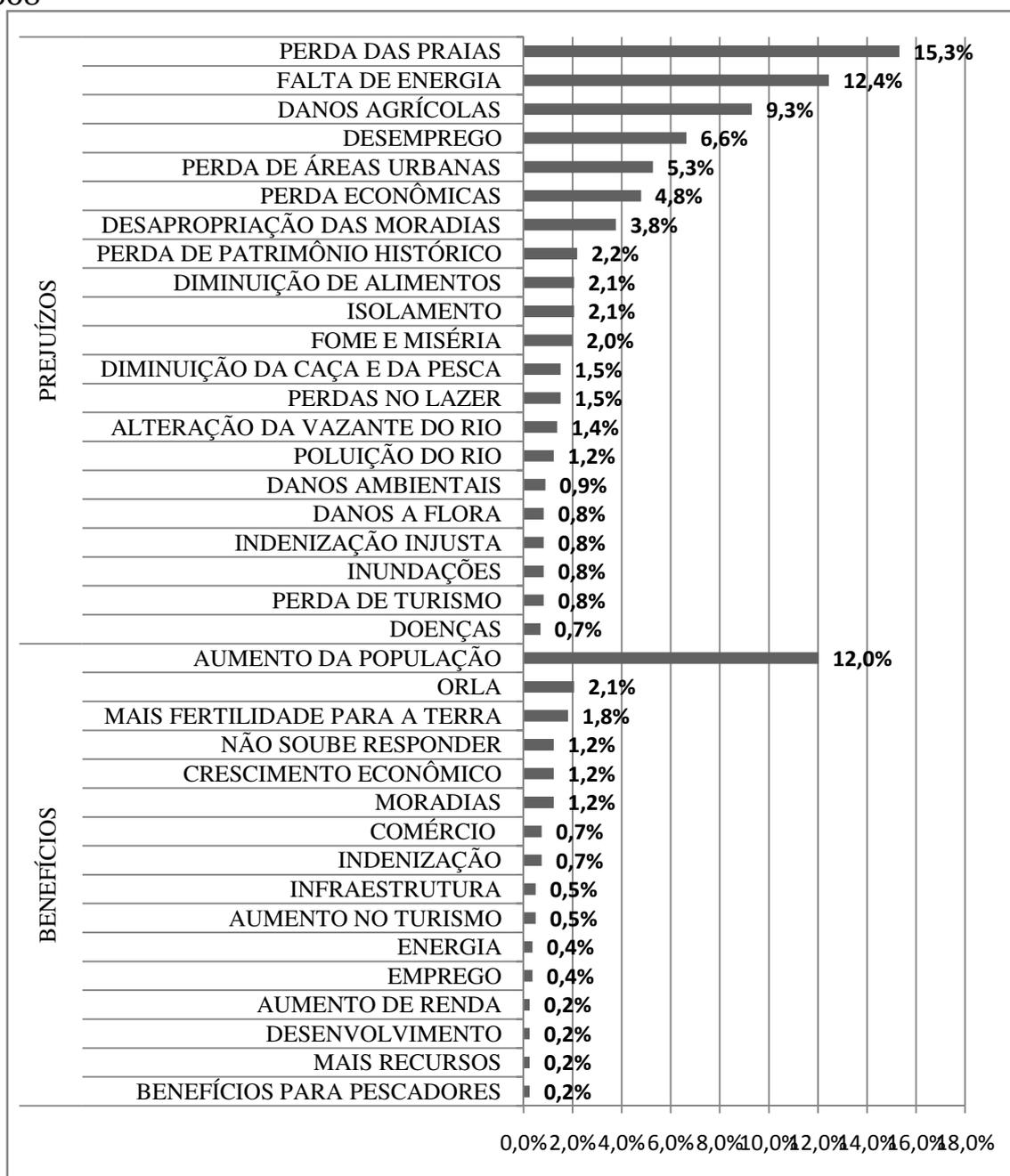
Fonte: Pesquisa de campo.

As maiores causas de insatisfação por parte da população local, causadas pelo alagamento, foram a perda das praias (15,3%), a possível falta de energia (12,4%) pela grande quantidade de máquinas necessárias durante a implantação, danos agrícolas (9,3%) pela perda de terras produtivas próximas ao leito do Rio Tocantins que as propiciava maior fertilidade, e o desemprego (6,6%), com a perda da praia e áreas rurais, geradoras de renda de considerável parcela da comunidade. Entre os benefícios apontados o de maior relevância foi o aumento da população (12%), que

embora dinamize o comércio local, com mais compradores, poderá gerar um inchaço na área urbana criando uma classe de população marginalizada (Gráfico 03).

Os empregos gerados com a implantação da hidrelétrica ocorrerão em sua grande maioria no canteiro de obras da usina. Cidades mais distantes, como é o caso de Carolina, Filadélfia e Babaçulândia, não se beneficiarão dessa geração de empregos, além disso, o desenvolvimento gerado com as indenizações destinadas aos municípios pode ser neutralizado, uma vez que é acompanhado com graves problemas sociais tais como a desocupação, surgimento de doenças por vetores e perda de atividades econômicas, como a pesca e comércio nas altas temporadas das praias.

Gráfico 03 – Prejuízos e benefícios apontados com a construção da UHE de Estreito – 2008



Fonte: Pesquisa de campo.

4.4 Estimativa da função de disposição a receber pelos danos provocados pelo alagamento

Seguindo recomendações de estudos de valoração com o método de valoração contingente, já realizados para compensações financeiras (FINCO, 2002 e RODRIGUES et al 2006) optou-se por realizar testes de modelos econométricos para se obter os melhores ajustes. Por isso foram avaliadas as seguintes formas funcionais: linear, logarítmica na variável dependente, logarítmica nas variáveis independentes, e logarítmicas nas variáveis exógenas e endógenas. Em seguida, os métodos foram analisados para que fosse escolhida a forma que melhor se adequasse aos objetivos propostos.

A forma funcional escolhida foi da variável dependente (DAR) na forma logarítmica, e as variáveis explicativas na forma linear. Foi aplicado sobre o modelo, o teste de *varianceinflationfactors* (VIF), confirmando que não havia multicolinearidade no modelo escolhido. Os resultados obtidos podem ser vistos a seguir (Tabela 01):

Tabela 01 - Estimativa dos parâmetros da função de disposição a receber pelos danos gerados pelo alagamento as praias

Variáveis explicativas	Coefficientes de regressão	Teste “t” de Student
Constante	2,1751*	48,715
Renda familiar	1,6x10 ⁻⁵ **	2,791
Sexo	0,0403***	1,287
Anos de estudo	0,0161*	3,358
Uso do Rio Tocantins	0,091**	2,086
Coefficiente (R ²)	0,2132	
Valor F	9,4155	
Significância do Modelo	0,000	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Significância: * significativo até 1%; ** significativo até 5%; *** significativo até 20%.

Com isso, a função disposição a receber pelos danos gerados pela perda das praias nos municípios de Babaçulândia – TO, Carolina – MA e Filadélfia – TO, é expressa da seguinte forma (Equação 04):

Modelo log-lin

$$\ln DAR = 2,1751 + 1,6 \times 10^{-5} Ri + 0,0403 Si + 0,0161 Ei + 0,091 Ui \quad (04)$$

Analisando o comportamento das variáveis explicativas no modelo encontrado, confirmou-se a expectativa teórica de que a “Renda familiar” (Ri) é diretamente proporcional à disposição a receber pela perda da praia, ou seja, quanto maior a renda, maior é a disposição a receber dos indivíduos. Já a variável “Anos de estudo” (Ei), sinal de acordo com as expectativas da teoria econômica, isto é, quando maior o grau de instrução do entrevistado maior valor associado à perda de um ativo ambiental. Foi criada uma medida direta de utilidade dos habitantes com o rio, através da variável “Uso do Rio Tocantins” (Ui) que também foi significativa e o sinal

também refletiu às expectativas teóricas de que a pessoas que utilizam o rio no estado natural tendem a estimar maior valor pela perda dos seus atrativos naturais. A variável sexo foi significativa e indicou que os indivíduos do sexo feminino tem uma maior tendência em exigir mais compensações com as perdas ambientais.

Para estimar o valor das perdas causadas pelo alagamento as cidades, foi necessário calcular a disposição a receber total (*DART*) com a média das disposições a receber individuais (*DAR_i*). Assim, conforme a equação (02) utilizada para o cálculo da estimativa do valor das perdas tem-se que:

Tabela 02 - Estimativa do valor das perdas causadas pelo alagamento em Filadélfia-Carolina

Nº de habitantes	Nº de entrevistados	DAR Média (R\$)	Valor mensal do dano ambiental (R\$)	Valor anual do dano ambiental (R\$)
42.927	840	210,58	9.039.499,25	108.473.991,04

Fonte: Resultados da pesquisa.

O valor das perdas causadas pelo alagamento das praias nos municípios de Babaçulândia – TO e Filadélfia – TO foi estimado em R\$ 108.473.991,04 (Tabela 02), pela grande quantidade de usuários da cidade vizinha (Carolina – MA) optou-se por incluir nos cálculos sua população, logo o valor encontrado refere-se ao valor total da compensação financeira a ser paga relacionada às praias.

4.5 Valor dos danos ambientais causados pelo alagamento versus as compensações financeiras destinadas aos municípios

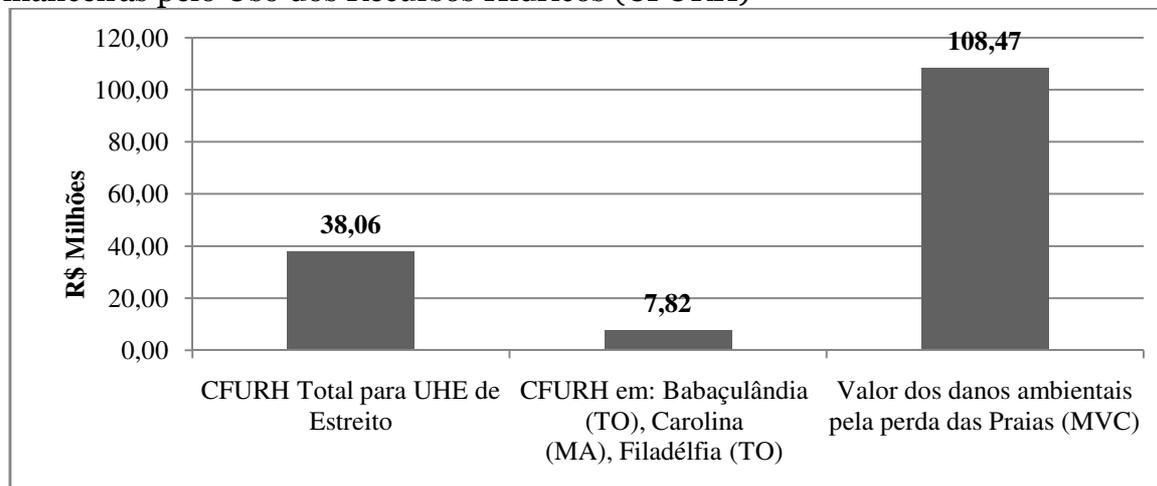
Qual é o valor que seria pago e os critérios de definição de sua dimensão por parte do empreendedor hidroelétrico aos municípios afetados pelo alagamento? Atualmente a Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH), baseia o valor destinado de acordo com o cálculo da área alagada pela criação do lago multiplicado pela produção gerada pela usina, no entanto as características dessas áreas não são levadas em consideração quanto à compensação, logo por mais que a região seja agricultável, possua exuberante biodiversidade ou até mesmo importância cultural com presença de patrimônio histórico, acabará possuindo o mesmo valor que as demais áreas.

De acordo com EIA/RIMA (2005), o total estimado da área alagada pela implantação da UHE Estreito será de aproximadamente 400 km², sendo que somente os municípios de Babaçulândia, Filadélfia e Carolina terão mais de 280 km² alagados, isto é, 70,7% da área total inundada pelo lago da usina. Tendo a produção estimada para a UHE, que será de 1.087 MWh e também a sua área alagada, torna-se possível calcular as compensações financeiras aos municípios de acordo com a equação 03, com isso se obteve o valor de R\$ 38,06 milhões/ano destinados a compensação financeira, pode-se então saber o valor que deverá ser revertido aos municípios em estudo, que será de aproximadamente R\$ 15,22milhões/ano.

Pode o valor destinado realmente mitigar os danos gerados pela criação do lago? A quantia paga hoje à população impactada realmente cobre todos os impactos, sejam eles ambientais, sociais, econômicos? São questões de grande repercussão quando se trata de empreendimentos hidrelétricos. Em termos de comparação, levando em conta a CFURH destinada às cidades e o valor aplicado no estudo com o

uso do método de valoração contingente (Gráfico 04), observa-se grande diferença, já que os valores encontrados pelo MVC chegam a ser mais de treze vezes superiores a compensação destinada às cidades de Babaçulândia, Filadélfia e Carolina.

Gráfico 04 - Valor dos danos causados pelo alagamento versus Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH)



Fonte: Resultados da pesquisa.

Rodrigues et al (2006), destaca que o valor pelo MVC, não representa todas as perdas, mas sim, a agregação dos valores das perdas de bem-estar individuais, tendo ainda outras perdas econômicas, sociais e ambientais não mensuradas. Dessa forma, o método utilizado ainda não é totalmente eficaz, porém remunera melhor as externalidades ambientais negativas que o método de compensação atualmente adotado, em se tratando de bem-estar econômico e social de populações atingidas por processos de alagamento.

Com isso, torna-se possível afirmar que o MVC possui maior abrangência em termos de determinação do valor econômico que a compensação financeira atualmente utilizada para empreendimentos hidrelétricos, que é fundamentalmente baseado na área alagada nos municípios impactos bem como a produção gerada pela Usina Hidrelétrica. Isso ocorre, pois o MVC capta os danos no bem-estar da população atingida, em termos de valores de uso, opção e existência do meio ambiente.

Considerações finais

Os municípios de Carolina – MA, Babaçulândia – TO e Filadélfia – TO serão os mais impactados pela construção da UHE de Estreito. Juntamente com prejuízos, como o alagamento de áreas rurais, deslocamento involuntário da população residente nas áreas direta e indiretamente afetadas ou ainda o dano de equipamentos públicos como pontes e estradas, ocorrerá grande diminuição de sua vocação turística, com as variações na paisagem, e perdas de riquezas naturais como as praias, que durante o período de seca dos rios atraem turistas advindos de varias regiões do Brasil.

Os valores encontrados de acordo com o Método de Valoração Contingente (MVC) pelos danos gerados com a implantação da Usina Hidrelétrica de Estreito aos

municípios em estudo foram de R\$ 108,47 milhões/ano. O valor encontrado através do MVC é superior tanto ao valor da CFURH destinada as cidades em estudo (R\$ 7,82 milhões), como o valor total pago a todos os municípios afetados pelo alagamento (R\$ 38,6 milhões).

Conclui-se que a atual política de compensação financeira não capta os reais valores das áreas impactadas pela construção de hidrelétricas por relevar as particularidades da região impactada, seria necessário inserir mais indicadores para captar essas particularidades e com isso alcançar um valor próximo ao ideal.

Encontram-se inseridos no valor das perdas geradas pelo alagamento, o valor de uso, o valor de opção e o valor de existência do Rio Tocantins para a região analisada. No entanto, o valor econômico encontrado não representa o valor total das perdas no município, mas sim, o valor agregado das perdas de bem-estar individuais dos entrevistados, tendo ainda outras perdas econômicas, sociais e ambientais não mensuradas.

O Brasil se destaca ambientalmente por sua grande disponibilidade hídrica, que facilitou a adoção na matriz energética brasileira das fontes hidráulicas. Atualmente a busca pelo crescimento econômico vem contemplando a construção de várias hidrelétricas por todo o país, elas são grandes projetos com massivos investimentos e impactos socioambientais consideráveis. Até que ponto seria vantajoso investir na construção dessas hidrelétricas, uma vez que populações ribeirinhas são deslocadas, extensas áreas são inundadas podendo gerar perda de áreas únicas de grande valor para a sociedade, como é o das praias. Além disso, como fica sociedade residente nessa região, que em sua grande maioria é desfavorável à implantação, e como verificado pelo estudo é extremamente mal remunerada pelos impactos decorrentes dos empreendimentos hidrelétricos.

Referências

ADTUR. Agência de Desenvolvimento Turístico do Tocantins. Disponível em: <<http://turismo.to.gov.br>>. Acesso em 03 jan. de 2011.

AGUIRRE, A. FARIA D. M. C. P. (1996). “**Avaliação contingente**” de investimentos ambientais: Um estudo de caso. *Estudos Econômicos*, 1(26): 85–109, 1996.

AIACHE, R. R. **Parques nacionais: uma avaliação de métodos de valoração através dos casos do Parque Nacional de Brasília e do Parque Nacional do Iguaçu. 2002.** 139 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Curso de Pós-Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

AMORIM, F. L., JESUS, A. de. **Impactos socioambientais da construção da UHE- Estreito na comunidade de Palmatuba em Babaçulândia – TO.** Jataí – GO. *Revista Geoambiente Online*, n. 07, 2006.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** Brasília: 2002: ANEEL, 2002.

BERMAN, C. **Energia no Brasil, para quê? Para quem? Projeto Brasil Sustentável.** São Paulo: 2002.

BISHOP, R.C.; HERBERLEIN, T.A. **Measuring values of extra market goods: are indirect measured biased?** American Journal of Agricultural Economics, New York, v.61, n.5, p.926-930, 1979.

CACHAPUZ, P. B. de B. (Org). **História e operação do Sistema Interligado Internacional**. Rio de Janeiro: Centro de Memória da Eletricidade do Brasil, 2003. 416p.

CHAVES, P. R., LIRA, E. R. **As relações sócio-territoriais na construção da usina hidrelétrica de Estreito-MA e sua (Re) produção no espaço urbano das cidades de Carolina-MA e Filadélfia-TO**. Cadernos de Pesquisa do CDHIS, n. 39, ano 21, p. 45-54, 2008.

DAVIS, R. K. **The value of outdoor recreation: an economic study of the Maine woods**. Ph. D. thesis, Harvard University, 1963.

EIA/RIMA (versão cd-rom), CESTE, Brasília – DF, 2005.

FIELD, B. and FIELD, M. **Environmental Economics: an Introduction**. 3rd edition. New York: McGraw Hill, 1997.

FINCO, M. V. A., RODRIGUES, W. RODRIGUES, S. C. S., BARBOSA, G. F., SOUZA, E. C. **Valoração Ambiental: Uma aplicação do Método de Valoração Contingente nas praias da cidade de Palmas/TO**. SOBER 2002, Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/393.pdf>>. Acessado em: 19 fevereiro 2011.

HASHIMURA, L. M. M. **Usos e abusos do método de valoração contingente no Brasil: vieses na aplicação da valoração contingente em estudos brasileiros**. 60 f. Monografia - Curso de Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Sistema Compartilhado de Informações Ambientais – SISCOM**. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/>. Acesso em 03 jan. de 2011. IBGE.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [homepage na Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. Anuário estatístico do Brasil; [1 tela]. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em 5 janeiro 2011.

MARQUES, J. F., COMUNE, A. E. **Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e a Gestão de espaços Regionais**. 3ª Edição 2001, Unicamp.

MCFADDEN, D..Contingent valuation and social choice. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 76, p. 689-708, nov. 1994.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. S. T.. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 81-115, 2000.

MEDEIROS, N. H., FERRARIO, M. N., TEIXEIRA, A. T. **Programa de Aceleração do Crescimento: Uma análise sobre a construção de Hidrelétricas na**

Região da Amazônia Legal. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. Jul. 2008. Rio Branco – AC.

PEARCE, D. W.; MORAN, D. **The economic value of biodiversity.** 1. ed. Londres: Earthscan Publications, 1995. 172 p. 1. Reimpressão.

RIO GRANDE ENERGIA (RGE). **Impactos ambientais de hidroelétricas** (2006). Disponível em: <http://www.rgers.com.br/gestao_ambiental/impactos_ambientais.asp>. Acesso em 02/01/07.

RANDALL, A., IVES, B. & EASTMAN, C. Bidding Games for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements. **Journal of Environmental Economics and Management**, 1: 132-49, 1974.

RIVA, A. L. M. da; FONSECA, L. F. L. da; HASENCLEVER, L. **Instrumentos Econômicos Financeiros para a Conservação Ambiental no Brasil.** Instituto Socioambiental. 2007. Cuiabá – MT.

RODRIGUES, W.; NOGUEIRA, S. M.; CARVALHO, E. de; **Valoração dos danos ambientais da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. n.12, jul.-dez. 2006. Porto Alegre – RS.

*Submetido em 27/05/2011.
Aprovado em 19/06/2013.*

Sobre os autores

Waldecy Rodrigues

Pós-Doutor em Economia pela UnB, Doutorado em Ciências Sociais – Estudos em Desenvolvimento Comparado e Mestre em Economia pela UnB. Atualmente é professor Adjunto do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional, do Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia na Unb.
Email: waldecy@terra.com.br

Luiz Norberto Magalhães Filho

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Tem experiência na área de recursos hídricos, com ênfase em Economia Ambiental, atuando principalmente na gestão de recursos hídricos.
Email: luizmf@gmail.com

Fernán Vergará Figueroa

Doutor em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Professor do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Tocantins (UFT).
Email: vergara@mail.uft.edu.br