

# Valoração dos danos ambientais causados pela implantação da usina hidrelétrica de Estreito: o caso dos municípios de Carolina-MA e Filadélfia-TO

**Luiz Norberto Lacerda Magalhães Filho,  
Fernán Enrique Vergara , Waldecy Rodrigues**

**RESUMO:** O presente trabalho mostra a utilização de um método de valoração econômica como ferramenta para a análise da compensação de danos advindos da construção de hidrelétricas. O objetivo principal é estimar o valor monetário dos danos causados pela implantação da UHE de Estreito pela perda da praia natural localizada entre os municípios de Carolina-MA e Filadélfia-TO, que foi alagada com a implantação do lago da Usina Hidrelétrica que está sendo implantada em Estreito – MA. Para tanto, adotou-se a forma de elicitação do tipo “jogos de leilão”. O procedimento consistiu na coleta, elaboração e análise de dados, de 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\$ 213,80 por habitante, alcançando um valor total de R\$ 83,33 milhões/ano que poderia ser usado como referência para estimativas de compensação financeira para a população da área de estudo. O valor encontrado serve como base para discutir a eficácia do método de cálculo e distribuição das Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos , que para este trabalho foi de R\$ 12,39 milhões, o que demonstra que a atual política de compensação financeira não capta os reais valores das áreas impactadas pela construção de hidrelétricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compensação financeira, Valoração contingente, Disposição a receber.

**ABSTRACT:** This paper presents the use of an economic valuation method as a tool for analyze compensation of damages arising from construction of hydroelectric plants. The main purpose is estimating the monetary value of damage caused by the implementation of UHE Strait for loss of natural beach located in the municipalities of Carolina-Ma e Filadélfia-TO, that will be waterlogged with the establishment of the Hydroelectric Plant Lake. For this purpose we adopted the form of elicitation of the “Bidding Games”. The procedure consisted of the collection, compilation and analysis of a random sample of individuals who revealed their provisions Receivable (DAR), an amount that would offset the loss in welfare due to the flooding process. With the method we obtained an average of DAR R\$ 213.80 per capita, reaching a total value of R\$ 83.33 million / year to compensate the cities under study. The obtained value works as basis for discussing the effectiveness of the calculation method and distribution of financial compensation for the Water Resources.

**KEYWORDS:** Financial compensation, Contingent valuation, Receivable Provisions.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores potenciais energéticos do mundo, embora as reservas de combustíveis fósseis são relativamente reduzidas, os potenciais hidráulicos, da irradiação solar, da biomassa e eólico são, de fato, abundantes e contribuem para garantir a auto-suficiência energética do país. Contudo, apenas duas fontes energéticas – hidráulica e petróleo – têm sido extensivamente aproveitadas, sendo cerca de

90% do suprimento de energia elétrica do país proveniente de geração hidráulica. (ANEEL, 2002).

Cachapuz (2003) destaca que as escolhas pelo uso das hidrelétricas no Brasil é resultado 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 combustí-

veis fósseis, a sua escolha teve grande influência dos governos de Getúlio Vargas, pela política expansista para o setor elétrico, tendo continuidade com Juscelino Kubitschek e com forte impulso durante o regime militar, com a construção de grandes usinas hidrelétricas, como Itaipu e Tucuruí.

No entanto, juntamente com o aparecimento de usinas hidrelétricas surgem os impactos relacionados às suas construções, principalmente os gerados pelo represamento dos rios. Esses impactos podem ser de ordem econômica, ambiental e social. Dentre a gama de impactos negativos destacam-se: o desalojamento de populações, a destruição de atrativos naturais, o isolamento de tribos indígenas, a perda da biodiversidade (variedade de vida animal e vegetal). O impacto provocado por projetos hidrelétricos vão além das regiões rurais, a população que se dirige para trabalhar nas obras e os desalojados tendem a ocupar as cidades próximas, formando favelas e sobrecarregando a infraestrutura.

Um fator que torna a exploração dos recursos hídricos no Brasil preocupante é que praticamente a metade (50,2%) do potencial hídrico brasileiro a ser explorado encontra-se na região Amazônica, principalmente nos rios Tocantins, Araguaia, Xingu e Tapajós (BERMAN, 2002). Desse modo, as populações de estados com grandes bacias hidrográficas como o Tocantins, têm assistido a criação de grandes reservatórios, resultantes da implantação de usinas hidrelétricas para abastecer a demanda de energia no centro-sul do país. Assim, com a construção das várias hidroelétricas, o estado do Tocantins perde seus patrimônios ambientais e históricos e mesmo assim paga uma das maiores tarifas de energia elétrica do país.

Dentre os vários impactos decorrentes da usina hidrelétrica destacam-se aqueles relacionados às atividades turísticas, pois o Rio Tocantins exerce grande influência na economia local, em especial as cidades de Babaçulândia e Filadélfia por possuírem grande fluxo de turistas usufruindo do lazer nas praias existentes no rio (ADTUR, 2011). Na temporada de praia, cresce o faturamento dos proprietários de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços. O turismo de verão de fato é uma atividade impulsora da economia dessas cidades. Porém com a implantação Usina Hidrelétrica em Estreito, e consequente formação de reservatório, implicará no desaparecimento de suas praias naturais, gerando grandes perdas a economia e bem estar da população local.

Nesse contexto, 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 sócio-ambientais. Assim, o trabalho tem como principal objetivo estimar os valores dos danos ao bem-estar da população causados pelo alagamento das praias naturais do município de Babaçulândia. Existem vários outros danos que a população poderá receber em função do alagamento, entretanto a avaliação desses impactos em particular poderá servir como parâmetro para discutir a forma de determinar os valores das compensações financeiras destinadas aos municípios afetados.

### **Método de valoração contingente**

São vários os danos que um empreendimento hidrelétrico 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).

Para estimar os valores dos danos ambientais ao bem-estar da população causados pelo alagamento aos municípios de Carolina e Filadélfia, optou-se por utilizar o Método de Valoração Contingente (MVC) por ser o mais apropriado ao caso, por captar valores de uso, opção e existência dos ativos ambientais. Foi escolhida, diferente da maior parte das pesquisas com MVC, a mensuração da Disposição a Receber (DAR)<sup>1</sup>.

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

<sup>1</sup> Em pesquisas aplicadas encontram-se com freqüência, resultados significativamente inferiores quando a pergunta é feita em termos de DAP (Disposição a Pagar) e um número de respostas de protesto sensivelmente mais elevado quando a pergunta é em termos de DAR (Disposição a Receber). Isso pode acarretar um erro de valoração, já que a DAP define a quantidade máxima de dinheiro que o entrevistado estará disposto a dar em troca do direito de desfrutar o bem em questão, enquanto que a DAR indica o valor mínimo para compensar. Por isso, o critério de valoração dominante tem se baseado na DAP (BRAGA, 2003).

elementos essenciais dos indivíduos para subsidiar decisões sobre problemas envolvendo o meio ambiente (CARSON, 1995 *apud* AIACHE, 2002 e HASHIMURA, 2008).

O MVC foi aplicado de forma similar por Davis (1963) para estimar o valor de recursos de recreação 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 ambientais 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.

Corroborando, com a pertinência analítica do MVC, Bishop *et. al.* (1979) discutem as limitações do método e os possíveis vieses resultantes comparando-os com os 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 dever 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; 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).

## METODOLOGIA

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 seguiu as seguintes etapas metodológicas: 2.1 - Caracterização da área de estudo e dos ativos ambientais avaliados; 2.2 - Estimativa da função da Disposição a Receber (DAR) da população impactada pelo alagamento da praia; 2.3 - Cálculo dos danos ambientais pela perda da praia sobre a população afetada; 2.4 - Estimativa dos valores pagos aos municípios pela atual legislação brasileira; 2.5 - Comparação entre os valores dos danos encontrados pelo MVC e os que serão pagos segundo os padrões atuais da legislação brasileira.

### Caracterização da área de estudo dos ativos ambientais envolvidos

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

### Estimativa da Disposição a Receber (DAR)

Para estimar a DAR foram aplicados 557 questionários, no de 17 a 22 de julho de 2008. Nesse período buscou-se alcançar o maior número possível de entrevistados, os quais foram abordados em diferentes áreas dos municípios seguindo o padrão de aleatoriedade. Os procedimentos estatísticos foram rigorosamente obedecidos, considerando um nível de 99% de confiança.

Os questionários consistiram em questões que objetivavam a coleta de variáveis sócio-econômicas 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 elicitação 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 pelo 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 utilizando-se programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences - SPSS<sup>2</sup> (versão 15.0). Com a comparação dos modelos sendo feita pelos R square - R<sup>2</sup>, e também de acordo com o nível de significância dos parâmetros, em que usou-se o 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 desse, 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 pelo processo de seleção da amostra.

O modelo econométrico a ser adotado foi da seguinte forma (Equação 1):

$$DAR = a0 + a1X_1 + a2X_2 + a3X_3 + a4X_4 + ei \quad (1)$$

Onde: *DAR* = disposição a receber pelas perdas de disponibilidade do ativo ambiental em questão; *a0, a1, a2, a3, a4, a5* = Coeficientes de Regressão; *X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>* = Variáveis explicativas; *ei* = Erro;

2.3 Cálculo dos danos ambientais pela perda da praia sobre as populações afetadas

Para estimar o valor das perdas dos danos ambientais devido à criação do Lago da usina hidrelétrica de Estreito, deve-se multiplicar a disposição a receber média (*DARMi*) pelo número de moradores da cidades impactadas. Essa proporção é calculada com base no percentual de entrevistados que se mostraram

dispostos a receber uma quantia dentro do intervalo *i* correspondente à *DARMi*. Assim, a forma funcional assumida no presente estudo é a seguinte (Equação 2):

$$DART = DARMi \cdot X \quad (2)$$

Onde: *DART* = “Disposição total a Receber”; *DARMi* = “Disposição a Receber” média; *X* = número de habitantes estimado no Município durante o período em estudo.

### Estimativa dos valores pagos aos municípios pela atual política de compensação

Foi 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 3):

$$CFURH = 6,75\% \times EGi \times TAR \quad (3)$$

Onde: *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.

A distribuição da CFURH, totalizada em 6,75% do valor da energia produzida, é feita da seguinte forma:

6% do valor da energia produzida serão distribuídos entre os Estados, Municípios e órgãos da administração direta da União:

- 45% aos Estados (onde se localizam as represas);
- 45% aos Municípios (atingidos pelas barragens);
- 3% ao Ministério do Meio Ambiente;
- 3% ao Ministério de Minas e Energia;
- 4% ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FDCT.

E, 0,75% do valor da energia produzida serão destinados ao Ministério do Meio Ambiente, para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

<sup>2</sup> SPSS é um software aplicativo (programa de computador) do tipo científico para as ciências sociais.

Os municípios com direito a compensação financeira são aqueles em 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).

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

Por fim, são comparados os valores encontrados pelas perdas de atrativos ambientais encontrados pelo MVC com aqueles estimados pela legislação brasileira por meio da CFURH. O propósito dessa 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.

### 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, foi proposta a implantação na região de três hidrelétricas, especificamente: A Usina Hidrelétrica de Santa Isabel (TO/PA), Usina Hidrelétrica de Serra Quebrada (TO/MA) e a Usina Hidrelétrica de Estreito (TO/MA) única já em processo de implantação (figura 1.a).

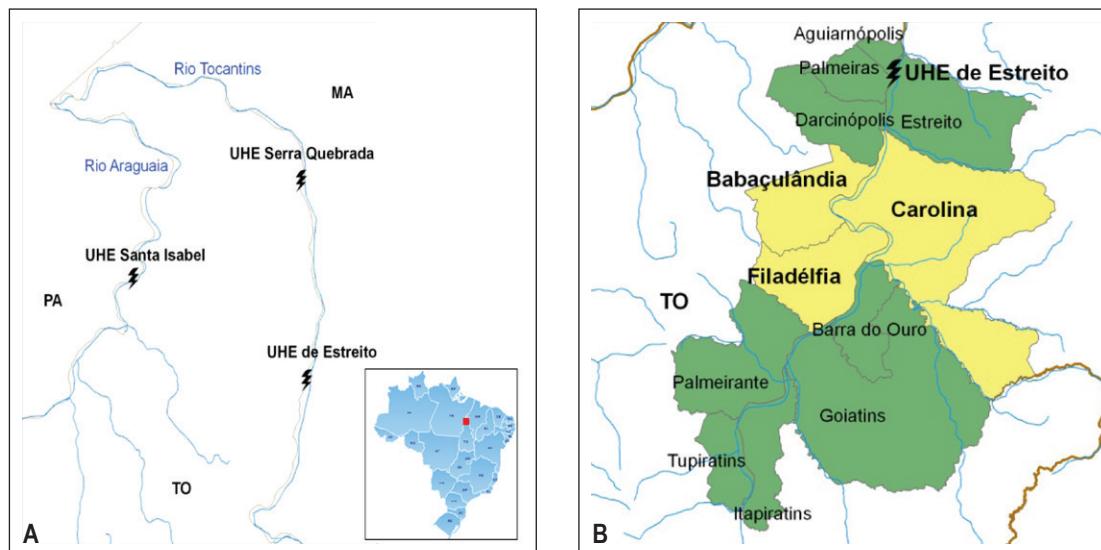


FIGURA 1 – a) Usinas planejadas ao norte do estado do Tocantins; b) Cidades diretamente impactadas pela criação da UHE de Estreito.

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 km<sup>2</sup> 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 1.b). Esse lago irá possuir extensão de 260,23km, com superfície total de 744,69 km<sup>2</sup> e vazão de 5,4 trilhões de metros cúbicos (CNEC, 2002).

### 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 interferem nos hábitos de turismo e lazer regional, causando também impacto sobre a parcela da população que aufera grande parte da renda na época de

temporada das visitações, período de baixa vazante do rio em que se formam as praias que ocorre entre os meses de julho a setembro.

E ainda existem riscos de mais impactos assim como ocorreu anteriormente nas 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 tornado-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 como a piranha) e não adaptação da população à infraestrutura instalada.

### *Praia de Filadélfia*

A Praia de Filadélfia está localizada na divisa dos municípios de Filadélfia – TO e Carolina – MA, 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 2).



**Figura 2.** Praia de Babaçulândia - TO.

Fonte: ADTUR.TO (2011).

A Praia é estruturada pela prefeitura de Filadélfia – TO, em conjunto com associações locais (como barqueiros e comerciantes), com instalações de água, energia, sanitários, equipamentos de som, posto médico, posto policial e barracas de aluguel; os bares e restaurantes são de responsabilidade da iniciativa privada.

A cidade de Filadélfia localiza-se na Amazônia Tocantinense, fundada em 1919. Possui área total de 1.988 km<sup>2</sup> com população estimada de 8.505 habitantes (fonte IBGE/2010), integrando a 4<sup>a</sup> Região administrativa do estado do Tocantins. Sua origem vem do intenso tráfego de mercadorias entre o Maranhão e Goiás, o governo do Maranhão, instalou um Posto Fiscal em Carolina. Concomitante em oposição ao posto fiscal de Carolina que controlava a circulação de mercadorias no Maranhão nasceu em Goiás o Posto Fiscal de Filadélfia, denominado Posto dos Paula, chefiado por Otaviano Pereira de Brito, que fez uma campanha de ocupação daquele território, convidando famílias de fora para se estabelecerem no local (CHAVES e LIRA, 2008).

A cidade de Filadélfia, por muito tempo vem mantendo fortes ligações sociais, econômicas e culturais com Carolina, seja pela proximidade, seja pelas atividades complementares relacionadas ao uso do Rio Tocantins. Chaves e Lira (2008) destacam que a questão econômica foi apenas o pontapé inicial da intensificação de outras relações entre as duas cidades, sobressaindo-se entre elas, o lazer, a educação, a religião e tudo que vem a constituir uma cidade de sociedade ribeirinha. A praia de Filadélfia, por exemplo, que hoje recebe turistas de uma série de lugares do

país, já era frequentada pelo povo carolinense desde o início do século XX.

Dessa forma, Carolina poderia até mesmo possuir uma melhor estrutura e proporcionar aos moradores uma série de vantagens que Filadélfia não possuiria, mas a praia tornava Filadélfia, uma cidade extremamente atrativa, para todos que habitavam aquela região. Porém, com a instalação da UHE de Estreito e a consequente perda de sua praia, o que ocorrerá com o município de Filadélfia? Quais serão suas perdas turísticas, econômicas e sociais?

69

### AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA CRIAÇÃO DO LAGO DA UHE DE ESTREITO (ALAGAMENTO)

Realizaram-se questionamentos à população local, a despeito da sua opinião sobre a implantação da hidrelétrica, e observou-se que 70,8% da população local é desfavorável à implantação da usina na localidade (Figura 3).

É um ponto destacável, já que outrora a população associava a chegada dessas obras com o progresso. Porém, na pesquisa de campo se verificou que muitos não acreditam em uma compensação “justa” pela perda de seus imóveis, bem como na possibilidade do aparecimento de impactos negativos.

Esses impactos ultrapassam o simples deslocamento populacional, como os problemas relativos às mudanças sociais e ambientais que afetarão os seus meios produtivos, elaborados durante mais de um século de apropriação da natureza e de sobrevivência na região e que com o enchimento do lago se tornarão inviáveis.

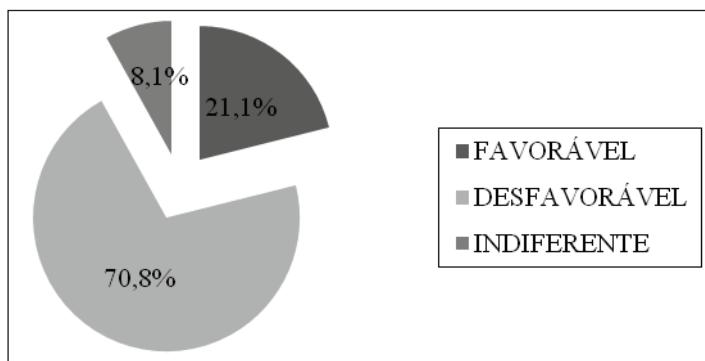


Figura 3. Opinião da população residente sobre a implantação da UHE de Estreito – 2008.

Fonte: Pesquisa de campo.

As causas mais importantes de insatisfação por parte da população local, causadas pelo alagamento foram respectivamente: 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 (Figura 4).

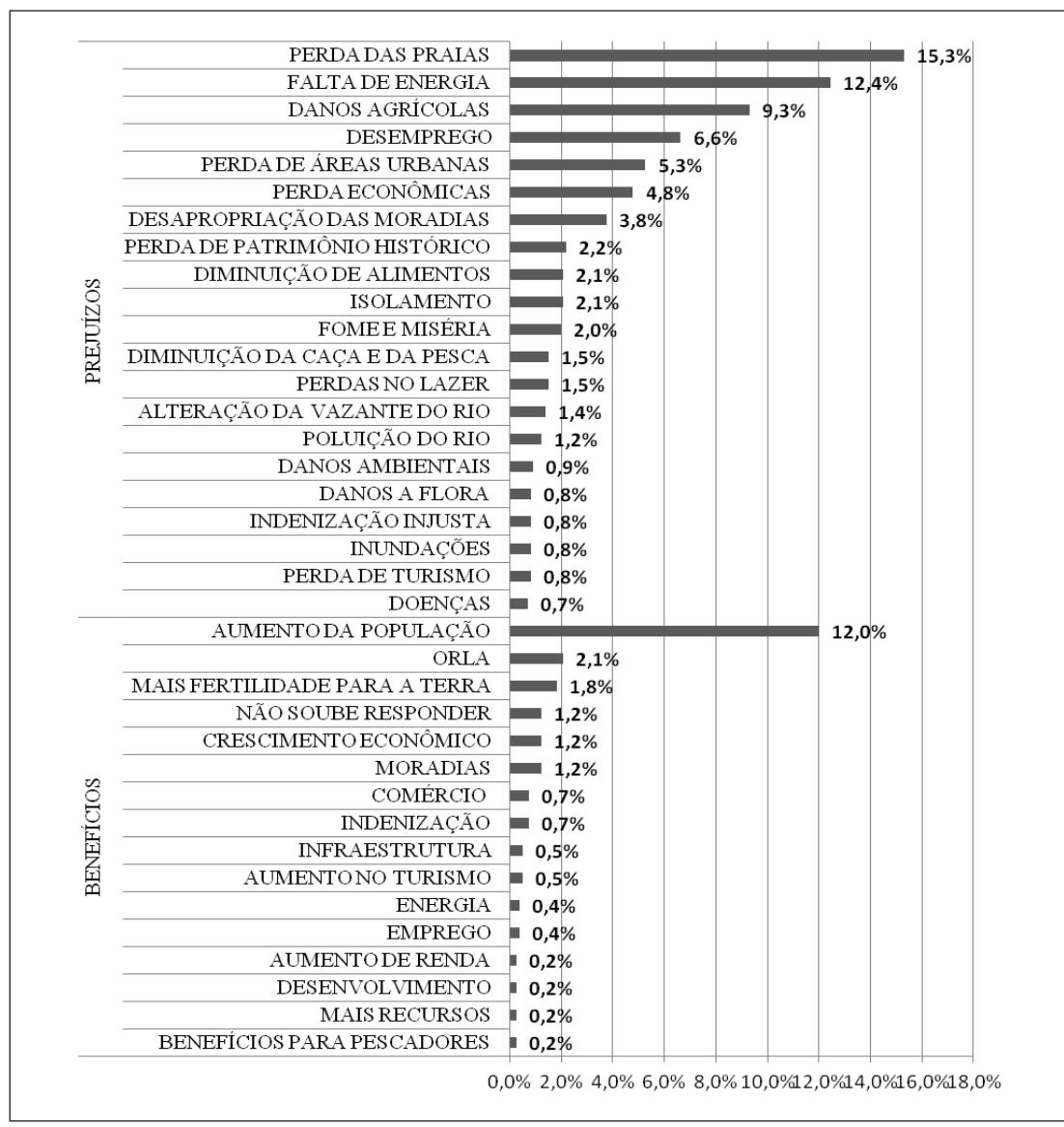


Figura 4. Prejuízos e benefícios apontados com a construção da UHE de Estreito – 2008.

Fonte: Pesquisa de campo.

Os empregos gerados com a implantação da hidrelétrica ocorrem em sua grande maioria no canteiro de obras da usina. Cidades mais distantes, como é o caso de Carolina, Filadélfia e Babaçulândia, não se beneficiam 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.

### ESTIMATIVAS 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 optou-se por realizar testes de modelos econôméticos 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 longarítmica, e as variáveis explicativas na forma linear. Foi aplicado sobre o modelo, o teste de *variance inflation factors* (VIF), confirmando que não havia multicolinearidade no modelo escolhido. Os resultados obtidos podem ser vistos na Tabela 1.

Com isso, a função disposição a receber pelos danos gerados pela perda da praia entre os municípios de Carolina-MA e Filadélfia-TO é expressa da seguinte forma (Equação 4):

#### Modelo log-lin

$$\ln DAR = 2,1280 + 2,9 \times 10^{-5} Ri + 0,0484 Si + 0,0157 Ei - 0,0712Ui \quad (4)$$

Onde:  $\ln DAR$  = logaritmo da disposição a receber pela perda das praias;  $Ri$  = Nível de renda familiar dos indivíduos;  $Si$  = Sexo do entrevistado;  $Ei$  = Anos de estudos;  $Ui$  = Variável binária correspondente ao uso do Rio Tocantins;

Analizando 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.

A variável “Anos de estudo” ( $Ei$ ), apresentou coeficiente e significância de acordo com a teoria, isto é, quando maior o grau de instrução do entrevistado maior valor associado à perda de um ativo ambiental.

As variáveis referentes ao “Uso do Rio Tocantins” ( $Ui$ ) e “Sexo” ( $Si$ ) dos entrevistados, foram significativas há 15%. Ambas se tratam de variáveis binárias, sendo a primeira de coeficiente negativo, indicando a premissa de que a pessoas que utilizam o rio no estado natural tendem a estimar maior valor pela perda dos atrativos.

O poder explicativo do modelo ajustado resultou em um baixo coeficiente de determinação  $R^2 = 0,2409$ , com nível de significância do modelo = 0,0001, de acordo com o teste F (DAR), embora o coeficiente de determinação seja baixo as variáveis inseridas no modelo o explicam de forma coerente, sendo comum em outros estudos o baixo valor observado, como em Rodrigues *et. al.* (2006) que mensurou os impactos ambientais de empreendimentos hidroelétricos, por meio do método de valoração contingente obtendo  $R^2$  de 0,052, Finco *et. al.* (2005) em sua valoração de serviços proporcionados pelas praias em Palmas-TO encontrou  $R^2$  de 0,094 e PAK & TURKER (2006)

**TABELA 1**  
Estimativa dos parâmetros da função de disposição a receber pelos danos gerados pelo alagamento da praia

Variáveis explicativas	Coeficientes de regressão	Teste “t” de Student
Constante	2,1280*	48,715
Renda familiar	2,9x10 <sup>-5</sup> **	2,791
Sexo	0,0484***	1,287
Anos de estudo	0,0157*	3,358
Uso do Rio Tocantins	-0,0712***	-1,473
Coeficiente ( $R^2$ )	0,2409	
Valor F	8,480	
Significância do Modelo	0,000	

Nível de significância: \* significativo até 1% \*\* significativo até 5% \*\*\* significativo até 15%.

TABELA 2

## Estimativa do valor das perdas causadas pelo alagamento da praia entre Carolina - MA e Filadélfia – TO

Nº de habitantes	Nº de entrevistados	DAR Média mensal (R\$)	Valor mensal do dano ambiental (R\$)	Valor anual do dano ambiental (R\$)
32.481	557	213,80	6.944.437,80	83.333.253,60

Fonte: Resultados da pesquisa.

72

em seu trabalho que estimou o valor de uso recreativo dos recursos florestais (na região da Turquia) e obteve  $R^2$  de 0,160.

Propõo estimar o valor das perdas causadas pelo alagamento da praia em estudo, tornou-se necessário calcular a disposição a receber ( $DART$ ) total pela média das disposições a receber individuais ( $DAR_i$ ). Assim, conforme a equação (01) utilizada para o cálculo da estimativa do valor das perdas tem-se que:

De acordo com os dados da tabela 2, o valor das perdas causadas pelo alagamento da praia entre os municípios foi estimado em R\$ 6.944.437,80/mês, sendo esse o valor econômico total das perdas geradas pelo alagamento das praias, ou seja, a somatória dos valores de uso, opção e existência do ativo ambiental.

### VALORES DOS DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO ALAGAMENTO E AS COMPENSAÇÕES FINANCEIRAS AOS MUNICÍPIOS

A estimativa da Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH), é função da área alagada pela criação do lago e pela produção gerada pela usina (equação 3).

O que se verifica na CFURH é que varias outras características dessas áreas não são levadas em consideração quanto à compensação. O grau de fertilidade do solo, seu potencial agricultável, a biodiversidade da região e a importância histórico cultural não inseridos no cálculo desse tipo de compensação.

De acordo com CNEC (2002), o total estimado da área alagada pela implantação da UHE Estreito será de aproximadamente 400 km<sup>2</sup>, sendo que somente os municípios de Carolina e Filadélfia, terão mais de 204 km<sup>2</sup> alagados, isto é, 51% da área total inundada pelo lago da usina, mais da metade. 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 gerada pela implantação da usina de acordo com a equação 3, que foi de R\$

38,06 milhões/ano (divido pelas cidades, estados e união), pode-se então saber o valor que deverá ser revertido aos municípios em estudo, que será de aproximadamente R\$ 12,29 milhões/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 (Figura 5), observa-se grande diferença, já que o valor encontrado pelo MVC chega a ser quase de sete vezes superior a compensação destinada as cidades.

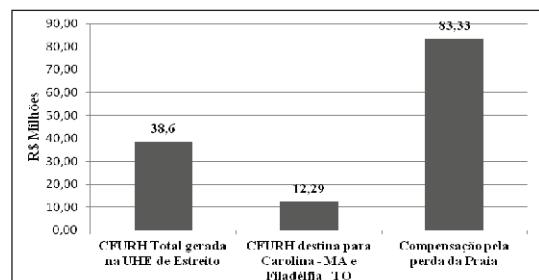


FIGURA 5. Valor dos danos causados pelo alagamento Versus Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH).

Rodrigues et. al. (2006), destacam 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

**TABELA 3**  
**Estudos envolvendo o Método de Valoração Contingente – MVC realizados no estado do Tocantins**

Autores	Local	Método	Valor Encontrado (R\$)
Rodrigues et. al. (2006)	Porto Nacional – TO (Praia de Porto Real)	M.V.C (uso da DAR)	16.246.035,00/ano
Finco et. al. (2005)	Palmas – TO (Praia da Graciosa) e (Praia do Prata)	M.V.C (uso da DAP)	5.688.000,00/ano
			8.295.996,00/ano
Salustiano (2008)	Araguacema – TO (Praia da Gaivota)	M.V.C (uso da DAP)	421.750,00/ano

adotado, em se tratando de bem-estar econômico e social de populações atingidas por processos de alagamento. Vergara (1996) aponta que a valoração de bens ambientais leva a um valor subestimado mas na maioria das vezes é um valor relevante que deve ser considerado no processo decisório de implantação de grandes empreendimentos com impactos ambientais.

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

Tanto o valor da CFURH destinada aos Municípios, como o valor total da CFURH devida à totalidade dos municípios afetados pela UHE de Estreito são inferiores ao valor encontrado utilizando o MVC. Seria discutível uma possível “super” estimativa pelos bens ambientais em estudo, no entanto ao observarem-se os valores encontrados em estudos de valoração já realizados no Tocantins (Tabela 3), se verifica que o presente estudo segue a tendência dos grandes valores encontrados.

Destaca-se ainda que os estudos envolvendo a DAR (Disposição a Receber) possuem maior valor que a DAP (Disposição a pagar), isso ocorre pela superestimação e pelos valores de protesto. Além disso, os estudos que envolvem a DAP trabalham ainda com questões de preservação/conservação, aonde a população acaba por manifestar seu grau de conscientização com os problemas ambientais, como ocorreu nos estudos realizados por Finco et. al. (2005) e Salustiano (2008). Enquanto que os estudos que utilizam a DAR se referem às possíveis compensações envolvendo perdas ou danos a bens ou serviços ambientais.

No presente estudo o alto valor justifica-se também pelo fato da pesquisa ter ocorrido anterior ao processo de enchimento do lago da usina, quando ainda permaneciam incertezas da população sobre as reais perdas, configurando assim um momento de muitas especulações, diferente do estudo realizado por Rodrigues et. al. (2006), que trabalharam com a compensação pela perda da praia posterior ao processo de enchimento do lago da Usina, em que o município havia sido indenizado e contava com uma nova praia artificial.

## CONCLUSÕES

Os municípios de Carolina – MA e Filadélfia – TO estão entre 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, poderá ocorrer 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 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 ao município em estudo foram de R\$ 83,33 milhões/ano, sendo o valor encontrado pelo MVC superior ao valor da CFURH destinada as cidades em estudo (R\$ 12,29 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, são grandes projetos com massivos investimentos e impactos sócio-ambientais consideráveis, no entanto, a compensação dos impactos gerados por essa atividade não são devidamente compensados, sendo necessário rever os “parâmetros” atuais da política de Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos.

## 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.
- 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.
- BRAGA, P. L. S. *Aplicação do Método de Valoração Contingente No Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil*. Projeto aprovado pelo Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/FURG), 2003.
- 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.
- 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.
- CNEC Engenharia S.A. *Estudo de Impacto Ambiental-EIA/RIMA da Usina Hidrelétrica de Estreito*. São Paulo: 2002.
- DAVIS, R. K. *The value of outdoor recreation: an economic study of the Maine woods*. Ph. D. thesis, Harvard University, 1963.
- 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.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [homepage na Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. [acessado em 5 janeiro 2011]. Anuário estatístico do Brasil; [1 tela]. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>
- MARQUES, J. F., COMUNE, A. E. *Economia do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e a Gestão de espaços Regionais*. 3<sup>a</sup> Edição 2001, Unicamp.
- MCFADDEN, D. *Contingent valuation and social choice*. American Journal of Agricultural Economics, v. 76, p. 689-708, nov. 1994.
- 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.
- PAK, M.; TURKER, M. F. *Estimation of recreational use value of forest resources by using individual travel cost and contingent valuation methods (Kayabasi Forest Recreation Site Sample)*. Journal of Applied Sciences, v. 6, p.1-5, 2006.
- RIO GRANDE ENERGIA (RGE). *Impactos ambientais de hidroelétricas* (2006). Acessado em 02/01/07: [http://www.rge-rs.com.br/gestao\\_ambiental/impactos\\_ambientais.asp](http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/impactos_ambientais.asp)
- 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.

SALUSTIANO, S. F. M., **Valoração Econômica do Meio Ambiente: o caso da Praia da Gaivota no Rio Araguaia – TO**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente – UFT. Palmas, 2008. 91 f.

VERGARA, F.E. (1996). **Avaliação econômica de ambientes naturais. O caso das áreas alagadas. Uma proposta para a represa do Lobo (Broa). Itirapina - SP**. São Carlos. 143p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado).

**Luiz Norberto Lacerda Magalhães Filho** Mestrando em Engenharia Ambiental – UFT, Av. N.S.15, s/n – Centro, Palmas – TO. E-mail: luizlmf@uft.edu.br.

**Fernán Enrique Vergara** Professor Adjunto da UFT, Engenharia Ambiental, Av. N.S.15, s/n – Centro, Palmas – TO. E-mail: vergara@mail.uft.edu.br.

**Waldecy Rodrigues** Professor Adjunto da UFT, Economia, Av. N.S.15, s/n – Centro, Palmas – TO. E-mail: waldecy@terra.com.br.