

# **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA IMPLANTAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA LUIS EDUARDO MAGALHÃES: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE**

*Waldecy Rodrigues<sup>1</sup>  
Jorge Madeira Nogueira<sup>2</sup>  
Eneida Carvalho<sup>3</sup>*

**RESUMO:** O objetivo principal do artigo foi estimar o valor monetário dos danos causados ao município de Porto Nacional – TO advindos da implantação da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães. Para tanto, foi aplicado o Método de Valoração Contingente, adotando-se a forma de eliciação do tipo “jogos de leilão”. O procedimento metodológico foi o da coleta, elaboração e análise de dados. Foi constituída uma amostra aleatória de indivíduos que revelaram suas Disposições a Receber (DAR) um valor que compensasse as perdas em seu bem-estar em razão do processo de alagamento. Com o método obteve-se uma DAR média de R\$ 29,25, incorrendo em um valor de R\$ 16,2 milhões, o que representa uma estimativa do valor anual dos danos gerados no bem-estar da população local. O valor encontrado serve de sinalizador para a adoção de políticas públicas, e também serve de base para discutir a eficácia do método de cálculo e distribuição das Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos.

**Palavras Chaves:** Danos de Hidroelétricas, Valoração Contingente, Disposição a Receber.

## **VALUATION OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM THE DEPLOYMENT OF HIDROELECTRICAL LUIS EDUARDO MAGALHÃES: AN APPLICATION OF CONTINGENT VALUATION METHOD**

**ABSTRACT:** The main objective of the present research was estimate the monetary value of the actual damages in Porto Nacional city caused by the implantation of the Luis Eduardo Magalhães Hydroelectric Plant. For in such a way, the Contingent Valuation Method was applied, adopting it form of “auction games”. The method proceed was collection, elaboration and analysis of data. Was constituted a random sample of individuals that had disclosed its Willingness to Accept (WTA) a value that compensated the losses in its well-being in reason of the Lake’s creation. With the method one was gotten a average WTA of R\$ 29,25, incurring into a value of R\$ 16,2 millions, what it represents a estimate of the annual value of damages generated in the local people’s well-being, caused for the overflow. The joined value serves as beeper for adoption of public politics, and also it serves of base to argue the effectiveness of the calculation method and distribution of the Financial Compensations for the Use of the Hydro Resources.

**Keywords:** Damage’s Plant of Electric Energy; Contingent Valuation; Willingness to Accept.

**JEL:** Q 25

---

<sup>1</sup> Pós-Doutor Economia (UnB). Professor do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Federal do Tocantins. E-mail: waldecy@terra.com.br

<sup>2</sup> PhD em Economia pela University of London. Pós-doutorado em Economia dos Recursos Naturais pela Cornell University. Professor Titular do Departamento de Economia da Universidade de Brasília (UnB). Pesquisador do Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura (CEEMA/UnB) e do Centro Integrado de Ordenamento territorial (CIORD/UnB). E-mail: jmn0702@unb.br

<sup>3</sup> Graduada em Economia pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail: eneidacarvalho2@gmail.com

## **INTRODUÇÃO**

Dentre as matrizes energéticas disponíveis, a região hidrográfica Tocantins-Araguaia destaca-se como uma das maiores quanto à possibilidade de geração de energia elétrica para o país. É a terceira maior matriz hidrográfica brasileira em potencial hidrelétrico (28.300 MW), depois da Amazônica e a do Paraná.

Uma indagação não menos recorrente relaciona-se com os custos ambientais desta expansão energética e suas decorrentes compensações financeiras às regiões detentoras destes recursos naturais. O objetivo principal da presente pesquisa foi o de estimar o valor monetário dos danos causados ao município de Porto Nacional – TO advindos da implantação da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães no Rio Tocantins.

Com a implantação da UHE Luís Eduardo Magalhães no ano de 2001, uma grande área foi alagada. O reservatório se estende por aproximadamente 170 km, apresentando um espelho de 630 km<sup>2</sup>. O alagamento, dentre outros danos, implicou no desaparecimento das praias naturais do Rio Tocantins, apesar da criação de algumas praias artificiais, enquanto medidas compensatórias. Este efeito foi particularmente sentido no município de Porto Nacional - TO, que era um tradicional pólo turístico da região antes do alagamento.

A atividade turística no Rio Tocantins exercia uma grande influência na economia e no bem-estar da população<sup>4</sup> de Porto Nacional - TO. A cidade contava com um grande fluxo de turistas que procedia de toda parte do Brasil para, juntamente com os moradores, compartilhar do lazer nas praias existentes no rio. Na temporada de praia, crescia o faturamento dos proprietários de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços. O turismo de verão de fato era uma atividade impulsionadora da economia dessa cidade secular. Foi criada uma praia artificial, porém a cidade já não conta mais com o mesmo potencial turístico de antes. O fluxo de turistas reduziu-se bruscamente e a população possivelmente sofreu perdas em seu bem-estar devido ao impacto do empreendimento hidroelétrico no Rio Tocantins.

Alguns benefícios econômicos evidentemente podem ser atribuídos à construção da Usina Hidroelétrica, porém uma questão relevante é saber se o valor pago aos cofres do município de Porto Nacional - TO através da Compensação Financeira pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH) corresponde ou não as possíveis perdas causadas pelo alagamento sobre o valor de uso e de existência do meio ambiente.

Nessa direção, percebe-se a relevância da elaboração de um estudo de valoração econômica dos danos causados ao município de Porto Nacional - TO advindos do empreendimento hidroelétrico, por se tratar de uma região onde foram perdidas riquezas no âmbito ambiental, social e econômico. O valor estimado dos danos ambientais poderá servir como parâmetro para discutir a forma de determinação das compensações destinadas ao município pelo uso dos recursos hídricos e perda dos ativos ambientais com o processo de alagamento.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

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

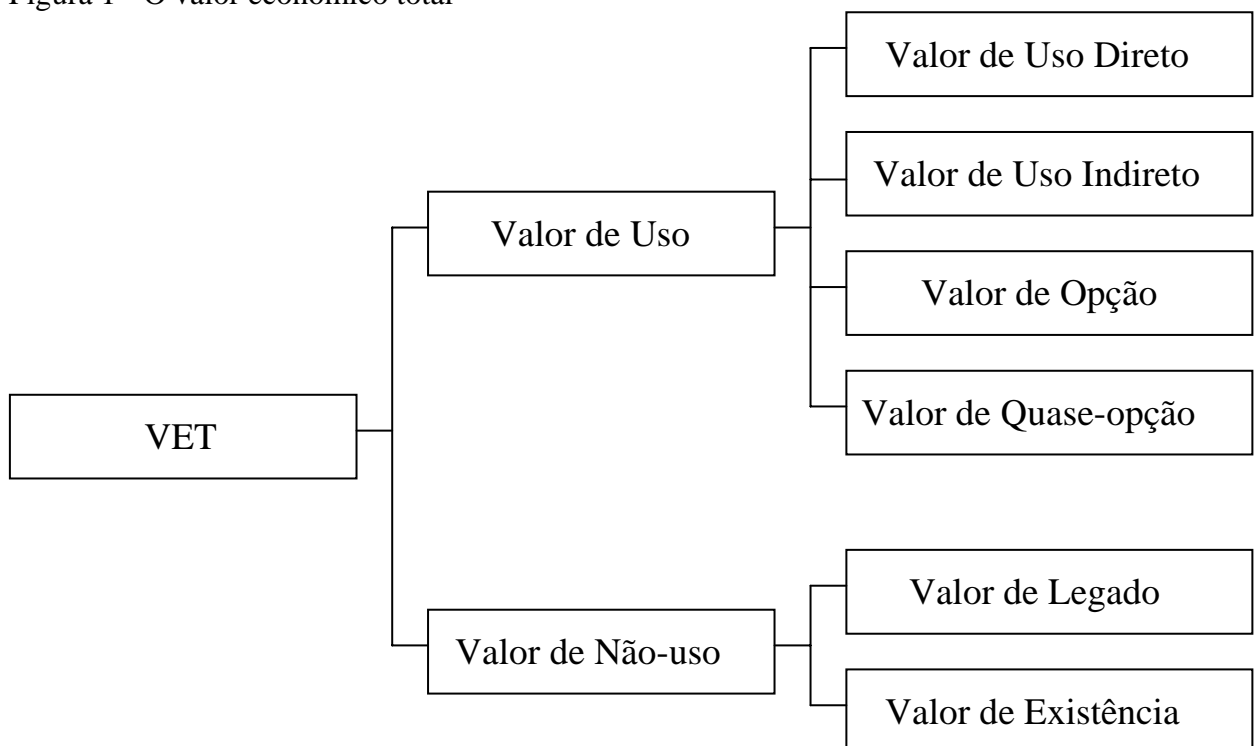
---

<sup>4</sup> Bem estar, na conceituação microeconômica aqui adotada, refere-se a um ganho ou perda de satisfação que o consumidor tem ao ter ampliado ou reduzida determinada cesta de bens.

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 & Moran (1993, p.20), dividem essa parcela entre valor de legado (*bequest value*) e valor de existência. A Figura 1 a seguir ilustra a forma como o VET é composto.

Figura 1 - 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 ao município de Porto Nacional - TO 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 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 alli (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 alli (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 (transitividade) e amplamente consistente com características sensíveis das preferências econômicas (fração do orçamento do indivíduo que corresponde à sua DAP ou DAR, bem como elasticidade-renda plausível).

Nessa pesquisa, optou-se diferentemente da maior parte dos estudos com MVC, a escolha da mensuração da Disposição a Receber (DAR). Maia, Romeiro e Reydon (2004) destacam que embora o formato DAR seja teoricamente consistente, é pouco empregado, pois costuma causar uma superestimação do recurso avaliado. A grande maioria dos resultados empíricos encontrados na literatura mostra que o valor da DAR é significativamente superior a DAP (disposição a pagar). No formato da DAR também costumam ser mais frequentes respostas de protesto e valores nulos. Planejar pesquisas coerentes com o formato de DAR é uma tarefa delicada, deve-se tomar muito cuidado com a ocorrência de vieses estratégicos, porém seu manuseio é metodologicamente eficaz quando os instrumentos de pesquisa são bem elaborados e o tratamento estatístico e econométrico é feito de forma rigorosa.

Os questionários aplicados na pesquisa consistem na coleta de variáveis sócio-econômicas dos indivíduos, bem como de opiniões e preferências pessoais em relação á mudança na disponibilidade e qualidade do ativo ambiental. A pesquisa de campo resultou em uma amostra aleatória de 200 entrevistados que revelaram suas Disposições a Receber (DAR). O nível de significância considerado é de 95% e a margem de erro de 7,0%, conforme segue:

$$n = \frac{N \times n_o}{N + n_o}$$

Onde;

N = Tamanho da população = 46.285 habitantes

$E_0$  = Erro amostral tolerável = 7,0% (0,07)

$n_0$  = Primeira aproximação do tamanho da amostra:

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \Rightarrow 1 / (0,007)^2 = 200$$

$n$  = Tamanho da amostra = 200 (BARBETTA, 2002).

Faria & Nogueira (2000) apresentam uma classificação para os possíveis formatos de questionário que podem ser aplicados no âmbito do MVC. Eles dividem os questionários entre métodos diretos e indiretos. No primeiro se inserem os modelos de questão aberta (*open-ended*), jogos de leilão (*bidding game*) e cartão de pagamento (*payment card*). Já no segundo grupo pode-se citar o *referendum*, *follow up referendum*, ranqueamento contingente (*contingent ranking*) e a atividade contingente (*contingent activity*).

Nos métodos diretos, a resposta do entrevistado já representa sua máxima disposição a pagar ou receber pela mudança nos atributos de um recurso ambiental, representando, portanto, a própria medida de bem-estar. No modelo de questão aberta, a DAP ou DAR máxima é obtida perguntando-se diretamente ao entrevistado qual o valor máximo que ele está disposto a pagar ou receber para evitar uma piora na dotação do recurso ambiental.

Optou-se por utilizar, na confecção do cenário de valoração utilizado nessa pesquisa, a forma de eliciação do tipo “jogos de leilão”. Foi sugerido um “lance” inicial da DAR que, caso fosse rejeitado seria elevado até ser aceito pelo entrevistado. Nos jogos de leilão, os pesquisadores captam a DAR máxima dos indivíduos negociando os valores. Com base em um valor médio ou mediano, obtido em um conjunto de valores previamente determinado, o pesquisador pergunta ao entrevistado se ele está disposto a pagar esse valor médio. Em caso afirmativo, esse valor é aumentado até que o pesquisador obtenha uma resposta negativa. Caso o entrevistado se recuse a pagar o valor inicial (médio ou mediano), são apresentados valores sucessivamente mais baixo até que ele concorde em pagar o valor. Essa forma de questionário requer uma cuidadosa determinação do intervalo de potenciais respostas.

Para tratar os possíveis vieses de superestimação da DAR levantados pela literatura, foi feito um processo de seleção dos dados amostrais, de forma a excluir valores altos de renda e “DAR” que enviesariam os resultados (*out liers*<sup>5</sup>). Tal procedimento foi feito através do cálculo do percentual dos valores de “DAR” em relação aos respectivos valores de renda familiar, excluindo da amostra as informações acima dos valores modais.

Posteriormente, foram estimadas regressões a fim de avaliar o grau de participação das variáveis na formação do valor econômico das perdas de bem-estar ocasionadas pelo alagamento. O método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)<sup>6</sup> foi utilizado para estimar os modelos de equação da DAR.

Como a comparação de modelos com variáveis distintas não pode ser feita somente pelos ( $R^2$ )<sup>7</sup>, adicionalmente foi analisado o nível de significância dos parâmetros através do teste “t” de Student<sup>8</sup>. O modelo ajustado que apresentar o maior número de variáveis

<sup>5</sup> Observações amostrais que apresentam um grande afastamento das restantes ou são inconsistentes com as demais.

<sup>6</sup> É uma técnica de otimização matemática que procura encontrar o melhor ajustamento para um conjunto de dados tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva ajustada e os dados. É a forma de estimação mais amplamente utilizada na econometria. Consiste em um estimador que minimiza a soma dos quadrados dos resíduos da regressão, de forma a maximizar o grau de ajuste do modelo ( $R^2$ ).

<sup>7</sup> É a nomenclatura padrão em modelos de regressão para designar o coeficiente de determinação, medida de quão bem os dados se ajustam à reta de regressão. O  $R^2$  varia entre zero e um, e quanto mais próximo de um estiver, maior o ajuste do modelo.

<sup>8</sup> Teste estatístico realizado para verificar o nível de significância individual das variáveis em um modelo ajustado.

significativas, a um dado nível de significância, é escolhido. Também foram realizados testes econométricos, tais como o *Variance Inflation Factors* (VIF)<sup>9</sup> sobre os modelos, visando confirmar se havia ou não multicolinearidade elevada, isto é, se havia valores superiores a 10.

O modelo econométrico, com os respectivos coeficientes de regressão, considerado foi o seguinte:

$$DAR = a_0 + a_1R_i + a_2B_i + e \quad (01)$$

Onde:

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

$R_i$  = nível de renda familiar dos indivíduos;

$B_i$  = variável representativa da opinião dos entrevistados quanto á preferência pela “Beleza Cênica” no município, alterada pela criação do Lago de Lajeado.

$e$  = erro

Finalmente, pode-se estimar o valor das perdas dos danos ambientais devido ao processo de alagamento multiplicando-se a Disposição a Receber Média ( $DARMi$ ) pelo número de moradores no período de estudo. Essa proporção é calculada baseada no percentual de entrevistados que se mostraram dispostos a receber uma quantia dentro do intervalo  $i$  correspondente á  $DARMi$ . Assim, a forma funcional assumida no presente estudo é a seguinte:

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

Onde:

$DART$  = Disposição a Receber total

$DARMi$  = Disposição a Receber Média;

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

### 3 CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS AMBIENTAIS DO PROCESSO DE ALAGAMENTO

Foram muitos os danos causados aos moradores do município de Porto Nacional - TO pela implantação da UHE Luis Eduardo Magalhães. Sendo que, entre os municípios afetados pelo alagamento, este foi o mais impactado negativamente. O município possuía um grande potencial turístico e ecoturístico em virtude de sua beleza própria, e, apesar desse potencial não ter sido devidamente explorado conforme sua importância, a atividade turística possuía forte participação na economia do município.

Porto Nacional – TO contava com 11 km de praias de areias brancas, banhadas pelas águas cristalinas do Rio Tocantins. Dentre as principais externalidades ligadas à perda no turismo, a principal foi a extinção da Praia de Porto Real que contava com cerca de 5 km. Esta praia, que era a mais visitada antes do alagamento, possuía uma excelente estrutura.

Com o intuito de compensar a perda das praias e minimizar os impactos no turismo e lazer ocorridos pelo alagamento, foi construída uma nova praia artificial, mas esta além de ter

<sup>9</sup> É utilizado para detectar a presença de multicolineariedade (associação linear forte) entre as variáveis preditoras. Se  $VIF = 1$  indica que não há associação linear, se  $VIF > 1$  há associação linear. Se  $VIF > 10$  há multicolineariedade grave e o conjunto de variáveis preditoras deve ser desconsiderado no modelo.

sido construída em local impróprio (próxima ao matadouro municipal), não conta com a infraestrutura de outrora. Em suma, os investimentos feitos para que o município mantivesse seu destaque no turismo e lazer, não foram suficientes, resultando em grande redução da quantidade de visitantes e por consequência, um desaquecimento na economia local.

Tabela 1 - Causas da insatisfação da população com o alagamento, Porto Nacional/TO – 2006

Causa da insatisfação (*)	%
Poluição do Lago	32,3%
Água imprópria ao uso	23,0%
Mau-cheiro do Lago	7,8%
Praia mal estruturada	7,8%
Plantas aquáticas e árvores no Lago	7,4%
Falta de preparação para receber o Lago	4,6%
Aumento da temperatura	3,7%
Falta de policiamento	2,3%
Perda de peixes e outros animais	1,8%
Propagação de insetos	1,8%
Lançamento de esgoto não tratado no Lago	1,8%
Falta de cuidados	1,4%
Falta de estrutura	1,4%
Doenças de pele	1,4%

Fonte: Pesquisa de campo 2006

(\*) A questão admitia respostas múltiplas

As maiores causas de insatisfação por parte da população local, causadas pelo alagamento, pode-se associar basicamente, a grande perda da qualidade da água, pois o Rio deu lugar a um lago poluído, onde há árvores, plantas aquáticas e até mesmo o mau-cheiro. Outro ponto importante a considerar é a questão de a atual praia ser mal estruturada e em local impróprio, sendo a estrutura da atual praia considerada pelos entrevistados, como bastante inferior á estrutura da extinta praia natural. Também se destaca como um ponto negativo, na percepção dos moradores, o aumento da temperatura após a formação do Lago (Tabela 1).

#### 4 VALOR DOS DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO ALAGAMENTO EM PORTO NACIONAL - TO

Seguindo recomendações de estudos de valoração com o método de valoração contingente em praias optou-se por realizar testes de modelos econométricos para se obter os melhores ajustes. Por isso foram testadas as seguintes formas funcionais: linear, logarítmica na variável dependente, logarítmica nas variáveis independentes, e logarítmicas nas variáveis exógenas e endógena (FINCO, 2002).

A forma funcional escolhida foi de variável dependente (DAR) na forma linear; e as variáveis explicativas, renda familiar na forma logarítmica, e “Beleza Cênica” na forma linear, por ser variável do tipo *dummy* (dicotômica). Estas foram as variáveis que apresentaram maior significância ao modelo, ou seja, que possuem maior influência sobre a variável dependente.

O método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) foi utilizado para estimar os modelos de equação de disposição a receber através do programa estatístico SPSS. A comparação dos modelos foi feita 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.

Foi aplicado sobre o modelo, o teste de *Variance Inflation Factors* (VIF), visando confirmar se havia ou não multicolinearidade elevada, isto é, se havia valores superiores ou iguais a 10. Como o resultado do teste apontou valores abaixo de 10, constatou-se que não havia multicolinearidade grave no modelo escolhido.

Em relação aos vieses referentes à esta valoração econômica, foi observada a presença de um viés de preço inicial, ou seja, houve certa tendência por parte do entrevistado, de concordar com a proposta do questionário na pergunta com preço guia do tipo jogos de leilão.

Além desses, outros dois vieses foram encontrados, sendo eles: viés estratégico, que esteve relacionado fundamentalmente à ilusão dos entrevistados acerca do direito de recebimento direto das compensações, propagando valores altos de DAR; e o viés relativo à medida “DAR”, o qual 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 foi excluído através do processo de seleção da amostra, antes descrito na metodologia deste trabalho.

Os resultados obtidos podem ser vistos a seguir:

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros da função de disposição a receber pelos danos gerados pelo alagamento, julho – 2006

Variáveis explicativas	Coefficientes de regressão	Teste “t” de Student
Constante	-77,33**	-2,06
Renda Familiar	32,09*	2,62
Beleza Cênica	12,62***	1,28
(R <sup>2</sup> )	0,052	
Valor da estatística F	5,14	

Fonte: Resultados da pesquisa (2006).

Nível de significância: \* significativo até 1%, \*\* significativo até 5%, \*\*\* significativo até 20%

Com isso, a função disposição a receber pelos danos gerados pelo alagamento no Município de Porto Nacional – TO é expressa da seguinte forma:

### Modelo lin-log

$$DAR = -77,33 + 32,09 R_i + 12,63 B_i \quad (03)$$

Analisando o comportamento das variáveis explicativas no modelo encontrado, constatou-se que a variável renda pessoal apresentou influência significativa sobre a disposição a receber por parte dos moradores. A variável “beleza cênica” não apresentou suficiente nível de significância, porém a especificação do sinal foi adequada. Foi confirmada a expectativa teórica da renda familiar ser diretamente proporcional à disposição a receber pelos danos causados à população em estudo, ou seja, quanto maior a renda, maior é a disposição a receber dos indivíduos.

Para calcular o valor das perdas causadas pelo alagamento em Porto Nacional – TO, fez-se necessário calcular a disposição a receber (DART) total através da média das disposições a receber individuais (DAR<sub>i</sub>). Assim, conforme a equação (02) utilizada para o cálculo da estimativa do valor das perdas tem-se que:

Tabela 3 - Estimativa do valor dos danos ambientais causados pelo alagamento

N.º hab.	DAR Média (R\$)	Mensal (R\$ Milhões)	Anual (R\$ Milhões)
46.285	29,22	1,4	16,2

Fonte: Elaboração própria



De acordo com os dados acima demonstrados, o valor das perdas causadas pelo alagamento ao Município de Porto Nacional foi estimado em R\$ 1,4 milhões/mês, e 16,2 milhões/ano no agregado. Ressalta-se que este valor mediu somente a perdas no bem-estar da população devido ao processo de alagamento. Ressalta-se que uma grande quantidade de danos ambientais que não foram captados por este método, tais como a perda de biodiversidade, perdas de bem-estar das populações ribeirinhas remanejadas, entre outras.

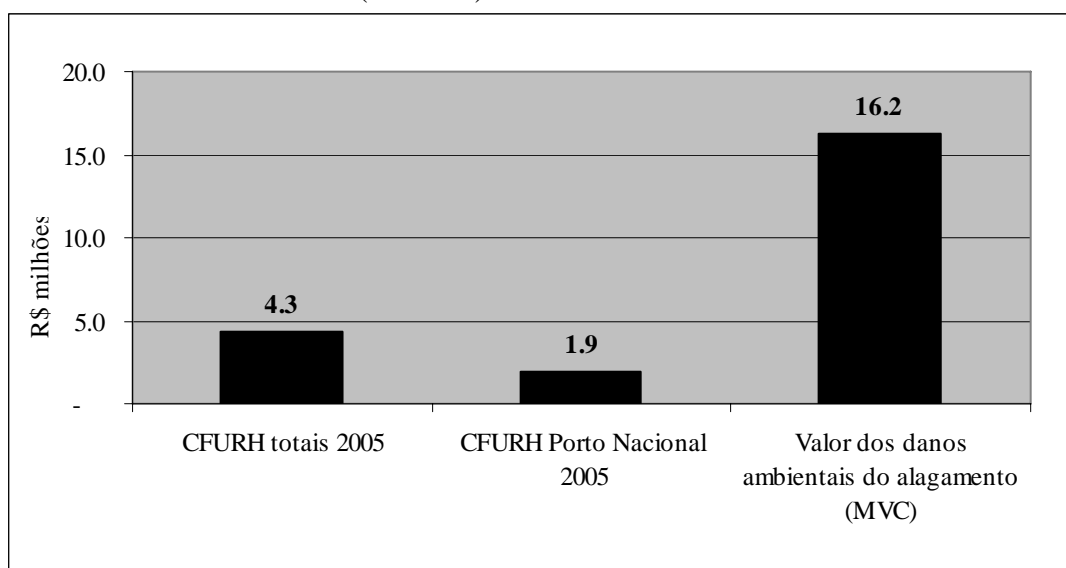
## 5 VALOR DOS DANOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO ALAGAMENTO VERSUS AS COMPENSAÇÕES FINANCEIRAS PAGAS AO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL - TO

Qual é o valor de fato pago e os critérios de definição de sua dimensão por parte do empreendedor hidroelétrico aos municípios afetados pelo alagamento? O cálculo das Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH) é feito através do produto da energia de origem hidráulica efetivamente verificada, medida em Megawatt / Hora (MWh), multiplicado pela Tarifa Atualizada de Referência (TAR), fixada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O valor das compensações financeiras destinadas aos municípios costuma variar mensalmente e anualmente devido à variação na produção de energia das hidroelétricas. Esse valor, no entanto, nem sempre é suficiente para mitigação dos referentes danos que a construção de um reservatório causa a um município. Isso ocorre por considerar medidas de valor para cálculo e distribuição das CFURH, que não refletem diretamente os referentes danos.

O total da área alagada pela implantação da UHE Luis Eduardo Magalhães foi de 1.040,10 Km<sup>2</sup> e Porto Nacional – TO, dentre os municípios com áreas afetadas, foi o mais impactado, com 41,6% do total (ANEEL, 2006). Por esta área afetada, o município recebeu em 2005 um valor total de R\$ 1,9 milhões (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Valor dos danos causados pelo alagamento Versus Compensações Financeiras pelo Uso dos Recursos Hídricos (CFURH)



Fonte – Elaboração Própria

Este valor recebido corresponde à dimensão dos danos ambientais derivados do processo de alagamento para o município de Porto Nacional – TO? O critério adotado de área inundada pela legislação brasileira é o mais eficaz e justo? São questões que não serão exatamente exauridas nesse artigo, mas, em termos de comparação, levanta-se que o valor encontrado através do Método de Valoração Contingente, aplicado no presente estudo, foi de R\$ 16,2 milhões ao ano (gráfico 1).

Observa-se que, tanto o valor da CFURH destinada ao município de Porto Nacional – TO, como o valor total da CFURH devida à totalidade dos municípios afetados pela UHE Luis Eduardo Magalhães é inferior ao valor encontrado através do MVC. Trata-se de critérios de medição distintos, porém questiona-se qual remunera melhor a sociedade pelas externalidades ambientais negativas geradas?

O valor dos danos causados à população afetada pelo alagamento, calculado através do MVC, não representa todas as perdas, mas sim, a agregação dos valores das perdas de bem-estar individuais, existindo 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.

Neste contexto, pode-se afirmar que o MVC é mais abrangente em termos de determinação do valor econômico que poderia ser usado para a mitigação dos danos ambientais causados pela criação de uma Usina Hidroelétrica, do que o atual método de cálculo da CFURH. Este é fundamentalmente baseado na área alagada, enquanto o MVC parece ser mais completo, na medida em que capta os danos no de bem-estar da população atingida, em termos de valores de uso, opção e existência do meio ambiente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Porto Nacional – TO foi o município mais impactado pela criação da UHE Luis Eduardo Magalhães. Dentre as perdas sofridas por este município, como, deslocamento involuntário da população residente nas áreas direta e indiretamente afetadas pelo alagamento, perda de grande parte da vocação turística. O impacto no bem-estar da população pode ser atribuído à variações na paisagem, à perdas das praias e riquezas naturais, e à perdas na qualidade da água, entre outros.

O valor dos danos causados ao Município de Porto Nacional – TO, advindos da implantação da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, pelo Método de Valoração Contingente (MVC) foi estimado em R\$ 16,2 milhões por ano. 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 na 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, existindo ainda outros prejuízos econômicos, sociais e ambientais não mensurados.

O valor encontrado através do método de valoração contingente é superior tanto ao valor da CFURH destinada ao Município de Porto Nacional – TO (R\$ 1,9 milhões), como o valor total pago a todos os municípios afetados pelo alagamento (R\$ 4,3 milhões). Conclui-se que pelo fato do MVC, apesar de seus vieses, captar os referentes danos no de bem-estar da população atingida, em termos de valores de uso, opção e existência do meio ambiente, serve para balizar a discussão da simples compensação financeira baseada essencialmente na área alagada, conforme a atual legislação em vigor.

## **BIBLIOGRAFIA**

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. Boletim da Aneel: **Compensação Financeira Favorece 594 municípios no primeiro semestre.** Informativo Semanal n. 180 – 14 a 20 de Julho de 2005. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/boletim180.htm>> Acessado em: 05 de Maio de 2006

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais.** 5 ed. Santa Catarina: UFSC, 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.

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

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

FARIA, R. C.; NOGUEIRA, J. M. Métodos de valoração contingente: aspectos teóricos e testes empíricos. **Anais do 52a Reunião Anual da SBPC**, de 9 a 14 de julho de 2000.

FINCO, M. V. A. **Valoração Econômica de Zonas Costeiras: O Método de Valoração Contingente Aplicado ao Litoral do Rio Grande do Sul.** Disponível em: <<http://www2.furg.br/depto/dceac/ceema/marcusart.pdf>> Acessado em: 19/09/06.

FRIEDMAM, R. e MONTALVÃO, E. **Compensações Financeiras pela Exploração de Recursos Naturais da União: Política Atual Recomendações de Reforma.** Consultoria Legislativa, 26 de março de 2003. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/conleg/artigos/economicas/CompensacoesFinanceiras.pdf>> Acessado em: 02 de Maio de 2006.

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.

JUNK, W. J. E MELLO, J. A. S. Nunes de. **Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira.** Estud. av., jan./abr. 1990, vol.4, no.8, p.126-143. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v4n8/v4n8a10.pdf>> Acessado em: 25 de Março de 2006.

MAIA, A. G., ROMEIRO, A. R. e REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. **Texto para Discussão. IE/UNICAMP n. 116**, mar. 2004.

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.

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.rge-rs.com.br/gestao\\_ambiental/impactos\\_ambientais/impactos.asp](http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/impactos_ambientais/impactos.asp)> Acessado em: 02 jan. 2007.

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

RODRIGUES, S. C. S. **Estimativa do Valor de Uso da Região do Jalapão – TO: Uma aplicação do Método de Valoração Contingente**. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) Universidade Federal do Tocantins, 2005.

SEBRAE, Serviço de Apoio à micro e pequena empresa. **Utilização de Royalties e Compensações Financeiras da Exploração de Energia Hidroelétrica na Promoção do Desenvolvimento Local**. Disponível em: <<http://www.dce.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/DowContador?OpenAgent&unid=0A70ADD36FF55C4D032570660044F4E4>>. Acesso em: 02 mar. de 2006.

TOLMASQUIM, M. T.; MOTTA, R. S.; ROVERE, E. L. L.; MONTEIRO, A. G.; BARATA, M. M. L. **Metodologia de Valoração de Danos Ambientais Causados Pelo Setor Elétrico**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COOPE, 2000.

ZITZKE, V. A. **Deslocamento Involuntário e Novos Territórios no Tocantins: O caso da UHE de Lajeado**. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas) Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2003. Disponível em: <[http://www.filo.unt.edu.ar/centinti/cehim/jornadas\\_antrop/deslocamento%20involuntario%20e%20novos%20territorios.pdf](http://www.filo.unt.edu.ar/centinti/cehim/jornadas_antrop/deslocamento%20involuntario%20e%20novos%20territorios.pdf)> Acessado em: 15 Jan. 2006.