



**Oferta e Demanda de Energia – o papel da tecnologia da  
informação na integração dos recursos  
26 a 28 de setembro de 2016  
Gramado – RS**

## **Impactos socioeconômicos e ambientais sobre municípios da área de influência de usinas hidrelétricas em operação**

Alexandre Uhlig

Felipe Sgarbi, Joaci Lima

Patricia Guardabassi

Eduardo Müller-Monteiro

Amanda Praia

### **RESUMO**

As usinas hidrelétricas (UHEs) encontram-se, historicamente, no centro das estratégias adotadas para se promover o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro. A adoção dessa fonte de energia no país é fruto de uma série de fatores, principalmente de naturezas geográfica e climática. A operação de UHEs, entretanto, acarreta impactos socioeconômicos e ambientais nem sempre bem compreendidos pelos planejadores do setor elétrico e pela sociedade em geral. Diante disto, o presente estudo tem por objetivo investigar o comportamento de indicadores municipais relacionados à atividade econômica, saúde, segurança pública e educação. A partir de uma perspectiva de longo prazo, busca-se comparar dois momentos: o “antes” e o “depois” da operação de UHEs. Para isto, bancos de dados compilando informações públicas sobre municípios e UHEs em operação no Brasil foram construídos e analisados segundo técnicas econométricas e estatísticas. De uma forma geral, os resultados preliminares indicam que os impactos de longo prazo de UHEs sobre os indicadores analisados são, salvo poucas exceções, inexistentes ou pouco significativos.

**Palavras-chave:** hidroeletricidade, impactos socioeconômicos e ambientais, indicadores municipais.

## **ABSTRACT**

Hydroelectric power plants (HPPs) have historically played a central role in the development of the Brazilian electricity sector. The adoption of this source of energy in the country derives from a series of factors, mainly climatic and geographic. However, HPPs are associated with environmental and socioeconomic impacts that are usually not well understood by those responsible for the electricity sector planning and society in general. Given this scenario, the present paper aims to investigate the behavior of municipal indicators related to economic activity, public health, safety and education. Using a long term approach, the work seeks to compare two moments: “before” and “after” the operation of HPPs. In order to achieve such objectives, a database compiling public information of municipalities and of existing plants in Brazil was built and analyzed using econometric and statistical tools. Overall, the preliminary results indicate that long term impacts of HPPs on the indicators defined above are, except for a few cases, non-existent or insignificant.

**Keywords:** hydroelectricity, environmental and socioeconomic impacts, municipal indicators.

## **1. INTRODUÇÃO**

A instalação e operação de usinas hidrelétricas (UHEs), assim como de quaisquer outros empreendimentos de grande porte, acarreta impactos positivos e negativos sobre os meios biótico, físico e socioeconômico. Diferentes autores têm se dedicado a essa discussão, principalmente a partir de uma ótica de curto prazo, relacionada às diferentes etapas do processo de implementação de UHEs. Revisões sobre o tema foram elaboradas por Fearnside (2014), Manyari e Carvalho (2007) e Von Sperling (2012).

Na lista de impactos positivos mais típicos, estes estudos indicam, de uma forma geral, que a contratação da mão-de-obra necessária para a construção de UHEs alavanca a atividade econômica local, principalmente no setor de serviços (como restaurantes, lojas, hotéis etc.), gerando renda para a população e, indiretamente, para os governos locais por meio do aumento da arrecadação de impostos. Tais benefícios normalmente se concentram na fase de construção do

empreendimento. Além disso, a formação do reservatório pode contribuir para a implantação de hidrovias, além de possibilitar a diversificação da atividade econômica local a partir da utilização do reservatório para outros usos, como a aquicultura, irrigação e turismo.

Já no que se refere aos impactos negativos, o aumento repentino e não planejado do número de residentes de um município tende a impactar a qualidade dos serviços públicos como saúde, educação e segurança e, conseqüentemente, causar desequilíbrios sociais. Além disso, a súbita concentração de trabalhadores pode provocar problemas sociais normalmente associados à violência, consumo de drogas e prostituição. Por fim, a construção de uma barragem e a conseqüente formação do reservatório normalmente acarretam a perda de ambientes naturais, interrupção de rotas migratórias de determinadas espécies de peixe, diminuição da disponibilidade de pescado, alteração do regime hídrico e da qualidade da água dos cursos d'água barrados (alterando inclusive dinâmicas ecológicas de áreas de várzeas localizadas a jusante do barramento) e o deslocamento de povoados e populações ribeirinhas.

Apesar de bem definidos conceitualmente, a revisão da literatura mostra que os impactos atribuídos a UHEs normalmente são analisados a partir de estudos de casos de curta duração e concentrados em um ou poucos empreendimentos (ARRUDA, 2014; BERNARDY *et al.*, 2014; COELHO; PEREIRA, 2011; CRUZ, 2008; FEARNside, 1999; RODRIGUES, 2011; SILVA, *et al.*, 2009; THIENGO; SANTOS; FERNANDEZ, 2005). Se, por um lado, essa abordagem permite que a influência de aproveitamentos hidrelétricos específicos seja descrita e estudada com detalhes, ela impossibilita a elaboração de conclusões mais científicas.

Assim, parece evidente que o setor carece de referenciais metodológicos quantitativos que possibilitem a análise de dados relativos a um extenso conjunto de UHEs e que cubram um período de tempo grande o suficiente para captar mudanças de longo prazo. A escassez deste tipo de estudo tende a conferir incertezas ao processo de avaliação de impactos socioambientais de UHEs e, conseqüentemente, a aumentar os prazos e custos de implantação deste tipo de empreendimento.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os impactos de longo prazo decorrentes da operação de UHEs sobre os municípios abrangidos pelos seus reservatórios. Os resultados obtidos poderão, primeiramente, atribuir maior objetividade ao relevante e necessário debate acerca da sustentabilidade socioeconômica e ambiental de UHEs e, com isto, contribuir para a

redução de custos e prazos globais da implantação deste tipo de empreendimento. Este artigo foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (PEE) regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) (PD-0678-0214-2014) com recursos das empresas EDF Norte Fluminense, Energest, Foz do Chapecó Energia, Itá Energética, Tractebel Energia e AES Tietê. O Instituto Acende Brasil é a entidade executora.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Seleção de indicadores

O primeiro passo da metodologia empregada no estudo consistiu na identificação de indicadores que refletissem as características municipais que são potencialmente afetadas pela operação de UHEs. Com o intuito de orientar o processo de seleção dos indicadores analisados definiram-se, inicialmente, quatro temas considerados prioritários para refletir os impactos socioambientais decorrentes da operação de aproveitamentos hidrelétricos: “Saúde e Segurança Pública”, “Educação”, “Meio Ambiente” e “Atividade Econômica”. Devido à dificuldade de identificação de informações relativas ao tema “Meio Ambiente” que se enquadrassem nos critérios mínimos necessários para que os métodos econométricos, descritos posteriormente, pudessem ser aplicados (relacionados à periodicidade de coleta e à representatividade temporal e geográfica dos dados), essa dimensão não foi incluída nesta fase da análise. O projeto de Pesquisa e Desenvolvimento no âmbito do qual este artigo foi elaborado encontra-se em fase de desenvolvimento, o que permitirá que indicadores relacionados à qualidade ambiental dos municípios sejam analisados após um refinamento das informações disponíveis. A relação completa dos indicadores selecionados, assim como suas origens e unidades utilizadas, é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos indicadores selecionados

| Saúde e Segurança Pública                          |                      |  |
|--|----------------------|--|
| Indicador  | Origem               | Unidade                                    |
| Casos de HIV                                       | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| DSTs (casos de HIV + Gonorreia + Sífilis)          | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Malária  | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Parasitoses (Malária + Esquistoss. + Leishmaniose) | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Mortalidade geral                                  | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Mortalidade infantil                               | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Internação por ferimento de projétil de revólver   | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |
| Internação por agressão                            | Datasus <sup>1</sup> | Número de Casos / 1.000 habitantes em 1991 |

<sup>1</sup> [www2.datasus.gov.br/](http://www2.datasus.gov.br/)

| Educação   |                                |   |
|--|--------------------------------|---|
| Fração da pop. de até 35 anos sem educ. formal   | Censo demográfico <sup>2</sup> | Percentual                                    |
| Fração da população de até 35 anos alfabetizada  | Censo demográfico <sup>2</sup> | Percentual                                    |
| Fração da pop.de até 35 anos com Ens.Fund. comp  | Censo demográfico <sup>2</sup> | Percentual                                    |
| Fração da pop.de até 35 anos com Ens. Med comp.  | Censo demográfico <sup>2</sup> | Percentual                                    |
| Frac.pop.de até 35 anos com Ens.Sup.(ou +) comp. | Censo demográfico <sup>2</sup> | Percentual                                    |
| Atividade Econômica                              |                                |   |
| Receita orçamentária                             | Receita Federal <sup>3</sup>   | R\$ de 2000 (regressões feitas em <i>ln</i> ) |
| Arrecadação de imposto municipal: ISS            | Receita Federal <sup>3</sup>   | R\$ de 2000 (regressões feitas em <i>ln</i> ) |
| Arrecadação de imposto municipal: IPTU           | Receita Federal <sup>3</sup>   | R\$ de 2000 (regressões feitas em <i>ln</i> ) |
| Emprego formal                                   | RAIS <sup>4</sup>              | # empregos (regressões feitas em <i>ln</i> )  |
| Número de empresas                               | RAIS <sup>4</sup>              | # empresas (regressões feitas em <i>ln</i> )  |
| Salário médio do trabalhador formal              | RAIS <sup>4</sup>              | R\$ de 2000 (regressões feitas em <i>ln</i> ) |

## 2.2 Seleção de municípios – grupos de tratamento e controle

O grupo de tratamento do estudo, caracterizado pelos municípios abrangidos pelos reservatórios das UHEs em operação, foi formado, inicialmente, a partir da consulta da relação das UHEs que constam da base de dados do Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (Sigel) (ANEEL, 2015a). Esse sistema também foi a fonte para informações como o nome, a potência instalada e a localização (curso d'água e coordenada geográfica) dos aproveitamentos em operação. Já os municípios abrangidos pelos reservatórios das UHEs listadas, informação central para o estudo, foram obtidos no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2015) e na Aneel, mais especificamente na seção “Compensação Financeira” de seu *site* (ANEEL, 2015b). As datas de início de operação das UHEs, por fim, foram obtidas a partir da análise da data de emissão da Licença de Operação do empreendimento, informação disponível no *site* do Ibama (IBAMA, 2015), e dos contratos de concessão assinados entre os empreendedores e o Ministério de Minas e Energia, disponíveis no *site* da Aneel, mais especificamente na seção “Contratos de Geração” (ANEEL, 2015b).

De forma a evitar a análise dos impactos de UHEs com características demasiadamente heterogêneas, apenas os aproveitamentos com potência instalada igual ou superior a 50 MW foram contemplados pelo estudo.

O grupo de controle (ou seja, aquele com o qual o grupo de tratamento foi comparado) foi formado pelos municípios que possuíam UHEs planejadas, porém não construídas, em seus territórios. Buscou-se, com isso, que o grupo de controle se assemelhasse o máximo possível ao grupo de tratamento (*i.e.* ambos possuem potencial hidrelétrico), de forma a isolar o efeito da operação das UHEs analisadas.

<sup>2</sup> <http://www.ibge.gov.br/>

<sup>3</sup> [http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/estatistica/est\\_estados.asp](http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/estatistica/est_estados.asp)

<sup>4</sup> <http://acesso.mte.gov.br/portal-pdet/home/>

A relação das UHEs em fase de planejamento foi obtida a partir da análise de diferentes versões anuais do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), documentos elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com foco na expansão do setor energético. Neste caso, apenas os municípios em que as barragens seriam construídas foram levantados, uma vez que os reservatórios das UHEs e, portanto, os municípios afetados por eles, não tinham sido definidos no momento em que a consulta foi feita. Registre-se que a unidade de observação final das análises, ao invés do município, é a Área Mínima Comparável (AMC). De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)<sup>5</sup>:

“O número de municípios brasileiros aumentou de 3.951 em 1970 para 5.507 em 2000. As mudanças nos contornos e áreas geográficas dos municípios devido à criação de novos municípios impedem comparações intertemporais consistentes de variáveis demográficas, econômicas e sociais em nível municipal. Para isso, é necessário agregar municípios em áreas mínimas comparáveis (AMC). O número de AMCs e os municípios que as compõem variam dependendo do período em análise.”

Colocado de outra forma, as AMCs (que contemplam as diversas criações e extinções de municípios ao longo do tempo) permitem a execução de análises temporais baseadas em dados municipais. Por exemplo, se um determinado município existente em 1995 foi dividido, no ano de 2000, em dois novos municípios, a AMC que permitirá a análise de dados referentes ao período descrito abrangerá o território de ambos os municípios.

Devido à disponibilidade limitada de dados referentes aos indicadores analisados, apenas as UHEs que entraram em operação durante o período 1991 – 2011 (21 anos) foram tratadas pelo estudo. No total, os grupos de tratamento e controle compreenderam 148 e 92 AMCs, respectivamente.

### 2.3 Análises estatísticas

A fim de inferir as direções e magnitudes dos impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da operação de UHEs sobre os municípios abrangidos por seus reservatórios, foi construído um modelo para descrever a relação entre as variáveis de interesse, conforme apresentado a seguir:

$$Y_{it} = a + gHidro_{it} + I_{it} + e_{it} \quad (1)$$

<sup>5</sup> [http://www.ipeadata.gov.br/iframe\\_dicionario.aspx?width=1074&height=480](http://www.ipeadata.gov.br/iframe_dicionario.aspx?width=1074&height=480). Acesso em 02/04/2016.

Onde:

$Y_{it}$  - indicador socioeconômico do município  $i$  durante o período do tempo  $t$ ;

$\alpha$  – indica o ponto de intercepto da equação;

$\gamma$  - parâmetro que mede o efeito causal da presença de UHEs sobre a variável de interesse ( $Y_{it}$ ). Sua estimação se constitui no objetivo do trabalho;

$Hidro_{it}$  - indicador binário que assume o valor 1 se o município  $i$  possui usina hidrelétrica em operação no período do tempo  $t$ ;

$I_{it}$  - variável que afeta a presença de UHEs, mas que também está correlacionada com a variável socioeconômica do lado esquerdo da equação;

$e_{it}$  - erro estatístico (efeito não sistemático) que afeta a variável socioeconômica de interesse.

Para se estimar o parâmetro  $\gamma$ , utilizou-se o método “Diferenças-em-Diferenças” (DD), que considera que os efeitos não observáveis ( $I_{it}$ ) se comportam de forma semelhante em municípios onde há e não há UHEs. Ao assumir esta hipótese, o método atribui a variação do parâmetro  $\gamma$  apenas à presença de UHEs, permitindo que se capture, desta maneira, o efeito da operação deste tipo de empreendimento sobre os parâmetros socioeconômicos e ambientais dos municípios analisados. Com o intuito de se atingir resultados com menor grau de incerteza, optou-se por combinar ao método DD a técnica conhecida como *Propensity Score Matching* (PSM). Tal técnica possibilita que a comparação entre os municípios dos grupos de tratamento e controle seja feita a partir do pareamento baseado em determinadas características fixas dos municípios.

No total, o parâmetro  $\gamma$  foi estimado a partir de cinco especificações distintas. A primeira é referente ao modelo base incluindo apenas *dummies* de ano e de estado. A segunda inclui efeitos fixos de ano e região, e a terceira inclui efeitos fixos de ano e unidade da federação. Estes três modelos foram estimados utilizando-se o estimador DD. Os outros dois modelos foram estimados utilizando-se o estimador de DD combinado com técnicas de PSM. Duas variações do estimador de PSM foram utilizadas: suporte comum<sup>6</sup> e suporte comum ponderado. No caso deste último,

---

<sup>6</sup> Para os modelos de *Propensity Score Matching* foram utilizados modelos Probit onde as explicativas são potência outorgada, população em 1991 e *dummies* de região. Nota-se também que o pareamento da amostra (suporte comum) elimina das estimações 9 regiões mínimas comparáveis com usinas em operação pois estas não têm características similares às demais (são muito maiores ou menores que todas as outras).

utilizam-se como controle as variáveis “*dummy*”<sup>7</sup> de ano e de estado. Apesar de as cinco especificações utilizadas apresentarem coerência metodológica, a última descrita (estimador PSM com suporte comum ponderado) possui maior robustez no âmbito das análises desenvolvidas neste trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa do projeto, dada a disponibilidade de dados, foram incluídas nas análises as UHEs com data de início de operação a partir de 1991. Para as etapas seguintes serão incluídas as datas de planejamento e início de construção, o que permitirá identificar a influência das UHEs nos municípios em cada fase do processo de implantação. Nos itens a seguir, os resultados das análises econométricas são apresentados separadamente para cada tema. Cada uma das cinco colunas ao longo das quais os resultados são apresentados refere-se aos métodos de estimação descritos na seção anterior. Os valores apresentados fora dos parênteses indicam a diferença percentual da variável de interesse no grupo de tratamento quando comparado ao grupo de controle. Os resultados entre parênteses indicam a variância dos valores apresentados acima deles.

#### 3.1 Saúde e Segurança Pública

O resultado do método utilizado para verificar a influência, no âmbito municipal, da operação de UHEs sobre os indicadores do tema “Saúde e Segurança Pública” é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Efeito da operação de UHEs sobre indicadores da dimensão “Saúde e Segurança Pública”

|  | Estimador         |                   |                  |                  |                  |
|--|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
|  | 1                 | 2                 | 3                | 4                | 5                |
| Casos de HIV   | -0.002<br>(0.018) | 0.005<br>(0.020)  | 0.010<br>(0.019) | 0.007<br>(0.020) | 0.009<br>(0.017) |
| DSTs (casos de HIV + Gonorreia + Sífilis)              | -0.002<br>(0.017) | 0.007<br>(0.017)  | 0.008<br>(0.018) | 0.008<br>(0.018) | 0.010<br>(0.017) |
| Malária  | 0.148<br>(0.101)  | 0.205<br>(0.125)  | 0.139<br>(0.176) | 0.139<br>(0.172) | 0.163<br>(0.199) |
| Parasitoses (Malária + Esquistossomose + Leishmaniose) | 0.075<br>(0.050)  | 0.099*<br>(0.054) | 0.057<br>(0.054) | 0.057<br>(0.053) | 0.055<br>(0.053) |
| Mortalidade geral                                      | -0.218<br>(0.314) | 0.044<br>(0.404)  | 0.158<br>(0.400) | 0.173<br>(0.426) | 0.032<br>(0.269) |

<sup>7</sup> Uma variável “*dummy*” consiste na transformação de uma variável categórica em variável numérica para que seja possível a realização de cálculos. Exemplo: categorias “homem” e “mulher” podem ser transformadas em “0” e “1” a fim de que seja possível o cálculo de médias.



|  |                   |                   |                   |                   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mortalidade infantil                             | -0.010<br>(0.034) | 0.022<br>(0.042)  | 0.033<br>(0.043)  | 0.040<br>(0.046)  | 0.022<br>(0.031)  |
| Internação por ferimento de projétil de revólver | 0.007<br>(0.013)  | -0.008<br>(0.014) | -0.011<br>(0.016) | -0.010<br>(0.016) | -0.014<br>(0.020) |
| Internação por agressão                          | -0.173<br>(0.105) | -0.089<br>(0.066) | -0.067<br>(0.059) | -0.067<br>(0.059) | -0.031<br>(0.032) |

Obs.: \*\*\* significante a 1%, \*\* significante a 5%, \* significante a 10%. Erro padrão robusto agrupado (*clustered*) por AMC entre parênteses.

De uma maneira geral, a análise dos resultados apresentados na Tabela 2 indica que nenhum dos indicadores relacionados ao tema “Saúde e Segurança Pública” sofre influência, negativa ou positiva, da operação de UHEs. Em apenas um caso, “Parasitoses”, uma única especificação apresentou efeito positivo estatisticamente significativo (aproximadamente 10%, ou, diretamente da tabela, 9,9%, ou 0,099). Considerando que as outras quatro especificações das análises deste mesmo indicador não apresentaram efeito estatístico significativo, pode-se afirmar com elevado grau de certeza que não há efeito relevante entre a presença de UHEs no município e a incidência das parasitoses avaliadas na sua população.

### 3.2 Educação

O resultado do método utilizado para verificar a influência, no âmbito municipal, da operação de UHEs sobre os indicadores do tema “Educação” é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeito da operação de UHEs sobre indicadores da dimensão “Educação”

|   | Estimador          |                   |                      |                      |                      |
|---|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | 1                  | 2                 | 3                    | 4                    | 5                    |
| Fração da população de até 35 anos sem educação formal                    | 0.011*<br>(0.006)  | 0.009*<br>(0.006) | 0.008<br>(0.006)     | 0.008<br>(0.006)     | 0.009<br>(0.006)     |
| Fração da população de até 35 anos alfabetizada                           | -0.004*<br>(0.002) | -0.003<br>(0.002) | -0.008***<br>(0.003) | -0.008***<br>(0.003) | -0.009***<br>(0.003) |
| Fração da população de até 35 anos com Ensino Fundamental completo        | -0.005<br>(0.006)  | -0.009<br>(0.006) | 0.005<br>(0.007)     | 0.005<br>(0.007)     | 0.005<br>(0.007)     |
| Fração da população de até 35 anos com Ensino Médio completo              | 0.004<br>(0.005)   | 0.004<br>(0.005)  | -0.008<br>(0.005)    | -0.008<br>(0.005)    | -0.005<br>(0.006)    |
| Fração da população de até 35 anos com Ensino Superior (ou mais) completo | 0.001<br>(0.003)   | 0.003<br>(0.003)  | 0.003<br>(0.004)     | 0.003<br>(0.004)     | 0.002<br>(0.003)     |

Obs.: \*\*\* significante a 1%, \*\* significante a 5%, \* significante a 10%. Erro padrão robusto agrupado (*clustered*) por AMC entre parênteses.

Os resultados obtidos indicam que a presença de UHEs não influencia, positiva ou negativamente, o comportamento dos indicadores relacionados à parcela da população com nível de ensino máximo fundamental, médio ou superior.

Em relação à fração da população sem educação formal, apenas duas das cinco especificações utilizadas (estimadores 1 e 2) indicaram um aumento estatisticamente significativo deste indicador (próximo de 1% em ambos os casos ou, diretamente da tabela, 1,1% e 0,9%).

Diferentemente dos demais indicadores de educação discutidos neste trabalho, a fração da população alfabetizada apresentou, nos municípios abrangidos por UHEs em operação, de acordo com quatro das cinco especificações utilizadas (estimadores 1, 3, 4 e 5), relação negativa estatisticamente significativa (ainda que bastante sutil, inferior a 1% ou, diretamente da tabela, entre 0,4 e 0,9%).

### 3.3 Atividade Econômica

O resultado do método utilizado para verificar a influência, no âmbito municipal, da operação de UHEs sobre os indicadores do tema “Atividade Econômica” é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Efeito da operação de UHEs sobre indicadores da dimensão “Atividade Econômica”

|                                     | Estimador            |                      |                     |                     |                     |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                     | 1                    | 2                    | 3                   | 4                   | 5                   |
| Receita orçamentária                | 0,062**<br>(0.024)   | 0,074***<br>(0.020)  | 0,066***<br>(0.021) | 0,068***<br>(0.022) | 0,057***<br>(0.021) |
| Arrecadação de IPTU                 | 0.069<br>(0.075)     | 0.059<br>(0.074)     | -0.047<br>(0.072)   | -0.023<br>(0.073)   | 0.019<br>(0.078)    |
| Arrecadação de ISS                  | -0.279*<br>(0.148)   | -0.200<br>(0.148)    | -0.193<br>(0.161)   | -0.174<br>(0.164)   | -0.119<br>(0.176)   |
| Emprego formal                      | -0.091***<br>(0.032) | -0.055*<br>(0.031)   | -0.051<br>(0.037)   | -0.065*<br>(0.038)  | -0.053<br>(0.038)   |
| Número de empresas                  | -0.084***<br>(0.017) | -0.042***<br>(0.014) | -0.041**<br>(0.017) | -0.042**<br>(0.017) | -0.041**<br>(0.018) |
| Salário médio do trabalhador formal | 0.033**<br>(0.014)   | 0.026*<br>(0.014)    | 0.008<br>(0.016)    | 0.006<br>(0.017)    | 0.008<br>(0.017)    |

Obs.: \*\*\* significante a 1%, \*\* significante a 5%, \* significante a 10%. Erro padrão robusto agrupado (*clustered*) por AMC entre parênteses.

Todas as cinco especificações utilizadas indicam, com significância estatística a 1% (com exceção do primeiro, cuja significância estatística é de 5%) que a presença de UHEs em um município influencia positivamente a sua receita orçamentária (aumento de cerca de 6,5%). Diferentemente, a arrecadação de IPTU e ISS (com apenas uma exceção para o ISS, no estimador de número 1) parece não ter sido afetada por este tipo de empreendimento.

Ao se olhar para o emprego formal, nota-se que o início da operação das UHEs afeta negativamente a variável, com variações entre 5,5 e 9,1%. Esta relação é esperada, em virtude da grande desmobilização de mão-de-obra decorrente da conclusão das obras civis e da formação do reservatório. Todos os coeficientes são

negativos, sendo que dois deles (estimadores 3 e 5) não apresentam significância estatística a 10%.

Em relação ao número de empresas, todas as especificações utilizadas apontam, com significância estatística, para uma relação negativa entre a operação de UHEs e o número de empresas em um município (de  $-4,1\%$  a  $-8,4\%$ ). Cabe ressaltar, entretanto, que os diferentes setores da economia, dadas as suas características singulares, podem apresentar comportamentos marcadamente distintos ante ao início da operação das UHEs. Em decorrência disto, a análise específica do comportamento do emprego formal e da abertura de empresas nos setores extrativistas, de indústrias e de serviços pode contribuir para a melhor elucidação dos impactos de UHEs sobre a atividade econômica municipal. Tal detalhamento será feito em uma etapa futura do projeto de P&D que deu origem ao presente artigo.

Por fim, os resultados obtidos indicam que a operação de UHEs não possui efeito significativo sobre o salário médio formal. A maior parte das especificações utilizadas indicam relações próximas a zero, sem significância estatística. De forma mais rigorosa, haveria uma queda de  $1,4\%$  para os estimadores 1 e 2, variação que na prática é desprezível dadas as incertezas estatísticas inerentes.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conjunto de dados analisados, até esta etapa do projeto, e a metodologia empregada neste trabalho permitiram avaliar, a partir de uma abordagem de longo prazo, a influência da operação de UHEs sobre diferentes dimensões socioeconômicas dos municípios brasileiros. A fim de que a interpretação dos resultados apresentados seja feita de forma apropriada, a leitura mais adequada da ausência de relação entre a operação de UHEs e um determinado indicador, por exemplo, é a de que este tipo de empreendimento não é responsável pelo estabelecimento de mecanismos que exercerão influência continuada ou permanente sobre a variável analisada. Portanto, os resultados apresentados no trabalho podem subsidiar o planejamento de ações estratégicas focadas nos elementos estruturais (assistência médica básica, ensino público, saneamento etc.) necessários para que os impactos positivos e negativos da operação de UHEs sobre os municípios sejam potencializados e mitigados, respectivamente. Foi observado que, apesar do aumento da receita orçamentária nos municípios que possuem UHEs em seus territórios, os indicadores de saúde pública permanecem inalterados ao

longo do período analisado. Esse resultado enseja uma relevante e necessária discussão sobre as alternativas de investimentos municipais da receita gerada, direta ou indiretamente, pela operação de UHEs.

Há de se considerar, entretanto, que, ao serem privilegiados os efeitos de longo prazo, o estudo não permite a discussão sobre os impactos imediatos das diferentes fases do processo de implantação de UHEs sobre os municípios. Em função desta limitação, as informações ora apresentadas não fornecem elementos suficientes para que o tratamento dado a este tipo de impacto nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) de UHEs, por exemplo, seja analisado criticamente. Esta abordagem, devido à sua relevância para o desenvolvimento do setor elétrico, integra o escopo do projeto de P&D ao qual este artigo está associado e será tratada posteriormente.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos pesquisadores Fábio Adriano Miessi Sanches e Francisco Costa pelos comentários.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Sistema de Informação Georreferenciadas do Setor Elétrico*. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>. Acesso em: 4 mar. 2015a.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Informações técnicas*. Acesso em: 4 mar. 2015b.

ARRUDA, N. M. B. DE. *Avaliação de variáveis de qualidade de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Foz do Areia, Segredo e Caxias, como instrumento de gestão de bacias hidrográficas*. 2014. 227 f. Universidade Federal do Paraná, 2014.

BERNARDY, R. J. *et al.* Análise da Influência dos Empreendimentos Hidrelétricos Sobre as Receitas Municipais no Entorno do Rio Uruguai. *Desenvolvimento em questão*, v. 12, n. 27, p. 155–184, 2014.

COELHO, S. J.; PEREIRA, J. A. A. A paisagem na área de influência da Usina Hidrelétrica do Funil (UHE-Funil) percebida através do EIA-RIMA. *PAISAGEM AMBIENTE: ENSAIOS*, n. 28, p. 133–148, 2011.

CRUZ, M. F. R. *Estudo Epidemiológico da leishmaniose tegumentar americana (LTA), no município de Itambaracá, região Norte do Estado do Paraná, Brasil, em áreas de influência do complexo hidrelétrico na bacia do Rio Paranapanema*. 2008. 168 f. Universidade de São Paulo, 2008.

DUARTE, P.; LAMOUNIER, W.; TAKAMATSU, R. Modelos econométricos para dados em painel: aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças. 2007, São Paulo, 2007.

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science and Policy*, v. 38, p. 164–172, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>>.

FEARNSIDE, P. M. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management*, v.

24, n. 4, p. 483–495, 1999.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, v. XII, n. 2, p. 307–323, 2009.

IBAMA. *Licenciamento Ambiental*. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento-ambiental/processo-de-licenciamento>>. Acesso em: 3 mar. 2015.

MANYARI, W.; CARVALHO JR, O. Environmental considerations in energy planning for the Amazon region: Downstream effects of dams. *Energy Policy*, v. 35, n. 12, p. 6526–6534, dez. 2007.

RODRIGUES, E. DE A. S. *Alterações ambientais e os riscos de transmissão da Leishmaniose tegumentar americana na área de influência da UHE Serra do Facão, Goiás, Brasil*. 2011. 100 f. Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

SILVA, A. W. L. DA; SELIG, P. M.; MORALES, A. B. T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. *Ambiente & Sociedade*, v. 15, n. 3, p. 75–96, 2012.

SILVA, A. P. D. S. *et al.* Qualidade Da Água Do Reservatório Da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 33, n. 6, p. 1063–1069, 2009.

THIENGO, S. C.; SANTOS, S. B.; FERNANDEZ, M. A. Malacofauna límnic da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil. I . Estudo qualitativo. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 4, p. 867–874, 2005.

VON SPERLING, E. Hydropower in Brazil: Overview of positive and negative environmental aspects. *Energy Procedia*, v. 18, p. 110–118, 2012.