

## **Proposta de Método para Seleção e Avaliação dos Impactos Socioambientais da Expansão do Setor Elétrico para a Avaliação de Impactos dos Potenciais Não-Aproveitados em Inventários Hidroelétricos**

*Denise F. de Matos<sup>1</sup>; Fernanda da S. Costa<sup>2</sup>; Jorge M. Damázio<sup>3</sup>; Katia C. Garcia<sup>4</sup>; Alexandre M. Medeiros<sup>5</sup>; Igor P. Raupp<sup>6</sup>; Luciana R. L. da Paz<sup>7</sup>.*

**Resumo** - Os Estudos de Inventário Hidroelétrico de bacias hidrográficas têm por objetivo a análise das possíveis alternativas de divisão de quedas da bacia hidrográfica em foco para a seleção da melhor alternativa considerando os enfoques socioambiental e econômico-energético, utilizando uma análise multiobjetivo.

Seguindo uma sistemática de revisão e aprimoramento das metodologias de Estudos de Inventário, foi desenvolvido um método para a consideração de impacto socioambiental relativo a potenciais hidroelétricos economicamente atraentes, porém descartados em Estudos de Inventário por razões de impacto socioambiental, cuja energia deverá ser suprida por outra fonte ou por fonte hídrica fora da bacia em estudo. O presente trabalho discute as primeiras etapas deste método: seleção de impactos socioambientais associados às diversas fontes de energia elétrica no horizonte de longo prazo e cálculo do índice de impacto socioambiental no longo prazo associado ao planejamento da expansão.

**Palavras-Chave** – estudos de inventário hidroelétrico; impacto socioambiental; planejamento da expansão.

### **Draft methodology for Selection and Evaluation of Social and Environmental Impacts of Electric Sector Expansion for Impact Assessment of Untapped Hydropower Potential in Hydropower Inventories**

**Abstract** – River Basins Hydropower Inventory Studies aim the analysis of possible cascades in the basin for the selection of the best alternative through a multi-objective analysis considering environmental and economic-energetic criteria.

Following a systematic review and improvement of methodologies for Hydropower Inventory Studies, a new methodology was developed to incorporate the socioenvironmental impact of economic attractive hydropower potential discarded at Inventory Studies due to environmental issues. This work discusses an intermediary stage of the methodology in which an index of socioenvironmental impact associated with the long run electricity generation expansion is calculated.

**Keywords** – hydroelectric inventory studies, environmental impact; expansion planning.

<sup>1</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, denise@cepel.br.

<sup>2</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica / Universidade do Estado do Rio de Janeiro, fernanda@cepel.br.

<sup>3</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica / Universidade do Estado do Rio de Janeiro, damazio@cepel.br

<sup>4</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, garciak@cepel.br

<sup>5</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, mollica@cepel.br

<sup>6</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, raupp@cepel.br

<sup>7</sup> Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, lrocha@cepel.br

## INTRODUÇÃO

No Brasil, os estudos de inventário hidrelétrico caracterizam-se pela concepção, análise e comparação de diferentes alternativas de divisão de quedas em uma bacia hidrográfica, com o objetivo de selecionar aquela que apresente o melhor balanço entre os custos de implantação e operação, benefícios energéticos e impactos socioambientais. A comparação é feita através de uma análise multiobjetivo que considera como critério básico de seleção da melhor alternativa a “maximização da eficiência econômico-energética com a minimização dos impactos socioambientais negativos, levando em conta os impactos socioambientais positivos da implementação de usinas hidrelétricas na bacia”, conforme o Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (Brasil, 2007).

No que tange a questão socioambiental, para cada alternativa de divisão de quedas são calculados os índices de impacto socioambiental negativo e positivo, considerando apenas os impactos gerados dentro da bacia hidrográfica em estudo. Neste cálculo a complementação energética (diferença entre as energias firmes da alternativa com maior potencial e da alternativa em questão) não é considerada. É importante salientar que no cálculo do índice de eficiência econômico-energética das alternativas, a complementação energética é levada em consideração e é valorada pelo custo unitário da energia no longo prazo no sistema interligado nacional. Embora, os impactos socioambientais não levem em consideração a complementação energética, o impacto associado a esta energia pode não ser desprezível e, desta forma, vir a alterar a escolha da melhor alternativa de divisão de quedas. Em vista disso e com o intuito do contínuo aprimoramento das metodologias atualmente em uso nos estudos de inventário, foi desenvolvida uma metodologia (CEPEL, 2012), cujos objetivos são:

1. Explicitar aos tomadores de decisão e à sociedade como um todo que, ao abrir mão de um potencial hidrelétrico eficiente sob o ponto de vista econômico-energético, está se optando por produzir a mesma energia por meio de outra fonte de geração, ou em outra bacia hidrográfica, o que também produz impactos socioambientais específicos;
2. Inserir na comparação das alternativas de divisão de quedas o índice socioambiental da complementação energética das alternativas de divisão de quedas (IACE);

Em analogia a consideração da energia complementar no índice de eficiência econômico-energética, considerou-se que o IACE deve incorporar os impactos socioambientais externos à bacia representativos de diversas fontes, numa visão de longo prazo, ou seja, associados à expansão da geração de energia elétrica.

A metodologia foi desenvolvida considerando as seguintes etapas:

1. Seleção dos impactos socioambientais das fontes de geração na matriz elétrica de longo prazo;
2. Definição de indicadores para os impactos selecionados;
3. Agregação dos indicadores em um único índice (IAEXP);
4. Cálculo do índice socioambiental da complementação energética das alternativas de divisão de quedas (IACE);
5. Incorporação do IACE na análise multiobjetivo dos Estudos de Inventário.

No desenvolvimento da metodologia foram consideradas as fontes: hidrelétrica, termelétrica a gás natural, termelétrica a carvão mineral, termelétrica a biomassa de cana de açúcar, termonuclear e eólica, uma vez que estas fontes totalizavam no ano de 2006 cerca de 98% da matriz elétrica brasileira e no cenário esperado para 2030 as mesmas continuam totalizando o mesmo percentual da matriz elétrica (BRASIL, 2007b).

Destaca-se na metodologia, a etapa 3 onde se propõe um exercício de cálculo do índice IAEXP, como um índice de impacto socioambiental de longo prazo referente à expansão planejada do setor elétrico nacional, usando como referência o Plano Nacional de Expansão (PNE) em sua versão corrente

O foco do presente artigo são as etapas 1, 2 e 3, necessárias para a construção do IAEXP. As etapas 4 e 5 foram descritas em CEPEL, 2012 e MATOS et al 2013. É feita uma apresentação geral das etapas 1 a 3 e o detalhamento das etapas 1 e 2 terá como base apenas a fonte hidrelétrica.

## ETAPA 1: SELEÇÃO DOS IMPACTOS

A primeira etapa da metodologia consiste em levantar os impactos mais significativos das fontes de geração de energia elétrica, considerando todas as fases do seu ciclo de vida. Recomenda-se que este levantamento seja baseado em referências bibliográficas de reconhecimento notário. Uma publicação fundamental nesta análise é o Plano Nacional de Energia mais atualizado do país. Este levantamento de tal monta resulta numa lista bastante extensa (CEPEL, 2012), o que torna necessário a aplicação de filtros na listagem inicial. A metodologia propõe a aplicação de quatro filtragens, que utilizam diferentes critérios de exclusão, conforme descritas a seguir:

- Primeira filtragem – manter apenas os impactos considerados como mais relevantes nas referências bibliográficas consultadas para a elaboração da listagem inicial.
- Segunda filtragem – descartar os impactos associados a “riscos”, ou seja, os efeitos resultantes de acidentes e de funcionamento não rotineiro. Desta forma são considerados apenas os impactos socioambientais negativos relacionados ao funcionamento rotineiro das instalações, em condições de operação dentro dos padrões exigidos na legislação e utilizando a melhor tecnologia disponível.
- Terceira filtragem (seleção qualitativa de impactos socioambientais) – considerar os impactos com base nos atributos duração, reversibilidade e abrangência espacial; descartando aqueles classificados como temporários e reversíveis e locais e reversíveis.
- Quarta filtragem (seleção final dos principais impactos socioambientais) - selecionar os impactos de acordo com sua "significância", definida como uma função da magnitude e importância dos impactos (CEPEL, 2011).

Na quarta filtragem são estabelecidos procedimentos para definir a magnitude e a importância dos impactos: Para o primeiro critério, cada especialista da equipe classifica a magnitude de cada impacto em alta (A), média (M) ou baixa (B), e as diferenças de classificação dos especialistas são discutidas visando à obtenção, por de consenso, de uma classificação única. Para a importância, considerada como diretamente proporcional a qualidade e/ou especificidade do recurso ambiental afetado, para cada fonte é feita uma análise hierárquica (SAATY, 1980) constituindo uma matriz, de comparação par a par dos impactos com base na escala de notas: 1 – Importância igual, 3 – Moderadamente Mais importante; 5 – Fortemente Mais Importante; 7 – Muito Fortemente Mais Importante; 1/3 – Moderadamente Menos Importante; 1/5 – Fortemente Menos Importante; 1/7 – Muito Fortemente Menos Importante. Destas notas são obtidos os pesos dos impactos, sendo a média aritmética dos pesos usada como linha de corte para classificar os impactos em mais importantes (A) e menos importantes (B).

A seguir cada impacto é classificado por um par de letras, relativas à suas magnitude e importância. Os impactos AA e MA são mantidos e os impactos BB e MB descartados. Os impactos BA e AB devem ser analisados em separado pelos especialistas, para definir sua

manutenção/exclusão no estudo. Resulta uma lista de impactos por fonte, denominados **IMPACTOS-FONTE**. No exercício de aplicação da metodologia verificou-se que alguns impactos foram selecionados em mais de uma fonte, e assim foram agrupados em “tipos” de impacto, gerando uma lista de **IMPACTOS-TIPO**.

## **ETAPA 2: DEFINIÇÃO DE INDICADORES**

Para cada impacto-fonte deve ser elaborada uma ficha de descrição, contendo: fontes do impacto (as ações que o provocam), descrição do impacto, receptores e efeitos potenciais. Estas fichas são a base para a definição dos indicadores mais apropriados para a mensuração dos impactos. Com o intuito de se obter graus de impacto entre zero e um devem ser definidos, também, os valores máximos admissíveis para cada um dos indicadores, de modo que na atribuição da nota do impacto, o grau de impacto igual a zero corresponde à ausência de impacto e o grau de impacto igual a 1 corresponde ao Impacto Máximo Admissível.

No exercício de aplicação da metodologia o conceito de impacto máximo admissível foi definido caso a caso. Para os impactos cujos efeitos são regulados por legislação, foram utilizados, com as devidas adaptações, os limites estabelecidos na legislação aplicável. No caso dos impactos cujos efeitos não sofrem regulação legal, pelo menos no que diz respeito ao aspecto quantificado usando o indicador selecionado para medi-lo no presente trabalho, foi usado como referência o histórico dos projetos anteriores para arbitrar um valor máximo admissível.

A definição dos indicadores leva em consideração a aplicação em análise de planos com horizontes de longo prazo quando, em geral, não se dispõe dos projetos/localização das plantas, portanto, devem ser tais que independam dessas características. Por outro lado, alguns impactos de hidrelétricas são fortemente associados a características locais, o que motivou no exercício a considerar a simplificação de adotar como indicador as notas associados a estes impactos nos Estudos de Inventários recentes.

## **ETAPA 3: CÁLCULO DO IAEXP**

O cálculo do IAEXP deve ser feito em cinco etapas:

1. Definição do Grau de Impacto (GI) para cada Impacto-fonte;
2. Cálculo do peso relativo (p) para cada Impacto-tipo;
3. Cálculo do Grau de Impacto modificado (GI\*);
4. Cálculo do IAEXP Preliminar;
5. Cálculo do IAEXP Final.

Para a definição do Grau de Impacto (GI) é feita uma avaliação do impacto que cada impacto-fonte exerce sobre o meio socioambiental do país numa escala numérica continua entre 0 e 1, onde o valor 1 é associado ao Impacto Máximo Admissível e o valor 0 à ausência de impacto, os valores intermediários são obtidos por interpolação linear.

No cálculo dos pesos relativos (p) dos impactos-tipos adota-se mais uma vez análise hierárquica usando-se o método Saaty. Nesta análise a comparação par a par entre os impactos-tipo considera a escala 1, 3, 5, 1/3 e 1/5. O grau de impacto modificado (GI\*) é obtido pela multiplicação do grau do impacto-fonte (GI) e do peso associado ao tipo de impacto-tipo (p), de acordo com a equação (1), onde k representa a fonte e j representa o impacto-tipo:

$$GI^*_{k,j} = GI_{k,j} \cdot p_j \quad (1)$$

Para a obtenção do IAEXP preliminar é necessário calcular a participação das fontes no mix da expansão da geração de energia elétrica, representado pelo Plano Nacional de Energia. Como os Estudos de Inventário correspondem a uma visão de longo prazo, sugere-se que os percentuais de participação das diferentes fontes sejam obtidos a partir da configuração dos últimos anos do horizonte do Plano. De posse dos graus de impacto modificado ( $GI^*$ ) e do percentual de participação de cada fonte ( $f$ ) no mix da expansão da geração de energia elétrica, utilizando a equação (2) chega-se ao valor de um índice representativo do impacto socioambiental negativo da expansão da geração preliminar, IAEXPpreliminar (IAEXPprel).

$$IAEXPprel = \sum_j \sum_k GI^*_{k,j} \cdot f_k \quad (2)$$

O IAEXP Final é obtido dividindo-se o IAEXP preliminar pelo IAEXP preliminar máximo possível. O IAEXP preliminar máximo é calculado por meio da equação (2), considerando para todos os impactos o valor máximo para o Grau de Impacto Modificado, isto é,  $GI^*_{k,j}=1$ , para todo  $i$  e  $k$ .

## EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Para ilustrar os procedimentos adotados no cálculo do índice objeto deste artigo, a seguir é apresentado um exemplo de aplicação da metodologia tendo como foco, nas etapas de seleção e avaliação dos impactos, a fonte de geração hidrelétrica.

### Etapa 1 - Seleção dos Impactos

A primeira filtragem foi feita com base nas referências European Commission 1995, Brasil 2007 e Brasil 2007b e teve como resultado uma lista de 148 impactos, sendo 18 de geração hidrelétrica, 31 de geração termelétrica a gás natural, 41 de geração termonuclear, 16 de geração termelétrica a carvão mineral, 27 de geração termelétrica a biomassa de cana, e 15 de geração eólica. Na seleção destes impactos foi considerado o ciclo de vida completo das fontes, desde a exploração dos combustíveis até o descomissionamento das plantas. Optou-se no caso da geração hidrelétrica por usar uma lista de impactos compatível com os impactos considerados no Manual de Inventário Hidrelétrico, uma vez que esta metodologia é uma complementação daquela.

Na segunda filtragem foram descartados os impactos referentes a riscos de acidentes, considerando-se apenas as consequências da instalação e operação cotidiana da plantas, usando a tecnologia mais usual no país e em conformidade com os padrões legais estabelecidos, como descrito anteriormente. Como resultado obteve-se uma lista com 127 impactos.

Para terceira filtragem os 127 foram classificados de acordo com os critérios abrangência espacial; reversibilidade e duração, e descartados os impactos locais e reversíveis e os temporários e reversíveis, salvo avaliação conjunto em contrário, resultando em uma lista de 63 impactos.

A quarta filtragem teve como resultado geral uma lista de 17 impactos-fonte, que foram agrupados em 10 impactos-tipo. Como a quarta filtragem e a seleção dos indicadores requerem um maior detalhamento optou-se neste artigo por apresentar o exemplo de aplicação da metodologia apenas para a fonte hidrelétrica.

Para realizar a quarta filtragem dos impactos, os mesmos foram classificados de acordo com sua magnitude (MAG) e importância (IMP), conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Avaliação da Magnitude e Importância dos Impactos da Geração Hidrelétrica

Impactos Socioambientais	MAG	Pesos (MED = 0,1)	IMP	Mag+ Imp	Sel.
Interferências sobre as atividades econômicas	A	0,019	B	AB	
Potencialização dos conflitos	A	0,051	B	AB	
Interferência sobre a biodiversidade	A	0,129	A	AA	X
Interferência sobre o uso e ocupação do solo	A	0,068	B	AB	X
Intensificação da demanda sobre serviços públicos	A	0,083	B	AB	
Interferência sobre os Modos de Vida	A	0,140	A	AA	X
Interferência sobre a Organização Territorial	M	0,072	B	MB	
Remanejamento da População	A	0,220	A	AA	X
Interferência nas condições etno-ecológicas (populações tradicionais e povos indígenas)	M	0,184	A	MA	X
Interferência no regime de vazões	A	0,034	B	AB	

Fonte: CEPEL, 2012

A média dos pesos (MED) entre os impactos-fonte da geração hidrelétrica foi de 0,1, usado como linha de corte para definir o grau de importância dos mesmos. A última coluna do Quadro 1 destaca os cinco impactos selecionados. Os impactos “interferência sobre a biodiversidade”, “interferência sobre uso do solo” e “remanejamento da população” foram considerados em conjunto usando o indicador “área média ocupada por GW”, resultando em três impactos para a fonte hidrelétrica.

## Etapa 2 - Definição dos Indicadores

Utilizando as fichas dos impactos e a pesquisa realizada foram definidos os indicadores e o valor do Impacto Máximo Admissível para cada um dos 10 impactos-tipos. São apresentados no Quadro 2 os indicadores e seus valores Máximos Admissíveis para os impactos da fonte de geração hidrelétrica.

Quadro 2 - Indicadores e Valor Máximo Admissível– Impactos da Geração Hidrelétrica

IMPACTO	INDICADOR	MÁXIMO	JUSTIFICATIVA
Interferência sobre o uso e ocupação do solo	Área média utilizada por GW	1.000 km <sup>2</sup> /GW	O valor refere-se ao dobro da taxa média de uso da terra da fonte de geração de energia elétrica com maior taxa de uso considerada na análise, a saber, geração hidrelétrica.
Interferência sobre os Modos de Vida	Nota do componente-síntese Modos de Vida em Inventários recentes.	1	Como 90% do potencial a ser explorado no PNE2030 encontra-se na região amazônica, utilizou-se como indicador a nota do componente-síntese Modos de Vida dos estudos de inventários mais recentes nesta região.
Interferência nas condições etno-ecológicas	Nota do componente-síntese Povos Indígenas e Populações Tradicionais em Inventários recentes.	1	O valor a ser atribuído a este impacto será considerado como a maior nota do componente-síntese Povos indígenas e Populações Tradicionais de Estudos de Inventário recentes na região amazônica, considerando apenas as alternativas vencedoras de cada inventário.

Fonte: CEPEL, 2012

## Etapa 3 - Cálculo do IAEXP

Para calcular o IAEXP foram definidos os graus dos impactos utilizando os indicadores selecionados. Adotou-se como referência o Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2007b).

No que diz respeito ao impacto “interferência sobre o uso e ocupação do solo”, os valores utilizados para definir o grau de impacto foram as médias das áreas utilizadas por fonte para obter a

potência instalada equivalente a 1 gigawatt. O grau de impacto de cada fonte foi definido como sua relação entre a área média necessária para obter a potência instalada de 1 gigawatt e o valor máximo admissível arbitrado. Para obter uma taxa de uso da terra para a fonte de geração hidrelétrica foram usados dados do Ministério de Minas e Energia<sup>8</sup> de capacidade instalada para os anos de 2000 a 2005 e a área inundada acumulada para estes mesmos anos. Foi obtido o valor de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>/GW para a área média utilizada para geração hidrelétrica.

No que diz respeito ao impacto “interferência sobre os modos de vida” o valor atribuído a este impacto foi considerado como a maior nota do componente-síntese “modos de vida” de estudos de inventário recentes na região amazônica, considerando apenas as alternativas vencedoras de cada inventário. Uma vez que a nota para o impacto em questão atribuída nos estudos de inventário consideraram como “1” o impacto de degradação total da bacia, e nesta metodologia estamos considerando não a bacia, mas o país, foi utilizado um deflator de 0,8 neste impacto. Desta maneira, o grau de impacto para este impacto foi de 0,49 multiplicado por 0,8, totalizando 0,392.

O procedimento de avaliação no que diz respeito ao impacto “Interferência nas Condições Etno-ecológicas (populações tradicionais e povos indígenas)” foi análogo ao adotado para o impacto descrito acima. O grau de impacto obtido foi de 0,632. A tabela 1 apresenta os Graus de impacto e os Graus de Impacto Modificados (GI\*) para a fonte geração hidrelétrica, usando a equação (1). Os pesos dos três impactos-tipos da fonte hidrelétrica foram obtidos através da aplicação do Método de Saaty considerando os 10 impactos-tipos.

Tabela 1 - Grau de impacto Geração Hidrelétrica

IMPACTO	GI	Peso Relativo	GI*
Interferência sobre o uso e ocupação do solo	0,5	0,072	0,0359
Interferência sobre os Modos de Vida	0,392	0,072	0,0282
Interferência nas condições etno-ecológicas	0,632	0,165	0,1043

Fonte: CEPTEL, 2012

Seguindo o mesmo procedimento apresentado para fonte hidrelétrica, foram calculados os Graus de Impactos Modificados das demais fontes tendo como referência o mix de fontes dos últimos 10 anos do PNE 2030. Aplicando a equação (2) calculou-se o IAEXP Preliminar, de valor 0,1727. O IAEXP preliminar máximo obtido foi igual a 0,303, resultando em um IAEXP Final igual a 0,57. Considerando como 1 o impacto socioambiental negativo máximo admissível representativo da expansão, o PNE2030 se encontra a 57% deste valor. Com este valor é possível calcular o índice socioambiental da complementação energética das alternativas de divisão de quedas (IACE), que tem o objetivo de quantificar o impacto socioambiental da energia não aproveitada em dado inventário, e que supõe-se que deve ser gerada em outra bacia ou por outra fonte no plano (MATOS et al, 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consideração do impacto socioambiental negativo do não-aproveitamento de potenciais hidrelétricos economicamente atrativos em Estudos de Inventário explicita aos tomadores de decisão e a sociedade em geral, que o não aproveitamento de potenciais hidrelétricos economicamente atrativos, em um país em que a demanda por energia elétrica ainda é crescente,

<sup>8</sup> Dados do balanço energético nacional, disponível no site do Ministério de Minas e Energia.

não significa ausência de impacto socioambiental, uma vez que o montante de energia referente a este potencial terá que ser produzido por outra fonte e/ou pela fonte hídrica em outra bacia.

Neste artigo foi apresentado um exercício para testar as etapas 1, 2 e 3 da metodologia proposta, com foco na fonte de geração hidrelétrica. Este trabalho pode ser visto como um primeiro passo para estruturação de procedimentos de consideração do impacto socioambiental negativo referente ao não aproveitamento do potencial hidroelétrico economicamente atrativo de bacias hidrográficas.

A fim de aprimorar os resultados obtidos, sugerem-se conjuntos de ações tais como: revisão de tópicos da metodologia, como a definição dos critérios de máximo impacto admissível; rediscussão das etapas do ciclo de vida da geração de energia elétrica por biomassa de cana-de-açúcar; ampliação da gama de especialistas envolvidos nas discussões; ampliação da bibliografia consultada. Da mesma forma, toda atualização do Plano Nacional de Energia pressupõe uma revisão das etapas da metodologia referentes ao cálculo do IAEXP.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, (2007), *Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas* – Edição 2007, MME/CEPEL, Rio de Janeiro.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (2007b). *Plano Nacional de Energia 2030 – Documento Final*. MME/ EPE, Brasília.

CEPEL (2011). *Levantamento Bibliográfico como Subsídio para Construção de Metodologia para Definição do Índice de Impacto Socioambiental Negativo do Não-Aproveitamento de Potenciais Hidroelétricos em Estudos de Inventário de Bacias Hidrográficas*. Relatório Técnico nº 39240/2011. Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente – DEA. Rio de Janeiro.

CEPEL (2012). *Proposta Metodológica para a consideração do Impacto Socioambiental Negativo do Não-Aproveitamento de Potenciais Hidrelétricos Economicamente Atrativos em Estudos de Inventário de Bacias Hidrográficas*. Relatório Técnico nº 39654/2012. Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente – DEA. Rio de Janeiro.

EUROPEAN COMMISSION (1995). *Externalities of Energy – ExternE*. Vol 2: Methodology. Luxembourg.

MATOS et al (2013). Proposta de Consideração do Impacto Socioambiental do Não-Aproveitamento de Potenciais Hidrelétricos Economicamente Atrativos em Estudos de Inventário de Bacias Hidrográficas. In *Anais do XXII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica*, Brasília, Out. 2013.

SAATY, T. L (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, N. York, USA: MacGraw-Hill.