



**ELTON MAGNO DE FREITAS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS  
AMBIENTAIS DE PEQUENAS CENTRAIS  
HIDRELÉTRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO GRANDE, EM MINAS GERAIS**

**LAVRAS – MG**

**2014**

**ELTON MAGNO DE FREITAS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS AMBIENTAIS DE  
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE, EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. José Aldo Alves Pereira

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Freitas, Elton Magno de.

Avaliação da qualidade de estudos ambientais de pequenas centrais hidrelétricas na bacia hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais / Elton Magno de Freitas. – Lavras : UFLA, 2014.

142 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: José Aldo Alves Pereira.

Bibliografia.

1. Relatório de controle ambiental. 2. Plano de controle ambiental. 3. Avaliação de impacto ambiental. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 333.914

**ELTON MAGNO DE FREITAS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS AMBIENTAIS DE  
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE, EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 09 de julho de 2014.

Dr. Luis Antônio Coimbra Borges UFLA

Dr. Geraldo Lúcio Tiago Filho UNIFEI

---

Dr. José Aldo Alves Pereira  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2014**

*Aos meus pais, Luiz Carlos e Sandra, pela dedicação, amor e confiança de uma  
vida*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que mostra e auxilia o melhor caminho a seguir.

Aos meus pais, exemplo de vida e de amor incondicional em todos os momentos.

Aos meus irmãos, não os escolhi, mas não escolheria outros quaisquer.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), pelo apoio na construção deste trabalho, fornecendo os dados para este estudo.

Ao meu orientador, professor Dr. José Aldo Alves Pereira, por acreditar na minha capacidade, pela paciência, pela confiança concedida e, acima de tudo, pela amizade firmada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade e espaço concedido para que nosso trabalho fosse desenvolvido.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia Florestal, pelo auxílio no conhecimento adquirido.

Aos irmãos de vida, que caminham comigo onde eu estiver. Cleber, Dora, Mingau, Jamilson, Kátia, Thaís, Nathália, Tati, Célio, Paulo, Guilherme, Weder, Leandra, Marta, Fernanda, Sofia, Cláudia, aos amigos do mestrado, aos amigos ourensenses, aos amigos goianos... sem vocês essa caminhada não teria tanto brilho.

A todos que cruzam meu caminho e marcam minha vida, amo de coração!

*“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”*

*Antoine de Saint-Exupéry*

## RESUMO GERAL

Atividades que modifiquem o ambiente ao seu redor e/ou utilizem dos recursos naturais devem ser alvo de um processo de licenciamento ambiental, previsto legalmente na Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981). No decorrer deste processo, é necessário que o órgão ambiental vigente defina o Estudo Ambiental necessário ao licenciamento e aprove o seu conteúdo, assim que entregue pelo empreendedor interessado. Entretanto, a qualidade destes Estudos Ambientais nem sempre condiz com o previsto, tendo deficiências técnicas e legais. Objetivou-se neste trabalho analisar estas deficiências de Estudos Ambientais pertencentes a 20 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais, além de agrupá-los de acordo com a semelhança entre estes. A obtenção dos dados seguiu metodologia adaptada de Zanzini (2001), atendendo a indicadores legais e ambientais por meio de índices numéricos. Os resultados, oriundos das análises técnicas e dos agrupamentos, demonstram fragilidades no que tange ao cumprimento legal previsto e, também, na qualidade técnica ambiental.

Palavras-chave: Relatório de Controle Ambiental. Plano de Controle Ambiental. Avaliação de Impacto Ambiental.

## GENERAL ABSTRACT

Activities which modify the environment around it and/or use the natural resources must be the target of an environmental licensing, legally predicted in the Law n° 6,938/1981 (Brasil, 1981). During this process, it is necessary that the present environmental organ define the Environmental Study necessary to the licensing and approve its content, just as the interested entrepreneur delivers it. However, the quality of these studies not always befits with the predicted, presenting technical and legal deficiencies. The objective in this work was to analyze these deficiencies of Environmental Studies belonging to 20 small hydroelectric power (SHP), located in the Rio Grande Watershed, in Minas Gerais, Brazil, in addition to grouping them according to the similarities between them. The data achievement followed the methodology adapted by Zanzini (2001), meeting legal and environmental indicators by means of numeric indexes. The results, derived from the technical analyses and from the groupings, demonstrated fragilities regarding the predicted legal fulfilment and, also, in the environmental technique quality.

Keywords: Environmental Control Report. Environmental Control Plan. Environmental Impact Evaluation.

## LISTA DE FIGURAS

### PRIMEIRA PARTE

Figura 1	Matriz Energética Brasileira em operação em 2014 – Potência Fiscalizada em kW (BRASIL, 2014) .....	16
Figura 2	Potencial Hidrelétrico Brasileiro no ano de 2012 (ELETROBRÁS, 2014). .....	22

### SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Figura 1 -	Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BRASIL, 2007). .....	50
Figura 2 -	Localização das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) dentro da Bacia Hidrográfica do rio Grande. ....	53
Figura 3 -	Nº de Estudos Ambientais em Classes de Concordância do ICL ...	65
Figura 4 -	Nº de Estudos Ambientais e suas Classes de Concordância em relação a cada Indicador Legal .....	69
Figura 5 -	Nº de Estudos Ambientais em Classes de Concordância do Índice de Concordância Ambiental.....	81
Figura 6 -	Nº de Estudos Ambientais e suas Classes de Concordância em relação a cada Indicador Ambiental.....	85

#### ARTIGO 2

Figura 1 -	Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BRASIL, 2007). .....	109
Figura 2 -	Localização das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) dentro da Bacia Hidrográfica do rio Grande. ....	112
Figura 3 -	Agrupamentos dos 20 Estudos Ambientais em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais. ....	122

Figura 4 - Agrupamentos dos Estudos Ambientais de empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental Licença Ambiental Corretiva ou Reativação, em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais. ....	123
Figura 5 - Agrupamentos dos Estudos Ambientais de empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental Licença Prévia, em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais. ....	124

## LISTA DE TABELAS

### PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Impactos ambientais (negativos ou benéficos) decorrentes da implantação de PCH e/ou UHE .....	28
Tabela 2	Impactos no meio físico decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos .....	30
Tabela 3	Impactos no meio biótico decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos .....	31
Tabela 4	Impactos no meio socioeconômico e cultural decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos .....	33
Tabela 5	Medidas típicas de um plano de gestão ambiental de uma barragem .....	35

### SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

#### ARTIGO 1

Tabela 1 -	Potência fiscalizada (kW) na BHRG – MG (IPT, 2008). .....	51
Tabela 2 -	PCHs analisadas e aprovadas entre 1986 e 2012 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais. ....	53
Tabela 3 -	Número de itens e pesos assumidos para cada indicador legal .....	57
Tabela 4 -	Número de itens e pesos assumidos para cada indicador socioambiental. ....	59
Tabela 5 -	Número e porcentagem de RCAs de acordo com classes de concordância do Índice de Concordância Legal. ....	64
Tabela 6 -	Número e porcentagem dos Estudos Ambientais de acordo com classes de concordância do ICL <sub>1</sub> . ....	68
Tabela 7 -	Exemplos de estratégias para alguns levantamentos de dados.....	76

Tabela 8 - Número e porcentagem de RCAs de acordo com classes de concordância do Índice de Concordância Ambiental .....	80
Tabela 9 - Número e porcentagem dos Estudos Ambientais de acordo com classes de concordância do ICA <sub>1</sub> .....	83
Tabela 10 - Potência instalada por km <sup>2</sup> das PCHs analisadas .....	95

## **ARTIGO 2**

Tabela 1 - Potência fiscalizada (kW) na BHRG – MG (IPT, 2008). .....	110
Tabela 2 - PCHs analisadas e aprovadas entre 1986 e 2012 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais. ....	112
Tabela 3 - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador legal.....	116
Tabela 4 - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador socioambiental. ....	118
Tabela 5 - Códigos para representação das PCHs.....	119

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> ..... 18
<b>2.1</b>	<b>Exploração hidrelétrica no mundo</b> ..... 18
<b>2.2</b>	<b>Exploração hidrelétrica no Brasil</b> ..... 20
<b>2.3</b>	<b>Licenciamento Ambiental</b> ..... 23
<b>2.3.1</b>	<b>Licenciamento Ambiental em Minas Gerais</b> ..... 26
<b>2.4</b>	<b>Impactos socioambientais causados por empreendimentos hidrelétricos</b> ..... 28
<b>2.5</b>	<b>Medidas mitigadoras para empreendimentos hidrelétricos</b> ..... 35
<b>2.6</b>	<b>Análise Multivariada</b> ..... 36
<b>2.6.1</b>	<b>Método de Classificação</b> ..... 37
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> ..... 40
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 41
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS</b> ..... 46
	<b>ARTIGO 1 Qualidade dos estudos ambientais de PCHs na bacia hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais</b> ..... 46
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 48
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> ..... 50
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> ..... 64
<b>3.1</b>	<b>Concordância com a Legislação</b> ..... 64
<b>3.1.1</b>	<b>Concordância dos RCAs com a Legislação</b> ..... 64
<b>3.1.2</b>	<b>Concordância dos Indicadores com a Legislação</b> ..... 68
<b>3.2</b>	<b>Concordância com Parâmetros Socioambientais</b> ..... 80
<b>3.2.1</b>	<b>Concordância dos RCAs com Parâmetros Socioambientais</b> ..... 80
<b>3.2.2</b>	<b>Concordância dos Indicadores com Parâmetros Socioambientais</b> . 83
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> ..... 97
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 100
	<b>ARTIGO 2 Agrupamento de 20 estudos ambientais de PCHs na bacia do Rio Grande, Minas Gerais</b> ..... 105
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 107
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> ..... 109
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> ..... 121
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> ..... 129
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 131
	<b>ANEXOS</b> ..... 135

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A Energia é o ingrediente para o desenvolvimento de um país, sendo uma fonte de oportunidades sociais e econômicas. Sem o acesso mínimo a esse fator de produção, não haveria como acontecer o desenvolvimento além de uma economia de subsistência (OHUNAKIN; OJOLO; AJAYI, 2011; TIAGO FILHO; BARROSA; SILVA, 2012).

A constatação de que os recursos provenientes de combustíveis fósseis, responsáveis pela geração de energia, tornam-se cada vez mais escassos, além de causar alterações climáticas globais, tem aumentado o interesse em economia de energia e na proteção do ambiente. Uma estratégia para esta proteção consiste na utilização de fontes renováveis para geração de energia, como, por exemplo, a utilização de recursos hídricos (BAÑOS et al., 2011).

Entre estas fontes renováveis, a geração hidrelétrica contribui com um quinto da energia gerada no mundo (YUKSEL, 2010). Os recursos hídricos oferecem possibilidade de geração de energia em 159 países e cinco países representam mais da metade da produção hidrelétrica gerada no mundo: China, Canadá, Brasil, EUA e Rússia (SOITO; FREITAS, 2011). No Brasil, a produção energética, com destaque para fonte hidráulica, em operação, é apresentada na **Figura 1**.

Em consequência das suas grandes dimensões e grande potencial hídrico, a maior parte da geração de energia elétrica no Brasil é decorrente de aproveitamentos hidrelétricos; ao final da década de 1990, esta energia compreendia mais de 90% da energia elétrica instalada (REIS, 2011).

De acordo com Tundisi (2008), o Brasil possui 14% da água do planeta. Entretanto, Rosa (2007) demonstrou que apenas 25% desse potencial são explorados.

Exemplo deste potencial ainda não explorado, Goldemberg e Lucon (2007) citam o caso do complexo das usinas do rio Madeira, com 6.450 MW e da usina hidrelétrica de Belo Monte, com 11.000 MW, demonstrando o grande potencial, ainda, a ser explorado na região, sendo alvos de conflitos entre o Ministério de Minas e Energia e determinados setores da sociedade, como as organizações não governamentais (ONG's).

Segundo dados de Brasil (2014), a capacidade instalada de hidroeletricidade no Brasil é de cerca de 82.000 MW, espalhados em 1127 empreendimentos de diferentes portes e 197 destas são reconhecidas como usinas hidrelétricas, 467 como pequenas centrais hidrelétricas e 463 como centrais geradoras hidrelétricas (Figura 1).

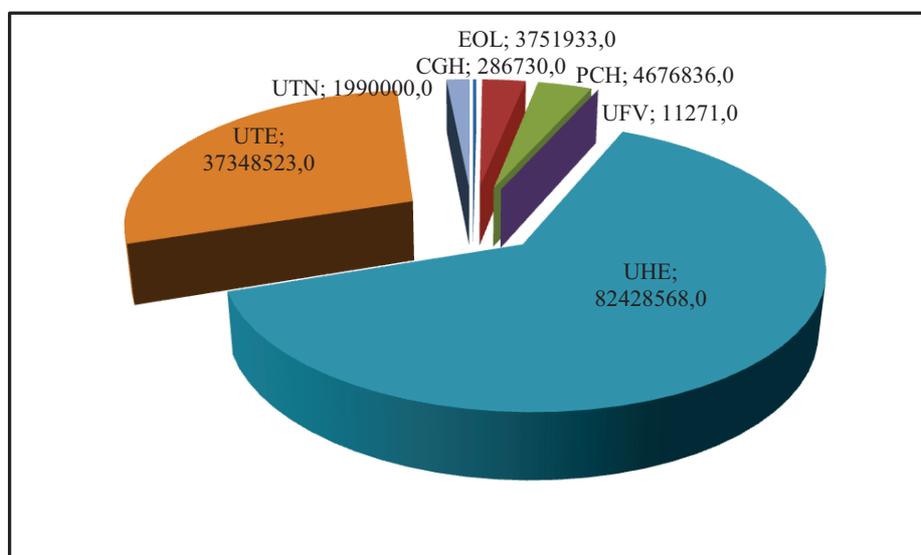


Figura 1 Matriz Energética Brasileira em operação em 2014 – Potência Fiscalizada em kW (BRASIL, 2014)

Legenda: Em que: UHE – Usina Hidrelétrica; UTE – Usina Termelétrica; UTN – Usina Termonuclear; CGH – Central Geradora Hidrelétrica; EOL – Central Geradora Eólica; PCH – Pequena Central Hidrelétrica; UFV – Central geradora Solar Fotovoltaica.

Entretanto, a exploração dos recursos hídricos, para a geração hidrelétrica, acentua os impactos ambientais decorrentes desta utilização, associados à grande diversidade biológica encontrada nas regiões brasileiras e, também, em relação à disponibilidade de água de cada uma destas regiões (SOITO; FREITAS, 2011).

O presente trabalho foi estruturado em duas partes, sendo a primeira composta de uma Introdução Geral sobre o tema, uma Revisão de Literatura e Considerações Gerais. A segunda parte é composta de dois artigos a serem submetidos a revistas científicas da área de concentração. Pretendeu-se, no primeiro artigo, identificar e avaliar os Estudos Ambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) apresentados ao órgão ambiental de Minas Gerais, no que diz respeito ao cumprimento legal pertinente e à qualidade técnica

contida nos mesmos. No segundo artigo propõe-se um agrupamento dos Estudos Ambientais de 20 empreendimentos, demonstrando as fragilidades e similaridades existentes entre eles.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Exploração hidrelétrica no mundo

Recursos energéticos renováveis, como energia solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, fornecem grande parcela da produção total de energia de muitos países e são capazes de atender às suas necessidades energéticas. Entre estes recursos, a energia produzida por fontes hídricas é tida como a mais importante, atualmente, sendo utilizada para gerar mais de 65% da eletricidade em cerca de 70 países, como Canadá, Estados Unidos, Noruega, Turquia, Rússia, países em desenvolvimento na América central e do Sul e África (BALAT, 2007).

Ramachandra e Shruthi (2007) destacaram que as hidrelétricas, sendo elas de grande ou pequeno porte, são as mais importantes formas de ‘energias renováveis’ para produção de energia elétrica mundial, fornecendo 19% da eletricidade do planeta.

Verifica-se que a energia proveniente de aproveitamentos hidrelétricos é dependente da geografia de um país. Por este fato, Alonso-Tristan et al. (2011) demonstraram que 90% da capacidade hidrelétrica, instalada na União Europeia, estão concentradas em seis países: Itália, França, Espanha, Alemanha, Áustria e Suécia. Além destes, os autores comentam que Suíça e Noruega, também, possuem uma elevada capacidade para construção de PCHs, assim como Bulgária, República Checa, Polónia e Romênia.

Na União Europeia em geral, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (com Potências inferiores a 10 MW para estes países) foram alvo de um aumento de 259 MW de capacidade líquida no ano de 2009. No total, sua capacidade instalada atinge números superiores a 12.000 MW, merecendo destaque a Itália, com uma produção de 2.588 MW (ROMERO; SANTOS; GIL, 2012). Além deste, outros países líderes, nesta forma de geração de energia, são a República

Checa, Romênia, Polônia, Turquia, Bulgária, Eslovênia e Eslováquia (PUNYS; PELIKAN, 2007).

Na Turquia, a exploração hidrelétrica teve seu início após o fim da Segunda Guerra Mundial. Desde então, a construção de usinas hidrelétricas (UHE) vem aumentando, juntamente com a evolução de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), sendo estas negligenciadas em razão da prioridade na construção de UHE's. A Turquia possui uma potência hídrica bruta anual na casa de 433.000 GWh, o que representa quase 1% da potência mundial. Em 2010, quase a metade do seu potencial bruto estava sendo explorado e 45% das UHE's concentravam-se na região do rio Tigre e Eufrates, com um total de 22 barragens (BALAT, 2007).

Na Espanha, Alonso-Tristan et al. (2011) apresentaram que, em 2009, foi gerado um total de 23.862 GWh de fonte hidráulica e 23% foram produzidos por meio de PCH. O país possui um total de 18.682 MW em hidrelétricas instaladas, dos quais 1.974 MW são provenientes de PCH.

A Noruega, nos últimos anos, está colocando em prática o Plano de Ação Nacional de Energia Renovável, onde uma das principais iniciativas é o mercado de certificação conjunta com a Suécia, estimulando a produção de eletricidade por fontes renováveis, estima-se um total de 26,4 TWh, incluindo a utilização de energia hídrica. Exemplo disso é o fato que, nos últimos 10 anos, houve um aumento significativo no desenvolvimento de centrais hidrelétricas com potência até 10 MW (BAKKEN et al., 2012).

No continente africano, a Nigéria possui a nona posição em potencial hidrelétrico, utilizando no ano de 2001, cerca de 20% do seu potencial. Em dados mostram-se que 14.000 MW são provenientes de grandes hidrelétricas. Já as PCHs recebem pouco destaque, concentrando suas construções em apenas três estados do país (Plateau, Sokoto e Kano), sendo sua capacidade subexploradas (OHUNAKIN; OJOLO; AJAYI, 2011).

Na Ásia, a China obteve um considerável sucesso com a construção de PCHs. Entre 1994 e 2004, foram construídas 19.000 microcentrais hidrelétricas (Potência menor que 0,1 MW para este país), totalizando uma capacidade instalada de 687 MW e mais 19.606 minicentrais hidrelétricas (Potência entre 0,1 e 1 MW neste país), totalizando uma capacidade instalada de 7.171 MW (KUCUCALI; BARIS, 2009).

Na Índia, observa-se uma experiência de mais de 100 anos explorando pequenos empreendimentos hidrelétricos. Atualmente o país possui mais de 15.000 MW de potências instalada referente às PCHs, espalhados em 420 projetos com até 25 MW de potência cada (YÜKSEL, 2010).

Anderson, Pringle e Rojas (2006) mostram que, aproximadamente, 50% da eletricidade na América Central é proveniente de fontes hidráulicas, com pelo menos 37 grandes barragens. Metade destes projetos se localiza na Costa Rica e Honduras, favorecidos por grandes cadeias de montanhas associados a altas quantidades de precipitação. Pelo estudo demonstra-se uma capacidade instalada na Costa Rica de 1.300 MW, valor muito abaixo do potencial hidrelétrico teórico do país, que chega a 25.500 MW. Além disso, há um número considerável de pequenas e médias barragens em número desconhecido.

## **2.2 Exploração hidrelétrica no Brasil**

O Brasil destaca-se, notoriamente, no ramo hidrelétrico, em função da força dos recursos renováveis em seu setor de energia. Entretanto, observa-se que foram explorados apenas pouco mais de 30% do seu potencial hidrelétrico até o ano de 2005, havendo, ainda, cerca de 126.000 MW a serem explorados, concentrando 70% desta potência na bacia do Amazonas e do Tocantins/Araguaia (BRASIL, 2007). O país possui cerca de 40 projetos hidrelétricos em curso e um adicional de 28.600 MW de capacidade planejada,

com futuros projetos incluindo esforços em pequenas e médias hidrelétricas (TIAGO FILHO; BARROSA; SILVA, 2012).

Em relação às grandes hidrelétricas, os cinco maiores empreendimentos em operação em território brasileiro são: Tucuruí (rio Tocantins), com 8.370 MW; Itaipu - Parte brasileira (rio Paraná), com 7.000 MW; Ilha Solteira (rio Paraná), com 3.444 MW; Xingó (rio São Francisco), com 3.162 MW; e Paulo Afonso (rio São Francisco), com 2.462 MW (SPERLING, 2012).

Para Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS (2014), o potencial hidrelétrico brasileiro, entre empreendimentos estimados, estudados, em construção e em operação, gira em torno de 248.000 MW e deste total mais de 99.000 MW concentram-se na região Norte (**Figura 2**).

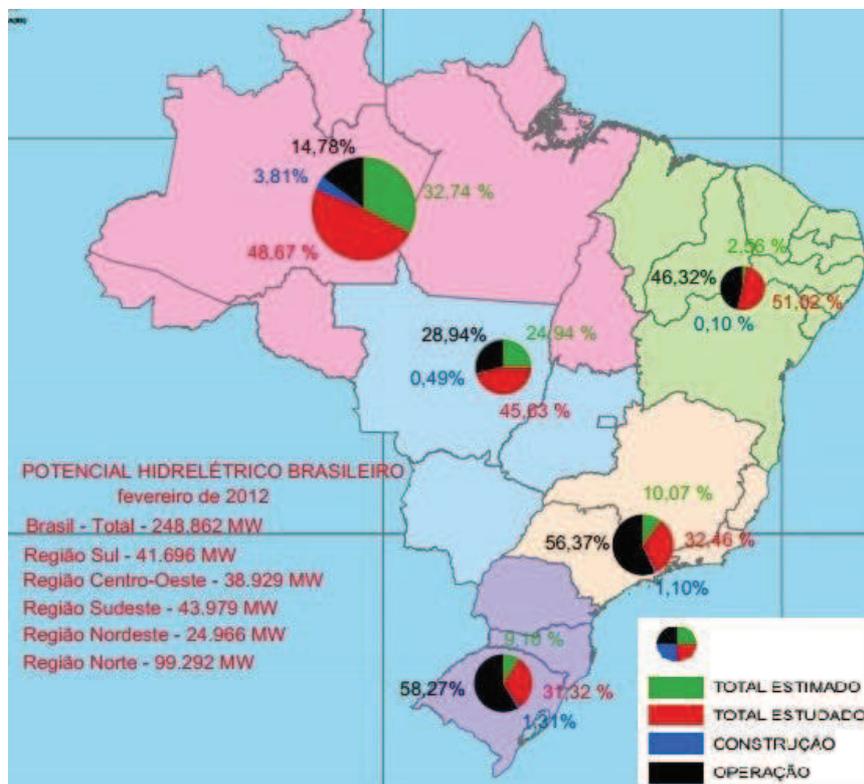


Figura 2 Potencial Hidrelétrico Brasileiro no ano de 2012 (ELETROBRÁS, 2014).

Caso o país continue dando ênfase à participação hidrelétrica na geração de energia, será necessário expandir as UHEs na região Norte, onde o potencial é significativo, mas em contrapartida, os impactos ambientais merecem atenção redobrada (PEREIRA JÚNIOR et al., 2008).

Segundo dados disponíveis pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), até a presente data há 1106 empreendimentos hidrelétricos em operação, entre Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGH (aproveitamentos com até 1 MW de potência instalada); Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH (aproveitamentos entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usinas

Hidrelétricas – UHE (aproveitamentos com mais de 30 MW de potência instalada), gerando cerca de 87.000 MW, além de 38 aproveitamentos ainda em fase de construção, somando mais 14.389,7 MW na geração hidrelétrica brasileira. Nessa somatória, as PCHs representam 41,86% dos empreendimentos hidrelétricos em operação, correspondendo a 3,61% da geração de energia hidrelétrica no país. No que diz respeito aos projetos em fase de construção, as PCHs representam 78,94% dos projetos em andamento (BRASIL, 2014).

Esse potencial poderia ser mais bem explorado, uma vez que PCHs apresentam inúmeras vantagens em relação a Usinas Hidrelétricas (UHEs), como uma menor área de alagamento, a geração de energia limpa, por meio de projetos com menor tempo para construção, com equipamentos oriundos de fabricação nacional. Além disso, há uma evolução dos estudos em PCHs ancorados em financiamentos fornecidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), dentre outros públicos e privados (CASTRO et al., 2009).

### **2.3 Licenciamento Ambiental**

O Licenciamento Ambiental do Brasil é exigido para a realização de atividades que venham a utilizar os recursos ambientais ou que tenham potencial para degradação ambiental. O licenciamento é um dos instrumentos mais importantes da política nacional pública, tendo caráter preventivo, ou seja, evita a ocorrência de danos ambientais (SÁNCHEZ, 2013).

O início do licenciamento ambiental no Brasil data de meados da década de 1970, mas somente foi incorporado à legislação federal como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), sancionado pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (SÁNCHEZ, 2013).

A PNMA estabelece em seu Art. 2º, o objetivo da “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida [...]”. Adiante, a mesma Lei, pelo seu Art. 9º, inciso IV, apresenta como um dos seus instrumentos o “licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras”. E, em seu Art. 10, afirma que quaisquer atividades utilizadores dos recursos ambientais, seja na fase de construção, instalação, ampliação ou funcionamento do empreendimento, dependerão do prévio licenciamento ambiental (BRASIL, 1981). Também, instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e seu órgão consultivo e deliberativo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

O CONAMA entra realmente em vigor em 1984, com a aprovação do Regimento Interno do CONAMA, que resultou na Resolução 001, de 05 de junho de 1984. A primeira legislação, a respeito do sistema de licenciamento ambiental e avaliação dos impactos ambientais, foi instituída pela Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986, em que se dispôs sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (BRASIL, 1986).

Com o Art. 2º da Resolução CONAMA 001/86, todas as atividades modificadoras do meio ambiente, tal como obras hidráulicas com fins energéticos, acima de 10 MW, dependerão da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), sendo este Estudo submetido à aprovação do órgão competente (BRASIL, 1986).

No caso específico do órgão ambiental vigente no estado de Minas Gerais, a exigência do Estudo Ambiental, para empreendimentos hidrelétricos de até 30 MW (Pequenas Centrais Hidrelétricas), é a elaboração de Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental (RCA-PCA) (MINAS GERAIS, 2004).

O Art. 5º da mesma Resolução CONAMA 001/86 exige que o EIA-RIMA deverá atender à legislação e aos objetivos contidos na PNMA, além disso:

I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto; II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade; III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza; IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade (BRASIL, 1986).

Outras exigências que o EIA-RIMA, também, deve conter, instituída pelo Art. 6º, são: I) o diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, considerando informações sobre o meio físico, meio biótico e seus destaques e particularidades; II) a análise dos impactos ambientais, com a previsão da magnitude, discriminando os impactos negativos e positivos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes; III) a análise das medidas mitigadoras (preventivas ou corretivas) para os impactos negativos, descrevendo a fase do empreendimento em que será adotada, a qual fator ambiental se destinam (físico ou biótico), seu tempo de permanência de aplicação e a responsabilidade por sua implementação; e IV) a elaboração de programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos (BRASIL, 1986).

Posteriormente, a Resolução CONAMA 237/1997 confirma os pressupostos citados na CONAMA 001/86 e acrescenta procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental, como a descrição das competências entre os órgãos ambientais, sendo responsabilidade do Instituto Brasileiro do

Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA): o licenciamento ambiental de empreendimentos localizados ou desenvolvidos no Brasil e em país limítrofe; em dois ou mais Estados; com impactos ultrapassando os limites brasileiros ou de um ou mais estados; quando utilizem de energia nuclear; ou em bases e empreendimentos nucleares (BRASIL, 1997).

Aos órgãos ambientais estaduais ou distrital cabe o licenciamento ambiental de empreendimentos localizados ou desenvolvidos em mais de um município de domínio estadual ou do Distrito Federal; ou cujos impactos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios; ou quando delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal, por convênio ou por acordo de cooperação técnica (BRASIL, 1997).

### **2.3.1 Licenciamento Ambiental em Minas Gerais**

Em Minas Gerais, a coordenação da política estadual de proteção do meio ambiente e gerenciamento de recursos hídricos é de responsabilidade da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), sendo destas integrantes o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH); Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM); Instituto Estadual de Florestas (IEF); e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) (MINAS GERAIS, 2011).

Atualmente, tais órgãos executam de forma conjunta nas Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM), os processos de licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente modificadores do meio ambiente, entre eles, empreendimentos hidrelétricos, com a finalidade comum de planejar, supervisionar, orientar e executar as atividades relativas à política estadual de proteção do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos (MINAS GERAIS, 2013).

Os critérios, para classificação das atividades passíveis de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais, são definidos pela Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004. Seu Art. 1º destaca que empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente, sujeitas ao processo de licenciamento ambiental em nível estadual, são aquelas enquadradas nas Classes 3, 4, 5 e 6 (MINAS GERAIS, 2004).

O Art. 16 desta mesma Deliberação apresenta a seguinte correspondência para classificação de empreendimentos modificadores do meio ambiente:

- I – Pequeno porte e pequeno ou médio potencial poluidor: Classe 1.
- II - Médio porte e pequeno potencial poluidor: Classe 2.
- III – Pequeno porte e grande potencial poluidor ou médio porte e médio potencial poluidor: Classe 3.
- IV – Grande porte e pequeno potencial poluidor: Classe 4.
- V – Grande porte e médio potencial poluidor ou médio porte e grande potencial poluidor: Classe 5.
- VI – Grande porte e grande potencial poluidor: Classe 6.

Segundo a Deliberação Normativa nº 74 (MINAS GERAIS, 2004), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) se encaixam na Classe 3, com pequeno porte e grande potencial poluidor. A viabilidade ambiental do empreendimento deverá ser atestada, após a análise dos Estudos Ambientais, seja por meio do EIA/RIMA ou pelo RCA/PCA, culminando com a expedição da Licença Prévia, concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento, que atestará a viabilidade ambiental e estabelecerá os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

Posteriormente, o empreendimento investirá na obtenção da Licença de Instalação, que autoriza a instalação do empreendimento de acordo com as exposições contidas nos planos, programas e projetos aprovados. A Licença de Operação deverá ser obtida, antes do fechamento da barragem, autorizando a

operação do empreendimento, após o órgão ambiental verificar o cumprimento das condicionantes contidos nas licenças anteriores (BRASIL, 1997).

#### 2.4 Impactos socioambientais causados por empreendimentos hidrelétricos

Os impactos causados por aproveitamentos hidrelétricos dependem da dimensão do empreendimento e do local onde o mesmo está inserido (PINHO; MAIA; MONTERROSO, 2007). Lista-se abaixo uma série de impactos, negativos ou benéficos, levantados por este autor, causados por UHE ou PCH e o momento de sua ocorrência (**Tabela 1**):

Tabela 1 Impactos ambientais (negativos ou benéficos) decorrentes da implantação de PCH e/ou UHE

<b>Impactos</b>	<b>Fase de ocorrência</b>
Perda de área para pastagem	Operação do empreendimento
Diminuição da pesca	Operação do empreendimento
Perda de patrimônio arqueológico e cultural	Operação do empreendimento
Prejuízo da produção florestal	Operação do empreendimento
Novas oportunidades para a economia	Operação do empreendimento
Oportunidades de emprego	Construção e operação do empreendimento
Contribuição para a redução de custos relacionados a aspectos sociais e de segurança	Operação do empreendimento
Contribuição para a redução de custos relacionada a outras fontes de energia (biogás, petróleo, carvão)	Operação do empreendimento
Maior oferta de energia	Operação do empreendimento

Em casos específicos, Kliemann et al. (2009) observam que para a UHE Itaipu, localizada na bacia do rio Paraná, houve perdas irreparáveis para os municípios limieiros ao empreendimento, relacionados à desapropriação dos moradores que foram atingidos pela área do reservatório. Houve, também,

impacto direto sobre a fauna e flora, não sendo suficientes as ações de resgate e salvamento do que estava sendo submerso. Além disso, descrevem-se, também, impactos relacionados à desestabilização climática, mas de forma leve.

Em estudo desenvolvido por Sovacool e Bulan (2012), explorando os empreendimentos hidrelétricos da Malásia, observou-se que, entre os desafios ambientais enfrentados pós-implantação de hidrelétricas, o desmatamento e as inundações foram sempre apresentados como os impactos ambientais mais significativos.

Em uma visão geral, Brasil (2007) apresenta os impactos socioambientais decorrentes de empreendimentos hidrelétricos, tanto em sua fase de planejamento, construção e/ou operação. Ressalta-se, ainda, que estes impactos são impactos gerais, uma vez que os impactos específicos, causados por um determinado empreendimento hidrelétrico, dependem do tipo e do local de implantação do mesmo. Nas **Tabelas 2, 3 e 4** demonstram-se estes impactos nos meio físico, biótico e socioeconômico/cultural, respectivamente:

Tabela 2 Impactos no meio físico decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Recursos Hídricos	Alteração do regime hídrico, provocando atenuação de picos de cheia/ vazantes e aumento do tempo de residência das águas no reservatório.	X		Construção/ Operação
	Alteração da descarga a jusante em função do período de enchimento e/ou de desvio permanente do rio.	X	X	Construção/ Operação
	Assoreamento do reservatório e erosão das encostas a jusante e a montante.	X	X	Construção/ Operação
	Interferência nos usos múltiplos do recurso hídrico: navegação, irrigação, abastecimento, controle de cheias, lazer, turismo, etc. Elevação do lençol freático.	X		Construção/ Operação
Clima	Interferência no clima local.	X		Construção/ Operação
Sismicidade	Indução de sismos.	X		Construção/ Operação
Solos e Recursos Minerais	Interferência e perda na atividade mineral.	X	X	Construção
	Erosão das margens.	X	X	Construção/ Operação
	Degradação das áreas utilizadas pela exploração de material de construção e pelas obras temporárias de construção civil.	X	X	Construção/ Operação
	Interferência no uso do solo.	X	X	Construção

“Tabela 2, conclusão”

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Qualidade da Água	Alteração do ambiente de lótico para lêntico.	X	X	Construção/ Operação
	Alteração da estrutura físico-química e biológica do ambiente.	X		Construção/ Operação
	Deteriorização da qualidade da água (comprometimento abastecimento de água, os equipamentos da usina, etc).	X		Construção/ Operação
	Criação de condições propícias ao desenvolvimento de vetores e dos agentes etiológicos de doenças de veiculação hídrica.	X		Construção/ Operação
	. Contribuição de sedimentos, agrotóxicos e fertilizantes face à ocupação da bacia.	X		Construção/ Operação

Fonte: Adaptado de Brasil (2007)

Tabela 3 Impactos no meio biótico decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Vegetação	Inundação da vegetação com perda de patrimônio vegetal.	X	X	Construção/ Operação
	Redução do número de indivíduos com perda de material genético e comprometimento da flora ameaçada de extinção.	X		Construção/ Operação
	Interferência do potencial madeireiro.	X		Construção/ Operação
	Perda de habitats naturais e da disponibilidade alimentar para a fauna.	X	X	Construção/ Operação
	Interferência em unidades de conservação.	X		Construção/ Operação
	Aumento da pressão sobre os remanescentes de vegetação adjacentes ao reservatório.	X		Construção/ Operação
	Interferência na vegetação além do perímetro do reservatório, em decorrência da elevação do lençol freático ou de outros fenômenos	X		Construção/ Operação

“Tabela 3, conclusão”

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Fauna Aquática	Interferência na composição qualitativa e quantitativa da fauna aquática com perda de material genético e comprometimento da fauna ameaçada de extinção.	X	X	Construção/ Operação
	Interferência na reprodução das espécies (interrupção da migração, supressão de sítios reprodutivos, etc).	X	X	Construção/ Operação
	Interferência das condições necessárias à sobrevivência da fauna.	X		Construção/ Operação
Fauna terrestre e Alada	Interferência na composição qualitativa e quantitativa da fauna terrestre e alada com perda de material genético e comprometimento da fauna ameaçada de extinção.	X		Construção/ Operação
	Migração provocada pela inundação com adensamento populacional em áreas sem capacidade de suporte.	X		Construção/ Operação
	Aumento da pressão sobre a fauna remanescente por meio da fauna predatória.	X		Construção/ Operação

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

Tabela 4 Impactos no meio socioeconômico e cultural decorrentes do planejamento, construção e operação de empreendimentos hidrelétricos

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Aspectos populacionais urbanos	Inundação/interferência em cidades, vilas, distritos, etc. (moradias, benfeitorias, equipamentos sociais e estabelecimentos comerciais, industriais, etc).	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Mudança compulsória da população.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Interferência na organização físico-territorial, sócio-cultural e política.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Interferência nas atividades econômicas.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Intensificação do fluxo populacional (imigração e emigração).	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Alteração demográfica dos núcleos populacionais próximos à obra.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Surgimento de aglomerados populacionais.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
Aspectos populacionais rurais	Sobrecarga de equipamentos e serviços sociais (saúde, saneamento, educação, segurança, etc).	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Inundação/interferência em terras, benfeitorias, equipamentos e núcleos rurais.	X	X	Planejamento/ Construção/ Operação
	Mudança compulsória da população.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Interferência na organização físico-territorial.	X		Planejamento/ Construção/ Operação

“Tabela 4, continuação”

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
	Interferência na organização sócio-cultural e política.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
Aspectos populacionais rurais	Interferência nas atividades econômicas.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Intensificação do fluxo populacional (imigração e emigração).	X		Planejamento/ Construção/ Operação
Habitação	Alteração na demanda populacional.	X		Construção/ Operação
Educação	Alteração na demanda educacional.	X		Construção/ Operação
Infra-estrutura	Interrupção/desativação dos sistemas de comunicação, estradas, ferrovias, aeroportos, portos, sistemas de transmissão/distribuição, minerodutos, oleodutos, etc.	X		Construção
	Interferências em populações indígenas e/ou outros grupos étnicos.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
Comunidades indígenas e/ou outros grupos étnicos	Alteração na organização sócioeconômica e cultural.	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Mudança compulsória dos grupos populacionais (aldeias/povoados).	X		Planejamento/ Construção/ Operação
	Desequilíbrio nas condições de saúde e alimentação.	X		Planejamento/ Construção/ Operação

“Tabela 4, conclusão”

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>UHE</b>	<b>PCH</b>	<b>Fase do empreendimento</b>
Patrimônio Cultural	Inundação de sítios arqueológicos.	X	X	Construção/ Operação
	Desaparecimento de sítios paisagísticos.	X		Construção/ Operação
	Desaparecimento de edificações de valor cultural.	X		Construção/ Operação
	Inundação de sítios espeleológicos.	X	X	Construção/ Operação
	Interferência no potencial turístico.	X	X	Construção/ Operação
	Alteração da dinâmica histórica regional.	X		Construção/ Operação

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

## 2.5 Medidas mitigadoras para empreendimentos hidrelétricos

Pode-se definir como medidas mitigadoras, o conjunto de ações a serem executadas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos possíveis impactos negativos decorrentes de um empreendimento. Interligada a essa definição, outro ponto capaz de reduzir tais impactos é o plano de monitoramento, que se define como uma descrição dos procedimentos que deverão ser adotados durante toda a fase ativa do empreendimento (implantação, operação e, também, sua desativação) (SÁNCHEZ, 2013).

Na **Tabela 5** apresentam-se as medidas que fazem parte de um plano ambiental incluídos em um EIA de empreendimento hidrelétrico, segundo Sánchez (2013).

Tabela 5 Medidas típicas de um plano de gestão ambiental de uma barragem

---

**Medidas mitigadoras para empreendimentos hidrelétricos**

---

Remoção da vegetação antes da inundação  
Compensação pela perda de habitats mediante a proteção de uma área equivalente e/ou da recuperação de áreas degradadas  
Extrair os materiais de construção das áreas a serem inundadas  
Adotar medidas de controle de poluição durante as obras  
Adotar medidas de controle de erosão durante as obras  
Recuperar as áreas degradadas  
Educação Ambiental e treinamento de mão de obra  
Salvamento arqueológico na área diretamente afetada  
Reassentamento das populações atingidas  
Provisão de infraestrutura e serviços na área de reassentamento  
Indenização de benfeitorias perdidas  
Indenização de direitos de exploração mineral  
Assistência técnica para os reassentamentos  
Regularização jurídica das propriedades  
Manutenção da vazão mínima a jusante  
Regularização da vazão a jusante de forma a reproduzir o regime hídrico pré-existente  
Construção de escada de peixes para passagem de peixes  
Desenvolvimento de produção pesqueira no reservatório  
Desenvolvimento de potencial turístico e recreativo  
Reconstrução da infraestrutura inundada (estradas, linhas de transmissão, armazéns, infraestrutura social)  
Documentação cultural e programa de valorização da cultura local  
Documentação e registro de patrimônio natural perdido  
Medidas de proteção da bacia hidrográfica (revegetação das margens do reservatório, programas de conservação de solos, etc.)

---

Fonte: Sánchez (2013).

## 2.6 Análise Multivariada

De acordo com Hair et al. (2009), o termo análise multivariada se refere a todos os métodos que sejam capazes de analisar múltiplas medidas de um dado objetivo estudado de forma simultânea. Complementando, Gauch (1982 apud CAPELO, 2003) afirma que a análise multivariada pode ser definida como um conjunto de técnicas matemáticas que são utilizadas para se reduzir a complexidade, eliminar ruídos e representar as relações internas mais distintas.

Esta análise é empregada na medicina, na geologia, na agricultura, nas ciências sociais e em outras disciplinas (JAMES; MCCULLOCH, 1990).

Nesta revisão serão abordadas as análises multivariadas com seus diferentes métodos de classificação, sua definição, suas importâncias e contribuições para o meio acadêmico e para a proteção do ambiente, suas vantagens e limites e as principais técnicas aplicadas na vegetação.

### **2.6.1 Método de Classificação**

Método analítico que desenvolve subgrupos entre indivíduos, com o objetivo de classificar as amostras em um pequeno número de grupos mutuamente excludentes, identificados ao longo da aplicação da técnica, levando em consideração a similaridade entre indivíduos (HAIR et al., 2009).

Busca agrupar amostras que contenham as mesmas características bióticas e abióticas, a fim de reconhecer entre elas o grau de similaridade suficiente para mantê-las no mesmo conjunto. O método pode destacar a semelhança entre indivíduos de um mesmo grupo, deixando de lado os pontos intermediários, que, geralmente, permanecem entre grupos (VALENTIN, 1995).

O método pode ser divisivo ou aglomerativo. Quando dito divisivo, parte do conjunto total de objetos e divide-o, consecutivamente, de forma dicotômica. Já quando nomeado como aglomerativo, parte dos objetos individuais, que vão sendo combinados em grupos, por inclusão sucessiva de mais objetos individuais (CAPELO, 2003).

A técnica de classificação ou agrupamento se subdivide em pelo menos três etapas (HAIR et al., 2009):

- a) Medição de alguma forma de similaridade entre os indivíduos, a fim de determinar quantos grupos existem na referida amostra;

- b) Agrupamento, onde haverá uma subdivisão em grupos de indivíduos (modo Q) ou de variáveis (modo R);
- c) Estabelecimento do perfil dos indivíduos da amostra, para determinar sua composição.

Após o cumprimento dessas e outras etapas, com consequentes agrupamentos, é possível produzir uma árvore de agrupamento binária, ou seja, um dendrograma, onde a raiz é a classe que contém todas as observações (CAPELO, 2003).

Verifica-se que existem diversas técnicas de classificação e para Sneath e Sokal (1973 apud VALENTIN, 1995) seguem a seguinte divisão:

- a) **Sequenciais**: onde os objetos são reunidos um após o outro, seguindo etapas; ou
- b) **Simultâneos**: onde o agrupamento é realizado numa única etapa.
- c) **Aglomerativos**: onde os objetos estão, inicialmente, isolados e são progressivamente reunidos em grupos sucessivos; ou
- d) **Divisivos**: onde se inicia com um único grupo que, seguindo determinados critérios, passa a ser dividido em subgrupos.
- e) **Monotéticos**: baseado num único descritor por vez; ou
- f) **Politéticos**: baseado em vários descritores.
- g) **Hierárquicos**: onde os elementos de um grupo têm ligação com um grupo superior, constituindo uma série hierarquizada; ou
- h) **Não-hierárquicos**: quando se busca a homogeneidade entre os grupos, sem considerar características de hierarquia entre eles.
- i) **Probabilísticos**: pouco utilizados, em razão de sua complexidade, permitem definir todos os grupos cuja matriz de associação entre os grupos possuam certa probabilidade homogênea.

O método utilizado neste trabalho, explorado no Artigo 2, será a de classificação aglomerativa.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Esta revisão buscou embasar o presente trabalho com fundamentos a respeito da exploração hidrelétrica no Brasil e no mundo, assim como os impactos decorrentes destes empreendimentos e as formas de mitigar os mesmos, além de apresentar a legislação referente ao processo de licenciamento ambiental. Com o trabalho pretende-se identificar e avaliar as deficiências dos Estudos Ambientais, apresentados no momento inicial do licenciamento de PCHs na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, bem como verificar a efetiva proteção do ambiente envolvido do cumprimento de normas ambientais e da qualidade técnica dos estudos ambientais.

## REFERÊNCIAS

ALONSO-TRISTÁN, C. et al. Small hydropower plants in Spain: a case study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 15, p. 2729-2735, Aug. 2011.

ANDERSON, E. P.; PRINGLE, C. M.; ROJAS, M. Transforming tropical rivers: an environmental perspective on hydropower development in Costa Rica. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Chichester, v. 16, n. 7, p. 679-693, Nov./Dec. 2006.

BAKKEN, T. H. et al. Development of small versus large hydropower in Norway: comparison of environmental impacts. **Energy Procedia**, New York, v. 20, p. 185-199, Jan. 2012.

BALAT, H. A renewable perspective for sustainable energy development in Turkey: the case of small hydropower plants. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 11, p. 2152-2165, Dec. 2007.

BAÑOS, R. et al. Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 15, p. 1753-1766, May 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 4 mar. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz energética em operação em 2014**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 1**, de 1 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 11 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2030**. Brasília, 2007. 12 v.

CAPELO, J. **Conceitos e métodos da fitossociologia**: formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação. Oeiras: Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, 2003. 107 p.

CASTRO, N. J. de et al. A importância das fontes alternativas e renováveis na evolução da matriz elétrica brasileira. In: SEMINÁRIO DE GERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 5., 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Fundação MAPFRE, 2009. p. 1-31.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro - SIPOT, fevereiro de 2012**: potencial hidrelétrico brasileiro. Disponível em: <<http://www.eletrobras.com/ELB/data/Pages/LUMIS21D128D3ENIE.htm>>. Acesso em: 4 jun. 2014.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 59, p. 7-20, jan./abr. 2007.

HAIR, J. F. et al. **Multivariate data analysis**. 6<sup>th</sup> ed. São Paulo: Pearson Education, 2009. 688 p.

JAMES, F. C.; MCCULLOCH, C. E. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box? **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 21, p. 129-166, 1990.

KLIEMANN, D. C. et al. Itaipu binacional e o impacto ambiental na bacia do rio Paraná. In: \_\_\_\_\_. **Planejamento urbano, regional e sócio-ambiental**: visões de 2009. Cascavel: Smolarek Arquitetura, 2009. p. 45-50.

KUCUKALI, S.; BARIS, K. Assessment of small hydropower (SHP) development in Turkey: laws, regulations and EU policy perspective. **Energy Policy**, Surrey, v. 37, p. 3872-3879, Oct. 2009.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.824**, de 20 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=20034>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

MINAS GERAIS. **Sistema estadual de meio ambiente e recursos hídricos**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 74**, de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para a classificação, segundo porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou licenciamento ambiental no nível estadual, determina normal para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ou licenciamento ambiental, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

OHUNAKIN, O. S.; OJOLO, S. J.; AJAYI, O. Small hydropower (SHP) development in Nigeria: an assessment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 15, p. 2006-2013, May 2011.

PEREIRA JÚNIOR, A. O. et al. Energy in Brazil: toward sustainable development? **Energy Policy**, Surrey, v. 36, n. 1, p. 73-83, Jan. 2008.

PINHO, P.; MAIA, R.; MONTERROSO, A. The quality of Portuguese environmental impact studies: the case of small hydropower projects. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 27, p. 189-205, Apr. 2007.

PUNYS, P.; PELIKAN, B. Review of small hydropower in the new Member States and Candidate Countries in the context of the enlarged European Union. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 11, n. 7, p. 1321-1360, Sept. 2007.

RAMACHANDRA, T. V.; SHRUTHI, B. V. Spatial mapping of renewable energy potential. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 11, p. 1460-1480, Sept. 2007.

REIS, L. B. **Geração de energia elétrica**. 2. ed. rev. e atual. Barueri: Manole, 2011. 460 p.

ROMERO, S. R.; SANTOS, A. C.; GIL, M. A. C. EU plans for renewable energy: an application to the Spanish case. **Renewable Energy**, Oxford, v. 43, p. 322-330, July 2012.

ROSA, L. P. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 39-58, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.

SOITO, J. L. D. S.; FREITAS, M. A. V. Amazon and the expansion of hydropower in Brazil: vulnerability, impacts and possibilities for adaptation to global climate change. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 15, p. 3165-3177, Aug. 2011.

SOVACOOOL, B. K.; BULAN, L. C. Energy security and hydropower development in Malaysia: the drivers and challenges facing the Sarawak Corridor of Renewable Energy (SCORE). **Renewable Energy**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 113-129, Apr. 2012.

SPERLING, E. von. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, New York, v. 18, p. 110-118, Jan. 2012.

TIAGO FILHO, G. L.; BARROSA, R. M.; SILVA, F. D. G. B. da. Trends in the growth of installed capacity of Small Hydro Power (SHP) in Brazil, based on Gross Domestic Product (GDP). **Renewable Energy**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 403-411, Jan. 2012.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

VALENTIN, J. L. Agrupamento e ordenação. **Tópicos em Tratamento de Dados Biológicos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 30-55, 1995.

YUKSEL, I. As a renewable energy hydropower for sustainable development in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New York, v. 14, p. 3213-3219, Dec. 2010.

ZANZINI, A. C. da S. **Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em estudos de impacto ambiental no Estado de Minas Gerais.** 2001. 225 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

**ARTIGO 1   Qualidade dos estudos ambientais de PCHs na bacia  
hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais**

Elton Magno de Freitas<sup>1</sup>

**Artigo formatado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003).**

---

<sup>1</sup> elton.mfreitas@gmail.com

## RESUMO

No contexto mundial atual, onde há necessidade de geração de energia, com a possibilidade da utilização de fontes naturais renováveis e reconhecendo os impactos ambientais, oriundas desta utilização, desperta-se o interesse pela qualidade técnica e legal contida em Estudos Ambientais. São entregues a órgãos ambientais licenciadores, como cumprimento do licenciamento ambiental que estão sujeitos às atividades modificadoras e/ou degradadoras do meio ambiente. Desta forma, no presente documento objetivou-se analisar o conteúdo dos Estudos Ambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais, já aprovados pelas Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM). Essa instituição está inclusa na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), em relação ao cumprimento das normas ambientais e em relação à qualidade técnica dos mesmos. Por meio das análises dos estudos ambientais, observou-se que os 20 empreendimentos analisados apresentam-se, em muitos casos, incompletos, discordando da legislação pertinente no descumprimento do Artigo 5º, Inciso I e Artigo 6º, Inciso IV, da Resolução CONAMA 001/86. No que tange à qualidade técnica dos Estudos Ambientais, as falhas mais frequentes são na apresentação do esforço amostral de levantamentos faunísticos, na identificação de bacia e microbacia afetada pelos empreendimentos, no tipo de apresentação a respeito da cobertura vegetal e uso do solo, na apresentação de medidas compensatórias e na apresentação da efetividade de geração de energia de cada empreendimento.

Palavras-chave: Pequena Central Hidrelétrica. Relatório de Controle Ambiental. Indicadores Ambientais. Indicadores Legais.

## 1 INTRODUÇÃO

A energia, nas suas mais diversas formas, é essencial à sobrevivência da espécie humana e a eletricidade é um dos modos mais versáteis e convenientes de energia, sendo diretamente ligada com o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e regiões (CAMPAGNOLI; DINIZ, 2012).

O setor elétrico brasileiro é representado por uma matriz energética limpa, com grande destaque para as fontes renováveis (entre elas a geração hidrelétrica) e os maiores gargalos à expansão hidrelétrica no país são de natureza ambiental e judicial (BRASIL, 2007).

Do ponto de vista ambiental, assinala-se que 70% do potencial hidrelétrico concentram-se em locais cobertos por dois grandes biomas de alto interesse, a Amazônia e o Cerrado. Sendo assim, podem-se antever grandes dificuldades para a expansão da oferta hidrelétrica (BRASIL, 2008).

Para fins de classificação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define o aproveitamento hidrelétrico, de acordo com sua potência instalada, sendo: Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW). No caso específico da condição de PCH, a ANEEL estabeleceu, por sua Resolução nº 652, de 09 de dezembro de 2003, os critérios para enquadramento, neste tipo de aproveitamento hidrelétrico, sendo considerado PCH todo aproveitamento de produção independente, autoprodução ou produção independente

autônoma com potencial superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW (BRASIL, 2003).

Cabe neste momento diferenciar potência outorgada, instalada e fiscalizada. A potência outorgada corresponde à considerada no momento da Outorga. Já a instalada/fiscalizada corresponde àquela considerada com base na operação comercial da primeira unidade geradora de um aproveitamento hidrelétrico (BRASIL, 2014).

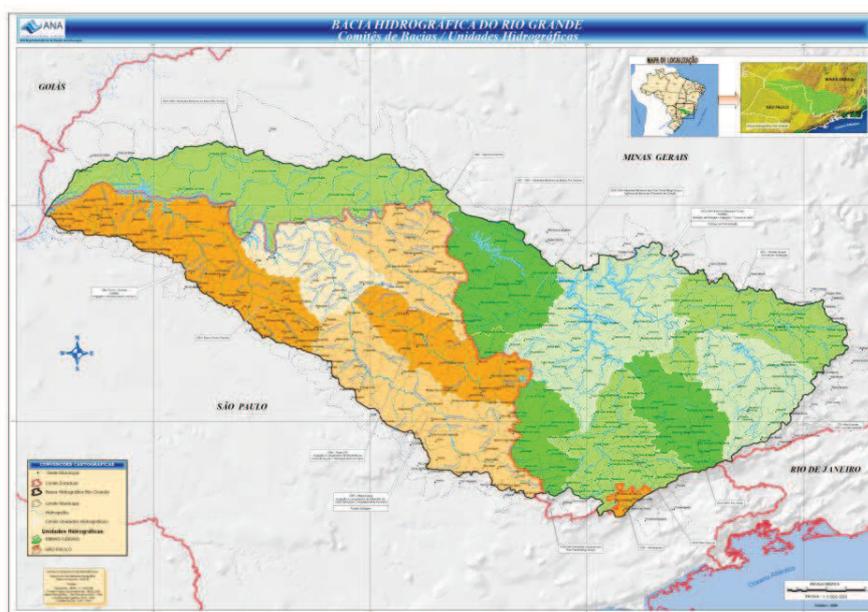
Além de benefícios, como sustentar a produção de bens e serviços, proporcionar o bem-estar da população, pelo conforto, lazer, entre outras vantagens, a geração de energia é acompanhada por acentuados impactos ambientais. Em consequência disso, é indispensável que haja um planejamento eficiente, com um acompanhamento ambiental que possa minimizar o impacto no meio (PEREIRA et al., 2008).

No entanto, percebe-se uma irregularidade neste planejamento e no conteúdo dos Estudos Ambientais, apresentados aos órgãos vigentes no momento do Licenciamento Ambiental, apresentando falhas legais e um descompromisso com a preservação do meio envolvido (BRASIL, 2004).

A presente pesquisa foi realizada com o objetivo geral de avaliar os estudos ambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), já aprovados pelas Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM), fornecendo-lhes parâmetros de qualidade técnica e legal.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), no estado de Minas Gerais. A bacia possui área territorial de 143.437,79 km<sup>2</sup>, dos quais 86.345,43 km<sup>2</sup> (60,2%) encontram-se no estado de MG, englobando 214 municípios, o que representa 54,45% do total de municípios da bacia. Além de Minas Gerais, a bacia, também, compreende parte do estado de São Paulo, conforme demonstrado na **Figura 1** (INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNOLÓGICAS - IPT, 2008).



**Figura 1** - Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BRASIL, 2007).

No estado de Minas Gerais, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande é subdividida em oito Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH), caracterizados pela sigla GD. Em relação a sua capacidade de geração de energia, a bacia responde por mais de 7.000 MW, sendo 96,76% relativos às UHEs, 4,14% às PCHs e 0,10% às CGHs. Isso corresponde a 7,81% da capacidade instalada no Brasil. Na **Tabela 1** mostra-se a capacidade instalada, em kW, na BHRG no estado de MG, no ano de 2006 (IPT, 2008).

**Tabela 1 - Potência fiscalizada (kW) na BHRG – MG (IPT, 2008)**

<b>Unidade de Gestão</b>	<b>Potência Instalada (kW)</b>
GD 1 - Alto Grande	143.220,00
GD 2 - Mortes e Jacaré	244.643,94
GD 3 - Entorno do Reservatório de Furnas	10.192,00
GD 4 – Verde	9.096,00
GD 5 – Sapucaí	11.780,00
GD 6 - Mogi-Guaçu e Pardo	51.315,00
GD 7 - Médio Grande	1.705.196,64
GD 8 - Baixo Grande	4.833.200,00
<b>Total MG</b>	<b>7.008.643,58</b>

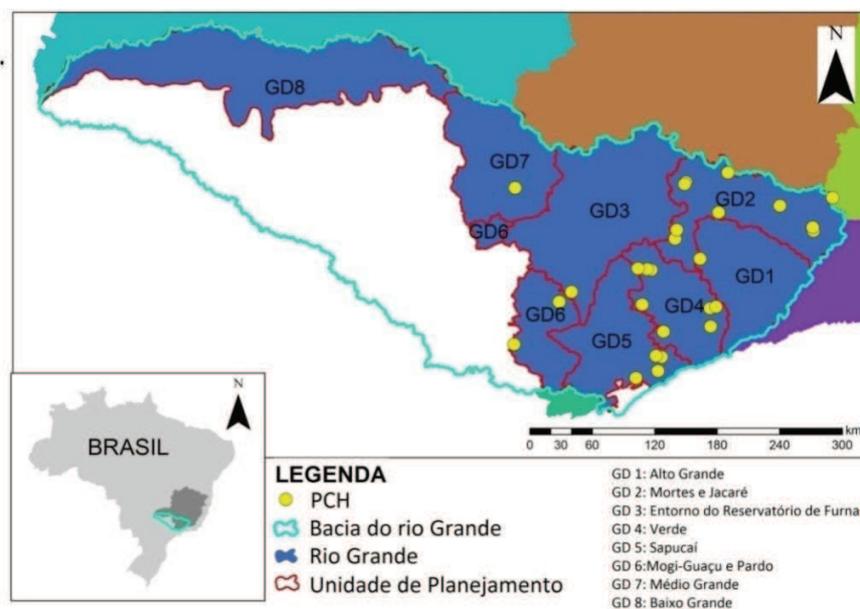
No presente estudo realizou-se, em sua primeira fase, um levantamento bibliográfico sobre a importância da geração de energia no Brasil e no mundo, com a utilização de fontes hidráulicas por meio de empreendimentos de pequeno, médio e grande porte. Na seqüência, detalhou-se a evolução do processo de licenciamento ambiental para o segmento hidrelétrico e sua preocupação com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Foram descritos os impactos mais comuns

causados pela implantação de empreendimentos hidrelétricos e as possíveis medidas mitigadoras e compensatórias capazes de minimizar os mesmos.

Demonstrando seu caráter documental e exploratório, o estudo foi alicerçado com base na consulta a Relatórios de Controle Ambiental (RCA) e Planos de Controle Ambiental (PCA), apresentados ao corpo técnico e jurídico das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM) e disponíveis em meio digital no Sistema Estadual de Meio Ambiente (SIAM); enquanto empreendimentos localizados em sua totalidade no estado de Minas Gerais, no período compreendido entre o ano de 1986 e 2012. O período foi definido, em razão da Resolução CONAMA 001/86, que norteia o estudo de empreendimentos, potencialmente, poluidores (BRASIL, 1986).

Durante a análise dos documentos, foram selecionados apenas os Estudos Ambientais dos empreendimentos que obtiveram um Parecer Técnico positivo para o recebimento da Licença Prévia, ou seja, empreendimentos com Estudos Ambientais aprovados pelo órgão ambiental vigente e que se encontravam disponíveis para consulta e análise pública.

Os empreendimentos hidrelétricos selecionados e sua localização dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, no estado de MG, são apresentados na **Tabela 2** e **Figura 2**, respectivamente.



**Figura 2** - Localização das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) dentro da Bacia Hidrográfica do rio Grande

**Tabela 2** - PCHs analisadas e aprovadas entre 1986 e 2012 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais

Nome do Empreendimento	Ano	GD	Potência Gerada (MW)
1.1. Oliveira	1910	GD 2	2,88
1.2. Ribeirão	1911	GD 4	0,18
1.3. Luiz Dias	1914	GD 5	1,620
1.4. Congonhal I e II	1927	GD 5	2,268
1.5. Carandaí	1936	GD 2	1,7
1.6. Xicão	1941	GD 5	1,808
1.7. São Bernardo	1948	GD 5	6,825
1.8. Pirambeira	1957	GD 4	0,528

“Tabela 2, conclusão”

<b>Nome do Empreendimento</b>	<b>Ano</b>	<b>GD</b>	<b>Potência Gerada (MW)</b>
1.9. Anil	1957	GD 2	2,08
1.10. Cachoeira da Fumaça	1960	GD 2	3,8
1.11. Couro do Cervo	1970	GD 2	1,455
1.12. Tuneco Alta	2003	GD 2	9
1.13. Clayton Ferreira	2004	GD 6	4
1.14. Alto Rio Grande	2005	GD 1	28
1.15. Ibituruna	2008	GD 2	22
1.16. Pirapetinga	2008	GD 2	16
1.17. Eixo B3	2009	GD 7	5
1.18. Nepomuceno	2009	GD 3	3,4
1.19. Rio Manso	2010	GD 5	7
1.20. Boa Vista II	2011	GD 4	25,40

Os dados contidos nos Estudos Ambientais aprovados foram organizados, de acordo com metodologia proposta por Zanzini (2001), associando seus resultados a índices numéricos e estruturados no sentido de atender aos dois indicadores da pesquisa. Vale ressaltar que este autor conduziu sua pesquisa ao acervo de Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) aprovado pela Fundação do Meio Ambiente (FEAM) entre os períodos de 1986 e 1999, considerando-o para todas as atividades potencialmente modificadoras do meio ambiente, utilizando-se de variáveis legais e técnicas específicas. Enquanto isso, no presente estudo,

direcionado para a avaliação de Relatórios de Controle Ambiental (RCAs) de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), utilizou-se de indicadores específicos para este tipo de empreendimento e originais desta dissertação, sendo eles:

1. Indicadores relacionados com a legislação (Resolução CONAMA 001/86 e Termos de Referência Geral para elaboração de RCA/PCA), sendo:
  - a. Indicador Legal 01 (IL 01): baseado no Artigo 5º, Inciso I da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter alternativas tecnológicas e locacionais do projeto, confrontando-as com a possibilidade de não execução do projeto (BRASIL, 1986, 2008).
  - b. Indicador Legal 02 (IL 02): baseado no Artigo 5º, inciso II da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve identificar e avaliar os impactos gerados na fase de implantação e operação do empreendimento (BRASIL, 1986, 2008).
  - c. Indicador Legal 03 (IL 03): baseado no Artigo 5º, inciso III da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência, considerando a localização da bacia hidrográfica (BRASIL, 1986, 2008).
  - d. Indicador Legal 04 (IL 04): baseado no Artigo 6º, inciso I da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter o diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, considerando explanações sobre o meio físico, contendo informações sobre subsolo, água, ar e clima; meio biótico, destacando apreciações sobre a fauna e

flora, espécies indicadoras de qualidade ambiental, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente (BRASIL, 1986, 2008).

- e. Indicador Legal 05 (IL 05): baseado no Artigo 6º, inciso II da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter uma análise dos impactos ambientais. Inclui a previsão da magnitude e interpretação dos impactos relevantes, discriminando os impactos negativos e positivos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas e sinérgicas e a distribuição dos ônus e benefícios sociais (BRASIL, 1986, 2008).
- f. Indicador Legal 06 (IL 06): baseado no Artigo 6º, inciso III da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve definir as medidas mitigadoras para os impactos negativos, classificando-as quanto à sua natureza (preventiva ou corretiva); a fase do empreendimento em que serão adotados (planejamento, implantação, operação e desativação); ao fator ambiental ao qual se destinam (físico ou biótico); prazo de permanência de sua aplicação (curto, médio ou longo); à avaliação dos custos envolvidos nas medidas mitigadoras e à responsabilidade por sua implementação (empreendedor, poder público e ou outros) (BRASIL, 1986, 2008; MINAS GERAIS, 1997a, 1997b, 1997c).
- g. Indicador Legal 07 (IL 07): baseado no Artigo 6º, inciso IV da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve elaborar programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados (BRASIL, 1986, 2008).

A fim de atingir os objetivos esperados, cada indicador legal foi subdividido em itens, assumindo um determinado peso, o que é descrito no ANEXO A e **Tabela 3**.

**Tabela 3** - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador legal

<b>Indicador Legal (IL)</b>	<b>Número de itens</b>	<b>Peso</b>
IL 01	02	01
IL 02	02	02
IL 03	03	03
IL 04	03	09
IL 05	09	09
IL 06	07	07
IL 07	05	05
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>36</b>

2. Indicadores relacionados com parâmetros socioambientais, feitos de acordo com 11 itens técnicos, que deverão estar contidos nos Estudos, sendo eles:

a) Indicador Ambiental 01 (IA 01): refere-se à caracterização e apresentação de Índices de Qualidade da Água na área de influência do empreendimento (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

b) Indicador Ambiental 02 (IA 02): refere-se à apresentação do número de espécies faunísticas (mastofauna, herpetofauna e avifauna) identificadas na área de influência do empreendimento (IBGE, 2012).

- c) Indicador Ambiental 03 (IA 03): refere ao tipo do levantamento de dados faunísticos, realizado na área de influência do empreendimento (ZANZINI, 2001).
- d) Indicador Ambiental 04 (IA 04): refere à descrição do esforço amostral para cada grupo do levantamento faunístico (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2007).
- e) Indicador Ambiental 05 (IA 05): refere à identificação da bacia e microbacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento (IBAMA, 2007).
- f) Indicador Ambiental 06 (IA 06): refere-se ao tipo de avaliação da cobertura vegetal e uso do solo na área de influência do empreendimento (IBAMA, 2005).
- g) Indicador Ambiental 07 (IA 07): refere-se à avaliação da perda/alteração da vegetação total e marginal ao reservatório (IBAMA, 2005).
- h) Indicador Ambiental 08 (IA 08): refere-se à caracterização do meio antrópico afetado pelo empreendimento (IBAMA, 2005).
- i) Indicador Ambiental 09 (IA 09): refere-se à indicação de medidas compensatórias (BRASIL, 2001).
- j) Indicador Ambiental 10 (IA 10): refere-se à apresentação da equipe técnica responsável pela elaboração do Estudo Ambiental (IBAMA, 2005).
- k) Indicador Ambiental 11 (IA 11): refere-se à efetividade de geração de energia do empreendimento, ou seja, a razão “Hectare inundado/ MW gerado” (KEMENES; FORSBERG; MELACK, 2007).

De maneira semelhante aos indicadores legais, cada indicador socioambiental foi subdividido em itens, assumindo um determinado peso, o que é descrito no ANEXO B e **Tabela 4**.

**Tabela 4** - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador socioambiental.

<b>Indicador Ambiental (IA)</b>	<b>Número de itens</b>	<b>Peso</b>
IA 01	03	03
IA 02	06	06
IA 03	03	06
IA 04	02	01
IA 05	03	03
IA 06	02	03
IA 07	02	02
IA 08	03	03
IA 09	02	01
IA 10	02	01
IA11	02	01
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>31</b>

Para a extração dos dados contidos nos Estudos Ambientais e posterior análise comparativa dos dados, foram aplicadas as seguintes abordagens:

## **1 Concordância com a Legislação:**

### **1.1 Concordância dos RCAs com a Legislação**

A avaliação dos RCA-PCA's em comparação com as premissas contidas na Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e nos Termos de Referência Geral para elaboração de RCA/PCA – FEAM foi estimada,

por meio do Índice de Concordância Legal do RCA, variando numericamente de 0 a 1 e apresentado pela equação:

$$ICL_{RCA} = \frac{\sum i_{(L)j}}{\sum I_{(L)j}}$$

em que:

$ICL_{RCA}$ : Índice de Concordância Legal do RCA.

$i_{(L)j}$ : Peso assumido pelo j-ésimo indicador legal do RCA avaliado.

$I_{(L)j}$ : Peso máximo do j-ésimo indicador legal.

Para exemplificar esta avaliação, segue exemplo do “Estudo Ambiental 01”. Avaliado pelos Indicadores Legais, a pontuação obtida para cada um deles segue abaixo:

- Indicador Legal 01: Pontuação zero.
- Indicador Legal 02: Pontuação um.
- Indicador Legal 03: Pontuação três.
- Indicador Legal 04: Pontuação oito.
- Indicador Legal 05: Pontuação zero.
- Indicador Legal 06: Pontuação cinco.
- Indicador Legal 07: Pontuação um.

Sendo assim, no “Estudo Ambiental 01”, na somatória dos pontos de todos os indicadores, obteve-se um total de 18 pontos. Considerando que o peso máximo que um estudo ambiental poderá assumir para os

indicadores legais seja de 36 pontos e aplicando a fórmula supracitada, tem-se:

$$ICL_{RCA1} = 18/36$$

$$ICL_{RCA1} = 0,50$$

Aplica-se um raciocínio semelhante para as demais análises a seguir.

### **1.2 Concordância dos Indicadores com a Legislação:**

A avaliação do cumprimento de cada indicador dos Estudos Ambientais em relação à legislação foi estimada por meio do Índice de Concordância Legal do Indicador, variando numericamente de 0 a 1. Esse índice fornece uma estimativa do nível de concordância do indicador avaliado com as prescrições contidas na Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e nos Termos de Referência Geral para elaboração de RCA/PCA – FEAM, apresentado pela equação a seguir:

$$ICL_I = \sum i_{(L)j} / I_{(L)j}$$

em que:

$ICL_I$ : Índice de Concordância Legal do Indicador.

$i_{(L)j}$ : Peso de cada item do j-ésimo indicador legal cumprido no RCA avaliado.

$I_{(L)j}$ : Peso máximo do j-ésimo indicador legal.

## 1. Concordância com Parâmetros Socioambientais

### 1.1 Concordância dos RCAs com Parâmetros Socioambientais

A avaliação dos RCA-PCA's, em comparação com os parâmetros socioambientais, foi estimada por meio do Índice de Concordância Ambiental do RCA, variando, numericamente, de 0 a 1 e apresentado pela equação:

$$ICA_{RCA} = \frac{\sum i_{(L)j}}{\sum I_{(L)j}}$$

em que:

$ICA_{RCA}$ : Índice de Concordância Ambiental do RCA.

$i_{(L)j}$ : Peso assumido pelo j-ésimo indicador ambiental do RCA avaliado.

$I_{(L)j}$ : Peso máximo do j-ésimo indicador legal.

### 1.2 Concordância dos Indicadores com Parâmetros Socioambientais

A avaliação do cumprimento de cada indicador dos Estudos Ambientais, em relação aos indicadores ambientais, foi estimada pelo Índice de Concordância Ambiental do Indicador, variando, numericamente, de 0 a 1 e apresentado pela equação a seguir:

$$ICA_I = \frac{\sum i_{(A)j}}{I_{(A)j}}$$

em que:

$ICA_I$ : Índice de Concordância Ambiental do indicador.

$i_{(A)j}$ : Peso de cada item do j-ésimo indicador ambiental cumprido no RCA avaliado.

$I_{(A)j}$ : Peso máximo do j-ésimo indicador ambiental.

Por fim, os valores assumidos pelos Estudos Ambientais, por meio dos indicadores legais e ambientais, avaliados mediante a aplicação das equações supracitadas, foram agrupados em cinco classes de concordância com a legislação e com os parâmetros socioambientais, de acordo com a seguinte classificação:

- ✓ 0,0 – 0,2: Concordância muito baixa.
- ✓ 0,2 – 0,4: Concordância baixa.
- ✓ 0,4 – 0,6: Concordância média.
- ✓ 0,6 – 0,8: Concordância alta.
- ✓ 0,8 – 1,0: Concordância muito alta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Concordância com a Legislação

##### 3.1.1 Concordância dos RCAs com a Legislação

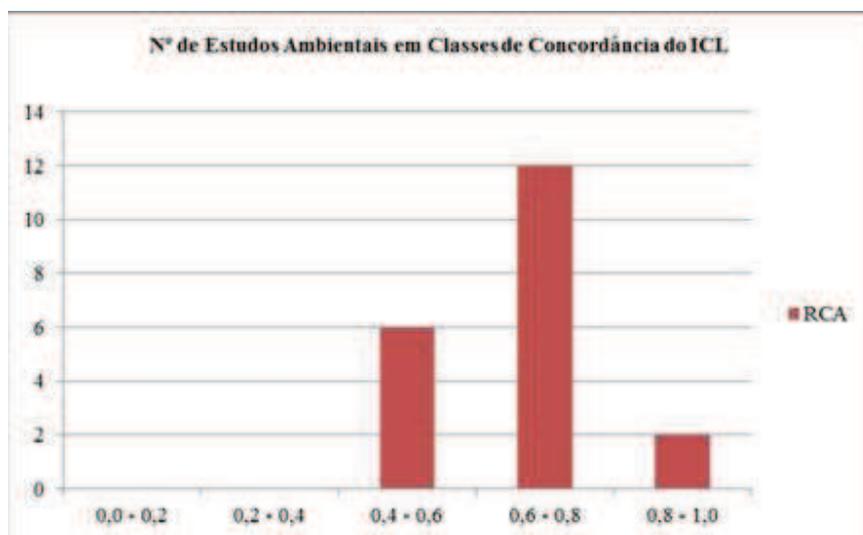
Na **Tabela 5** e **Figura 3** demonstram-se os resultados quantitativos encontrados, em relação à Concordância dos RCA-PCAs avaliados, quando comparados com premissas contidas na Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e nos Termos de Referência Geral para elaboração dos estudos ambientais.

**Tabela 5** – Número e porcentagem de RCAs de acordo com classes de concordância do Índice de Concordância Legal.

	Classe de concordância do ICL						Total
		0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0	
RCA	nº	0	0	6	12	2	20
	%	0	0	30	60	10	100

Classes de concordância com a Legislação:  
 0,0 - 0,2 Muito Baixa      0,4 - 0,6 Média      0,8 - 1,0 Muito Alta  
 0,2 - 0,4 Baixa      0,6 - 0,8 Alta

Sendo:  
 RCA Relatório de Controle Ambiental  
 ICL Índice de Concordância Legal  
 nº Número de Estudos Ambientais



**Figura 3** – Nº de Estudos Ambientais em Classes de Concordância do ICL

De acordo com os resultados encontrados, seis dos 20 Estudos Ambientais avaliados (30%) apresentaram Índice de Concordância Legal (ICL) no intervalo de concordância 0,4 – 0,6, ou seja, possuem uma concordância com a Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e com os Termos de Referência Geral para sua elaboração considerada média.

Dando sequência, doze RCA-PCAs (60%) apresentaram Índice de Concordância Legal (ICL) no intervalo de concordância 0,6 – 0,8 e possuem uma concordância com a legislação vigente considerada alta.

Finalizando, dois RCA-PCAs (10%) apresentaram Índice de Concordância Legal (ICL), no intervalo de concordância 0,8 – 1,0, ou seja, possuem uma concordância com a legislação considerada muito alta.

Esta avaliação leva à conclusão de que a soma dos valores assumidos pelos indicadores legais, em sete Estudos Ambientais, situou-se em torno da metade do valor máximo que poderia ter assumido, caso fosse verificada concordância total com as premissas da Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e com o Termo de Referência Geral. Por este resultado denunciam-se falhas nestes estudos, tanto no que se refere a cumprimentos legais, quanto na sua revisão pela equipe multidisciplinar relacionada.

Sánchez (2013) afirma que a etapa de avaliação dos estudos ambientais desempenha a função de verificar a sua conformidade com os critérios pré-estabelecidos, normalmente associados à regulamentação em vigor na jurisdição em que foi apresentado e ao termo de referência, previamente, formulado. Um Estudo Ambiental bom deve ser aquele que busca o balanço entre descrição e análise, rigor metodológico e isenção.

Para efeito de comparação, não foram encontrados estudos específicos discutindo a efetividade de Estudos Ambientais de PCHs. Todavia, considerações gerais sobre a qualidade na elaboração de Estudos Ambientais auxiliam nas comparações.

Em um estudo em que se examinou o efetivo cumprimento da Resolução Conama nº 01/86 no EIA-RIMA da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, no estado do Pará, demonstrou-se atendimento da maioria dos itens previstos na Resolução, porém com fragilidades em seu diagnóstico ambiental (referente ao Art. 5º, Inciso III da CONAMA 01/86); na previsão de impactos sobre o ambiente e na metodologia de identificação dos mesmos (referente ao Art. 6º, Inciso II da CONAMA 01/86); e na falta de clareza de suas medidas mitigadoras (referente ao Art. 6º, Inciso

III da CONAMA 01/86) e programas ambientais (referente ao Art. 5º, Inciso IV da CONAMA 01/86) (NASCIMENTO; QUINTELA, 2013).

Teixeira et al. (1994) analisaram sete RIMA's de hidrelétricas, em diferentes regiões brasileiras, no tocante ao seu atendimento à legislação sobre o assunto, principalmente, à Resolução CONAMA nº 01/86. Os autores observaram em todos os Estudos debilidades de conteúdo no diagnóstico ambiental (Art. 5º, Inciso III da CONAMA 01/86) e omissão de impactos ambientais (Art. 6º, Inciso II da CONAMA 01/86); além disso, foram excluídos dos RIMA's alternativas locais e tecnológicas exigidas pelo Art. 5º, Inciso I da CONAMA 01/86. Decorrentes das falhas anteriores, também, observaram fraquezas na fase de manejo ambiental, que englobam proposições das medidas mitigadoras e programas ambientais (BRASIL, 1986).

Sandham e Pretorius (2008) avaliaram a qualidade de Estudos de Impacto Ambiental de diferentes atividades modificadoras do meio ambiente, numa província na África do Sul. Suas conclusões levam a crer que os Estudos neste país se mostraram satisfatórios, embora haja lacunas, quando se trata da descrição dos métodos de previsão e avaliação dos impactos, assim como na apresentação de medidas mitigadoras.

As fragilidades acima apresentadas endossam o resultado encontrado no presente estudo, onde Estudos Ambientais com Índice de Concordância Legal (ICL) no intervalo de concordância 0,4 – 0,6 apresentam imperfeições, justificadas na maioria das vezes pela ausência de definições/questões, previamente, definidas como importantes. Sánchez (2013) afirma que estas definições deveriam ser respondidas, no decorrer dos estudos, em três fases distintas: na identificação, na previsão

e na avaliação dos impactos ambientais de um determinado empreendimento.

### 3.1.2 Concordância dos Indicadores com a Legislação

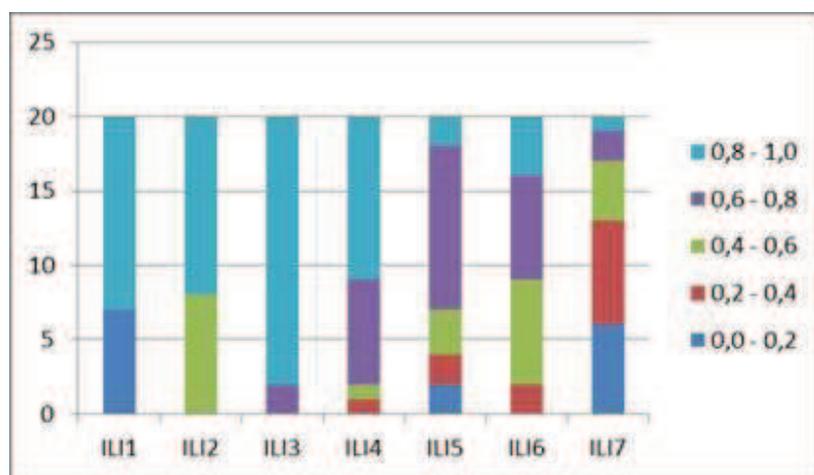
Na **Tabela 6** e **Figura 4** apresentam-se os resultados quantitativos encontrados, em relação à Concordância de cada Indicador Legal dos RCA-PCAs avaliados, quando comparados com premissas contidas na Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986) e nos Termos de Referência Geral para elaboração dos estudos ambientais.

**Tabela 6** - Número e porcentagem dos Estudos Ambientais de acordo com classes de concordância do ICL<sub>I</sub>

Indicador		Classe de concordância do ICL <sub>I</sub>					Total
		0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0	
IL <sub>1</sub>	nº	7	0	0	0	13	20
	%	35,00	0,00	0,00	0,00	65,00	100,00
IL <sub>2</sub>	nº	0	0	8	0	12	20
	%	0,00	0,00	40,00	0,00	60,00	100,00
IL <sub>3</sub>	nº	0	0	0	2	18	20
	%	0,00	0,00	0,00	10,00	90,00	100,00
IL <sub>4</sub>	nº	0	1	1	7	11	20
	%	0,00	5,00	5,00	35,00	55,00	100,00
IL <sub>5</sub>	nº	2	2	3	11	2	20
	%	10,00	10,00	15,00	55,00	10,00	100,00
IL <sub>6</sub>	nº	0	2	7	7	4	20
	%	0,00	10,00	35,00	35,00	20,00	100,00
IL <sub>7</sub>	nº	6	7	4	2	1	20
	%	30,00	35,00	20,00	10,00	5,00	100,00

“Tabela 6, conclusão”

Classes de concordância com a Legislação:					
0,0 -					
0,2	Muito Baixa	0,4 - 0,6	Média	0,8 - 1,0	Muito Alta
0,2 -					
0,4	Baixa	0,6 - 0,8	Alta		
Sendo:					
ICL <sub>1</sub>	Índice de Concordância Legal do Indicador				
IL <sub>1</sub>	Indicador Legal 01 (a respeito da alternativa tecnológica e locacional da PCH)				
IL <sub>2</sub>	Indicador Legal 02 (a respeito dos impactos na fase de instalação e operação da PCH)				
IL <sub>3</sub>	Indicador Legal 03 (a respeito da definição da área de influência da PCH)				
IL <sub>4</sub>	Indicador Legal 04 (a respeito do diagnóstico ambiental do meio físico-biótico)				
IL <sub>5</sub>	Indicador Legal 05 (a respeito da análise dos impactos ambientais da PCH)				
IL <sub>6</sub>	Indicador Legal 06 (a respeito da definição de medidas mitigadoras para a PCH)				
IL <sub>7</sub>	Indicador Legal 07 (a respeito da definição dos programas ambientais na PCH)				



**Figura 4** - Nº de Estudos Ambientais e suas Classes de Concordância em relação a cada Indicador Legal

O Indicador Legal 01, que se trata da obrigatoriedade do Estudo apresentar alternativas tecnológicas e de localização do projeto, 35% dos RCA-PCAs avaliados situaram-se em uma classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> muito baixo, ou seja, sete Estudos Ambientais não apresentaram alternativa tecnológica e locacional em seu conteúdo, não respeitando a legislação vigente. Em contrapartida, 13 Estudos Ambientais (65%) situaram-se em uma classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> muito alto, ou seja, apresentaram alternativa tecnológica e locacional em seu conteúdo, respeitando premissas contidas no Artigo 5º, Inciso I da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

A NEPA (*National Environmental Policy Act* – Lei da Política Nacional de Meio Ambiente dos Estados Unidos), precursora no que diz respeito à política de valoração do meio ambiente, destaca em sua Seção 102, (C), (iii), que todos os estudos devem conter alternativa para a ação modificadora do ambiente.

A lacuna contida nos estudos que não apresentaram alternativa tecnológica e locacional, também, fere a afirmação levantada por Sánchez (2013, p. 583), quando este diz:

A busca e a comparação de alternativas é um dos pilares da avaliação de impacto ambiental, que tem como uma de suas funções incitarem os proponentes a conceber projetos ambientalmente menos agressivos e não simplesmente julgar se os impactos de cada projeto são aceitáveis ou não.

O Indicador Legal 02, que se trata do estudo de identificar e avaliar os impactos gerados tanto na fase de instalação quanto na fase de operação, 40% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram-se em uma classe de concordância com o  $ICL_I$  médio. Ou seja, oito Estudos Ambientais identificaram e avaliaram os impactos gerados somente na fase de implantação ou somente na fase de operação do empreendimento, respeitando, parcialmente, as premissas da legislação vigente. Em contrapartida, doze Estudos Ambientais (60%) apresentaram-se em uma classe de concordância com o  $ICL_I$  muito alto, ou seja, identificaram e avaliaram os impactos gerados tanto na fase de implantação quanto na fase de operação do empreendimento, condizendo com premissas contidas no Artigo 5º, Inciso II da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

Sánchez (2013) afirma que todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento devem ser levadas em consideração, para prever os impactos, visto que estes ocorrem em decorrência de ações em diferentes momentos. Na implantação, por exemplo, poderá ocorrer impactos, durante a instalação e desinstalação de canteiro de obras, recrutamento de mão de obra, enchimento do reservatório, etc. Na sequência, a operação de um empreendimento poderá alterar o uso do solo no em torno do empreendimento, ocasionar incidentes ou acidentes ambientais, ampliar um determinado empreendimento trazendo modificações ambientais semelhantes ao momento de implantação, entre outros. Por este motivo, são de suma importância a identificação e avaliação dos impactos em todas as etapas de um empreendimento.

Em relação ao Indicador Legal 03, que menciona que o estudo deve definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente

afetada pelos impactos, 10% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram-se em uma classe de concordância com o  $ICL_1$  alto, ou seja, dois Estudos Ambientais delimitaram a área direta e indiretamente afetada pelo empreendimento, respeitando o que diz a legislação; dezoito Estudos Ambientais (90%) apresentaram-se em uma classe de concordância com o  $ICL_1$  muito alto, ou seja, além de definirem a área direta e indiretamente afetada pelo empreendimento, ainda, consideraram a bacia hidrográfica onde o mesmo está inserido, respeitando totalmente as premissas contidas no Artigo 5º, Inciso III da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

Ressalta-se que, mesmo contendo informações a respeito da área afetada direta ou indiretamente pelos impactos, os Estudos Ambientais avaliados apresentam deficiência no que diz respeito aos critérios utilizados nessa demarcação. Para se definir corretamente a área de influência de um empreendimento, devem-se levar em consideração algumas premissas, como: a área a ser afetada pelo empreendimento; o conhecimento da equipe técnica; os impactos em cada um dos meios envolvidos (físico, biótico e antrópico) e as etapas em que os mesmos ocorrerão (FONSECA; BITAR, 2012). Segundo IBAMA (2005), para aproveitamentos hidrelétricos, Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Indireta (AII) são definidos da seguinte maneira:

**Área Diretamente Afetada – ADA (ou Área de Influência Direta - AID)** - área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. A sua delimitação deverá ser em função das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem

estudados e das particularidades do empreendimento, no tocante aos meios físico e biótico, a área de inundação do reservatório na sua cota máxima acrescida da área de preservação permanente em projeção horizontal, bem como outras áreas contínuas de relevante importância ecológica, além das áreas situadas em trechos à jusante da barragem, em uma extensão a ser definida pelo estudo. Para os estudos socioeconômicos, será considerada como ADA a extensão territorial dos municípios com parcela de área inundada e aqueles localizados a jusante da barragem, numa faixa a ser definida pelo estudo.

**Área de Influência Indireta – AII** - é aquela real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta. Para os meios físico e biótico, será considerada parte da bacia hidrográfica de localização, a qual o empreendimento se insere. Para o meio socioeconômico, a área de influência indireta será compreendida pelo conjunto do território dos municípios que tenham terras alagadas e pelos polos municipais de atração à região, bem como aqueles que vivem de atividades pesqueiras e turísticas, ligadas aos recursos hídricos (IBAMA, 2005).

Além disso, há uma lacuna nos dois estudos que apresentaram o  $ICL_I$  alto, uma vez que não consideraram a bacia hidrográfica na qual se encontra o empreendimento e, conseqüentemente, os impactos que se inserem no local, desconsiderando, erroneamente, uma referência irremovível contida no Artigo 5º, Inciso III da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986). Esta desconsideração poderá afetar diretamente o

diagnóstico dos impactos tanto no meio biótico como no meio físico, refletindo, negativamente, na avaliação dos efeitos sociais e econômicos do empreendimento (BRASIL, 2004).

Ainda, em relação ao Indicador legal 03, observa-se que, em todos os Estudos Ambientais avaliados, inclusive aqueles que seguiram integralmente as premissas da CONAMA 001/86, não há menção de aspectos importantes, como características de vulnerabilidade dos ambientes naturais e nas realidades sociais regionais, ou seja, ausência de critérios que levam em conta como grupos regionais classificam e delimitam seus ambientes, excluindo um ambiente que pode integrar um mesmo universo sociocultural (BRASIL, 2004).

Já, on Indicador Legal 04 afirma-se que o estudo ambiental deve conter o diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, tanto no meio físico quanto no meio biótico. 5% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram-se em classe de concordância com o  $ICL_I$  baixo, ou seja, um Estudo Ambiental apresentou um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento de maneira não abrangente e/ou pouco abrangente, desrespeitando as premissas contidas na legislação; um Estudo Ambiental (5%) apresentou-se em uma classe de concordância com o  $ICL_I$  médio, ou seja, possuiu um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento de forma pouco abrangente; sete Estudos Ambientais (35%) apresentaram-se em uma classe de concordância ( $ICL_I$  alto), ou seja, demonstraram um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento de forma, moderadamente, abrangente a abrangente; onze Estudos Ambientais (55%) apresentaram-se em uma classe de concordância com

o  $ICL_I$  muito alto, ou seja, evidenciaram um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, tanto para o meio físico como para o meio biótico, de forma, moderadamente, abrangente. O único Estudo Ambiental que respondeu, completamente, as premissas do Artigo 6º, inciso I da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986), apresentando um diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, tanto para o meio físico como para o meio biótico, de forma satisfatória, além de apresentar uma análise integrada do meio físico-biótico, foi a PCH Boa Vista II.

Este Indicador Legal 04, composto por um dos maiores pesos, segundo metodologia aplicada, é de suma importância no Estudo Ambiental. Neste raciocínio, Estudos em que se elabora um diagnóstico ambiental parcial não terão grande valia em previsões futuras, pois seu principal objetivo é dar suporte aos analistas ambientais no sentido de fazer previsões bem fundamentadas sobre a provável situação de um determinado local após a instalação do empreendimento modificador do ambiente. Quanto mais se conhece sobre um ambiente, maior é a capacidade de prever impactos (SÁNCHEZ, 2013). A proveniência de informações, também, será essencial, pois o diagnóstico poderá conter tantos dados primários como dados secundários. Cabe aos especialistas, envolvidos no Estudo, definirem sobre o tipo de dados de que necessitam (**Tabela 7**). Os Estudos avaliados que se apresentaram em uma classe de concordância com o  $ICL_I$  alto e/ou muito alto seguem este raciocínio e caracterizam o ambiente satisfatoriamente.

**Tabela 7** - Exemplos de estratégias para alguns levantamentos de dados

<b>Dados primários</b>	<b>Dados secundários</b>
Geologia local	Geologia regional
Relevo e solos	Clima
Qualidade do ar e meteorologia	Hidrologia
Qualidade da água	Fontes de poluição
Dinâmica e qualidade da água subterrânea	Áreas contaminadas
Radiações ionizantes	Poços profundos
Fauna, flora, ecossistemas aquáticos	Finanças municipais
População local diretamente afetada	População e indicadores sociais
Uso de Recursos Naturais	Emprego, renda e atividade econômica
Sítios de interesse natural ou cultural	Bens culturais de importância reconhecida
Sítios arqueológicos	Unidades de Conservação
Uso do solo	
Populações tradicionais	

Adaptado de Sánchez (2013).

O Indicador Legal 05, que afirma que os Estudos Ambientais devem conter uma análise dos impactos ambientais causados pelo empreendimento em questão, 10% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram-se em uma classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> muito baixo, ou seja, dois Estudos Ambientais que não apresentaram nenhuma análise dos impactos ambientais, causados pelo empreendimento, não condizendo com as premissas da legislação pertinente; dois Estudos Ambientais (10%) apresentaram uma análise dos impactos ambientais decorrentes dos empreendimentos acentuadamente incompletos, exibindo um ICL<sub>I</sub> baixo; três Estudos Ambientais (15%) apresentaram uma análise

dos impactos ambientais parcial ( $ICL_I$  médio); onze Estudos Ambientais (55%) apresentaram uma análise dos impactos ambientais abrangente ( $ICL_I$  alto) e; dois Estudos Ambientais (10%) apresentaram uma análise dos impactos ambientais muito satisfatória ( $ICL_I$  muito alto), com conteúdo a respeito da previsão da magnitude e interpretação dos impactos relevantes, discriminando os impactos negativos e positivos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, atendendo as premissas do Artigo 6º, inciso II da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

Observou-se que, mesmo com a maioria dos Estudos Ambientais (65%) encaixando-se em uma classe de concordância com o  $ICL_I$  alto ou muito alto, foi frequente a observação de deficiências em relação à identificação, caracterização e análise de impactos. Nas avaliações dos 20 estudos ambientais conduzidos neste estudo, quando comparados com Brasil (2004), levantam-se as principais carências dos EIA's, como, por exemplo: não identificação de determinados impactos; identificação parcial dos impactos; indicação genérica de impactos; identificação de impactos mutuamente excludentes; subutilização de dados do diagnóstico ambiental; omissão de dados; tendência à minimização de impactos negativos e a supervalorização de impactos positivos. Cabe ressaltar que nenhum dos Estudos avaliados neste trabalho apresentou comentários a respeito da questão da cumulatividade e sinergia dos impactos, não atendendo completamente às determinações da Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

Analisando o Indicador Legal 06, que destaca que os Estudos Ambientais devem definir as medidas mitigadoras para os impactos

negativos, mostrou que 10% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram-se em uma classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> baixo, ou seja, dois Estudos Ambientais definiram e apresentaram medidas mitigadoras para os impactos negativos, acentuadamente, incompletas; sete Estudos Ambientais (35%) apresentaram, parcialmente, as medidas mitigadoras para os impactos negativos (com ICL<sub>I</sub> médio); sete Estudos Ambientais (35%) apresentaram características para medidas mitigadoras de forma abrangente (ICL<sub>I</sub> alto) e; quatro Estudos Ambientais (20%) apresentaram as medidas mitigadoras para os impactos negativos de maneira muito satisfatória (com ICL<sub>I</sub> muito alto), classificando-as, quanto à sua natureza, a fase do empreendimento em que serão adotados; ao fator ambiental ao qual se destinam; prazo de permanência de sua aplicação; a avaliação dos custos envolvidos nas medidas mitigadoras e a responsabilidade por sua execução, atendendo, dessa forma, as premissas da Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

De acordo com o Indicador Legal 07, os Estudos Ambientais devem elaborar programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos. Em 30% dos RCA-PCAs avaliados, a classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> foi muito baixo, ou seja, seis Estudos Ambientais apresentaram os programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, acentuadamente, incompletos; sete Estudos Ambientais (35%) apresentaram, parcialmente, os programas ambientais para os impactos positivos e negativos (ICL<sub>I</sub> baixo); quatro Estudos Ambientais (20%) apresentaram os programas ambientais de forma mediana (ICL<sub>I</sub> médio); dois Estudos Ambientais (10%) apresentaram os programas ambientais de forma satisfatória (ICL<sub>I</sub>

alto) e; um Estudo Ambiental, da PCH Nepomuceno, apresentou ICL<sub>I</sub> muito alto, seguindo, minuciosamente, as premissas do Artigo 6º, inciso IV da CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986).

Para os Estudos Ambientais avaliados que se apresentaram em uma classe de concordância com o ICL<sub>I</sub> baixo e/ou médio (45% em relação ao Indicador Legal 06 e 85% para o Indicador Legal 07), observa-se que não houve uma investigação e detalhamento das medidas propostas, com o intuito real de reduzir a magnitude dos impactos negativos destes empreendimentos; apenas buscou o cumprimento das premissas da Resolução CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986), ainda que de maneira incompleta. Sánchez (2013) ressalta que a equipe responsável pela elaboração do estudo ambiental deve concentrar esforços na concepção, análise e na discussão de medidas específicas voltadas para o empreendimento. Este mesmo autor, ainda reflete sobre um estudo feito pela Comissão Mundial de Barragens, constatando a ineficiência de muitas medidas mitigadoras e destacando que, para uma boa mitigação, são necessários: um bom diagnóstico ambiental (o que interliga com o Indicador Legal 04); uma cooperação entre ecólogos, projetistas de barragens e a população afetada pelos empreendimentos; e um monitoramento sistemático, a fim de acompanhar a eficácia da medida proposta.

### 3.2 Concordância com Parâmetros Socioambientais

#### 3.2.1 Concordância dos RCAs com Parâmetros Socioambientais

Na **Tabela 8** e **Figura 5** demonstram-se os resultados quantitativos encontrados, em relação à Concordância dos RCA-PCA's avaliados, quando os fundamentos técnicos que deverão estar contidos nos mesmos são elencados.

**Tabela 8** - Número e porcentagem de RCAs de acordo com classes de concordância do Índice de Concordância Ambiental

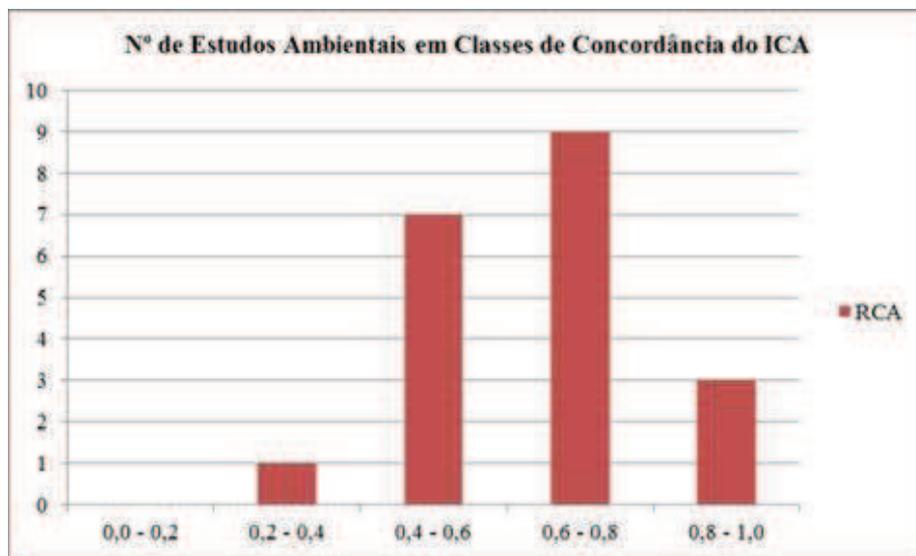
RCA	Classe de concordância do ICA						Total
	0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0		
n°	0	1	7	9	3	20	
%	0,00	5,00	35,00	45,00	15,00	100,00	

Classes de concordância com a Legislação:

0,0 - 0,2	Muito Baixa	0,4 - 0,6	Média	0,8 - 1,0	Muito Alta
0,2 - 0,4	Baixa	0,6 - 0,8	Alta		

Sendo:

RCA	Relatório de Controle Ambiental
ICL	Índice de Concordância Ambiental
n°	Número de Estudos Ambientais



**Figura 5** – Nº de Estudos Ambientais em Classes de Concordância do Índice de Concordância Ambiental

Na análise dos resultados encontrados, 5% dos Estudos Ambientais avaliados apresentaram Índice de Concordância Ambiental (ICA), no intervalo de concordância 0,2 – 0,4, ou seja, um Estudo Ambiental possui concordância com fundamentos técnicos ambientais considerada baixa.

Sete Estudos Ambientais, 35% RCA-PCAs avaliados, apresentaram Índice de Concordância Ambiental (ICA), no intervalo de concordância 0,4 – 0,6, ou seja, possuem uma concordância com fundamentos técnicos ambientais considerada média. Outros nove Estudos Ambientais (45%) apresentaram um Índice de Concordância Ambiental (ICA), no intervalo de concordância 0,6 – 0,8, ou seja, possuem uma concordância com fundamentos técnicos ambientais considerada alta.

Finalizando, 15% dos RCA-PCAs avaliados apresentaram Índice de Concordância Ambiental (ICA) muito alto (0,8 – 1,0). Isto demonstra que apenas um dos 20 Estudos Ambientais avaliados encontra-se numa classe muito alta atendendo as premissas elencadas nos Indicadores Ambientais.

Os estudos ambientais englobados nas classes de concordância de ICA baixo ou médio, 50% do total avaliado, apresentam, em sua maioria, documentos incompletos e com qualidade técnica deficiente quando abordados temas bióticos/antrópicos. Pelo resultado concorda com estudos semelhantes sobre o tema abordado.

Campos e Silva (2012), num trabalho de revisão, citam três estudos ambientais que omitiram informações no que diz respeito ao meio biótico: o EIA/RIMA da UHE Barra Grande, localizada no Rio Pelotas, negligenciou a existência de uma área nativa de araucária, que seria afetada pelo reservatório do empreendimento, o que foi constatado somente em fase posterior, para emissão da LO (Licença de Operação); o EIA/RIMA do Complexo Capim Branco, no Rio Araguari, demonstrou a inundação de uma área de transição entre os biomas de cerrado e Mata Atlântica, considerada Área de Importância Biológica Extrema e, ainda assim, o Estudo foi aprovado pelo órgão ambiental mineiro; e o EIA/RIMA da UHE Belo Monte, no Rio Xingu, que apresentou inúmeras deficiências e foi avaliado, meticulosamente, por uma equipe voluntária composta por 40 pesquisadores de diferentes áreas, descrevendo falhas metodológicas subestimando impactos sociais e ambientais do empreendimento.

### 3.2.2 Concordância dos Indicadores com Parâmetros Socioambientais

Na **Tabela 9** e **Figura 6** apresentam-se os resultados quantitativos encontrados, em relação à concordância de cada Indicador Ambiental dos RCA-PCA's avaliados.

**Tabela 9** - Número e porcentagem dos Estudos Ambientais de acordo com classes de concordância do ICA<sub>I</sub>

Indicador	Classe de concordância do ICA <sub>I</sub>						Total
		0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0	
IA <sub>1</sub>	nº	7	0	0	2	11	20
	%	35,00	0,00	0,00	10,00	55,00	100
IA <sub>2</sub>	nº	1	2	1	10	6	20
	%	5,00	10,00	5,00	50,00	30,00	100
IA <sub>3</sub>	nº	0	0	5	0	15	20
	%	0,00	0,00	25,00	0,00	75,00	100
IA <sub>4</sub>	nº	14	0	0	0	6	20
	%	70,00	0,00	0,00	0,00	30,00	100
IA <sub>5</sub>	nº	0	13	0	3	4	20
	%	0,00	65,00	0,00	15,00	20,00	100
IA <sub>6</sub>	nº	0	10	0	1	9	20
	%	0,00	50,00	0,00	5,00	45,00	100
IA <sub>7</sub>	nº	6	0	10	0	4	20
	%	30,00	0,00	50,00	0,00	20,00	100
IA <sub>8</sub>	nº	1	0	0	0	19	20
	%	5,00	0,00	0,00	0,00	95,00	100
IA <sub>9</sub>	nº	13	0	0	0	7	20
	%	65,00	0,00	0,00	0,00	35,00	100
IA <sub>10</sub>	nº	0	0	0	0	20	20
	%	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100
IA <sub>11</sub>	nº	20	0	0	0	0	20
	%	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100

“Tabela 9, conclusão”

---

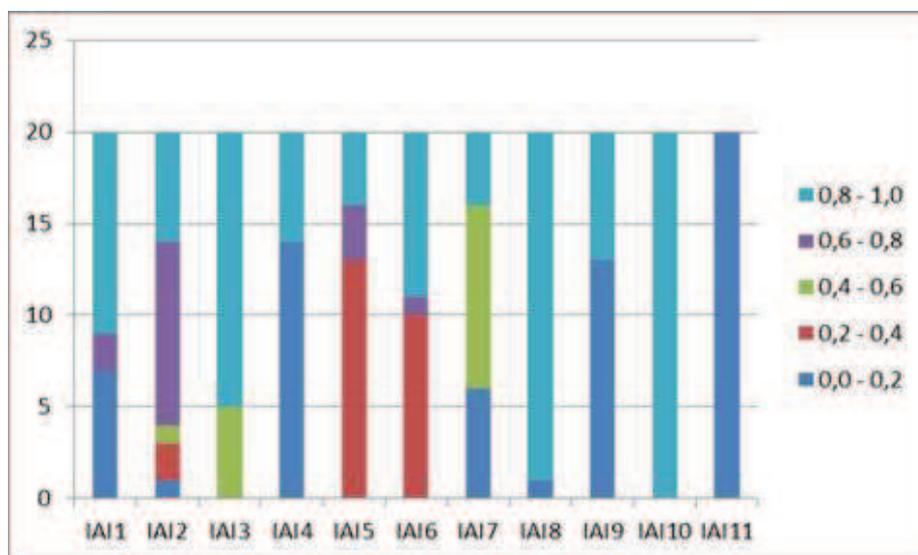
Classes de concordância com Parâmetros Ambientais:

0,0 - 0,2	Muito Baixa	0,4 - 0,6	Média	0,8 - 1,0	Muito Alta
0,2 - 0,4	Baixa	0,6 - 0,8	Alta		

Sendo:

ICA <sub>1</sub>	Índice de Concordância Ambiental do Indicador
IA <sub>1</sub>	Indicador Ambiental 01: Referente a qualidade da água na PCH
IA <sub>2</sub>	Indicador Ambiental 02: Referente ao número de espécies faunísticas inventariadas
IA <sub>3</sub>	Indicador Ambiental 03: Referente ao tipo de levantamento faunístico realizado
IA <sub>4</sub>	Indicador Ambiental 04: Referente ao esforço amostral utilizado
IA <sub>5</sub>	Indicador Ambiental 05: Refere-se à identificação de bacia/microbacia da PCH
IA <sub>6</sub>	Indicador Ambiental 06: Referente à apresentação do tipo de cobertura vegetal
IA <sub>7</sub>	Indicador Ambiental 07: Refere-se à perda de vegetação total e marginal da PCH
IA <sub>8</sub>	Indicador Ambiental 08: Refere-se à caracterização do meio antrópico afetado
IA <sub>9</sub>	Indicador Ambiental 09: Refere-se à indicação de medidas compensatórias
IA <sub>10</sub>	Indicador Ambiental 10: Refere-se à apresentação de equipe técnica responsável
IA <sub>11</sub>	Indicador Ambiental 11: Refere-se à efetividade de geração de energia

---



**Figura 6** - Nº de Estudos Ambientais e suas Classes de Concordância em relação a cada Indicador Ambiental

O Indicador Ambiental 01, relacionado à caracterização e à apresentação de Índices de Qualidade da Água, na área de influência do empreendimento, apresentou sete Estudos Ambientais (35%) enquadrados em uma classe do  $ICA_I$  muito baixo, ou seja, não exibiram informações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nem tampouco de Índice de Qualidade da Água (IQA); dois Estudos Ambientais (10%) apresentaram-se na classe de concordância com o  $ICA_I$  alto, ou seja, exibiram informações ou de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou do Índice de Qualidade da Água (IQA) e; onze Estudos Ambientais (55%) encaixaram-se na classe de concordância muito alto, ou seja, exibiram informações tanto de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) quanto do Índice de Qualidade da Água (IQA).

A existência de informações sobre DBO e IQA são premissas básicas que Estudos Ambientais devem conter, uma vez que estes parâmetros são instrumentos fundamentais para o diagnóstico da qualidade ambiental de águas interiores, além da importância no gerenciamento dos recursos hídricos (IBGE, 2012).

A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para degradar, bioquimicamente, a matéria orgânica presente na água, enquanto o IQA, adaptado e desenvolvido no Brasil pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), é resultado de um cálculo matemático utilizando nove parâmetros (entre eles a DBO) para a determinação da qualidade das águas, variando numa escala de 0 a 100. Quanto maior for o índice, melhor a qualidade da água (IBGE, 2012).

Estes parâmetros básicos foram ausentes em sete dos 20 Estudos Ambientais analisados; assim, a evolução da qualidade das águas, nestes empreendimentos, antes e após a sua implantação, torna-se inviável, interferindo na possibilidade de usos múltiplos do recurso hídrico no momento do diagnóstico ambiental, na vida da população local, nos ecossistemas do entorno do reservatório, etc. Caso necessário, o monitoramento da qualidade das águas destes empreendimentos será ancorado em informações secundárias, o que não espelhará a realidade local.

O Indicador Ambiental 02, que se refere à apresentação do número de espécies faunísticas (referentes à mastofauna, herpetofauna e avifauna) identificadas na área de influência do empreendimento, apresentou metade dos Estudos Ambientais (10 RCA-PCAs) em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  alto, ou seja, quantificaram 101 a 200

espécies faunísticas pertencentes a diferentes grupos; além desses, um Estudo Ambiental encaixou-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  muito baixo (0,0 - 0,2), apresentando de 0 a 30 espécies faunísticas; dois Estudos Ambientais encaixaram-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  baixo (0,2 - 0,4), descrevendo de 31 a 50 espécies faunísticas; um Estudo Ambiental encaixou-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  médio (0,4 - 0,6), descrevendo de 51 a 100 espécies faunísticas; seis Estudos Ambientais encaixaram-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  muito alto (0,8 - 1,0), descrevendo de 201 a 300 espécies faunísticas. Destaque positivo para a PCH Oliveira, que apresentou mais de 300 espécies faunísticas identificadas.

Em relação ao Indicador Ambiental 03, que se refere ao tipo do levantamento de dados faunísticos, realizado na área de influência do empreendimento, cinco Estudos Ambientais (25%) apresentaram-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  médio (0,4 - 0,6), ou seja, apresentaram apenas um levantamento quantitativo direto e; 15 Estudos Ambientais (75%) encaixaram-se em uma classe de concordância com o  $ICA_I$  muito alto (0,8 - 1,0), o que representa que estes RCA-PCA's apresentavam um levantamento qualitativo direto e indireto e quantitativo direto, atendendo premissas de qualidade definidas por IBGE (2012).

O Indicador Ambiental 04, referente à descrição do esforço amostral para cada grupo do levantamento faunístico, catorze Estudos Ambientais (70%) apresentaram-se em classe de concordância com o  $ICA_I$  muito baixo (0,0 - 0,2), ou seja, não descreveram o esforço amostral e; sete RCA-PCAs (30%) apresentaram-se em uma classe de

concordância com o  $ICA_I$  muito alto (0,8 – 1,0), ou seja, descreveram o esforço amostral.

Englobando os três Indicadores Ambientais descritos anteriormente e discutindo a respeito das amostragens de fauna, contidas nos Estudos Ambientais analisados, Silveira et al. (2010) apresentam uma série de informações essenciais que devem ser levadas em consideração no momento de inventariar a fauna de uma determinadas região.

Os autores acima afirmam que a metodologia de amostragem de fauna mais adequada e eficiente deve levar em consideração o local impactado e sua área de entorno e, além desta metodologia, é fundamental que haja um bom desenho experimental no estudo. Os RCA-PCAs, avaliados e reunidos em classes de concordância insatisfatórias, não realizaram um bom desenho experimental, ora apresentando listas de fauna sem descrever as características das áreas avaliadas, ora negligenciando informações tais como índices de abundância para as espécies, médias e outros aspectos fundamentais de um bom inventário. Tampouco apresentaram uma simples curva de acumulação de espécies (curva do coletor), conseqüentemente, faltando informações sobre o esforço amostral do inventário (ferindo a descrição do Indicador ambiental 04).

Estes autores, ainda, afirmam que a junção de metodologias complementares, ou seja, associando levantamentos diretos (Indicador Ambiental 03) com buscas ativas com o uso de redes-neblina (ou qualquer outro método de captura), armas de fogo, etc, farão com que o

estudo possa agregar um maior número de espécies (Indicador Ambiental 02) em um menor espaço de tempo (SILVEIRA et al., 2010).

Para o Indicador Ambiental 05, que se refere à identificação da bacia e microbacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento, 65% do total avaliado encaixaram-se em classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> baixo (0,2 - 0,4), ou seja, treze Estudos Ambientais identificaram apenas a bacia hidrográfica afetada pelo empreendimento; três Estudos Ambientais (15%) apresentaram-se em uma classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> médio (0,4 - 0,6), ou seja, identificaram apenas a microbacia hidrográfica afetada pelo empreendimento; quatro Estudos Ambientais (20%) apresentaram-se em uma classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> muito alto (0,8 - 1,0), ou seja, identificaram a bacia e a microbacia hidrográfica afetada pelo empreendimento.

Empreendimentos com Estudos Ambientais que desconsideraram a bacia e/ou microbacia hidrográfica onde estes se inserem (80%) dificultarão o entendimento de conflitos socioambientais na região, que poderão se agravar ou multiplicar com a instalação e operação destes. Se, porventura, esse procedimento de omissão for adotado, deverá haver uma justificativa clara embasada em critérios ambientais, e não por razões ancoradas em critérios econômicos ou de contingência temporal (BRASIL, 2004).

Para o Indicador Ambiental 06, referente ao tipo de avaliação da cobertura vegetal e uso do solo na área de influência do empreendimento, dez Estudos Ambientais (50%) encaixaram-se em classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> baixo (0,2 - 0,4), ou seja, realizaram somente levantamentos de campo; um RCA-PCA fez apenas o uso de mapeamento

fitogeográfico com uso de sensoriamento remoto em sua avaliação, encaixando-se em classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> alto (0,6 - 0,8) e; nove Estudos Ambientais (45%) encaixaram-se em classe de concordância com o ICA<sub>I</sub> muito alto (0,8 - 1,0), avaliando a cobertura vegetal com levantamento de campo e mapeamento fitogeográfico com uso de sensoriamento remoto.

Rosa et al. (2012) destacam o uso de mapeamento por imagens de satélite como importante ferramenta para a conservação, podendo subsidiar os empreendimentos hidroelétricos no território nacional, minimizando impactos da sua geração. Entretanto, mesmo os 10 estudos que não utilizaram imagens de satélite, utilizaram material cartográfico de qualidade para amparar o diagnóstico ambiental do meio biótico-flora, como, por exemplo, com o uso de ortofotocartas em escala 1:10.000 (provenientes de estudos da CEMIG em 1985, 1988) ou carta do IBGE em escala 1:50.000, excluindo o estudo ambiental da PCH Rapadura, que não fez menção nem do uso de ortocartas. Este amparo deu subsídio aos diagnósticos dos estudos ambientais, de acordo com a realidade/modernidade da época, visto que grande parte deles foi elaborada em tempos que a utilização de imagens de satélite não era totalmente acessível e/ou encarecia, demasiadamente, o estudo.

Em relação ao Indicador Ambiental 07, referente à avaliação da perda/alteração da vegetação total e marginal ao reservatório, seis Estudos Ambientais (30%) exibiram um ICA<sub>I</sub> muito baixo (0,0 - 0,2), ou seja, não apresentaram a superfície florestal inundada e nem a superfície florestal total (área inundada + futura APP); 10 RCA-PCAs (50%) exibiram um ICA<sub>I</sub> médio (0,4 - 0,6), ou seja, apresentaram somente a

superfície florestal inundada e; 4 RCA-PCAs (20%) exibiram um  $ICA_I$  muito alto (0,8 – 1,0), ou seja, apresentaram a superfície florestal inundada e a superfície florestal total.

Percebe-se que 80% dos Estudos Ambientais avaliados não caracterizaram o conjunto área inundada + futura APP e, conseqüentemente, falham na caracterização da paisagem local. As áreas de preservação permanente possuem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012) e, uma vez ausente a descrição de extensão e composição florística nos estudos ambientais, estes desprezam a importância da APP no entorno dos reservatórios artificiais e suas funções descritas acima.

Baseando-se no Artigo 3º, inciso I da Resolução CONAMA 302/2002, a extensão de APP em reservatórios artificiais deve ser de 100 metros com, base em seu nível máximo normal em áreas rurais e de 30 metros em áreas urbanas, podendo ser ampliados ou reduzidos, conforme definição julgada durante licenciamento ambiental (BRASIL, 2002).

Já, na Lei Mineira nº 14.309 de 2002, afirma-se em seu Artigo 10, inciso III, alínea ‘c’, que as extensões da APP ao redor de corpos hídricos artificiais, desde o seu nível mais alto, medido horizontalmente, deve apresentar faixa marginal com largura mínima de 30 metros (MINAS GERAIS, 2002).

Mais recentemente, o novo Código Florestal (Lei 12.651, de 2012), em seu Artigo 4º, inciso III, deixa para o momento do

licenciamento ambiental do empreendimento a definição da faixa destinada a APP no entorno dos reservatórios artificiais (BRASIL, 2012).

Em relação ao Indicador Ambiental 08, referente à caracterização do meio antrópico afetado pelo empreendimento, todos os Estudos Ambientais avaliados, com exceção do estudo da PCH Carandaí, exibiram um  $ICA_I$  muito alto ( $ICA_I$  entre 0,8 – 1,0), ou seja, exibem informações demográficas, socioeconômicas e a infraestrutura da área de influência.

É importante salientar que as informações antrópicas dos estudos ambientais deverão servir como base para que se avaliem as influências dos empreendimentos na população local. São inúmeros os estudos que demonstram os impactos neste meio, conforme discute Bermann (2007), levantando uma das questões mais críticas: as inundações de terras ribeirinhas e a realocação desta população local. Estas questões nos estudos desconsideram perdas irreversíveis de suas condições de produção e reprodução social, compensando-os com valores irrisórios ou inexistentes. Os Estudos Ambientais avaliados não associam todos os dados antrópicos levantados com os programas socioambientais propostos e/ou omitem e menosprezam informações acerca de insegurança para alguns dos atores sociais envolvidos no processo de inundação de terras, para implantação de reservatórios, demonstrando imperfeição no que tange à caracterização do meio antrópico.

Analisando o Indicador Ambiental 09, que trata das medidas compensatórias, 13 Estudos Ambientais (65%) apresentaram um  $ICA_I$  muito baixo (0,0 – 0,2), ou seja, não descreviam as medidas compensatórias dos empreendimentos; e sete Estudos Ambientais (35%)

apresentaram  $ICA_I$  muito alto (0,8 – 1,0), ou seja, descreviam as medidas compensatórias decorrentes dos empreendimentos.

A compensação ambiental, alvo para empreendimentos de significativo impacto ambiental, está prevista legalmente na Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Nesta, em seu artigo 36, destaca-se que o órgão ambiental competente, com fundamento na avaliação do estudo de impacto ambiental e seu respectivo relatório (EIA-RIMA), dará obrigações ao empreendedor no apoio à implantação e manutenção de unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral (BRASIL, 2000).

A fim de estabelecer diretrizes a esta obrigação, no Decreto Federal nº 6.848/09, reafirma-se que, para o cálculo do grau de impacto ambiental, será levado em consideração o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Assim, pelo valor da compensação ambiental considerar-se-á o documento ambiental acima citado, além do somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento (BRASIL, 2009).

Esta Resolução, ainda, define que o empreendedor deverá apresentar em seu estudo ambiental sugestões de unidades de conservação a serem beneficiadas ou criadas. Mesmo assim, 13 dos 20 Estudos Ambientais avaliados foram falhos neste quesito, não descrevendo compensações ambientais relacionadas a seus empreendimentos, nem tampouco medidas compensatórias vinculadas a programas de criação ou apoio a unidades de conservação (BRASIL, 2006). Ressalta-se que desses 13, todos apresentaram documento

posterior à Lei nº 9.985/2000, sendo obrigatória a discussão a respeito do assunto.

Em relação ao Indicador Ambiental 10, referente à apresentação da equipe técnica responsável pela elaboração do Estudo Ambiental, todos os RCA-PCA's avaliados exibiram um  $ICA_I$  muito alto (0,8 – 1,0), ou seja, apresentavam uma equipe multidisciplinar na elaboração do Estudo.

Medeiros e Verdum (2006) afirmam que o sucesso da elaboração de um EIA-RIMA está ligado à equipe multidisciplinar e ao seu coordenador-técnico, a fim de garantir a interdisciplinariedade necessária ao estudo. Ainda assim, percebe-se o comprometimento nesses documentos quando profissionais utilizam-se, demasiadamente, de dados secundários ou quando profissionais são contratados temporariamente, elaborando estudos ambientais irregulares, com análises superficiais. Este fato pode explicar o porquê de alguns dos estudos ambientais avaliados apresentam Índice de Concordância Ambiental (ICA) no intervalo de concordância muito baixo, baixo ou médio (50%), apresentando fundamentos técnicos ambientais insatisfatórios.

Finalizando, o Indicador Ambiental 11, referente à efetividade de geração de energia do empreendimento, todos os RCA-PCAs avaliados exibiram um  $ICA_I$  muito baixo (0,0 – 0,2), ou seja, os Estudos Ambientais não continham a razão “Hectare inundado/ MW gerado”.

Baseando-se na Resolução Aneel nº 652, de 09 de dezembro de 2003, o enquadramento de um empreendimento hidrelétrico como Pequena Central Hidrelétrica (PCH) estabelece, entre outros critérios, a potência máxima de 30 MW e a área de reservatório inferior a 3,0 km<sup>2</sup>.

Ainda assim, empreendimentos com área de reservatório superior à descrita acima, poderão enquadrar-se na categoria de PCH, quando analisada por meio da grandeza “queda bruta” (a potência máxima de 30 MW permanece, podendo ampliar a área inundada).

Quantificando a produtividade de cada km<sup>2</sup> inundado, tem-se, no primeiro critério, a razão da potência máxima permitida pela área máxima alagada (3 km<sup>2</sup>), chegando à produtividade de 10 MW/km<sup>2</sup>; já no segundo critério tem-se a produtividade máxima de 2,31 MW/km<sup>2</sup> (SOUZA et al., 2011), embora não haja nenhuma legislação que estabeleça este critério. Considerando este último valor como limite, segue na **Tabela 10**, a relação das PCHs analisadas e sua produtividade, evidenciando que, mesmo não sendo explícitos no conteúdo dos Estudos Ambientais, 17 empreendimentos apresentam uma produtividade acima do limite mínimo descrito.

**Tabela 10** – Potência instalada por km<sup>2</sup> das PCHs analisadas

Código	PCH	Potencia (MW)	Área inundada (km <sup>2</sup> )	Produtividade (MW/km <sup>2</sup> )
E1	PCH Ribeirão	0,18	0,002	90,0000
E2	PCH Ibituruna	22	1,06	20,7547
E3	PCH Anil	2,08	1,5	1,3867
E4	PCH Carandaí	1,7	0,05	34,0000
E5	PCH Rapadura - Clayton Ferreira	4	0,089	44,9438
E6	PCH Congonhal I e II	2,268	0,0005	4536,0000
E7	PCH Pirambeira	0,528	0,001	528,0000
E8	PCH Rio Manso	7	0,729	9,6022
E9	PCH Cachoeira da Fumaça (Luminárias)	3,8	0,7	5,4286
E10	PCH Pirapetinga	16	0,99	16,1616

“Tabela 10, conclusão”

<b>Código</b>	<b>PCH</b>	<b>Potencia (MW)</b>	<b>Área inundada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Produtividade (MW/km<sup>2</sup>)</b>
E11	PCH Alto Rio Grande	28	1,65	16,9697
E12	Couro do Cervo	1,455	1,08	1,3472
E13	Eixo B3	5	0,632	7,9114
E14	Oliveira	2,88	0,1727	16,6763
E15	Nepomuceno	3,4	0,8	4,2500
E16	Tuneco Alta	9	1,27	7,0866
E17	São Bernardo	6,825	0,27	25,2778
E18	Luiz Dias	1,620	0	
E19	Boa Vista II	25,40	1,12	22,6786
E20	Xicão	1,808	1,2	1,5067

## 4 CONCLUSÃO

Em discordância com o estabelecido na legislação pertinente e com o Termo de Referência Geral para elaboração de RCA/PCA – FEAM, para licenciamento de PCHs, parte dos Estudos Ambientais avaliados apresentam-se incompletos, tendo suas maiores falhas ancoradas no descumprimento do Artigo 5º, Inciso I, da Resolução CONAMA 001/86, em que: é obrigação do empreendimento apresentar alternativa tecnológica e locacional e do Artigo 6º, Inciso IV, da Resolução CONAMA 001/86, que diz sobre a elaboração de programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos (BRASIL, 1986).

Os pontos vulneráveis, em relação ao cumprimento legal dos Estudos Ambientais, justificam-se por parte dos empreendimentos apresentarem documentos de caráter corretivo, já estando em operação ou apenas solicitando adequações junto ao órgão ambiental.

No que tange à qualidade técnica dos Estudos Ambientais nos 20 empreendimentos avaliados, houve algumas imperfeições, fazendo-os pertencer a Classes de Concordância Ambiental (ICA) baixa ou média. Suas deficiências mais acentuadas encontram-se na apresentação do esforço amostral de levantamentos faunísticos, na identificação de bacia e microbacia afetada pelos empreendimentos, no tipo de apresentação sobre a cobertura vegetal e uso do solo, na apresentação de medidas compensatórias e na apresentação da efetividade de geração de energia de cada empreendimento.

Os custos associados ao processo de licenciamento, somados à grande demanda de estudos, projetos e análises do órgão licenciador mineiro, resultam na aprovação de documentos de qualidade técnica discutível e, em alguns casos, desfavorável à preservação e proteção do ambiente envolvido.

## ABSTRACT

In the current global context, in which there is the need for the generation of energy, with the possibility of using natural renewable sources and recognizing the environmental impacts caused by this use, the interest in technical and legal quality present in Environmental Studies is awakened. They are delivered to environmental licensing organs as fulfilment of environmental licensing, which are subject to the modifying and/or degrading activities of the environment. Thus, in the present document, the objective was to analyze the content of Environmental Studies of Small Hydroelectric Centers (SHC), located at the Rio Grande Hydrographic Basin, in Minas Gerais, Brazil, already approved by the Superintendências Regionais de Regularização Ambiental – SUPRAM (Regional Superintendence of Environmental Regularization). This institution is included in the Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentavel – SEMAD (Environment and Sustainable Development State Secretary), regarding the fulfilment of environmental norms and the technical quality of the same. By means of analyses of the environmental studies, it was observed that the 20 analyzed enterprises were, in most cases, incomplete, disagreeing with the pertinent legislation in breaching the article 5<sup>th</sup>, item I and article 6<sup>th</sup>, item IV, of the CONAMA Resolution 001/86. Concerning the technical quality of the Environmental Studies, the most frequent flaws are in the presentation of the sample effort of fauna surveys, in the identification of basin and microbasin affected by the enterprises, in the type of presentation regarding plant topping and soil use, in the presentation of compensatory measures and in the presentation of effectiveness of energy generation from each enterprise.

Keywords: Small Hydroelectric Center. Environmental Control Report. Environmental Indicators. Legal Indicators.

## REFERÊNCIAS

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 139-153, abr. 2007.

BRASIL. **Decreto nº 6.848**, de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6848.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6848.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2014.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2008. 236 p.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Bacia hidrográfica do rio Grande**: comitês de bacias, unidades hidrográficas, SGI. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual>>. Acesso em: 26 out. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz energética em operação em 2014**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 16 abr. 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº 652**, de 9 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 1**, de 1 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 11 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 279**, de 27 de junho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Brasília, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 371**, de 5 de abril de 2006. Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2030**. Brasília, 2007. 98 p.

BRASIL. Ministério Público da União. **Deficiência em estudos de impactos ambientais: síntese de uma experiência**. Brasília, 2004. 38 p.

CAMPAGNOLI, F.; DINIZ, N. C. **Gestão de reservatórios hidrelétricos**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2012. 192 p.

CAMPOS, S. R. M.; SILVA, V. P. A efetividade de estudos de impacto ambiental e do licenciamento em projetos de usinas hidrelétrica. **Paisagem Ambiente: Ensaios**, São Paulo, n. 28, p. 133-148, 2011.

FONSECA, W.; BITAR, O. Y. Critérios para delimitação de áreas de influência em estudos de impacto ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1.; CONFERÊNCIA DA REDE DA LÍNGUA PORTUGUESA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, 2., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAI, 2012. p. 1-14.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2012**. Rio de Janeiro, 2012. 350 p. (Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica, 5).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 146**, de 11 de janeiro de 2007. Critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em: 31 out. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Termo de Referência para elaboração do estudo de impacto ambiental e o respectivo relatório de impacto ambiental EIA/RIMA**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/modulos/arquivos>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório Técnico nº 96.581-205**: diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) SP/MG: relatório síntese R3. São Paulo, 2008. 55 p.

KEMENES, A.; FORSBERG, B.; MELACK, J. Methane release below a tropical hydroelectric dam. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 34, n. 12, p. 1-5, June 2007.

MINAS GERAIS. **Lei nº 14.309**, de 19 de junho de 2002. Dispõe sobre as Políticas Florestal e de Proteção à Biodiversidade do Estado. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5306>>. Acesso em: 31 out. 2012.

MINAS GERAIS. **Sistema estadual de meio ambiente e recursos hídricos**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA) EIA/RIMA GER001**, Belo Horizonte, 1997a. 9 p.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do Relatório de Controle Ambiental - RCA**. Versão 2. Belo Horizonte, 1997b. 7 p.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do relatório de controle ambiental RCA GER001**. Versão 2. Belo Horizonte, 1997c. 8 p.

NASCIMENTO, T. S.; QUINTELA, M. F. S. Avaliação de impacto ambiental na gestão de hidrelétricas na Amazônia. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 5., 2013, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: CNMA, 2013. 1 CD-ROM.

PEREIRA JÚNIOR, A. O. et al. Energy in Brazil: toward sustainable development? **Energy Policy**, Surrey, v. 36, n. 1, p. 73-83, Jan. 2008.

ROSA, A. C. M. et al. Sistema hidrelétrico brasileiro georreferenciado: potencial e importante ferramenta de suporte para o estudo de impacto ambiental e licenciamento de empreendimentos. **PCH Notícias**, Schroeder, v. 52, p. 14-17, mar. 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.

SANDHAM, L. A.; PRETORIUS, H. M. A review of EIA report in the North West province of South Africa. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 28, p. 229-240, May 2008.

SILVEIRA, L. F. et al. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 173-207, 2010.

SOUZA, C. F. A. et al. Avaliação de impactos ambientais em hidrelétricas: análise de diferentes concepções de aproveitamentos na bacia do rio Doce. **PCH Notícias**, Schroeder, v. 50, p. 35-41, set. 2011.

ZANZINI, A. C. da S. **Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em estudos de impacto ambiental no Estado de Minas Gerais**. 2001. 225 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

**ARTIGO 2 Agrupamento de 20 estudos ambientais de PCHs na bacia do Rio Grande, Minas Gerais**

Elton Magno de Freitas <sup>1</sup>

**Artigo formatado de acordo com a NBR 6022 (ABNT, 2003).**

---

<sup>1</sup> elton.mfreitas@gmail.com

## RESUMO

A crescente preocupação pela regularização ambiental efetiva e pela proteção do ambiente onde se inserem atividades impactantes aumenta os créditos a documentos ambientais de qualidade aprovados pelos órgãos ambientais licenciadores. Observam-se semelhanças entre Estudos Ambientais de um mesmo tipo de empreendimento ou que pertencem a uma mesma bacia/microbacia hidrográfica. Desta forma, o presente estudo foi realizado com o objetivo de analisar o conteúdo dos Estudos Ambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais, já aprovados pela Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM), órgão da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Os estudos foram agrupados, de acordo com sua semelhança, de acordo com respostas ao cumprimento das normas ambientais e em relação à sua qualidade técnica. Para isso, utilizou-se da técnica multivariada de agrupamento (*cluster analysis*). Por meio das análises dos 20 Estudos Ambientais identificados, observou-se a formação de dois grandes grupos de semelhança, sendo o primeiro reunido, principalmente, pela coincidência entre empreendedores e, conseqüentemente, serem elaborados por uma mesma equipe técnica; e o segundo grupo apresentando, entre outras semelhanças, o fato de ser composto por empreendimentos com Estudos Ambientais corretivos, além de estarem localizados, relativamente, próximos um do outro. Quando analisados estes documentos corretivos, também, se observam dois grupos formados, de acordo com a paridade entre eles, sendo o primeiro fortemente semelhante nas suas características técnicas (expressas nos Indicadores Ambientais); e o segundo reunido, entre outras semelhanças, pelas falhas na apresentação de dados faunísticos e na efetividade do aproveitamento hidrelétrico (Potência/Área alagada). Empreendimentos que solicitaram à SEMAD a Licença Prévia apresentam uma maior compatibilidade com o Termo de Referência para elaboração do Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental.

Palavras-chave: Pequena Central Hidrelétrica. Relatório de Controle Ambiental. Indicadores Ambientais. Análise Multivariada.

## 1 INTRODUÇÃO

Para fins de classificação, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define aproveitamento hidrelétrico, de acordo com sua potência instalada, sendo: Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW). No caso específico da condição de PCH, a ANEEL estabeleceu, por meio de sua Resolução nº 652, de 09 de dezembro de 2003, os critérios para enquadramento neste tipo de aproveitamento hidrelétrico, sendo considerado PCH todo aproveitamento de produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma com potencial superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW (BRASIL, 2003).

Este tipo de empreendimento, licenciado no estado de Minas Gerais, de acordo com premissas contidas na Deliberação Normativa nº 74, segue o caminho padrão para o Licenciamento Ambiental, com requerimento de Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (MINAS GERAIS, 2008).

Mesmo seguindo os passos para a regularização ambiental, a proposta da implantação de empreendimentos hidrelétricos é alvo de grandes discussões e controvérsias, relacionando a magnitude e a natureza dos prováveis impactos no ambiente onde está inserido tal aproveitamento hidrelétrico (FEARNSIDE, 2009).

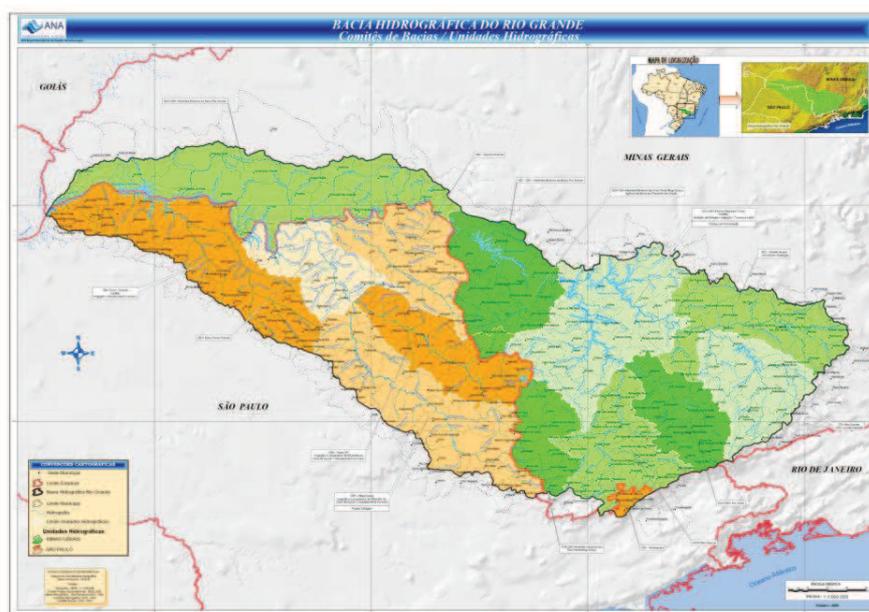
Além disso, percebem-se algumas semelhanças na qualidade de Estudos Ambientais que pertencem a um mesmo empreendedor, ou que estejam passando por uma regularização corretiva.

Sendo assim, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo principal de analisar as características presentes em estudos ambientais de 20 empreendimentos hidrelétricos localizados na bacia hidrográfica do Rio Grande, no estado de Minas Gerais, que foram aprovados pelas Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM), órgão que compõe a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD).

O objetivo específico é: agrupar os Estudos Ambientais semelhantes, quando analisados, de acordo com respostas às suas normas ambientais e à sua qualidade técnica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), no estado de Minas Gerais. A bacia possui área territorial de 143.437,79 km<sup>2</sup>, dos quais 86.345,43 km<sup>2</sup> (60,2%) encontram-se no estado de MG, englobando 214 municípios, o que representa 54,45% do total de municípios da bacia. Além de Minas Gerais, a bacia, também, compreende parte do estado de São Paulo, conforme demonstrado na **Figura 1** (INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNOLÓGICAS - IPT, 2008).



**Figura 1** - Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BRASIL, 2007).

No estado de Minas Gerais, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande é subdividida em oito Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH), caracterizados pela sigla GD. Em relação a sua capacidade de geração de energia, a bacia responde por mais de 7.000 MW, sendo 96,76% relativos às UHEs, 4,14% às PCHs e 0,10% às CGHs. Isso corresponde a 7,81% da capacidade instalada no Brasil. Na **Tabela 1** mostra-se a capacidade instalada, em kW, na BHRG no estado de MG, no ano de 2006 (IPT, 2008).

**Tabela 1 - Potência fiscalizada (kW) na BHRG – MG (IPT, 2008).**

<b>Unidade de Gestão</b>	<b>Potência Instalada (kW)</b>
GD 1 - Alto Grande	143.220,00
GD 2 - Mortes e Jacaré	244.643,94
GD 3 - Entorno do Reservatório de Furnas	10.192,00
GD 4 – Verde	9.096,00
GD 5 – Sapucaí	11.780,00
GD 6 - Mogi-Guaçu e Pardo	51.315,00
GD 7 - Médio Grande	1.705.196,64
GD 8 - Baixo Grande	4.833.200,00
<b>Total MG</b>	<b>7.008.643,58</b>

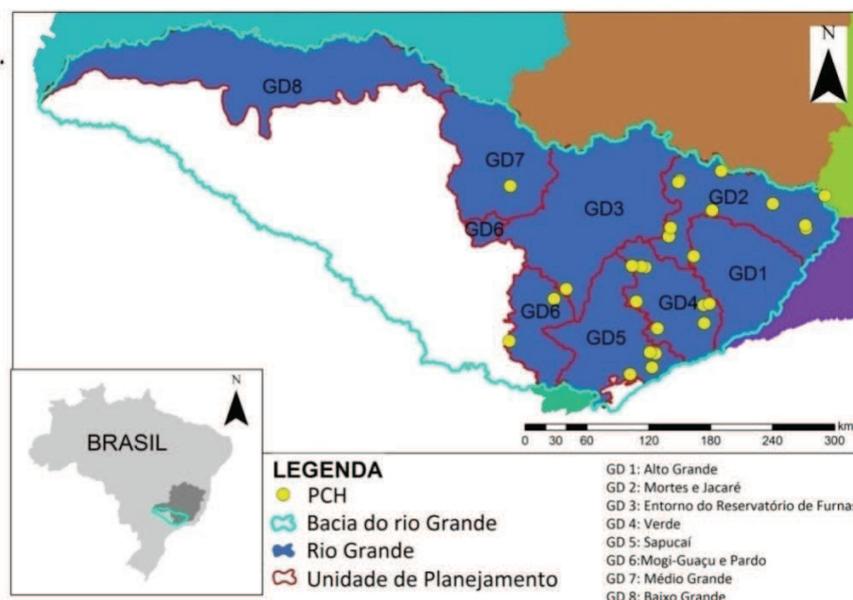
Pelo presente estudo realizou-se, em sua primeira fase, um levantamento bibliográfico sobre a importância da geração de energia no Brasil e no mundo, com a utilização de fontes hidráulicas por empreendimentos de pequeno, médio e grande porte. Na sequência, detalhou-se a evolução do processo de licenciamento ambiental para o segmento hidrelétrico e sua preocupação com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Foram descritos os impactos mais comuns causados pela implantação de empreendimentos hidrelétricos e as

possíveis medidas mitigadoras e compensatórias capazes de minimizar os mesmos.

Demonstrando seu caráter documental e exploratório, o estudo foi alicerçado, com base na consulta a Relatórios de Controle Ambiental (RCA) e Planos de Controle Ambiental (PCA); apresentados ao corpo técnico e jurídico das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM) e disponíveis em meio digital no Sistema Estadual de Meio Ambiente (SIAM), como empreendimentos localizados em sua totalidade no estado de Minas Gerais, no período compreendido entre o ano de 1986 e 2012. O período foi definido, em razão da Resolução CONAMA 001/86, que norteia o estudo de empreendimentos, potencialmente, poluidores (BRASIL, 1986).

Durante a análise dos documentos, foram selecionados apenas os Estudos Ambientais dos empreendimentos que obtiveram um Parecer Técnico positivo para o recebimento da Licença Prévia, ou seja, empreendimentos com Estudos Ambientais aprovados pelo órgão ambiental vigente e que se encontravam disponíveis para consulta e análise pública.

Os empreendimentos hidrelétricos selecionados e sua localização dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, no estado de MG, são apresentados na **Tabela 2** e **Figura 2**, respectivamente.



**Figura 2** - Localização das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) dentro da Bacia Hidrográfica do rio Grande.

**Tabela 2** - PCHs analisadas e aprovadas entre 1986 e 2012 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Minas Gerais.

Nome do Empreendimento	Ano	GD	Potência Gerada (MW)
1.1. Oliveira	1910	GD 2	2,88
1.2. Ribeirão	1911	GD 4	0,18
1.3. Luiz Dias	1914	GD 5	1,620
1.4. Congonhal I e II	1927	GD 5	2,268
1.5. Carandaí	1936	GD 2	1,7
1.6. Xicão	1941	GD 5	1,808
1.7. São Bernardo	1948	GD 5	6,825
1.8. Pirambeira	1957	GD 4	0,528
1.9. Anil	1957	GD 2	2,08
1.10. Cachoeira da Fumaça	1960	GD 2	3,8
1.11. Couro do Cervo	1970	GD 2	1,455
1.12. Tuneco Alta	2003	GD 2	9

“Tabela 2, conclusão”

<b>Nome do Empreendimento</b>	<b>Ano</b>	<b>GD</b>	<b>Potência Gerada (MW)</b>
1.13. Clayton Ferreira	2004	GD 6	4
1.14. Alto Rio Grande	2005	GD 1	28
1.15. Ibituruna	2008	GD 2	22
1.16. Pirapetinga	2008	GD 2	16
1.17. Eixo B3	2009	GD 7	5
1.18. Nepomuceno	2009	GD 3	3,4
1.19. Rio Manso	2010	GD 5	7
1.20. Boa Vista II	2011	GD 4	25,40

Os dados contidos nos Estudos Ambientais aprovados foram organizados, de acordo com metodologia proposta por Zanzini (2001), associando seus resultados a índices numéricos e estruturados no sentido de atender aos dois indicadores da pesquisa. Vale ressaltar que este autor conduziu sua pesquisa ao acervo de Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) aprovados pela Fundação do Meio Ambiente (FEAM) entre os períodos de 1986 e 1999, considerando-o para todas as atividades potencialmente modificadoras do meio ambiente, utilizando-se de variáveis legais e técnicas específicas. Enquanto isso, o presente estudo, direcionado para a avaliação de Relatórios de Controle Ambiental (RCAs) de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), utiliza-se de indicadores específicos para este tipo de empreendimento, e originais desta dissertação, sendo eles:

3. Indicadores relacionados com a legislação (Resolução CONAMA 001/86 e Termos de Referência Geral para elaboração de RCA/PCA), sendo:

- a. Indicador Legal 01 (IL 01): baseado no Artigo 5º, Inciso I da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter alternativas tecnológicas e locacionais do projeto, confrontando-as com a possibilidade de não execução do projeto (BRASIL, 1986, 2008).
- b. Indicador Legal 02 (IL 02): baseado no Artigo 5º, inciso II da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve identificar e avaliar os impactos gerados na fase de implantação e operação do empreendimento (BRASIL, 1986, 2008).
- c. Indicador Legal 03 (IL 03): baseado no Artigo 5º, inciso III da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência, considerando a localização da bacia hidrográfica (BRASIL, 1986, 2008).
- d. Indicador Legal 04 (IL 04): baseado no Artigo 6º, inciso I da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter o diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento, considerando explanações sobre o meio físico, contendo informações sobre subsolo, água, ar e clima; meio biótico, destacando apreciações sobre a fauna e flora, espécies indicadoras de qualidade ambiental, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente (BRASIL, 1986, 2008);
- e. Indicador Legal 05 (IL 05): baseado no Artigo 6º, inciso II da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve conter uma análise dos impactos ambientais, incluindo a previsão da magnitude e interpretação dos impactos relevantes; discriminando os impactos negativos e positivos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo

prazo, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas e sinérgicas e a distribuição dos ônus e benefícios sociais (BRASIL, 1986, 2008);

- f. Indicador Legal 06 (IL 06): baseado no Artigo 6º, inciso III da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve definir as medidas mitigadoras para os impactos negativos, classificando-as quanto à sua natureza (preventiva ou corretiva); a fase do empreendimento em que serão adotados (planejamento, implantação, operação e desativação); ao fator ambiental ao qual se destinam (físico ou biótico); prazo de permanência de sua aplicação (curto, médio ou longo); à avaliação dos custos envolvidos nas medidas mitigadoras e à responsabilidade por sua implementação (empreendedor, poder público e ou outros) (BRASIL, 1986, 2008; MINAS GERAIS, 1997a, 1997b, 1997c).
- g. Indicador Legal 07 (IL 07): baseado no Artigo 6º, inciso IV da CONAMA 001/86, o Estudo Ambiental deve elaborar programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados (BRASIL, 1986, 2008).

A fim de atingir os objetivos esperados, cada indicador legal foi subdividido em itens, assumindo um determinado peso, o que é descrito no ANEXO A e na **Tabela 3**.

**Tabela 3** - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador legal

<b>Indicador Legal (IL)</b>	<b>Número de itens</b>	<b>Peso</b>
IL 01	02	01
IL 02	02	02
IL 03	03	03
IL 04	03	09
IL 05	09	09
IL 06	07	07
IL 07	05	05
<b>Total</b>	31	36

4. Indicadores relacionados com parâmetros socioambientais, feitos de acordo com 11 itens técnicos que deverão estar contidos nos Estudos, sendo eles:

- a. Indicador Ambiental 01 (IA 01): refere-se à caracterização e apresentação de Índices de Qualidade da Água na área de influência do empreendimento (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).
- b. Indicador Ambiental 02 (IA 02): refere-se à apresentação do número de espécies faunísticas (mastofauna, herpetofauna e avifauna) identificadas na área de influência do empreendimento (IBGE, 2012).
- c. Indicador Ambiental 03 (IA 03): refere ao tipo do levantamento de dados faunísticos realizado na área de influência do empreendimento (ZANZINI, 2001).
- d. Indicador Ambiental 04 (IA 04): refere à descrição do esforço amostral para cada grupo do levantamento faunístico (INSTITUTO

BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2007).

e. Indicador Ambiental 05 (IA 05): refere à identificação da bacia e microbacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento (IBAMA, 2007).

f. Indicador Ambiental 06 (IA 06): refere-se ao tipo de avaliação da cobertura vegetal e uso do solo na área de influência do empreendimento (IBAMA, 2005);

g. Indicador Ambiental 07 (IA 07): refere-se à avaliação da perda/alteração da vegetação total e marginal ao reservatório (IBAMA, 2005).

h. Indicador Ambiental 08 (IA 08): refere-se à caracterização do meio antrópico afetado pelo empreendimento (IBAMA, 2005).

i. Indicador Ambiental 09 (IA 09): refere-se à indicação de medidas compensatórias (BRASIL, 2001).

j. Indicador Ambiental 10 (IA 10): refere-se à apresentação da equipe técnica responsável pela elaboração do Estudo Ambiental (IBAMA, 2005).

k. Indicador Ambiental 11 (IA 11): refere-se à efetividade de geração de energia do empreendimento, ou seja, a razão “Hectare inundado/ MW gerado” (KEMENES; FORSBURG; MELACK, 2007).

De maneira semelhante aos indicadores legais, cada indicador socioambiental foi subdividido em itens, assumindo um determinado peso, o que é descrito no ANEXO B e **Tabela 4**.

**Tabela 4** - Número de itens e pesos assumidos para cada indicador socioambiental.

<b>Indicador Ambiental (IA)</b>	<b>Número de itens</b>	<b>Peso</b>
IA 01	03	03
IA 02	06	06
IA 03	03	06
IA 04	02	01
IA 05	03	03
IA 06	02	03
IA 07	02	02
IA 08	03	03
IA 09	02	01

De posse do banco de dados oriundo das respostas, obtidas nos Estudos Ambientais, seguindo a metodologia acima, utilizou-se a técnica de análise multivariada de classificação, sendo empregado o método de agrupamento hierárquico - *Cluster Analysis* (LANDIM, 2002).

Considerada uma das técnicas mais comumente utilizadas, esta se desenvolve com base na matriz inicial de dados, construindo uma matriz de similaridades, iniciada com a detecção de pares de casos com seu mais elevado índice; para isso escolhe-se entre um procedimento aglomerativo, favorecendo a característica de que cada agrupamento obedeça a uma ordem sucessiva no sentido do decréscimo de similaridade (LANDIM, 2002).

Utiliza-se, para isso, de índices ou coeficientes de similaridade. O índice mais utilizado na análise de agrupamentos é a medida de distância euclidiana, baseada no teorema de Pitágoras, sendo aplicada, quando se deseja visualizar, graficamente, a proximidade entre duas amostras, ou seja, quanto mais próximas forem as amostras umas das outras, maior

similaridade haverá entre elas, em contrapartida, quanto maior a distância entre amostras, maior sua dissemelhança (VALENTIN, 1995).

O agrupamento pelo método *Cluster Analysis* foi efetuado pelo programa PC-ORD 4 for Windows (MCCUNE; MEFFORD, 1999).

Os códigos, empregados para representar as diferentes Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) na análise de *cluster*, são descritos na

**Tabela 5:**

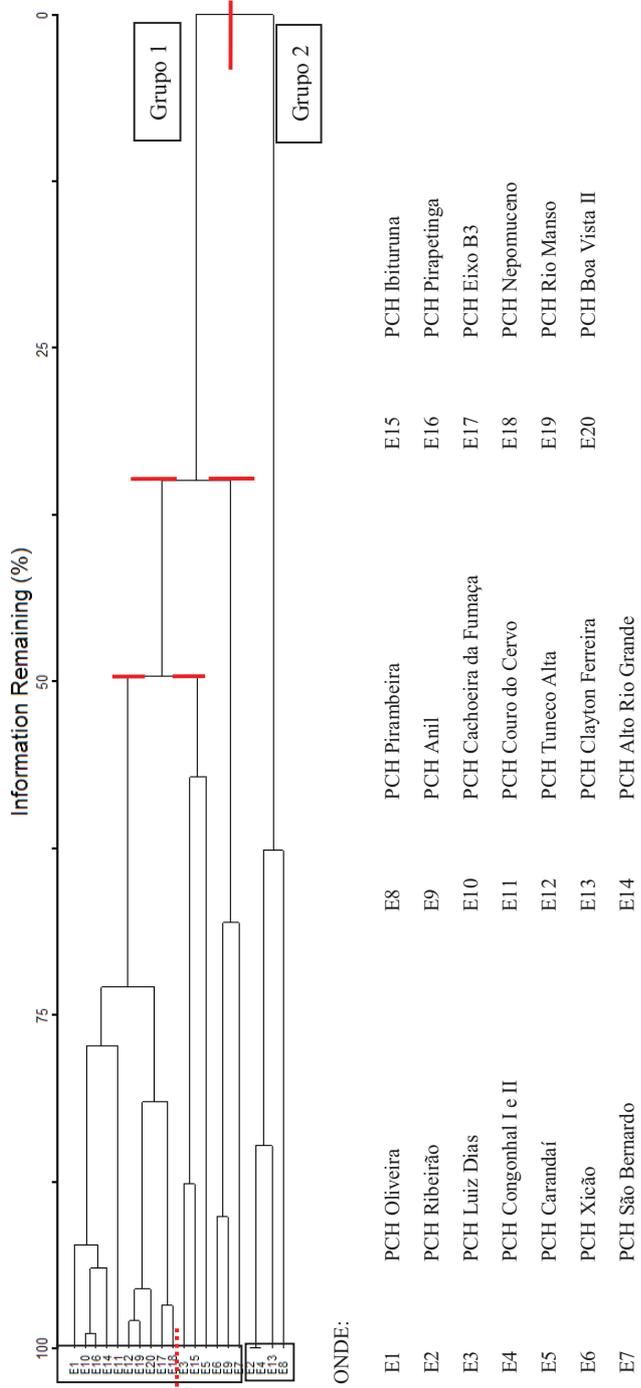
**Tabela 5 – Códigos para representação das PCHs**

<b>Código</b>	<b>PCH</b>
E1	PCH Oliveira
E2	PCH Ribeirão
E3	PCH Luiz Dias
E4	PCH Congonhal I e II
E5	PCH Carandaí
E6	PCH Xicão
E7	PCH São Bernardo
E8	PCH Pirambeira
E9	PCH Anil
E10	PCH Cachoeira da Fumaça
E11	PCH Couro do Cervo
E12	PCH Tuneco Alta
E13	PCH Clayton Ferreira
E14	PCH Alto Rio Grande
E15	PCH Ibituruna
E16	PCH Pirapetinga
E17	PCH Eixo B3
E18	PCH Nepomuceno
E19	PCH Rio Manso
E20	PCH Boa Vista II

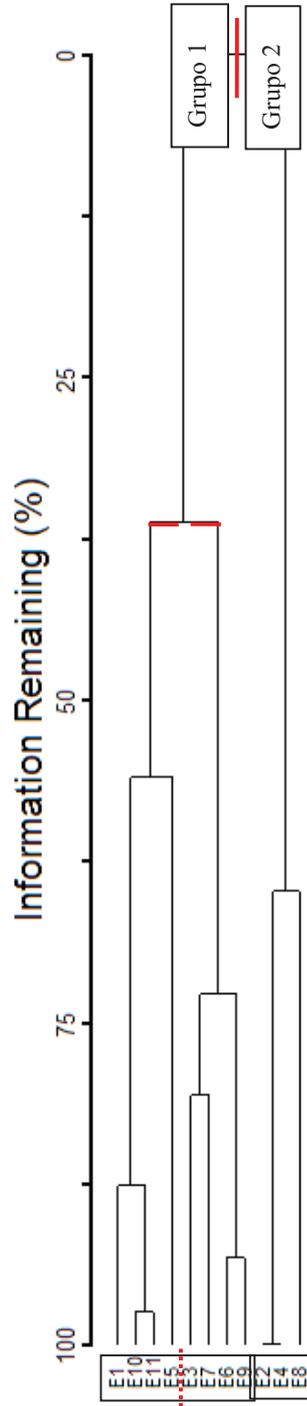
Para representar graficamente os sucessivos grupos e subgrupos, utiliza-se um dendrograma, onde a menor distância entre um grupo indica maior similaridade ente Estudos. Para a formação dos grupos foi traçado uma linha imaginária de distância de 50%, ou seja, metade da semelhança.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da aplicação do método de cluster encontram-se na **Figura 3**, onde se observa o dendrograma formado por todos os Estudos Ambientais e seus valores assumidos pelos Indicadores Legais e Ambientais. A **Figura 4** representa o dendrograma formado pelo agrupamento dos Estudos Ambientais de empreendimentos que já estavam em operação e solicitaram uma Licença de Operação Corretiva (LOC) ou reativação; enquanto na **Figura 5** representa-se o dendrograma dos Estudos Ambientais de empreendimentos que solicitaram a Licença Prévia (LP).



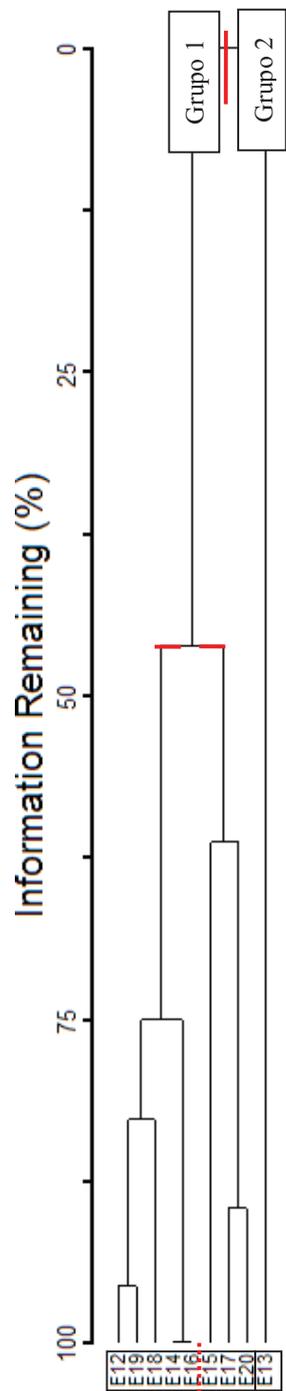
**Figura 3** – Agrupamentos dos 20 Estudos Ambientais em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais.



ONDE:

- |    |                      |    |                  |     |                         |
|----|----------------------|----|------------------|-----|-------------------------|
| E1 | PCH Oliveira         | E6 | PCH Xicão        | E9  | PCH Anil                |
| E2 | PCH Ribeirão         | E7 | PCH São Bernardo | E10 | PCH Cachoeira da Fumaça |
| E3 | PCH Luiz Dias        | E8 | PCH Pirambeira   | E11 | PCH Couro do Cervo      |
| E4 | PCH Congonhal I e II |    |                  |     |                         |
| E5 | PCH Carandáí         |    |                  |     |                         |

**Figura 4** – Agrupamentos dos Estudos Ambientais de empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental Licença Ambiental Corretiva ou Reativação, em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais.



ONDE:

- |     |                                 |     |                 |     |                  |
|-----|---------------------------------|-----|-----------------|-----|------------------|
| E12 | PCH Tuneco Alta                 | E15 | PCH Ibituruna   | E18 | PCH Nepomuceno   |
| E13 | PCH Rapadura - Clayton Ferreira | E16 | PCH Pirapetinga | E19 | PCH Rio Manso    |
| E14 | PCH Alto Rio Grande             | E17 | PCH Eixo B3     | E20 | PCH Boa Vista II |

**Figura 5** - Agrupamentos dos Estudos Ambientais de empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental Licença Prévia, em função dos valores assumidos para Indicadores Legais e Ambientais.

No agrupamento dos 20 Estudos Ambientais, observou-se a formação de dois grandes grupos, que possuem menor distância euclidiana entre eles, ou seja, possuem uma maior semelhança com relação aos valores assumidos pelos indicadores legais e ambientais.

O primeiro grupo reuniu os Estudos Ambientais dos seguintes empreendimentos: PCH Ribeirão, PCH Congonhal I e II, PCH Pirambeira e PCH Clayton Ferreira. Percebe-se que, neste grupo, os três primeiros empreendimentos pertencem ao mesmo empreendedor, o que faz com que o conteúdo dos Estudos Ambientais apresente semelhança em sua descrição, em razão de sua elaboração contar, praticamente, com a mesma equipe técnica.

A constatação de que Estudos Ambientais de diferentes empreendimentos possam ser semelhantes entre si é um fato plausível de acontecer, em virtude da proximidade entre os empreendimentos, sendo a PCH Ribeirão e Pirambeira localizados no município de Baependi, na Unidade de Planejamento GD 4 (Verde); a PCH Clayton Ferreira localizada em Caldas, na Unidade de Planejamento GD 6 (Mogi-Guaçu e Pardo) e a PCH Congonhal I e II localizada em Congonhal, na Unidade de Planejamento GD 5 (Sapucai), tendo assim, características socioambientais parecidos.

O segundo grupo formou-se pelos Estudos Ambientais dos empreendimentos: PCH Ibituruna, PCH Luiz Dias, PCH Anil, PCH Xicão, PCH São Bernardo, PCH Carandaí (estes reunidos em um subgrupo com cerca de 30% de dissemelhança); PCH Luminárias, PCH Couro do Cervo, PCH Oliveira, PCH Rio Manso, PCH Nepomuceno, PCH Pirapetinga, PCH Alto Rio Grande, PCH Tuneco Alta, PCH Eixo

B3 e PCH Boa Vista II (estes, também, reunidos em outro subgrupo com cerca de 30% de dissemelhança).

Os empreendimentos, citados no primeiro subgrupo, com exceção da PCH Ibituruna, pertencem ao mesmo empreendedor e são Estudos Ambientais Corretivos. As semelhanças entre eles são justificadas pelo fato dos empreendimentos estarem inseridos no ambiente há vários anos e os RCA-PCAs serem direcionados a destacar que esta verdade impacta menos o ambiente ao seu redor. Esta afirmação nem sempre expressa a realidade, visto que empreendimentos anteriores a 1981 trazem impactos, durante a sua implantação, havendo fortes pressões no meio físico, biótico e antrópico.

O segundo subgrupo tem como semelhança se localizarem, na sua maioria, na Unidade de Planejamento do rio das Mortes e Jacaré (GD 2) ou proximidades, o que faz com que suas características técnicas sejam semelhantes.

Em relação ao agrupamento daqueles empreendimentos que já estão em operação e solicitaram ao órgão ambiental uma LOC ou uma reativação, percebe-se a formação de dois grandes grupos, sendo o primeiro formado pela PCH Ribeirão, PCH Congonhal I e II e PCH Pirambeira. As características técnicas expressas nos Indicadores Ambientais são, praticamente, as mesmas neste grupo, tendo respostas semelhantes para a apresentação de dados de qualidade das águas, tipo de levantamento faunístico, tipo de levantamento florístico, dados sobre o meio antrópico e efetividade do aproveitamento hidrelétrico. Destaca-se que nenhum destes empreendimentos abordou Programas de Compensação Ambiental, visto como uma das obrigações do

empreendedor apoiar a implantação e manutenção de unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral (BRASIL, 2000, 2006).

No segundo grupo, integraram-se: PCH Anil, PCH Xicão, PCH São Bernardo, PCH Luiz Dias (reunidos em um subgrupo com cerca de 35% de dissemelhança); neste subgrupo, observam-se semelhanças dos RCA-PCAs, como, por exemplo: ausência de alternativa tecnológica e locacional - fato plausível, visto estes Estudos serem de caráter corretivo -, apresentação de impactos somente na fase de operação (mesma justificativa anterior), falhas na apresentação de dados faunísticos, na efetividade do aproveitamento hidrelétrico e na apresentação de programas de compensação ambiental. Além destes, os empreendimentos PCH Carandaí, PCH Cachoeira da Fumaça, PCH Couro do Cervo, PCH Oliveira também reúnem-se em um subgrupo com cerca de 35% de dissemelhança, apresentando informações coincidentes sobre diagnóstico ambiental, metodologia faunística utilizada, além de novamente falhas na efetividade dos aproveitamentos hidrelétricos (ausentes em todos os Estudos Ambientais analisados).

Finalizando, o dendrograma daqueles empreendimentos que solicitaram a Licença Prévia (LP) ao órgão ambiental mineiro, mostrou um único empreendimento se isolando dos demais, a PCH Clayton Ferreira. Os demais se encontravam em um mesmo grupo, apenas dividindo-se, quando considerado um pouco menos de 50% de dissemelhança, onde a PCH Ibituruna, PCH Eixo B3 e PCH Boa Vista II formaram um subgrupo; e PCH Rio Manso, PCH Nepomuceno, PCH Pirapetinga, PCH Alto Rio Grande e PCH Tuneco Alta formaram outro subgrupo.

Esta semelhança e junção dos empreendimentos em, praticamente, um único grupo se justificam pela compatibilidade entre os Estudos Ambientais mais recentes e o Termo de Referência elaborado pelo órgão ambiental mineiro. Independente do conteúdo e profundidade de informações, contidas nos Estudos Ambientais, percebe-se que as premissas básicas solicitadas nestes Termos de Referência foram seguidas pelos empreendedores (MINAS GERAIS, 1997a, 1997b, 1997c).

#### 4 CONCLUSÃO

Há semelhanças que aproximam os RCA-PCAs de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais.

No agrupamento formado na análise de todos os Estudos Ambientais, percebem-se semelhanças nos empreendimentos que pertencem a um mesmo empreendedor ou naqueles que se localizam numa mesma Unidade de Planejamento dentro da bacia hidrográfica do Rio Grande.

Quando investigado aqueles empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental uma LOC ou uma reativação, a similaridade entre eles os divide em dois grandes grupos. As características técnicas, expressas nos Indicadores Ambientais, são as que fazem haver maior ou menor semelhança entre os estudos. Ambos os grupos formados apresentam uma falha significativa, por não apresentar programas de compensação ambiental, responsabilidade inerente a empreendimentos modificadores do meio ambiente.

Já, os empreendimentos que solicitaram ao órgão ambiental mineiro a Licença Prévia apresentam uma maior compatibilidade com o Termo de Referência para elaboração do Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental.

Além disso, para assegurar maior qualidade técnica e cumprimento dos requisitos legais, os estudos necessitam ser revisados com maior rigor pelo órgão ambiental antes de aprovada.

## ABSTRACT

The increasing concern about the effective environmental regularization and the protection of the environment in which are inserted impacting activities increases the credit of quality environmental documents approved by the licensing environmental organs. Similarities between Environmental Studies of a same type of enterprise or that belong to a same hydrographic basin/microbasin were observed. Thus, the present study was performed with the objective of analyzing the content of the Environmental Studies of Small Hydroelectric Centers (SHC), located in the Rio Grande Hydrographic Basin, in Minas Gerais, Brazil, already approved by the Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM), organ of the Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). The studies were grouped, according to similarity, according to the responses to the fulfilment of the environmental norms and concerning its technical quality. In order to do this, the formation of two large similarity groups was observed, with the first united, especially, by coincidence between enterprises and, consequently, being elaborated by the same technical team; and the second group presenting, among other similarities, the fact of being comprised by enterprises with corrective Environmental Studies, in addition to being located relatively close to one another. When analyzed, these corrective documents also present two groups, according to the parity between them, with the first being strongly similar in its technical characteristics (expressed in the Environmental Indicators); and the second united, among other similarities, by the flaws in the presentation of fauna data and in the effectiveness of the hydroelectric exploitation (Potency/Flooded Area). Enterprises requesting the prior license from SEMAD present better compatibility with the Term of Reference for the elaboration of the Environment Control Report and Environment Control Plan.

Keywords: Small Hydroelectric Center. Environmental Control Report. Environmental Indicators. Multivariate Analysis.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

Brasília, 2000. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Bacia hidrográfica do rio Grande**: comitês de bacias, unidades hidrográficas, SGI. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual>>. Acesso em: 26 out. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº 652**, de 9 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Brasília, 2003. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 1**, de 1 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, 1986. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 11 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 279**, de 27 de junho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Brasília, 1986. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**, de 17 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, 2002. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 11 out. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 371**, de 5 de abril de 2006. Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

FEARNSIDE, P. M. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 12, n. 2, p. 5-56, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2012**. Rio de Janeiro, 2012. 350 p. (Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica, 5).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 146**, de 11 de janeiro de 2007. Critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em: 31 out. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. **Termo de Referência para elaboração do estudo de impacto ambiental e o respectivo relatório de impacto ambiental EIA/RIMA**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/modulos/arquivos/>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório Técnico nº 96.581-205**: diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) SP/MG: relatório síntese R3. São Paulo, 2008. 55 p.

KEMENES, A.; FORSBERG, B.; MELACK, J. Methane release below a tropical hydroelectric dam. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 34, n. 12, p. 1-5, June 2007.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Rio Claro: UNESP, 2002. 128 p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD multivariate analysis of ecological data**. Version 4. Gleneden Beach: MjM Software Design, 1999. Software.

MEDEIROS, R. M. V.; VERDUM, R. **RIMA: relatório de impacto ambiental**. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/relatorio-de-impacto-ambiental-rima>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA) EIA/RIMA GER001**, Belo Horizonte, 1997a. 9 p.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do Relatório de Controle Ambiental - RCA**. Versão 2. Belo Horizonte, 1997b. 7 p.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Termo de referência para elaboração do relatório de controle ambiental RCA GER001**. Versão 2. Belo Horizonte, 1997c. 8 p.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Regularização ambiental integrada: orientação ao empreendedor**. Belo Horizonte, 2008. 25 p.

TEIXEIRA, M. G. C. et al. Análise dos relatórios de impactos ambientais de grandes hidrelétricas no Brasil. In: MULLER-PLANTENBERG, C.; AB'SABER, A. (Org.). **Previsão de impactos**. São Paulo: EDUSP, 1994. p. 163-186.

VALENTIN, J. L. Agrupamento e ordenação. **Tópicos em Tratamento de Dados Biológicos**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 30-55, 1995.

ZANZINI, A. C. da S. **Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em estudos de impacto ambiental no Estado de Minas Gerais**. 2001. 225 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

## ANEXOS

**ANEXO A – Subdivisão dos indicadores legais em itens a fim de comparar o seu nível de concordância com a legislação (Resolução CONAMA 001/86 e Termo de Referência Geral para elaboração do RCA/PCA - FEAM).**

**IL 01 – Relacionado às alternativas tecnológicas e de localização do projeto (Peso 01)**

**(Item 01):** Examina a implantação do empreendimento hidrelétrico ou a possibilidade de utilização de alternativa tecnológica e locacional ( ) (x1)

**(Item 02):** Não examina a implantação do empreendimento hidrelétrico nem tampouco a possibilidade de utilização de alternativa tecnológica e locacional ( ) (x0)

**IL 02 – Relacionado à identificação e avaliação dos impactos gerados na fase de implantação e operação do empreendimento (Peso 02)**

**(Item 01):** Identifica e avalia os impactos na fase de implantação ( ) (x1)

**(Item 02):** Identifica e avalia os impactos na fase de operação ( ) (x1)

**IL 03 – Relacionado à definição dos limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelo empreendimento (Peso 03)**

**(Item 01):** Delimita a área de influência direta ( ) (x1)

**(Item 02):** Delimita a área de influência indireta ( ) (x1)

**(Item 03):** Considera a área da bacia hidrográfica sob influência do empreendimento ( ) (x1)

**IL 04 – Relacionado ao diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento (Peso 09)**

**(Item 01):** Diagnóstico ambiental do meio físico:

Não abrangente ( ) (x1)

Pouco abrangente ( ) (x2)

Moderadamente abrangente ( ) (x3)

Abrangente ( ) (x4)

**(Item 02):** Diagnóstico ambiental do meio biótico:

Não abrangente ( ) (x1)

Pouco abrangente ( ) (x2)

Moderadamente abrangente ( ) (x3)

Abrangente ( ) (x4)

**(Item 03):** Análise integrada do meio físico-biótico ( ) (x1)

**IL 05 – Relacionado a uma análise dos impactos ambientais (Peso 09)**

**(Item 01):** Previsão da magnitude dos impactos ( ) (x1)

**(Item 02):** Interpretação dos impactos relevantes ( ) (x1)

**(Item 03):** Identificação dos impactos positivos / negativos ( ) (x1)

**(Item 04):** Identificação dos impactos diretos / indiretos ( ) (x1)

**(Item 05):** Identificação dos impactos imediatos / médio prazo / longo prazo ( )  
(x1)

**(Item 06):** Identificação dos impactos temporários / permanentes ( ) (x1)

**(Item 07):** Determinação do grau de reversibilidade dos impactos ( ) (x1)

**(Item 08):** Determinação de suas propriedades cumulativas e sinérgicas ( ) (x1)

**(Item 09):** Determinação da distribuição de ônus e benefícios ambientais ( )  
(x1)

**IL 06 – Relacionado à definição das medidas mitigadoras (Peso 07)**

**(Item 01):** Classificação quanto a sua natureza (preventiva ou corretiva) ( ) (x1)

**(Item 02):** Interpretação da fase do empreendimento em que serão adotados  
(planejamento, implantação, operação) ( ) (x1)

**(Item 03):** Identificação do fator ambiental ao qual se destinam (físico ou biótico) ( ) (x1)

**(Item 04):** Identificação do prazo de permanência de sua aplicação (curto, médio ou longo) ( ) (x1)

**(Item 05):** Avalia os custos envolvidos nas medidas mitigadoras ( ) (x1)

**(Item 06):** Definição da responsabilidade pela implementação da medida (empreendedor, poder público ou outros) ( ) (x1)

**(Item 07):** Menciona impactos negativos não mitigáveis ( ) (x1)

**IL 07 – Relacionado à elaboração dos programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos (Peso 05)**

**(Item 01):** Apresentação dos programas de acompanhamento e monitoramento ( ) (x1)

**(Item 02):** Definição dos parâmetros a serem utilizados no monitoramento ( ) (x1)

**(Item 03):** Definição da rede de amostragem e os métodos de coleta para cada monitoramento ( ) (x1)

**(Item 04):** Identificação do tempo de amostragem de cada parâmetro ( ) (x1)

**(Item 05):** Indica os métodos para processamento dos dados provenientes do monitoramento (x1)

**ANEXO B – Subdivisão dos indicadores socioambientais em itens a fim de comparar o seu nível de concordância com fundamentos técnicos.**

**IA 01 – Relacionado à caracterização e apresentação de Índices de Qualidade da Água na área de influência do empreendimento (Peso 03)**

**(Item 01):** Ausência de dados a respeito de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio e IQA (Índice de Qualidade da Água ( ) (x0)

**(Item 02):** Ausência de dados a respeito de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio e presença de dados a respeito do IQA (Índice de Qualidade da Água ( ) (x1)

Presença de dados a respeito de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio e ausência de dados a respeito do IQA (Índice de Qualidade da Água ( ) (x1)

**(Item 03):** Presença de dados a respeito de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio e IQA (Índice de Qualidade da Água ( ) (x2)

**IA 02 – Relacionado à apresentação do número de espécies faunísticas identificadas na área de influência do empreendimento (Peso 06)**

**(Item 01):** 0-30 ( ) (x1)

**(Item 01):** 31-50 ( ) (x2)

**(Item 03):** 51-100 ( ) (x3)

**(Item 04):** 101-200 ( ) (x4)

**(Item 05):** 201-300 ( ) (x5)

**(Item 06):** >300 ( ) (x6)

**IA 03 – Relacionado ao tipo de levantamento de dados faunísticos (Peso 06)**

**(Item 01):** Levantamento Qualitativo Indireto ( ) (x1)

**(Item 02):** Levantamento Qualitativo Direto ( ) (x2)

**(Item 03):** Levantamento Quantitativo Direto ( ) (x3)

**IA 04 – Relacionado à inclusão do esforço amostral para cada grupo do levantamento faunístico(Peso 01)**

**(Item 01):** Não descreve o esforço amostral para cada grupo faunístico( ) (x0)

**(Item 02):** Descreve o esforço amostral para cada grupo faunístico( ) (x1)

**IA 05 – Relacionado à identificação da bacia e microbacias hidrográficas afetadas pelo empreendimento(Peso 03)**

**(Item 01):** Não identificação da bacia e microbacia hidrográfica afetada pelo empreendimento ( ) (x0)

**(Item 02):** Identificação da bacia hidrográfica afetada pelo empreendimento ( ) (x2  
1)

**(Item 03):** Identificação da microbacia hidrográfica afetada pelo empreendimento ( ) (x2)

**IA 06 - Relacionado à avaliação da Cobertura Vegetal e uso do solo na área de influência do empreendimento (Peso 03)**

**(Item 01):** Uso de Levantamento de campo ( ) (x1)

**(Item 02):** Uso de mapeamento fitogeográfico em campo e o uso de sensoriamento remoto ( ) (x2)

**IA 07 – Relacionado à perda/alteração da vegetação total e marginal ao reservatório (Peso 02)**

**(Item 01):** Apresentação da superfície florestal inundada ( ) (x1)

**(Item 02):** Apresentação da superfície florestal total – área inundada + futura APP ( ) (x1)

**IA 08 – Relacionado à caracterização do meio antrópico afetado pelo empreendimento (Peso 03)**

**(Item 01):** Apresentação dos aspectos demográficos da área de influência do empreendimento ( ) (x1)

**(Item 02):** Apresentação dos aspectos socioeconômicos da área de influência do empreendimento ( ) (x1)

**(Item 03):** Caracterização da infraestrutura da área de influência do empreendimento ( ) (x1)

**IA 09 – Relacionado à indicação de medidas compensatórias (Peso 01)**

**(Item 01):** Indicação de medidas compensatórias ( ) (x1)

**(Item 02):** Não indicação de medidas compensatórias ( ) (x0)

**IA 10 – Relacionado à apresentação da equipe técnica responsável pela elaboração do Estudo Ambiental (Peso 01)**

**(Item 01):** Apresentação de equipe multidisciplinar ( ) (x1)

**(Item 02):** Ausência da equipe técnica ( ) (x0)

**IA 11 – Relacionado à efetividade da geração (Peso 01)**

**(Item 01):** Apresentação da razão “Hectare inundado/ MW gerado” ( ) (x1)

**(Item 02):** Ausência da razão “Hectare inundado/ MW gerado” ( ) (x0)

**ANEXO C – Arquivo de dados (matrizes) para análise de agrupamento (*Cluster Analysis*)**

Estudos Ambientais	Indicadores Legais													
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
	Ind leg1	Ind leg2	Ind leg3	Ind leg4	Ind leg5	Ind leg6	Ind leg7	Ind leg8	Ind leg9	Ind leg10	Ind leg11	Ind leg12	Ind leg13	Ind leg14
E1	1	2	3	7	5	7	1	7	5	7	1	7	5	7
E2	0	1	3	8	0	8	1	8	0	8	1	8	0	8
E3	0	1	3	7	6	7	1	7	6	7	1	7	6	7
E4	1	1	3	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8
E5	1	1	3	7	8	7	1	7	8	7	1	7	8	7
E6	0	1	3	6	6	6	1	6	6	6	1	6	6	6
E7	0	1	2	4	6	4	1	4	6	4	1	4	6	4
E8	0	1	3	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
E9	0	1	3	8	4	8	1	8	4	8	1	8	4	8
E10	1	2	3	7	7	7	1	7	7	7	1	7	7	7
E11	1	2	3	6	6	6	1	6	6	6	1	6	6	6
E12	1	2	3	8	7	8	1	8	7	8	1	8	7	8
E13	0	2	3	8	0	8	1	8	0	8	1	8	0	8
E14	1	2	3	8	5	8	1	8	5	8	1	8	5	8
E15	1	2	2	8	7	8	1	8	7	8	1	8	7	8
E16	1	2	3	7	6	7	1	7	6	7	1	7	6	7
E17	1	2	3	8	6	8	1	8	6	8	1	8	6	8
E18	1	2	3	8	7	8	1	8	7	8	1	8	7	8
E19	1	2	3	8	8	8	1	8	8	8	1	8	8	8
E20	1	2	3	9	7	9	1	9	7	9	1	9	7	9

Estudos Ambientais	Indicadores Ambientais											
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	
	Ind amb1	Ind amb2	Ind amb3	Ind amb4	Ind amb5	Ind amb6	Ind amb7	Ind amb8	Ind amb9	Ind amb10	Ind amb11	
E1	3	3	6	0	1	1	1	3	1	1	1	0
E2	0	4	6	0	1	1	0	3	0	0	1	0
E3	0	4	3	0	3	3	1	3	0	0	1	0
E4	0	6	6	0	1	1	0	3	0	0	1	0
E5	0	4	6	0	2	1	0	0	0	0	1	0
E6	3	2	3	0	1	3	1	3	0	0	1	0
E7	0	1	3	0	1	1	1	3	0	0	1	0
E8	0	4	6	0	1	1	0	3	0	0	1	0
E9	2	2	3	0	1	2	0	3	1	1	1	0
E10	3	4	6	0	1	1	1	3	0	0	1	0
E11	3	4	6	0	1	1	1	3	0	0	1	0
E12	3	6	6	1	1	3	2	3	1	1	1	0
E13	2	4	6	0	3	1	0	3	1	1	1	0
E14	3	4	6	1	1	3	2	3	1	1	1	0
E15	3	5	3	0	2	3	1	3	1	1	1	0
E16	3	5	6	1	2	1	2	3	1	1	1	0
E17	3	4	6	0	3	1	1	3	0	0	1	0
E18	3	5	6	1	1	1	1	3	0	0	1	0
E19	3	4	6	1	1	3	2	3	0	0	1	0
E20	3	5	6	1	3	3	1	3	0	0	1	0