



IAG
Escola de Negócios

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

**Usinas de Regularização X Usinas a Fio D'Água – Um
Estudo Sobre os Diferentes Impactos Ambientais que
Afetam os Dois Tipos de Empreendimentos Hidrelétricos**

Régis Fontana Pinto

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Especialização em políticas públicas e gestão governamental para os
setores energético e mineral - MME

Brasília, março de 2017.



IAG
Escola de Negócios

Régis Fontana Pinto

Usinas de Regularização X Usinas a Fio D'Água – Um Estudo Sobre os Diferentes Impactos Ambientais que Afetam os Dois Tipos de Empreendimentos Hidrelétricos

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho de conclusão de curso do programa da IAG Escola de Negócios em parceria com o MME do curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental para os Setores Energético e Mineral – MME

Orientador: Professor Leonardo Lima

Brasília, março de 2017.

RESUMO

Pinto, Régis Fontana. Gomes, Leonardo Lima. Usinas de regularização X usinas a fio d'água – um estudo sobre os diferentes impactos ambientais que afetam os dois tipos de empreendimentos hidrelétricos. Brasília, 2017. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nos últimos anos a construção de usinas hidrelétricas com reservatórios de regularização vem sendo substituída pela construção de usinas a fio d'água, para diminuir impactos ambientais. O objetivo deste trabalho é contribuir para verificar se usinas a fio d'água realmente são menos prejudiciais que as de regularização para o meio ambiente. Para tanto foram identificados os principais impactos ambientais listados nos Estudos de Impacto Ambiental – EIA de empreendimentos licenciados pelo IBAMA, correlacionando-os com os diferentes tipos de regime de operação das usinas hidrelétricas. Os dados foram obtidos diretamente do sistema de licenciamento do IBAMA – SISLIC. Por fim, conclui-se que os mais diferentes impactos estão presentes na grande maioria das hidrelétricas, independente de o regime ser de acumulação ou fio d'água. Entretanto, no presente estudo não foi possível atestar que as usinas a fio d'água são menos prejudiciais ao meio ambiente.

Palavras-chaves: usina hidrelétrica, regularização, acumulação, fio d'água, avaliação de impacto.

ABSTRACT

Pinto, Régis Fontana. Gomes, Leonardo Lima. Regularization plants X hydroelectric power plants - a study on the different environmental impacts that affect both types of hydroelectric projects. Brasília, 2017. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In recent years, the construction of hydroelectric plants with regularization reservoirs has been replaced by the construction of water plants to reduce environmental impacts. The objective of this work is to contribute to verify if water plants are actually less harmful than The regularization of the environment. For this, the main environmental impacts listed in the Environmental Impact Studies (EIA) of projects licensed by IBAMA were identified, correlating them with the different types of operating regime of hydroelectric plants. The data were obtained directly from the IBAMA - SISLIC licensing system. Finally, it is concluded that the most different impacts are present in most hydroelectric dams, regardless of whether the regime is accumulation or water. However, in the present study it was not possible to attest that the water plants are less harmful to the environment.

Keywords: hydroelectric plant, hydropower accumulation plant, hydroelectric dams, hydroelectric power plant, environmental impact assessment.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	6
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1. Usinas Hidrelétricas.....	7
2.2. Energia Elétrica no Brasil.....	10
2.3. A Problemática da Expansão.....	14
2.4. Possíveis Soluções.....	19
2.5. Avaliação de Impactos Ambientais.....	22
3. Metodologia.....	24
4. Resultados e Discussão.....	26
5. Conclusão.....	33
6. Bibliografia.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: perfil esquemático de uma usina hidrelétrica.....	8
Figura 02: produção de energia elétrica mundial.....	10
Figura 03: capacidade hidroelétrica mundial.....	11
Figura 04: capacidade instalada de geração de energia elétrica brasileira em 2014.....	12
Figura 05: crescimento da capacidade instalada brasileira projetada de 2014 até 2024.....	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: empreendimentos que tiveram seus EIA's analisados.....	27
Tabela 02 impactos ambientais verificados em cada um dos EIA's dos empreendimentos analisados.....	28
Tabela 03: razão entre área inundada e potência de cada um dos empreendimentos analisados.....	30

1. Introdução

A sociedade moderna não abre mão dos confortos oferecidos pela tecnologia. Computadores, notebooks, tablets, TVs de última geração, celulares - com as mais variadas funções e acesso à internet oferecendo todo o tipo de facilidade para a execução das tarefas do dia a dia, são realidade nas residências dos brasileiros. Sem falar nos já habituais chuveiro elétrico, ferro de passar, fornos de micro-ondas, máquinas de lavar, dentre outros tantos eletrodomésticos. E o futuro ainda nos aponta uma porção de novidades não muito distantes de estarem disponíveis comercialmente, como o carro elétrico e a internet integrada a todos os eletrodomésticos. No entanto, para fazer funcionar os equipamentos e usufruir de todas as tecnologias é necessário ter energia elétrica.

No Brasil, a geração dessa energia elétrica é oriunda, em sua maioria, de fontes renováveis, principalmente das usinas hidrelétricas. Entretanto, apesar de muito menos prejudicial ao meio ambiente do que os combustíveis fósseis das usinas termelétricas, o represamento de águas - criação de reservatórios - para o funcionamento de usinas hidrelétricas implica numa série de impactos ambientais negativos, tais como perda de ambientes, alagamento de áreas, realocação de pessoas, etc. Especialmente na região amazônica, grandes impactos têm sido verificados a partir da criação de reservatórios e geração de energia elétrica para uso nos grandes centros consumidores do centro do País. E chega a ser irônico que a mesma população que sofre com os impactos, muitas vezes não tem acesso à energia elétrica e não pode usufruir das tecnologias destacadas anteriormente.

Para diminuir esses impactos ambientais, nos últimos anos a construção de usinas hidrelétricas com reservatórios de regularização (que acumulam grandes quantidades de água), vem sendo substituída pela construção de usinas a fio d'água, que não acumulam água e, supostamente, são menos prejudiciais ao meio ambiente.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é contribuir para, sob o ponto de vista dos impactos ambientais, verificar se usinas a fio d'água realmente são menos prejudiciais que as de regularização. Ao mesmo tempo o estudo espera levantar os principais impactos ambientais gerados a partir da instalação e operação de usinas hidrelétricas, verificar quais são análogos, aproveitando para citar casos práticos. Para tanto será utilizada uma metodologia de pesquisa com uma abordagem qualitativa e exploratória dos impactos ambientais objetivando explicitá-lo a partir de análise de exemplos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Usinas Hidrelétricas

Para a compreensão do presente estudo, é importante revisarmos alguns conceitos técnicos relacionados ao tema, a começar pela própria energia elétrica gerada a partir de recursos hídricos, as hidrelétricas e os diferentes tipos de regime de operação das mesmas.

A hidroeletricidade se constitui na obtenção de energia elétrica a partir do aproveitamento do potencial hidráulico de um determinado trecho de um rio, por meio da construção de uma barragem e pela consequente formação de um reservatório (BERMANN, 2007).

E são nas Usinas hidrelétricas que o potencial hidráulico são convertidos em energia elétrica. As usinas são complexos de engenharia civil compostos, de forma geral, por uma barragem e/ou diques, um sistema de captação e adução de água, casa de força, vertedouro e canal de fuga da água. A barragem tem a finalidade de barrar a água, interrompendo o curso natural de um rio, permitindo a formação de um reservatório. Os sistemas de captação e adução são formados por túneis, canais ou condutos que têm a função de levar a água até a casa de força. Nesta instalação estão as turbinas, formadas por uma série de pás ligadas a um eixo conectado ao gerador. Conforme a massa de água represada - energia potencial – faz girar as pás das turbinas, o seu movimento

giratório converte a energia do movimento da água – energia cinética - em energia elétrica por meio dos geradores que produzirão a eletricidade. Depois de passar pela turbina, a água é restituída ao leito natural do rio pelo canal de fuga. Por fim, os vertedouros são responsáveis por liberar a água excedente que não será utilizada para a geração de energia (ANEEL, 2008).

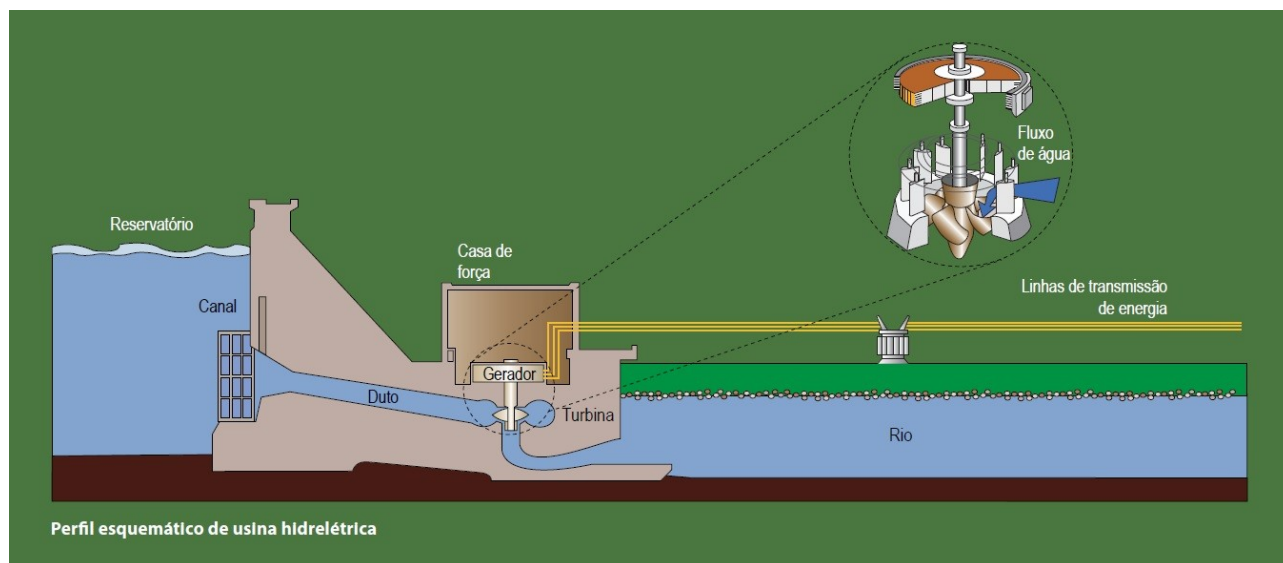


Figura 01: perfil esquemático de uma usina hidrelétrica.

Para fins de regulação e outorga de utilização da água pelas hidrelétricas, a legislação brasileira classifica a geração conforme a quantidade de energia elétrica gerada pelas usinas. As Centrais de Geração Hidrelétrica – CGH, são aquelas usinas que geram até 3 MW. Já as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH, são os empreendimentos cuja potência seja superior a 3 MW e igual ou inferior a 30 MW, com a especificidade de possuir área de reservatório de até 13 km², excluindo a calha do leito regular do rio. E as Usinas Hidrelétricas – UHE, tipo de empreendimento abordado neste estudo, são aquelas cuja potência instalada é maior do que 30 MW (ANEEL, 2015).

Estas últimas, costumam ter dois tipos de formação de reservatórios, e regimes de operação, cujo conceito não está estabelecido em legislação, mas do qual se faz necessário estabelecer para compreensão do presente trabalho. Os reservatórios, e as usinas, por extrapolação

de conceito, podem ser divididos entre as de regularização, também chamadas de usinas de acumulação, e as usinas a fio d'água.

As usinas de regularização consideram dados de vazões médias mensais no seu dimensionamento energético, analisando as vazões de estiagem médias mensais, pressupondo uma regularização mensal das vazões médias diárias, promovida pelo reservatório. Ou seja, as usinas de regularização são aquelas que estocam água durante o período de cheia dos rios, quando as chuvas são mais volumosas e as vazões do corpo d'água são maiores, para se utilizar dessa água de forma mais intensa durante o período de estiagem, quando as vazões dos rios são menores. Além da geração de energia, esses reservatórios têm outras funções: permitem a captação da água em volume adequado para o consumo urbano e agropecuário, a regularização da vazão dos rios em períodos de chuva ou estiagem, evitando enchentes ou indisponibilidade hídrica, dentre outros. De forma geral, o volume acumulado dá margem à que as regras operativas das usinas se utilizem da água longo de meses ou, pelo menos, semanas.

Já as usinas a fio d'água são aquelas que permitem uma regularização mínima, com margem para regra operativa de poucos dias. A água que chega à barragem é praticamente toda a água que passa pela casa de força ou pelo vertedouro. São empreendimentos empregados quando as vazões de estiagem do rio são iguais ou maiores que a descarga necessária à potência a ser instalada para atender à demanda máxima prevista. Ou ainda são projetos empregados em locais onde o relevo não é propício para a formação de reservatório. Nesse caso, despreza-se o volume do reservatório criado pela barragem. O sistema de adução deverá ser projetado para conduzir a descarga necessária para fornecer a potência que atenda à demanda máxima. O aproveitamento energético local será parcial e o vertedouro funcionará na quase totalidade do tempo, extravasando o excesso de água. As usinas fio d'água reduzem as áreas de alagamento, porém reduzem a capacidade de armazenamento de água.

2.2. Energia Elétrica no Brasil

Atualmente, somente 22,8% de toda energia elétrica mundial é gerada a partir de fontes ditas renováveis, incluindo a geração hidrelétrica e as chamadas fontes renováveis alternativas como solar, eólica, biomassa, dentre outras. Toda energia elétrica restante é produzida a partir de combustíveis fósseis e usinas nucleares (REN21, 2015). Países como a China e os Estados Unidos têm a sua energia elétrica predominantemente vinda de termelétricas cujo principal combustível é o carvão, contribuindo de forma expressiva com a emissão de gases de efeito estufa, como o gás carbônico. Já na Europa, especialmente a França, e no Japão, a principal forma de produção de eletricidade são as usinas nucleares.

Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2014

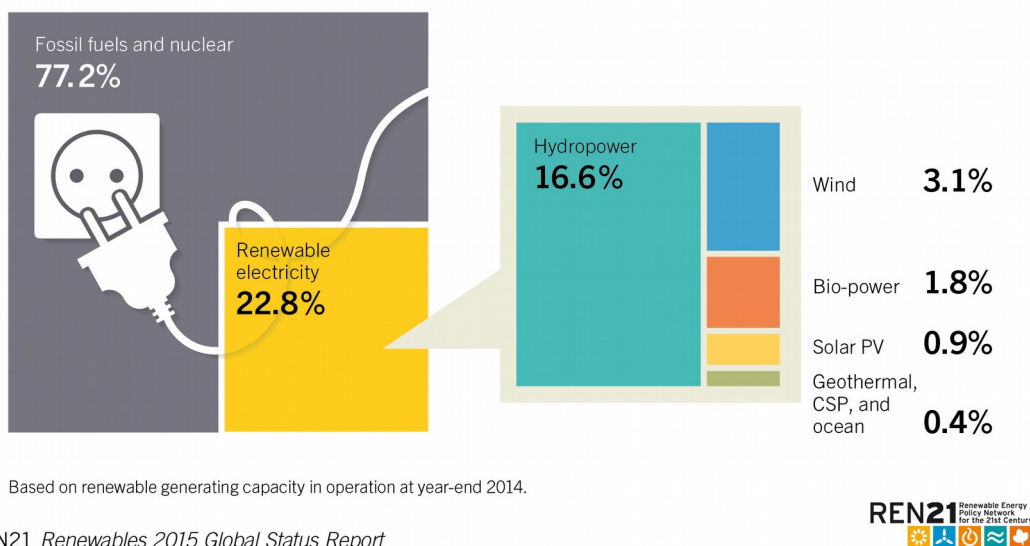
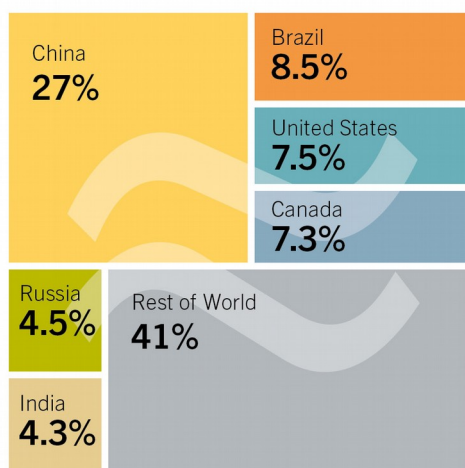


Figura 02: produção de energia elétrica mundial.

Por outro lado, do total de energia elétrica mundial produzida de forma renovável, 72,8% ou 1.055 GW é oriunda da geração hidrelétrica. O Brasil, em virtude da sua grande

disponibilidade hídrica, tem sua geração baseada nesse tipo de energia, sendo um dos países com maior capacidade instalada, figurando como segundo maior produtor mundial, a frente de países como Estados Unidos, Canadá e Rússia, ficando atrás somente da China (REN21, 2015).

Hydropower Global Capacity, Shares of Top Six Countries and Rest of World, 2014



REN21 *Renewables 2015 Global Status Report*



Figura 03: capacidade de geração hidroelétrica mundial.

A capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil em dez/2014 no Sistema Interligado Nacional – SIN, era de 132.878 MW, sendo 62%, 82.798 MW produzidos a partir de hidrelétricas. A carga atual do país é de aproximadamente 65.000 MWmed, chegando a 87.000 MW de demanda instantânea. Importante destacar que a capacidade instalada não reflete a garantia física do País, uma vez que, esta última depende de fatores físicos e climáticos, como a quantidade de água disponível nos rios e reservatórios para as hidrelétricas poderem produzir energia (EPE, 2014).

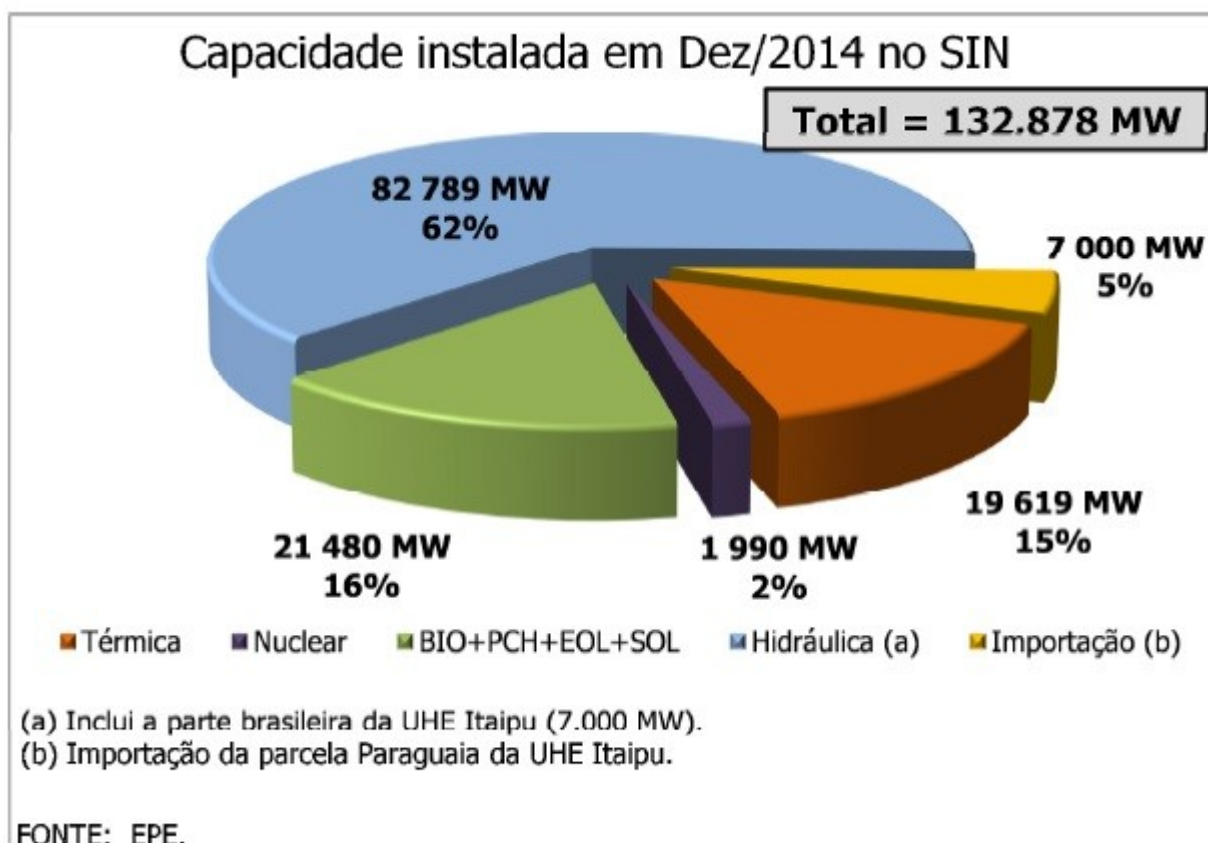


Figura 04: capacidade instalada de geração de energia elétrica brasileira em 2014.

O Plano Decenal de Expansão da Energia, apresentado em 2015 pela EPE - PDE 2024, prevê um crescimento médio da demanda de energia elétrica no Brasil da ordem de 3,9% anuais até 2024, chegando a 94.500 MWmed, com 125.000 MW de demanda instantânea. Outro estudo de demanda de energia da EPE aponta uma carga de aproximados 114,0 GW em 2030, e até 194,0 GW em 2050 (PNE 2050). Já a previsão de expansão é de um incremento de 55% na capacidade instalada no período 2015-2024, passando dos atuais 132.878 para 206.447 MW.

Como premissa geral para tal expansão, o PDE 2024 destaca que para fazer frente ao crescimento, de forma segura, econômica e com respeito à legislação ambiental, o Brasil dispõe de grande potencial energético, com destaque para as fontes renováveis de energia (potencial hidráulico, eólico, de biomassa e solar). O plano também destaca que a principal diretriz é a priorização da participação das fontes renováveis para atender ao crescimento do consumo de energia elétrica no horizonte decenal, compatibilizando esta participação com o atendimento à carga

de forma segura e tendo em vista o compromisso brasileiro de manter seu crescimento econômico apoiado em uma matriz energética limpa.

De fato, o PDE propõe que a energia elétrica gerada a partir de fontes renováveis alternativas, como solar, eólica, PCH e de biomassa, tenham uma expansão média anual de cerca de 15% no horizonte decenal, contribuindo com um aumento de 34.965 MW no sistema. As fontes renováveis (exceto hidrelétrica) representam hoje 16,2% da energia elétrica produzida no País, ou 21,5 GW. Já em 2024 elas representarão 27,3% do total, 56,5 GW gerados, com destaque para a região Nordeste, que será responsável por quase metade deste acréscimo, especialmente, com energia eólica. Os parques eólicos brasileiros, com capacidade de geração de atuais 5,0 GW, passarão a ter 24,0 GW de capacidade instalada, representando 11,6% do total produzido, bem acima dos 3,7% atuais.

Os projetos hidrelétricos somarão 28.349 MW de expansão no sistema. Segundo o cenário previsto, a capacidade de geração hidráulica aumentará de 90,0 GW para 117,0 GW entre 2015 e 2024. Na região Norte ocorrerá a maior expansão hidrelétrica, devido à entrada em operação de grandes empreendimentos. Importante salientar que este contexto deve mudar, uma vez que, o PDE considerava os cerca de 8.000 MW de geração com a entrada em operação da UHE São Luiz do Tapajós, cujo licenciamento ambiental foi recentemente arquivado devido à incompatibilidade da implantação do empreendimento com a localização de Terras Indígenas.

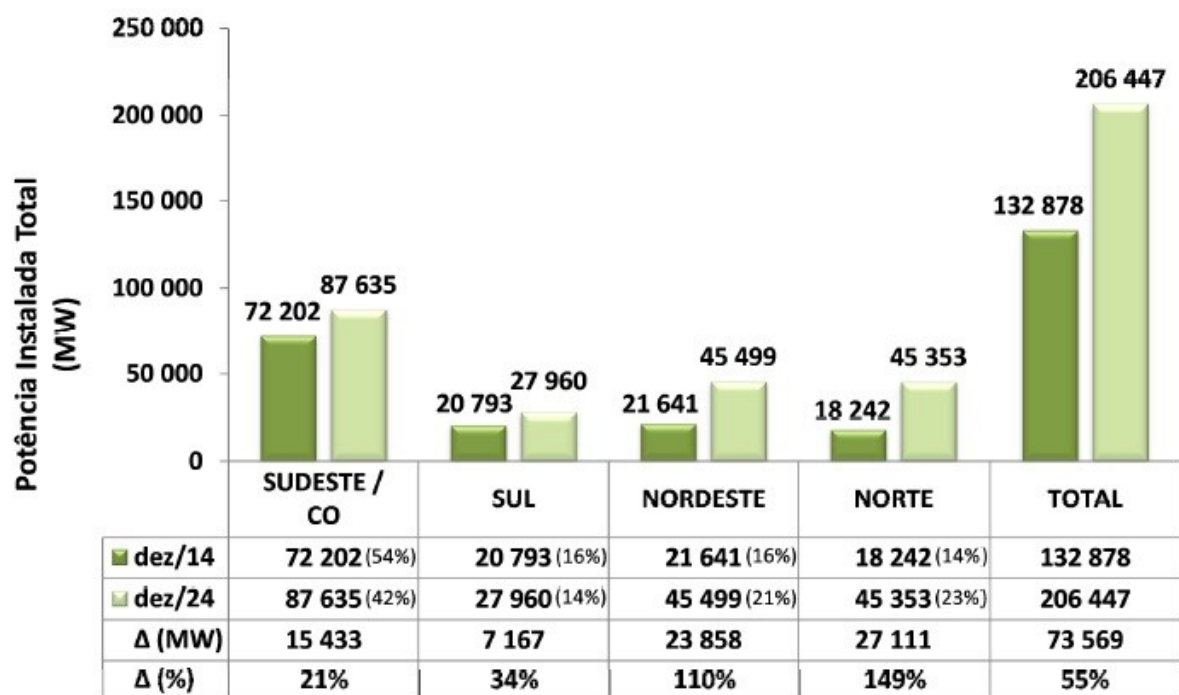


Figura 05: crescimento da capacidade instalada brasileira projetada de 2014 até 2024.

2.3. A Problemática da Expansão

O País tem a sua matriz energética baseada em usinas hidrelétricas de geração, especialmente usinas de grande porte que possuem reservatórios de acumulação de água ocupando grandes extensões de área inundada (FIRJAN, 2013). Conforme dados do Plano Nacional de Energia (EPE, 2007), a potência instalada em usinas hidrelétricas evoluiu de 13.724 MW para quase 69.000 MW, entre 1974 e 2004. A maior parte desta geração está em usinas localizadas nos rios das regiões Sul e Sudeste, onde os aproveitamentos hidroelétricos já foram exaustivamente utilizados, fazendo com que novos empreendimentos sejam projetados em áreas com maior disponibilidade hídrica.

Contudo, considerando-se que dois terços do território nacional está coberto por dois biomas de alto interesse do ponto de vista ambiental, como o são a Amazônia e o Cerrado, e que 70% do potencial hidrelétrico brasileiro a aproveitar localizam-se nesses biomas, verifica-se

grandes dificuldades para a expansão da oferta hidrelétrica. (EPE, 2007). O arquivamento do licenciamento ambiental da usina de São Luiz do Tapajós, supracitado, ilustra esse fato.

De forma geral, os reservatórios das usinas hidrelétricas geram diversos impactos sócio ambientais negativos, tais como alteração de vazão, alteração do fluxo da corrente, aumento da profundidade, alargamento de leito, elevação do nível do lençol freático, assoreamento, perda de biodiversidade de flora, fauna e ictiofauna, afugentamento de animais silvestres nativos, perda de material arqueológico, realocação de população, realocação de população tradicional quilombola e, especialmente na região amazônica, conflito pelo uso da terra com comunidades indígenas (QUEIROZ et al., 2013).

Publicação da Agência Nacional das Águas – ANA, destaca que “os empreendimentos implantados nas últimas décadas incorporaram a mitigação dos impactos e a compensação dos danos provocados no processo de construção, levando a previsões mais adequadas dos impactos e à viabilização de ações que, em tempo hábil, trouxessem o equacionamento dos efeitos previstos. Em média, são mais de 20 programas socioambientais efetivados para cada empreendimento implantado, alcançando, em alguns casos, percentuais significativos do orçamento do projeto”. O texto também salienta que “em termos de remanejamento populacional, além da melhoria nos critérios para o tratamento dos grupos afetados, tem sido observado um decréscimo do quantitativo de famílias remanejadas. A relação entre população afetada e área inundada tem melhorado, a partir da formação de reservatórios menores. Entre os anos de 1992 e 2002, considerando as hidrelétricas acima de 100 MW, foram remanejadas cerca de vinte mil famílias, com a inundação de 6.990 km² para a geração de 15.647 MW. Na década danterior, apenas três dos grandes projetos implantados (Itaparica, Tucuruí e Sobradinho), totalizando 6750 MW, somaram cerca de 27.000 famílias para a inundação de 7.917 km²” (ANA, 2006).

Neste escopo, mesmo sem ter uma política pública institucionalizada, há alguns anos

o Governo Federal tem optado por planejar e fomentar a implantação de usinas hidrelétricas a fio d'água. Ao contrário das usinas de acumulação (também denominadas usinas de regularização), modelo historicamente adotado no País, as usinas a fio d'água não dispõem de reservatório, ou possuem reservatório de menor tamanho, que regulariza as vazões apenas diariamente ou por, no máximo, algumas semanas. De modo geral, diz-se que uma usina é a fio d'água quando seu projeto e sua operação estão programados para que a água que chega à barragem não fique armazenada no reservatório.

De acordo com o próprio PDE 2024, *“a maioria das usinas viáveis no horizonte decenal está localizada em bacias inexploradas, para as quais não há previsão de instalação de usinas com reservatórios de regularização nesse período e, portanto, ainda não contribuirão com o incremento de energia armazenável.” A região Norte possui um relevo de planície, que oferece condições bastante limitadas à construção de grandes reservatórios, em especial aos de acumulação. Dessa forma, a expansão do parque hidráulico na região será amplamente apoiada, a exemplo dos últimos anos, em usinas com reservatórios a fio d'água”.*

Todavia, se por um lado elas amenizam os problemas sócio-ambientais, por outro viés as usinas a fio d'água diminuem a capacidade de regularização dos empreendimentos. Sem reservatórios com grande capacidade de armazenamento de água, não podem acumular o recurso nos períodos úmidos e chuvosos, para utilizar nos períodos secos. Esse tipo de usina não consegue manter a capacidade de regularização mensal, anual ou plurianual como as usinas de acumulação, que dependendo da quantidade de água que o reservatório acumule, pode se utilizar do recurso hídrico durante meses ou anos. Neste aspecto, o modelo de usinas a fio d'água é alvo de inúmeras críticas.

A primeira análise é justamente quanto a segurança e previsibilidade na geração da energia ao longo do tempo. Verifica-se um aumento de 27,8 GW na capacidade instalada de usinas hidrelétricas no horizonte do PDE 2024, enquanto o acréscimo da capacidade de armazenamento de

2015 a 2024 é de apenas 2,6 GW médios. Por não possuir grande capacidade de regularização, uma matriz baseada cada vez mais nas usinas a fio d'água, expõe o País ao risco de cortes de energia e apagões. Em períodos de condições hidrológicas desfavoráveis, grande secas, como ocorreu em 2014, os reservatórios secam, as usinas passam a ter pouca flexibilidade operacional e a produção hidrelétrica diminui. Em 2001 os reservatórios quando cheios podiam manter, no período de seca, sem chuvas, as turbinas funcionando por 6,27 meses. No ano de 2012 essa relação caiu para 4,91 meses e em 2021 terá caído para 3,35 meses (FIRJAN, 2013). Essa relação é dada pelo Grau de Regularização dos Reservatórios – GRR, calculado a partir da divisão da Capacidade de Armazenamento Máximo (MW médio) pelo Mercado Total (MW médio) (GOMES, 2012). Importante ressaltar que os valores discriminados acima partem de um cenário onde o período de cheia do ciclo anterior foi suficiente para deixar os reservatórios num nível de 100% de capacidade de água. Num cenário mais factível, com valores de médios de 63% dos reservatórios completos, o GRR atual é de 3,13 meses, chegando a 2,14 em 2021. Numa situação extrema, sem chuvas no período anterior, o grau de regularização pode chegar a alguns dias em 2021, ou 0,78 meses.

Ainda com relação a segurança energética, as usinas a fio d'água não conseguem garantir o funcionamento como estoque de energia para as outras fontes renováveis, como por exemplo: eólica, biomassa e solar, que apresentam geração intermitente.

Um exame necessário de se realizar se refere aos impactos comerciais. Menos água nos reservatórios significa uma maior volatilidade do mercado de energia elétrica em períodos de baixa afluência, acarretando grandes variações no PLD em curtos espaços de tempo. O Preço de Liquidação de Diferenças – PLD, é o principal parâmetro utilizado pelos agentes do mercado de energia para valorar as negociações de energia elétrica no Mercado Livre, bem como para a liquidação de diferenças energéticas de curto prazo (mercado spot). É calculado e divulgado semanalmente pela CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica). Uma menor capacidade de produção de energia das usinas hidrelétricas participantes também alteram o

Mecanismo de Realocação de Energia - MRE. O MRE é um mecanismo financeiro que visa o compartilhamento dos riscos hidrológicos que afetam os agentes de geração, buscando garantir a otimização dos recursos hidrelétricos do SIN.

Um impacto, tanto comercial quanto ambiental, causado pela menor disponibilidade de geração hidrelétrica é o despacho de usinas termelétricas. Para atender à demanda e às exigências sazonais da carga, mantendo a produção de eletricidade e evitando o risco de cortes e apagões no País, o ONS (Operador Nacional do Sistema), instituição que faz o gerenciamento do SIN, é obrigado a expedir comandos para que as termelétricas comecem a produzir energia a partir de combustíveis fósseis. Independentemente se utilizam gás natural, óleo combustível ou carvão, toda a termelétrica é fonte de emissão de gases do efeito estufa – GEE, especialmente o gás carbônico. Apesar de significativa quantidade de energia elétrica ainda ser produzida a partir dessa fonte não renovável de energia, esse tipo de usina não contribui para que o Brasil cumpra acordos internacionais de diminuição da emissão de GEE. Em casos extremos, como ocorreu no ano de 2014, o ONS despacha as usinas termelétricas fora da ordem de mérito econômico e este impacto comercial é sentido tanto pelo Mercado Livre quanto pelo Mercado Regulado de energia elétrica, já que, afetam variáveis importantes de formação de preços e custos de ambos os mercados (GOMES, 2012).

Outras ponderações quanto ao uso de usinas a fio d'água podem ser citadas, como uma menor manobra de operação do SIN; menor controle de cheias a fim de proteger as comunidades e os bens situados a jusante das usinas; maior exigência das atuais usinas hidrelétricas do sistema com capacidade de regularização, podendo gerar fortes alterações no nível dos reservatórios ao longo do ano; menor aproveitamento dos corpos hídricos para implantação de sistemas de irrigação, de navegação fluvial e de atividades relacionadas a piscicultura.

2.4. Possíveis Soluções

Uma vez que, é inegável que o desenvolvimento do potencial hidrelétrico brasileiro está condicionado pelos seus possíveis impactos socioambientais em razão da maior parte do potencial hidrelétrico hoje remanescente estar localizado em áreas de condições socioambientais delicadas, por suas interferências sobre territórios indígenas, sobretudo na Amazônia, nas áreas de preservação e nos recursos faunísticos e florestais, ou em áreas bastante influenciadas por ocupações antrópicas, alternativas devem ser buscadas.

A chave para a solução do problema pode estar na diversidade da matriz. Como visto anteriormente, além das hidrelétricas, cada vez mais tem crescido no Brasil o número de projetos de geração a partir de fontes renováveis, especialmente a eólica. Quanto mais diversificada for a matriz, mais elasticidade de manobra operacional o Sistema Interligado Nacional terá, podendo suprir de forma complementar a demanda em períodos hídricos desfavoráveis, garantindo o abastecimento e equilibrando os impactos causados por cada uma. Neste sentido, além das políticas públicas de incentivo para o uso de fontes renováveis, como descontos nas Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição e Transmissão (TUSD e TUST) de fontes renováveis, recentemente foi noticiado que o Governo Federal divulgou o Programa de Investimento em Energia Elétrica – PIEE. O programa reúne os projetos que estão previstos para serem contratados entre 2015 e 2018, gerando investimentos de R\$ 116 bilhões para a geração de entre 25 mil e 31,5 mil MW de potência instalada ao SIN. Deste total, entre 10 mil a 14 mil MW virão das "novas energias renováveis": solar, eólica e biomassa. Destaca-se que o objetivo do PIEE é sinalizar à sociedade e aos investidores as ações e investimentos programados para os próximos anos.

Uma premissa importante que pode auxiliar o País a melhor escalonar os projetos de expansão da geração talvez seja a Avaliação Ambiental Estratégica - AAE. Segundo Sanchez (2014), tal instrumento é o nome que se dá a todas as formas de avaliação de impacto de ações mais

amplas que projetos individuais. Tipicamente, a AAE refere-se à avaliação das consequências ambientais de políticas, planos e programas, em geral no âmbito governamental. O Ministério do Meio Ambiente corrobora o conceito considerando a AAE *“um instrumento de política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, maximizando os positivos e minimizando os negativos, que uma dada decisão estratégica – a respeito da implementação de uma política, um plano ou um programa – poderia desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade do uso dos recursos naturais, qualquer que seja a instância de planejamento”* (MMA, 2002). Contudo, em que pese o Governo reconhecer a importância da AAE, hoje a avaliação se dá de modo muito incipiente, sob forma de documentos e relatórios isolados, sem ser um processo contínuo e institucionalizado. Com a realização de uma AAE das bacias hidrográficas, poderia se identificar os rios ambientalmente mais importantes a serem preservados, em detrimento de outros que poderiam ser represados pra a geração de energia elétrica. Podemos exemplificar a ação com os rios Tocantins e Araguaia, onde o primeiro já está bastante comprometido com empreendimentos hidrelétricos, enquanto o segundo ainda é bastante preservado, tendo seguidamente negado o licenciamento ambiental de empreendimentos em suas águas devido a falta de viabilidade ambiental. Da mesma forma, na bacia do rio Uruguai, apesar da calha principal do rio possuir inúmeros reservatórios de acumulação, alguns tributários são preservados sob força de lei para a instalação de novas usinas justamente por questão ambiental, especialmente o fato de serem rotas migratórias alternativas para a reprodução de peixes. Por último podemos citar a conservação do rio Tapajós, de importância não só ambiental, por conta da sua gigante biodiversidade, mas de grande importância social se considerada a presença de inúmeras comunidades indígenas.

Necessariamente atrelada a Avaliação Ambiental Estratégica, uma outra proposta seria a inclusão gradual das usinas de acumulação no Plano Nacional de Energia – PNE 2030, em contraponto ao uso de usinas a fio d'água e térmicas. Neste sentido, a EPE oportunizou em 2015 um estudo para levantar informações de projetos hidrelétricos com reservatórios que promovam a

regularização das afluentes e que gerem benefícios para todo o sistema. O trabalho selecionou 25 projetos hidrelétricos cuja capacidade de armazenamento era mais representativa de uma carteira de 180 cadastrados. Foi realizada a avaliação energética do conjunto de aproveitamentos, por bacia hidrográfica, com o intuito de se identificar os benefícios ao SIN. Os resultados mostram que os percentuais de armazenamento, em termos locais, são bastante significativos, ou seja, que energeticamente esses projetos são muito importantes para as bacias e regiões em que estão localizados. Foram avaliados os custos de implantação dos 25 projetos. O resultado apresentou o índice custo benefício (ICB) dos projetos de acordo com quatro faixas (< 100 , $100-150$, $150-200$ e > 200 R\$/MWh). A avaliação socioambiental categorizou os 25 projetos analisados em quatro grupos de acordo com suas principais interferências socioambientais (áreas legalmente protegidas e população afetada). Além disso, foram apresentadas outras questões importantes no âmbito do processo de licenciamento ambiental. O resultado da avaliação socioambiental indicou que 16 projetos, correspondente a 54% da energia armazenável de todo o conjunto (25.153 MWmed), apresentaram, pelos critérios utilizados, grau de complexidade socioambiental menor do que os demais. Outros nove projetos, que compreendem cerca de 46% da energia armazenável de todo o conjunto (21.493 MWmed), apresentaram maior grau de complexidade.

Uma solução para minimizar os impactos ambientais oriundos da instalação e operação de grandes hidrelétricas surgiu na época dos estudos ambientais para o licenciamento da UHE São Luiz do Tapajós. Esta e a usina de Jatobá, planejadas para serem instaladas no rio Tapajós agregariam o conceito de “usinas plataformas”. O modelo, inspirado na exploração de petróleo em alto mar, remete às áreas em que o homem não está presente. As instalações ficam restritas ao entorno das usinas, possivelmente na área do futuro reservatório, e não são abertas rodovias de acesso, com seu potencial de devastação, sendo priorizado o transporte por helicópteros. A construção das linhas de transmissão usa o rio para o transporte e terminada a construção, todas as instalações são desmobilizadas, as condições naturais locais são recompostas e as áreas adquiridas transformadas em unidades de conservação. Na operação, se automatiza o máximo, com o mínimo

de presença humana. Com o isolamento da estrutura, não há formação de aglomerados urbanos no entorno das usinas, como ocorre em outros empreendimentos, o que permite a preservação do meio ambiente, fazendo das usinas plataformas, vetores para a conservação.

Uma alternativa para o armazenamento de água e sua utilização imediata nos casos de sobrecargas do sistema, ou apenas para suprir demandas sazonais, pode estar nas usinas hidrelétricas reversíveis – UHR. Estas usinas reaproveitam a água que passou pelas turbinas da casa de força, bombeando-as de volta a um reservatório num nível superior, armazenando-a para gerar energia em momento posterior. O grande problema, porém, deste modelo é o custo energético, e consequentemente, financeiro, para conduzir a água a um reservatório superior. Apesar de relativamente comuns na Europa, no Brasil existe apenas um empreendimento, o complexo Henry Borden, localizado no sopé da Serra do Mar, em Cubatão/SP, que funcionou como usina reversível da década de 50 até 1992. Desde então, por conta da qualidade da água do rio Pinheiros, que era bombeada para a represa Billings, a usina teve restringido seu funcionamento. Atualmente funciona apenas como hidrelétrica comum. Estudos apontam que este modelo não é economicamente viável, entretanto, pode ser uma alternativa para garantir armazenamento para momentos desfavoráveis. A literatura internacional também tem explorado de forma intensa as possibilidades de utilização deste modelo atrelado a usinas solares e eólicas, aproveitando a geração destas últimas para bombear a água para o reservatório superior (CANALES, 2015).

2.5. Avaliação de Impactos Ambientais

É sabido que qualquer atividade, inclusive a instalação e operação de hidrelétricas, gera impactos ambientais. Mas afinal, o que são os impactos ambientais?

A legislação brasileira define impacto ambiental na Resolução CONAMA nº

01/1986, que o conceitua como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Sanchez (2013) faz uma crítica à conceituação da legislação dizendo que equivocadamente essa seria a definição de poluição e não de impacto ambiental. Em seu livro, conceitua impacto ambiental como “*a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana*”. Ele ressalta que tal definição reflete o caráter dinâmico do ambiente, e que as questões ligadas à supressão ou inserção de elementos nesse ambiente estão implícitas. Ressalta também que impacto é o resultado de uma ação humana, e não se deve, portanto, confundir a causa com a consequência.

Já a Avaliação de Impactos Ambientais – AIA, é um instrumento de política ambiental com o intuito de assegurar que um determinado projeto passível de causar danos ambientais seja analisado de acordo com os prováveis impactos no meio ambiente, e que esses mesmos impactos sejam analisados e tomados em consideração no seu processo de aprovação. A elaboração de uma AIA é apoiada em estudos ambientais elaborados por equipes multidisciplinares, os quais apresentam diagnósticos, descrições, análises e avaliações sobre os impactos ambientais efetivos e potenciais de cada projeto. No Brasil, a Lei 9638/1981 define que um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente é a avaliação de impactos ambientais.

Para a realização da AIA de hidrelétricas, a Resolução CONAMA nº 86/1986 prevê a realização dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação dos órgãos ambientais competentes, sejam estaduais ou IBAMA, no âmbito dos seus processos de licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente.

O estudo dos impactos ambientais permite avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após a implantação dos mesmos.

Importante destacar que os impactos ambientais nem sempre são negativos. A possibilidade de ocorrerem impactos ambientais positivos em determinado projeto é uma noção que deve ser bem assimilada. Um exemplo corriqueiro de impacto positivo, encontrado em muitos estudos de impacto ambiental de hidrelétricas, é descrito como “criação de empregos”. Trata-se, como é evidente, de um impacto social e econômico benéfico para a comunidade.

3. Metodologia

A metodologia do presente trabalho consistiu em identificar os principais impactos ambientais listados nos Estudos de Impacto Ambiental – EIA de empreendimentos licenciados pelo IBAMA, e discorrer sobre os mesmos correlacionando-os com os diferentes tipos de regime de operação das usinas hidrelétricas, procurando verificar diferenças entre as mesmas. Os dados foram obtidos diretamente do sistema de licenciamento do IBAMA – SISLIC, cujo acesso pode se dar através do sítio da Autarquia na Internet através do link: www.ibama.gov.br/licenciamento, e cujas informações são de domínio público. Alguns dados complementares foram obtidos diretamente através dos processos físicos dos empreendimentos licenciados pelo órgão, cujas informações também são públicas.

Os impactos ambientais foram identificados a partir dos EIAs de 11 usinas hidrelétricas que tem seu licenciamento ambiental conduzido pelo IBAMA. De imediato, observou-se uma falta de padronização nas declarações do conteúdo dos EIAs, ou seja, a identificação dos diferentes impactos ambientais em cada estudo resultou numa grande quantidade de registros, mas

sendo alguns muito semelhantes, apenas com nomenclatura diferente. Para poder se comprar os impactos entre os diferentes empreendimentos posteriormente, optou-se por adotar uma nomenclatura padrão para impactos ambientais semelhantes. Quando algum impacto era inédito na lista padrão, foi adicionado na listagem.

A nomenclatura padrão foi obtida a partir de listagem geral de impactos ambientais adotadas no macroestudo realizado pelo Consórcio ARCADIS Logos e Lidia Lu Consultoria, em parceria com o IBAMA, realizado no âmbito do sistema de cooperação entre Programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA II e Banco Mundial para realizar serviços de consultoria, relativos ao estudo comparativo dos modelos de LAF (Licenciamento Ambiental Federal), AIA (Avaliação de Impacto Ambiental) e CA (Certificação Ambiental) em diferentes países e subsidiar a elaboração de Matrizes de Impacto por Tipologia.

Além da identificação dos impactos ambientais, foram verificadas as informações específicas de cada projeto, quais sejam: nome do empreendimento, potência instalada, potência firme, município de localização, rio de localização, tamanho do reservatório, regime do reservatório, situação de operação e ano do EIA.

Os empreendimentos foram escolhidos de forma a representar todas as regiões político-administrativas do Brasil, assim como representar as principais bacias hidrográficas do País. Também foi levado em consideração a disponibilidade dos dados, já que, nem todos os empreendimentos têm seus estudos disponíveis em formato digital, existindo somente em formato físico. Outro critério utilizado foi a facilidade de acesso e interpretação dos dados. Alguns empreendimentos emblemáticos, cujos dados dos EIAs era vontade que figurasse neste estudo, como no caso da UHE Belo Monte, no rio Xingu, e da UHE São Luiz do Tapajós, no rio Tapajós, possuem um volume de dados extraordinários, mas organizados de forma pouco amigável e que demandariam muito tempo de análise, o que fez com que se optasse para que ficassem de fora do levantamento. Importante frisar que, como o levantamento de dados foi baseado nos Estudos de

Impacto Ambiental, documento apresentado no período anterior à emissão da Licença Prévia não foi levado em consideração a fase do licenciamento em que se encontravam os empreendimentos.

A ideia inicial era analisar não só os impactos ambientais declarados no EIA de cada empreendimento, mas também os programas ambientais executados durante a instalação e operação das usinas, assim como seus relatórios periódicos de acompanhamento e análises da equipe técnica do IBAMA. Infelizmente não foi possível realizar tal levantamento, o que daria um panorama mais real e detalhado dos impactos, uma vez que, os impactos listados nos EIAs são apenas uma previsão do que ocorrerá em determinado empreendimento. E a sua confirmação só ocorre após período de análises, que pode durar alguns anos. Tal análise poderá ocorrer em trabalhos futuros, num desdobramento deste estudo e aprofundamento das informações.

4. Resultados e Discussão

Na carteira de empreendimentos em licenciamento junto ao IBAMA (em instalação ou operação), existiam no dia 02 de fevereiro de 2017, data da consulta, 137 empreendimentos hidrelétricos. Deste total, foram selecionados 11 empreendimentos do tipo UHE - a partir dos critérios mencionados na seção “metodologia” - que tiveram seus EIA's originais revisados e dos quais foram listados os impactos ambientais apontados nos estudos, a partir da lista padrão citada na metodologia. Dos empreendimentos selecionados, 06 operam com o regime de água a fio d'água, e 05 sob o regime de regularização.

Tabela 01: empreendimentos que tiveram seus EIAs analisados.

Nome do Empreendimento	Potência Instalada (MW)	Potência Firme (MW)	Localização (Município)	Localização (Rio)	Tamanho do Reservatório (Km ²)	Regime do Reservatório	Situação	Ano do EIA
UHE Corumbá IV	127,00	66,10	Luziânia/GO	Corumbá	173,30	regularização	Em operação desde 2005	1999
UHE Estreito	1.087,00	587,00	Estreito/MA e Aguiarnópolis/TO	Tocantins	555,00	fio d'água	Em operação desde 2010	2002
UHE Foz do Chapecó	855,00	432,00	Águas de Chapecó/SC e Alpestre/RS	Uruguai	79,2	fio d'água	Em operação desde 2010	2000
UHE Itá	1.450,00	780,00	Itá/SC e Aratiba/RS	Uruguai	141,00	fio d'água	Em operação desde 1999	1989
UHE Luiz Gonzaga (Itaparica)	1.500,00	927,00	Petrolândia/PE	São Francisco	910,00	regularização	Em operação desde 1988	-
UHE Peixe Angical	450,00	390,00	Peixe/TO e São Salvador/TO	Tocantins	294,00	regularização	Em operação desde 2006	2000
UHE São Manoel	700,00	400,50	Paranaíba/MT e Jacareacanga/PA	Teles Pires	63,96	fio d'água	Em instalação	2010
UHE Simplicio	333,70	191,30	Sapucaia/RJ e Chiador/MG	Paraíba do Sul	11,98	fio d'água	Em operação desde 2012	2004
UHE Sobradinho	1.050,00	531,00	Sobradinho/BA	São Francisco	4.214,00	regularização	Em operação desde 1979	-
UHE Tabajara	400,00	234,99	Machadinho do Oeste/RO	Ji-Paraná	96,31	fio d'água	Em licenciamento	2016
UHE Tijuco Alto	144,00	76,00	Ribeira/SP e Adrianópolis/PR	Ribeira	56,50	regularização	Licença Prévia indeferida	2005

Ao todo foram identificados 67 impactos ambientais diferentes (Tabela 01) no universo dos 11 estudos verificados. Os empreendimentos que apontaram maior número de impactos foram a UHE São Manoel, projeto de usina a fio d'água em instalação no rio Teles Pires na divisa dos Estados do Pará e Mato Grosso, e a UHE Tabajara, cujo EIA recentemente foi apresentado ao IBAMA, a ser instalada no rio Ji-Paraná, no Estado de Rondônia, com 49 impactos ambientais cada uma. Depois aparece a UHE Estreito, no rio Tocantins, entre os Estados do Maranhão e do Tocantins, com 47 impactos ambientais diferentes listados. A usina de Itá, em operação no rio Uruguai, entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, possui 44 impactos identificados e a usina de Tijuco Alto, que recentemente teve sua instalação indeferida pelo órgão federal no rio Ribeira, entre o Paraná e São Paulo, tinha 43 impactos ambientais computados. Destas, apenas a UHE Tijuco Alto possui projeto de acumulação de água, sendo as outras todas apresentam projetos com regime a fio d'água.

Por outro lado, a UHE Peixe Angical, com 37 impactos identificados, e a UHE Corumbá IV, com 36 impactos, são projetos que preveem a regularização das vazões dos rios em que estão instalados. Já as usinas de Simplicio e de Foz do Chapecó, usinas a fio d'água apresentaram 35

e 33 impactos configurados, respectivamente.

Tabela 02: impactos ambientais verificados em cada um dos EIAs dos empreendimentos analisados.

IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	UHE São Manoel	UHE Tabajara	UHE Estreito	UHE Ita Alto	UHE Tijuco Angical	UHE Peixe Corumbá IV	UHE Simplicio	UHE Foz do Chapécó	UHE Itaparica	UHE Sobradinho	Empreendimentos em que foram identificados
Meio Físico											
Alterações na qualidade de águas superficiais	X	X		X	X	X	X	X	X		9
Assoreamento do reservatório	X	X	X	X	X	X	X		X	X	9
Alterações no regime fluviométrico	X	X	X	X	X	X	X	X			9
Formação de ambiente lântico	X	X	X		X		X				5
Alteração da qualidade de água subterrânea	X	X	X	X	X	X					6
Alteração do nível do lençol freático	X	X	X	X	X	X	X	X		X	10
Indução e/ou intensificação de processos erosivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11
Alteração da qualidade e/ou contaminação de solos	X	X		X	X	X			X		6
Intensificação do uso de agrotóxicos										X	1
Instabilização de margens e encostas marginais	X	X	X	X	X	X	X		X	X	9
Sismicidade induzida	X	X	X	X	X	X	X	X		X	10
Perda de terras agriculturáveis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Alteração da qualidade do ar	X	X					X				3
Alterações das condições climáticas locais	X	X	X	X	X	X	X	X		X	9
Meio Biótico											
Redução da cobertura vegetal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11
Fragmentação de ambientes/habitats		X	X			X	X	X	X		7
Alteração da vegetação remanescente	X	X	X	X	X	X	X		X		8
Risco de incêndios florestais		X									1
Aumento da pressão antrópica sobre a vegetação	X	X	X		X	X					5
Perda ou alteração de habitats da ictiofauna	X	X	X	X	X	X	X	X		X	9
Modificações na composição de espécies de peixes	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
Aprisionamento de peixes nas áreas ensecadas	X	X	X						X		4
Alteração na dinâmica de deslocamento da ictiofauna	X	X	X	X	X		X	X			7
Interferências com comunidades planônicas, bentônicas e macrófitas aquáticas	X		X	X	X	X	X	X			8
Disponibilização de mercúrio para a cadeia alimentar	X			X							2
Perturbação, afugentamento e óbito de fauna silvestre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Aumento da pressão de caça e pesca	X	X	X	X	X	X		X	X	X	8
Redução populacional de fauna terrestre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
Aumento de risco de acidentes com animais peçonhentos			X	X							2
Alteração na dinâmica da população de vetores	X	X	X	X	X		X	X			7
Meio Socioeconômico											
Geração de empregos diretos e indiretos	X	X		X	X	X	X	X			8
Aumento da massa salarial durante a construção e a operação		X		X		X		X			5
Atração de fluxos migratórios durante a construção	X	X	X	X		X		X			6
Geração de expectativas da população local sobre o empreendimento	X	X	X				X	X	X		6
Relocação de População	X	X	X	X		X	X	X	X		9
Aumento das receitas fiscais durante a construção e a operação	X	X	X	X	X	X		X	X		9
Especulação e alteração nos valores imobiliários	X	X	X	X	X	X		X			8
Dinamização das economias locais	X	X	X	X	X	X					7
Perda de moradias e fontes de rendimento e subsistência		X	X	X				X			4
Risco de tensões entre a mão de obra migrante e a população local	X	X		X							3
Interferências sobre as áreas rurais			X	X	X	X					5
Interferências sobre as áreas urbanas			X	X	X	X					4
Interferências com atividades minerais	X	X	X	X	X		X	X		X	9
Perda de áreas de produção agrosilvopastoril	X	X	X	X	X		X	X			8
Interferência com a pesca profissional	X	X					X				3
Ampliação do conhecimento técnico-científico	X										1
Mobilização da sociedade civil	X		X				X				3
Risco do aumento de endemias	X	X	X		X						5
Aumento da ocorrência de acidentes de trabalho	X		X	X	X		X				5
Acréscimo de prostituição	X		X					X			3
Indução de alterações nos padrões de uso e/ou cobertura do solo		X	X	X	X		X				5
Alterações na rede de relações sociais da população			X	X		X		X	X		5
Melhoria do sistema viário	X			X	X						3
Aumento na demanda por serviços de segurança				X		X	X	X			5
Aumento na demanda por serviços de educação			X	X	X	X	X	X	X		8
Aumento na demanda por serviços de saúde	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
Interferências no sistema viário local		X	X		X		X	X	X		6
Ampliação da oferta de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional		X		X			X	X			5
Alterações na paisagem	X	X	X	X	X	X	X		X	X	9
Alteração dos níveis de pressão sonora e vibração	X					X					2
Inundação de instalações de infraestrutura			X	X	X		X				4
Interferência em Áreas de Preservação Permanente			X	X							2
Perda de locais de interesse paisagístico-turístico		X	X		X	X		X			5
Criação de impedimentos à navegação				X				X	X		3
Perda de sítios e bens de interesse histórico, cultural e arqueológico	X	X	X	X	X	X	X	X	X		10
Interferências com as populações indígenas	X	X						X	X		4
Interferência com Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento	X	X	X							X	4
TOTAL DE IMPACTOS IDENTIFICADOS = 67	49	49	47	44	43	37	36	35	33	16	-

As usinas hidrelétricas de Sobradinho e Luiz Gonzaga (popularmente chamada de Itaparica), que formam a cascata de empreendimentos do médio-baixo rio São Francisco, antecedendo a UHE Apolônio Sales (Moxotó), o Complexo de Paulo Afonso e a UHE Xingó, são projetos de regularização e foram os que menos apresentaram impactos ambientais. Entretanto, há que se considerar que estes empreendimentos, por serem anteriores a atual legislação ambiental, não passaram pela fase de estudo de impactos ambientais. Os dados do levantamento deste trabalho para ambos os empreendimentos se deu a partir do Estudo Ambiental – EA, apresentado por cada um dos empreendimentos para a obtenção da Licença de Operação, conforme disposto no parágrafo 5º, do artigo 12, da Resolução CONAMA nº 06, de 16 de setembro de 1987. O EA considera apenas os impactos ambientais já consolidados após a operação do empreendimento. Inicialmente este estudo iria desconsiderar os dados de tais estudos, mas optou-se por computá-los para exemplificar a diferença na quantidade de impactos listados se comparados ao EIA tradicional, que aponta os impactos ambientais desde a fase prévia do licenciamento do projeto e não só a sua operação.

Observando a Tabela 03, percebemos que, senão o tamanho dos reservatórios, pelo menos a razão entre energia gerada por área inundada, tem correlação direta com o regime de operação da usina. Como pontuado na metodologia, não era objetivo do trabalho verificar a magnitude de cada impacto gerado em cada usina. Contudo, imagina-se que quanto maior o reservatório, maior será a magnitude dos impactos associados. Vejamos, quanto maior o reservatório, maior a área inundada, que resultará em maior número de famílias atingidas, maior área com perda de cobertura vegetal, maior área de reservatório impactando ictiofauna, maior área onde ocorreu afugentamento de fauna, etc. Se temos as usinas de acumulação apresentando reservatórios maiores do que os reservatórios a fio d'água, podemos inferir que a magnitude dos seus impactos será maior.

De qualquer sorte, o porte menor do barramento não é sinal de menor impacto, pois cada rio é um ecossistema único. A avaliação do impacto, mesmo de pequenos empreendimentos

deve, além de considerar a sinergia entre os empreendimentos, basear-se na perspectiva do ecossistema original, nesse sentido, as mudanças seriam proporcionalmente tão grandes quanto em empreendimentos maiores.

Tabela 03: razão entre área inundada e potência de cada um dos empreendimentos analisados.

Nome do Empreendimento	Potência Instalada (MW)	Potência Firme (MW)	Tamanho do Reservatório (Km2)	Regime do Reservatório	Área Inundada (ha) / Potência Instalada (MW)	Área Inundada (ha) / Potência Firme (MW)
UHE Símplicio	333,70	191,30	11,98	fio d'água	3,59	6,26
UHE São Manoel	700,00	400,50	63,96	fio d'água	9,14	15,97
UHE Foz do Chapecó	855,00	432,00	79,2	fio d'água	9,26	18,33
UHE Itá	1.450,00	780,00	141,00	fio d'água	9,72	18,08
UHE Tabajara	400,00	234,99	96,31	fio d'água	24,08	40,98
UHE Tijuco Alto	144,00	76,00	56,50	regularização	39,24	74,34
UHE Estreito	1.087,00	587,00	555,00	fio d'água	51,06	94,55
UHE Luiz Gonzaga (Itaparica)	1.500,00	927,00	910,00	regularização	60,67	98,17
UHE Peixe Angical	450,00	390,00	294,00	regularização	65,33	75,38
UHE Corumbá IV	127,00	66,10	173,30	regularização	136,46	262,18
UHE Sobradinho	1.050,00	531,00	4.214,00	regularização	401,33	793,60

Se passarmos a analisar a existência de algum tipo de impacto que seja exclusivo para usinas de regularização ou exclusivo para usinas a fio d'água, também verificaremos que não existe um tipo de impacto que afete unicamente um tipo de usina. Para explorar melhor este aspecto, sugere-se uma abordagem estatística para verificar a similaridade entre as usinas a partir do impactos. Contudo verificamos alguns impactos que são listados somente para algumas hidrelétricas, como é o caso da “intensificação do uso de agrotóxicos”, apontado exclusivamente para a UHE Sobradinho. Provavelmente tal impacto foi indicado devido as características de ocupação do solo rural ao redor do reservatório, onde grande número de pequenas propriedades se utilizam das águas do reservatório para a produção agrícola familiar, o que favorece o uso de agrotóxicos. Um impacto positivo manifestado apenas para a UHE São Manoel foi ampliação do conhecimento técnico-científico. Entretanto, este impacto poderia ter sido apontado por diversos outros empreendimentos, uma vez que, é justamente a atual obrigatoriedade de realização de

Estudos de Impacto Ambiental que ampliam este conhecimento técnico-científico a partir das pesquisas realizadas para o licenciamento e monitoramento dos projetos. Um outro impacto que surge isoladamente na UHE Tabajara é o “risco de incêndios florestais”, que talvez seja reflexo da especificidade do clima local com períodos de secas intensas aliadas a altas temperaturas.

Já alguns impactos surgem em quase todos os estudos, como é o caso das “modificações na composição de espécies de peixes”. Presente em 10 dos 11 estudos analisados, este impacto é bastante comum em empreendimentos hidrelétricos. A transformação de um rio, de ambiente lótico, em reservatório, de ambiente lêntico, altera toda a ecologia do ambiente. Num ótimo trabalho de 1992, o professor Ângelo Agostinho e seus colaboradores, listam inúmeros impactos associados a ictiofauna a partir de represamentos. Esses impactos, em última análise terminam por modificar a composição da ictiofauna. Dentre elas, podemos citar: redução de áreas alagáveis, e alterações no regime de cheias, fundamentais para a desova e desenvolvimento das formas jovens; alterações do substrato que influenciam na alimentação e abrigo de espécies bentônicas; maior transparência da água, o que expõe as larvas e formas jovens, facilitando a predação dessas; supersaturação de gases a jusante da barragem, o que pode ser letal para algumas espécies de peixes; mortandade de peixes em turbinas e vertedouros; predação e pesca ilegal em locais próximos a barragem; aprisionamento de peixes em áreas ensecadas; interceptação de espécies migradoras que não conseguem vencer barreiras físicas; além de alterações físicas e químicas da água. Indépende do regime de operação, para a ictiofauna, quanto maior o reservatório, maior serão impactos a estarão expostas favorecendo a substituição de espécies autóctones por aquelas melhores adaptadas ao ambiente de reservatório.

Outro impacto bastante citado é a “realocação de população”. Talvez o mais importante impacto ambiental do meio sócio-econômico seja o remanejamento de pessoas. Com certeza impacto de grande visibilidade e que tem correlação direta com o tamanho do reservatório, quanto maior a mancha de inundação, maior a quantidade de famílias realojadas. Um interessante

levantamento pode ser consultado no site <http://www.observabarragem.ippur.ufrj.br/>, com o número de pessoas e/ou famílias atingidas pelos diferentes projetos hidrelétricos. Apesar de nem sempre citar a fonte, os dados são importantes para se ter o tamanho da problemática. A UHE Sobradinho por exemplo, desalojou mais de 60 mil pessoas (cerca de 15 mil famílias) ao inundar inteiramente as cidades de Casa Nova, Sento Sé, Remanso e Pilão Arcado, que foram submergidas com a formação do lago. A usina de Itaparica, também um empreendimento com acumulação de água, desalojou 10,5 mil famílias, ou cerca de 36 mil habitantes (15 mil na zona urbana e 21 mil na zona rural). Por outro lado, a UHE de Itá, empreendimento a fio d'água, afetou uma população de 827 famílias e a UHE Estreito, também a fio d'água, afetou uma população de 2.038 famílias. Mas nem sempre são dados dos quais não se pode ter certeza. Na UHE Foz do Chapecó, os documentos apresentados ao IBAMA versam sobre 2.474 famílias atingidas, mas o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB, fala em 3.500 famílias. Em Corumbá IV também existem dúvidas, o empreendedor aponta 400 famílias atingidas e os movimentos sociais da região indicam mais de 3.000 pessoas, ou cerca de 750 famílias. Além disso, alguns empreendimentos de acumulação de água, como Peixe Angical, remanejo apenas 279 famílias.

A “indução ou intensificação de processos erosivos” é impacto do meio físico que apareceu nos 11 estudos analisados. Bastante relacionado com o “assoreamento do reservatório” e “instabilização de margens e encostas”, estes impactos estão especialmente presentes nas usinas instaladas na região amazônica. Outros impactos que aparecem com bastante relevância nos estudos são a “alteração da qualidade das águas”, a “alteração do nível do lençol freático” e a “perda de terras agriculturáveis”. Relacionado à biota, figuram em muitos estudos os impactos de “redução de cobertura vegetal”, “perturbação, afugentamento e óbito de espécies da fauna terrestre”, a “redução populacional da fauna terrestre”.

No campo social, os aumentos das demandas por serviços públicos, especialmente o “aumento da demanda por serviços de saúde” são impactos que não tem necessariamente a ver com

o regime de uma usina hidrelétrica, mas com o tamanho do empreendimento. É natural que quanto maior for o empreendimento, maior será a população migrante, especificamente, trabalhadores que se deslocarão para determinada região e se utilizarão dos serviços públicos do município. Porém quanto maior o empreendimento, maior serão alguns impactos positivos, como a “geração de empregos diretos e indiretos”. Da mesma forma que propiciará uma “dinamização da economia local” e consequentemente um “aumento das receitas fiscais” dos municípios.

5. Conclusão

De forma geral se percebe que não existe correlação direta entre o número de impactos originados por cada empreendimento, nem o tipo de impacto, com o seu regime de operação de água. Da mesma forma, o tamanho dos reservatórios não reflete de forma proporcional a quantidade e o tipo de impactos ambientais listados para cada empreendimento. Todavia, a magnitude dos impactos parece ser proporcional ao tamanho dos reservatórios, e portanto ao tipo de regime adotado pela usina. Outra tendência perceptível é a de que os estudos mais novos identificam um maior número de impactos, especialmente os da UHE Tabajara e da UHE São Manoel. Tal fato pode refletir uma maior maturidade e qualidade dos estudos de impacto ambiental apresentados, possivelmente atrelados a um maior critério de avaliação do próprio órgão ambiental, exigindo a confecção de melhores estudos.

Apesar de não ser o escopo do trabalho, é importante ressaltar a falta de qualidade em alguns dos EIAs. Os estudos pecam por não apontar alguns impactos que são bastante identificáveis, tanto positivos quanto negativos. Podemos citar o impacto positivo de “aporte de energia no SIN”, que a princípio é o objetivo principal de qualquer usina hidrelétrica, mas que no entanto, menos da metade dos estudos apontou como impacto. Da mesma forma, a “alteração na dinâmica de deslocamento da ictiofauna” que é um impacto negativo inerente a todos os empreendimentos com represamento de água, não é apontado em todos os empreendimentos.

Conclui-se que os mais diferentes impactos estão presentes na grande maioria das hidrelétricas, independente de o regime ser de acumulação ou fio d'água. Talvez a magnitude destes impactos é que sejam a grande diferença entre os reservatórios que acumulam a água e os que não acumulam, justamente por terem reservatórios maiores. Entretanto, no presente trabalho não foi possível atestar tal diferença.

Para verificar a magnitude dos impactos, sugere-se estudo que analise não só os EIAs, mas os resultados de cada um dos programas ambientais de mitigação dos impactos para cada uma das usinas. Tal trabalho traria uma resposta mais concreta para verificar se usinas a fio d'água realmente são menos prejudiciais que as de regularização. De qualquer sorte, um estudo desta envergadura e demandaria um tempo bastante grande de consolidação de dados, especialmente porque hoje não existe junto ao IBAMA, e, presumivelmente, para o restante dos órgãos ambientais dos Estados, uma forma padrão de apresentação destes dados. Em geral os dados são apresentados à Autarquia Federal através de relatórios semestrais e/ou anuais de acompanhamento, divergindo cada empresa na forma de apresentação, embora alguns dos parâmetros sejam comum de serem apresentados.

Se por um lado ainda não se tem uma conclusão definitiva, nem científica, nem política, acerca de qual modelo é melhor, acumulação ou fio d'água, ao menos existem diversas alternativas que podem ser exploradas para a minimização dos riscos e infortúnios causados por uma gradual diminuição da capacidade de armazenamento de água no País. Assim, no intuito de evitar maiores impactos a biodiversidade e às comunidades, é necessário continuar exercendo um processo de licenciamento ambiental criterioso, aprimorando-o de forma que considere a verdadeira dimensão dos impactos e as interferências com outros barramentos, na perspectiva de bacia hidrográfica. Além disso, é essencial o incentivo a pesquisa e o fortalecimento dos comitês de bacia, como órgãos ativos e representativos na gestão dos recursos hídricos de cada região.

6. Bibliografia

AGOSTINHO, Ângelo Antônio; JUNIOR, Horácio Ferreira Júlio; BORGHETTI, José Roberto. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação – um estudo de caso: reservatório de Itaipu. Revista UNIMAR, n. 14 (Suplemento), p. 089-107, Maringá, 1992.

ANA, Agência Nacional de Águas. Caderno setorial de recursos hídricos: geração de energia hidrelétrica. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao23022011031204.pdf. Acesso em: 22/10/2016, Brasília: MMA, 2006.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876463/atlas3ed_2008.pdf/268ddfdb-e65e-4956-ba1f-99de67b85dab. Acesso em 22/10/2016, Brasília: MME, 2008.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução 673 - Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015673.pdf>. Acesso em: 23/03/2017, Brasília: MME, 2015.

BERMANN, Célio. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. Revista Estudos Avançados, v. 21, n. 59, 2007.

BRASIL. Lei 9638 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em 23/03/2017, Brasília, 1981.

CANALES, Fausto Alfredo; BELUCO, Alexandre; MENDES, Carlos André Bulhões. Usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil e no mundo: aplicação e perspectivas. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p. 1230-1249, 2015. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 01 – Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 23/03/2017, Brasília: MMA, 1986.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2030. Disponível em: http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_3.pdf. Acesso em 22/10/2016, Caderno 3: Hidrelétricas. Brasília: MME, 2007.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Estudos de planejamento da expansão da geração - Identificação e classificação de potenciais reservatórios de regularização. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Nota%20T%C3%A9cnica%20EPE-DEA-DEE-RE-0012015-R0.compressed.pdf>. Acesso em: 22/10/2016, Brasília: MME, 2015.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica DEA 13/15 – Demanda de Energia 2050. Série Estudos da Demanda de Energia. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>. Acesso em 22/10/2016, Brasília: MME, 2016.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>. Acesso em: 22/10/2016, Brasília: MME, 2015.

FIRJAN, Sistema Firjan. A expansão das usinas a fio d'água e o declínio da capacidade de regularização do sistema elétrico brasileiro. Disponível em:

<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jspfileId=2C908A8F4EB14A4C014EB65660BB382E&inline=1>. Acesso em 25/10/2015, 2013.

GOMES, Rafael de Oliveira. Estudo do impacto da incorporação de usinas hidrelétricas a fio d'água no sistema interligado nacional. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

MMA, Ministério de Meio Ambiente. Avaliação Ambiental Estratégica. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/aae.pdf. Acesso em 26/10/2016, Brasília: MMA, 2002.

QUEIROZ, R. et al. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 13, n. 13, p. 2774-2784, 2013.

REN21, Renewables Energy Policy Network for the 21st Century. Renewables 2015 Global Status Report - Annual Reporting on Renewables: Ten years of excellence. Disponível em: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf. Acesso em 26/10/2015, 2015.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental. Oficina de Textos, 2ª ed., 2013.

SÁNCHEZ, Luiz Enrique. Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/aaeartigo.pdf>. Acesso em: 26/10/2015, 2014.