



GRUPO - XI

GRUPO DE ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA

DISCUTINDO AS TESES DOS OPOSITORES DAS GRANDES HIDROELÉTRICAS NO BRASIL

FERNANDO A. ALMEIDA PRADO JR. ANA LUCIA RODRIGUES DA SILVA

SINERCONSULT CONSULTORIA TREINAMENTO E PARTICIPAÇÕES LIMITADA

RESUMO

Barragens tem sido utilizadas desde milhares de anos para necessidades de abastecimento, irrigação, controle de cheias, navegação, lazer e geração de eletricidade. Apesar da atratividade econômica da produção de energia renovável, os opositores ao desenvolvimento de hidrelétricas de grande porte tem sido mais atuantes no debate das políticas públicas. Este artigo analisa algumas das principais teses oposicionistas e apresenta argumentos contraditórios. O artigo se vale de extensa base teórica para discussão sobre o uso de bens públicos e como a renda associada é repartida na sociedade. De outra parte também existe uma repartição dos impactos decorrentes do usos desses recursos.

PALAVRAS-CHAVE

Hidroelétricas, Opositores, Bens Públicos, Fontes Renováveis, Meio Ambiente

1.0 - SOBRE BARRAGENS E HIDRELETRICAS

Embora este trabalho seja direcionado a empreendimentos hidrelétricos suas análises aplicam-se igualmente a grandes barragens destinadas a outros usos (eventualmente usos múltiplos). Segundo a definição do ICOLD- International Commission of Large Dams (1), uma grande barragem é qualificável como tal, quando possui uma altura superior a 15 m entre a sua fundação e a crista. Alternativamente um empreendimento com altura superior a 10 m também pode ser considerada como uma grande barragem quando apresentar adicionalmente pelo menos um dos quesitos: (i) extensão superior a 500m, (ii) reservatório de acumulação com volume superior a 1 milhão de m³, (iii) capacidade de vertimento superior a 2 mil m³/s ou (iv) ter enfrentado problemas especiais de fundação ou possuir características não usuais em seu projeto.

Barragens tem sido utilizadas desde milhares de anos para atender necessidades de abastecimento de água, irrigação, controle de cheias, navegação, lazer e geração de eletricidade. Existem barragens ainda funcionamento mesmo após mais de 1.000 anos de funcionamento, como a barragem de Proserpina na Espanha (ano 130) e a barragem de Sumiyoshiike no Japão (ano 400).

O Brasil aparece em 5º. posição nas estatísticas de número de grandes barragens, inclusive atrás do Japão. A tabela 1 apresenta as estatísticas dos países com maior número de barragens.

Segundo as estatísticas do ICOLD (1), o Brasil não possui nenhum empreendimento entre as 20 maiores barragens do mundo pelo critério de altura. No quesito de capacidade do vertedouro, a Usina de Itaipu ocupa a 17º. posição e é o único empreendimento brasileiro entre as "top 20" com 62,2 mil m³/s, sendo que a usina de 3 Gargantas que ocupa primeira posição possui quase o dobro de capacidade (124,3 mil m³/s). No item de capacidade de reservação a única barragem brasileira entre as 20 maiores é a usina de Serra da Mesa que também ocupa a 17º. posição com 54,4 bilhões de m³, enquanto que a maior barragem mundial nesse conceito é Kariba na Zâmbia com 180,6 bilhões de m³. No quesito de população afetada por reassentamentos por conta da inundação, a China é líder absoluta com 15 empreendimentos entre os 20 empreendimentos mais impactantes, perfazendo 2,9 milhões de pessoas afetadas. O Brasil não consta das estatísticas entre as 20 com maiores impactos neste aspecto. No entanto quando o tema de um empreendimento é a geração hidrelétrica, o Brasil aparece com 3 projetos entre as

maiores 20 usinas do mundo, a saber: Itaipu na 3ª. posição¹, Belo Monte na 5ª. e Tucuruí em 7ª. lugar. Este conjunto de estatísticas chama a atenção para o fato que o Brasil embora possa parecer intensivo na construção de barragens, na verdade se destaca apenas nas alternativas hidrelétricas.

TABELA 1 – Países com maior número de grandes barragens Fonte: ICOLD, 2016.

País	Numero de grandes Barragens	País	Numero de grandes Barragens
China	23.842	Coreia do Sul	1.306
EUA	9.265	Canadá	1.170
Índia	5.102	África do Sul	1.114
Japão	3.108	Espanha	1.082
Brasil	1.392	Turquia	972

Nesta opção de suprimento de eletricidade, ainda existe no Brasil um potencial a explorar economicamente viável de 126 GW, aproximadamente 10% da potencia viável a explorar no mundo (2). Desse total, aproximadamente 2/3 localizam-se nas regiões Norte e Centro Oeste, áreas mais sensíveis a impactos ambientais pela proximidade com a floresta amazônica. Este potencial é superior a toda a capacidade instalada de hidrelétricas em operação (dez. de 2016) que perfazem 91,4 GW. O recém publicado Plano Decenal de Energia-PDE prevê que até 2024, mais 28,3 GW de usinas hidrelétricas estarão sendo desenvolvidos (2).

Assim, justifica-se o interesse por esta alternativa, que por decorrer da disponibilidade de recursos naturais oferece elevada atratividade econômica, por exemplo o Risø Center da UNEP avaliou que o custo de UHEs pode ser tão baixo como US\$ 25/MWh. Os leilões de grandes hidrelétricas na Amazônia sinalizaram preços² bastante baixos como por exemplo Belo Monte US\$ 44,55/MWh; Jirau US\$ 43,33 e Santo Antônio US\$ 44,71/MWh, pelo dólar do dia do leilão (2).

Apesar da atratividade econômica e da produção de energia renovável, os opositores ao desenvolvimento de hidrelétricas de grande porte tem sido muito atuantes no debate das políticas públicas.

Parte dessa oposição nasce das populações locais impactadas pelo empreendimento, pela conturbação social das transformações que acontecem durante a obra e pelos impactos na economia local. Parte da oposição nasce de um posicionamento ideológico capitaneado por ONGs (por exemplo Greenpeace, internacional Rivers) ou por intelectuais, usualmente com atuação em institutos de pesquisas ou universidades.

2.0 - SOBRE AS CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

A análise da utilização dos recursos hídricos para a produção de eletricidade é na verdade uma discussão sobre o uso bens públicos, como a renda associada é repartida na sociedade e finalmente como estes contribuem para o desenvolvimento econômico. Este tema conhecido como economia do bem estar (welfare economics) objetiva estudar a tomada de decisão relativamente ao desenho e implementação de políticas públicas, e as métricas que vão avaliar os resultados dessas implementações (3).

Raras são as políticas públicas neutras, a maior parte delas produzem vencedores (winners) e vencidos (losers). Entre os múltiplos exemplos da “welfare economics”, a construção de grandes obras de engenharia produz impactos entre aqueles classificados como perdedores (afetados pelas inundações, perda econômicas locais, perdas relacionadas ao meio ambiente e impactos culturais). Kanbur (4) chama a atenção sobre a necessidade de se averiguar como se distribuem os ônus do projeto, se eles são majoritários em comparação com os benefícios, se são concentrados entre os mais pobres ou se são distribuídos de forma homogênea. O mesmo tema também foi abordado por Hamond (5) que discute a ética das escolhas para a sociedade sobre a alocação dos recursos. Kenneth Arrow, economista laureado com o Nobel ensinou que as escolhas são feitas por meio de governos e seus agentes, baseados no poder concedido por processos eleitorais ou suportados por ditaduras, sendo que o racional da decisão os benefícios econômicos esperados ou por meio de critérios que as convenções sociais estabeleçam. Obviamente as decisões econômicas são sempre complexas de serem elaboradas e a semelhança das Análises Custo Benefício-ACB, nem sempre são de fácil implementação.

Como por principio os recursos disponíveis devem ter a melhor alocação, cabe a discussão levantada por vários pesquisadores sobre a tragédia dos anti-comuns. Trata-se da análise especular do conhecido efeito das Tragédias dos Comuns. Este conceito trata do esgotamento de recursos, quando múltiplos usuários os usufruem sem custo ou sem respeitar o direito de outros agentes. O efeito do anti-comum, é representado por um recurso que não tem donos ou tem tantos usuários que os mesmos ficam indisponíveis para seu uso eficiente. Neste contexto, Kosnik (6) identificou o uso dos recursos hídricos na esfera da regulação ambiental como um exemplo da tragédia dos anti-comuns, pois existem tantas instâncias regulatórias nos EUA que a evolução da produção hidrelétrica está estabilizada ou mesmo vem declinando nos últimos 15 anos, conforme retratado na figura 1 subsequente (7). Outros pesquisadores, Buchaman e Yoon (8), Parisi, Schultz (9) e Deepporter (10) abordaram o tema da subutilização de recursos decorrentes da “tragédia dos anti-comuns”, destacando que a exclusão de um recurso pode levar à eliminação de outros inclusive com consequências futuras, sendo o principal efeito a sua sub-otimização na economia. Os autores deste artigo destacam por exemplo o aumento de emissões de Gases de Efeito Estufa-GEE em decorrência da exclusão de novas UHEs com reservatórios.

¹ O ranking do ICOLD já inclui em construção a usina de Inga III na Republica Democrática do Congo, com impressionantes 40.000 MW de capacidade instalada.

² Preços fixos em R\$, por 30 anos corrigidos anualmente pela inflação.

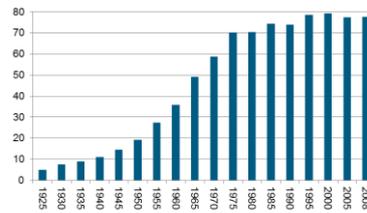


FIGURA 1- Capacidade instalada de hidrelétricas nos EUA em GW. Fonte: Hand (7)

É conveniente citar que na economia do bem estar, os trabalhos de Pazner e Schmeidler, indicam que sendo provável que o uso de recursos tenha uma distribuição não equitativa (dos benefícios e dos ônus), uma política pública poderia ser considerada como justa, apenas se fosse livre de inveja ("free envy"), ou seja uma política com condicionantes tais que nenhum agente deveria almejar uma posição alcançada por outro dentro de sua capacidade de uso dos recursos, depois de minimizados os impactos sofridos.

Por derradeiro, ainda na percepção que nem sempre a partição de benefícios e perdas é justa, Kaldor (10) e Hicks (11) realizaram estudos relacionados a divisões dos benefícios, especialmente estudando a habilidade para alocar os recursos entre os usos possíveis do consumo à produção.

Estes autores dedicaram esforços para entender, que se devido a um empreendimento (como é provável que aconteça) existirem vendedores e perdedores, esta situação de injustiça econômica e social pode ser compensada com transferência dos recursos dos vencedores para os perdedores de tal sorte que aqueles menos favorecidos pelo projeto possam ser considerados no mesmo patamar de situação social que ocorria antes da implementação do mesmo. Ou ainda que parte dos atingidos possam ter benefícios sócio econômicos em suas vidas depois do empreendimento.

Estes autores entendem que se pelo menos um elemento da sociedade apresenta ganho e nenhum possa ser considerado prejudicado, o projeto deveria ser considerado como viável. De forma mais radical Kaldor (10) considera que mesmo que a eventual compensação proveniente da redistribuição dos recursos não seja efetivada (por inépcia do acordo compensatório ou por falta de suporte para fazer cumprir o acordado), a simples possibilidade de que esta compensação pudesse ocorrer já daria ao projeto uma posição de viabilidade.

3.0 TESES OPOSICIONISTAS

Nesta seção apresenta-se a discussão das principais teses que justificam a oposição a grandes UHEs. Na seção subsequente é realizado o contraponto a estes argumentos. Considerando que muitas das posições de um lado ou de outro tem elevada dose de subjetividade, os autores pretendem, muito mais do que obter um juízo definitivo sobre estas questões, alimentar o debate, apresentando as visões contraditórias.

3.1- Inundação de Terras Produtivas e da Floresta Tropical.

O ICOLD (2016) estima que existam 400 mil km² terras inundadas no mundo devido a construção de Grandes Barragens (nem todas para geração de energia elétrica). Outros autores identificam valores mais elevados como por exemplo Rosenberg (13) que os estima em 500 mil km², enquanto Pearce (14) identifica uma área inundada de 600 mil km². A tabela 2 apresenta as inundações mais significativas decorrentes de grandes UHEs no Brasil.

O PDE, prevê a inclusão de importantes projetos de UHEs. Aqueles listados neste Plano somam 28. 349 MW implicando em mais de 12 mil km² de área inundada até 2030, sendo 58% de toda expansão, a se concretizar nas regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste.

TABELA 2 – Área alagada e área alagada por potência instalada nas maiores UHEs do Brasil.

Fonte: Comitê Brasileiro de Grandes Barragens; Wikipédia.

Usina - ano de inauguração	Área alagada km ² (km ² /MW)	Usina - ano de inauguração	Área alagada km ² (km ² /MW)
Sobradinho - 1979	4.214 (4,01)	Ilha Solteira-1973	1.195 (0,35)
Tucuruí - 1984	2.875 (0,34)	3 Marias -1962	1.040 (2,63)
Balbina - 1989	2.360 (8,58)	Luiz Eduardo Magalhães - 2001	630 (0,70)
Porto Primavera - 1998	2.250 (1,46)	Belo Monte em construção	516 (0,05)
Serra da Mesa -1998	1.784 (1,40)	Santo António - 2012	421 (0,12)
Furnas -1963	1.440 (1,18)	Jirau- 2016	258 (0,07)
Itaipu - 1984	1.350 (0,10)	Xingó	60 (0,02)

3.2- Emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE

As emissões de GEE por UHEs tem sido apontado recentemente como tão nocivas quanto as emissões de usinas térmicas convencionais (15,16 e 17). O problema é de múltiplas variáveis pois envolve não apenas a biomassa deixada na aérea de inundação, mas também a contribuição de matéria orgânica que aflui para o reservatório pela

área de drenagem da bacia. Considerando-se que o fenômeno de decomposição biológica da matéria orgânica não é imediato, acaba ocorrendo influencia do tempo de vida dos reservatórios e da temperatura ambiente (variável esta referenciada a latitude da usina). Obviamente a característica da vegetação do sítio alagado é também importante na contabilização das emissões dos GEE.

Constatou-se ainda uma grande variabilidade de fatores associados a profundidade da tomada das amostras para medição dos GEE associados ao reservatório (18,19 e 20), parâmetros físicos químicos da água (existência ou não de poluição da bacia que alimenta a UHE), pois contribuições contaminadas com esgoto podem produzir emissões que não seriam imputáveis aos reservatórios), regime de operação dos reservatórios (19) e geometria do projeto e da tomada d'água da Casa de Força³ (18,19).

No Brasil estudos desenvolvidos nos anos 90, estimaram as emissões a partir de modelos teóricos, sem estarem associados a medições "in situ", admitindo-se que toda a biomassa submersa iria se decompor. Estes estudos obviamente indicaram valores de emissões de GEE relativamente elevados.

3.3- Baixa Capacidade de Produção das Hidroelétricas.

Muitos opositores a usinas hidrelétricas entendem que esta é uma tecnologia pouco eficiente pois possui uma capacidade de geração de pequena monta quando comparada com os investimentos realizados. A métrica para este conceito de produtividade é definida pelo Fator de Capacidade-FC. O FC é a relação entre a energia efetivamente produzida e a energia que poderia ser produzida se a planta em questão funcionasse plenamente, sem necessidades de manutenções ou reduções de sua produção devido a fatores diversos. Algumas vezes sobre este posicionamento: (i) Marcelo Leite⁴ na Folha de São Paulo em 14 de abril de 2010⁴- "Por que o governo não se esforça para um esclarecimento público?... porque terá que tocar na questão espinhosa da baixa eficiência..."; (ii) Prof. Célio Bermann⁵ em entrevista à Revista Época em 30 de outubro de 2011⁵- "porque construir uma usina desse porte, se na média ela vai operar com 4.300 MW⁶."

Outros autores, como Souza Júnior e Reid (2010) identificam a "inviabilidade econômica-financeira do projeto, pois sendo a Usina de Belo Monte essencialmente uma usina a fio d'água sem armazenamento em seu reservatório relativamente pequeno (SIC), a análise econômica sugere que a UHE por si só não será economicamente viável". No mesmo artigo, Souza Júnior e Reid (21) apontam a energia firme (SIC) de 1.172 MW⁷ para Belo Monte.

3.4- Impactos Sociais

Entre as teses dos opositoristas, uma que certamente merece atenção é aquela que trata dos impactos sociais. Muitas vezes por serem localizadas em regiões remotas, estas obras exacerbam a vulnerabilidade das populações mais pobres. Segundo Oliver-Smith (23) vulnerabilidade é a introdução de riscos produzidos pela própria sociedade nas dimensões físicas, sociais e econômicas, sendo claro que estes nunca são distribuídos de forma equitativa. Ainda segundo Oliver-Smith (24) muitas obras produzem impactos que podem ser assemelhados a desastres, embora este conceito (o desastre) seja usualmente entendido como um evento e não como um processo. Assim caberia aos atingidos por estes "desastres" desenvolver procedimentos para Adaptação (nos quais os seres humanos e os sistemas naturais reconstróem novos sistemas sócio-ecológicos que irão permitir ampliar as chances de sobrevivência no novo ambiente) e de Mitigação (que podem ser entendidos como casos particulares da Adaptação, através da qual se minimizam os impactos e as perdas ocorridas). Processos de adaptação são essencialmente reativos e os de Mitigação essencialmente pró-ativos.

Entre os impactos sociais mais importantes, está o do reassentamento compulsório dos moradores em áreas alagadas ou daqueles que residem em áreas tornadas inviáveis, quer pelo acesso, quer pela impossibilidade de atividade econômicas. Os efeitos desses reassentamentos provocam a perda de ativos físicos e não físicos, como por exemplo casas, comunidades, terras produtivas, meios de produção, recursos de subsistência, sítios culturais, laços de relacionamento e mecanismos de suporte comunitários (25). Os mesmos autores (25) concluem que os reassentamentos compulsórios são indutores de uma "nova" pobreza e de um exacerbamento das desigualdades. Oliver-Smith (22) ainda aponta que a remoção de grandes massas populacionais, incluídas os povos tradicionais contribuem para alteração do meio ambiente físico e social.

Dada a magnitude dos impactos em populações que são deslocadas de suas moradias, é necessário uma estimativa das estatísticas ao longo do mundo. Sobre este numero existe uma ampla gama de informações publicadas, desde 40 milhões de reassentados no período 1987-2007 (26), 60 milhões segundo McCully (27) e um número entre 40 a 80 milhões segundo o ICOLD (1). Sobre os reassentamentos no Brasil, parece existir um maior consenso sobre o número de atingidos que totalizaria cerca de 1 milhão de pessoas.

Entre os argumentos críticos sobre os impactos sociais, o MAB - Movimento dos Atingidos por Barragens, questiona, que 70% dos impactados por UHEs não teriam recebido nenhuma indenização.

³ Associada a profundidade do reservatório.

⁴ Belo Monte ou a política como Avatar.

⁵ Belo Monte, nosso dinheiro e o bigode do Sarney, disponível em <http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/noticia/2011/10/belo-monte-nosso-dinheiro-e-o-bigode-do-sarney.html>, acesso em 28 dezembro de 2016.

⁶ A UHE Belo Monte ao ser concluída vai ter 11.233, 1MW de capacidade instalada.

⁷ A energia assegurada de Belo Monte no valor de 4.571MWmed (ou seja um FC~ 40%) já era conhecida em 2010, uma vez que o leilão de concessão ocorreu em 20 de abril de 2010, época contemporânea da publicação do artigo.

Sobre a perspectiva que as obras das grandes UHEs promovam o desenvolvimento, a literatura é farta em acusar os empreendimentos de promover sensíveis impactos sociais nas comunidades urbanas em torno do empreendimento, quer pela falta de infraestrutura não dimensionada para atender as novas demandas surgidas durante construção, como os elevados indicadores de comprometimento social associado a crimes, prostituição e violência.

Discute-se ainda, que não faz sentido a expansão da infraestrutura no Brasil pelo destino do uso dessa energia. O MAB afirma que quase toda a energia produzida nas novas UHEs é direcionada para a indústria eletro-intensiva, sendo que 32,4% de toda energia consumida no Brasil se destinaria a este tipo de indústria. Argumentam ainda que as tarifas são da ordem de US\$ 15/MWh ou seja quase 1/10 do custo das tarifas residenciais .

3.5 - Outras Alternativas Energéticas.

Muitos dos opositores alegam que outras alternativas energéticas poderiam ser utilizadas para suprir a demanda da sociedade, por exemplo através de alternativas de usinas eólicas, solares fotovoltaicas ou mesmo pela repotenciação de usinas hidrelétricas, todas estas alternativas com menos impactos ao meio ambiente. Estudo desenvolvido por Bermann (28) identificou 8.093 MW passíveis de serem acrescentados ao sistema elétrico brasileiro por meio de repotenciação de usinas. Já para as alternativas eólica e solar o potencial disponível no Brasil suplanta o potencial hidrelétrico ainda a explorar.

4.0- CONTRAPONTO ÀS TESES DOS OPOSICIONISTAS ÀS UHES.

4.1- Inundação de Terras Produtivas e da Floresta Tropical.

O planeta tem aproximadamente 136 milhões de km² e portanto a área inundada por grandes barragens corresponde, mesmo considerando a estatística disponível com maior referencial de inundação (14), cerca de 0,44% do território global. No Brasil, a soma das 14 maiores hidrelétricas e das usinas projetadas para serem implantadas até 2030 irão perfazer 0,38% da área territorial brasileira.

Salta aos olhos como sendo de grande importância a preocupação com a floresta tropical devido a desmatamentos ilegais por madeireiros ou pelo agro negócio. Citando dados do INPE de 2011, pesquisadores do BNDES identificam que o desmatamento acumulado na Amazônia Legal já atingiu a 750 mil km² . Estas estatísticas que foram extremamente críticas em 2004 (aproximadamente 27 mil km² de desmatamento apenas nesse ano) vinham apresentando melhora contínua, mas voltaram a piorar nos dois últimos anos. Mesmo no melhor desempenho neste século, em 2012 foi registrado um desmatamento de 4.571 km².

A tabela 2 que apresenta a relação área inundada pela potência instalada evidencia que os projetos de usinas a fio d'água podem ser muito mais eficientes no quesito de comprometimento do uso da terra, quando comparado às usinas de reservação. Vale destacar ainda, que muitas vezes o posicionamento dos opositores é nitidamente ideológico, como por exemplo Souza Júnior e Reid (21) que destacam o reservatório de Belo Monte como relativamente pequeno, o que justifica sua baixa produtividade, enquanto outras publicações, aqui também mencionadas, apontam como intolerável o alagamento provocado pelas UHEs, inclusive Belo Monte.

4.2- Emissões de Gases de Efeito Estufa.

As emissões de GEE variam com o tempo, sendo decrescentes com a idade. Esta complexidade é ainda agravada pois o declínio das emissões de CO₂ e CH₄ ocorre com velocidades diferentes. As UHEs, exceto em condições especiais de seu regime hidrológico, tem um fluxo médio de produção de eletricidade anual razoavelmente constante, enquanto (em países com predominância de UHE) as UTEs podem permanecer longos períodos desligadas funcionando como reserva do sistema. Assim quaisquer comparações internacionais ficam dificultadas pelas variantes de idade do reservatório e do regime operacional de térmicas que operam na base do sistema na maior parte dos países.

O estudo desenvolvido por Rosa e outros(18) para reportar emissões indicou resultados muito dispares entre as diferentes UHEs estudadas, a figura 2 apresenta os valores medidos na oportunidade.

Para que se possa avaliar a relevância destas emissões, foram calculadas emissões associadas a térmicas equivalentes, considerando-se os fatores de emissão indicados pelo IPCC para diversos combustíveis e fatores de eficiência de cada tecnologia. Para as UHE adotou-se um FC médio de 50%. Os resultados transcritos na tabela 3 incluíram estudos realizados pelas Usinas de Itaipu e Serra da Mesa em projetos de P&D.

Estes achados, indicaram que este conjunto significativo de grandes UHEs, emitem GEE que correspondem apenas a 34% das emissões que ocorreriam com usinas de mesma equivalência de geração com GN em ciclo combinado (melhor tecnologia) ou a apenas 19%, quando comparadas com emissões potenciais de usinas com uso de carvão como combustível. Deve-se destacar ainda que estas emissões das UHEs não excluem o volume de matéria orgânica drenada pela bacia, daquele que foi alagado pelo reservatório, que representaria efetivamente a contribuição antrópica dessas emissões.

É conveniente destacar que algumas usinas, como Barra Bonita e Samuel com baixa eficiência produtiva, em relação à aérea alagada respectivamente 2,22 km²/MW e 2,63 km²/MW apresentam uma performance de emissões similar e às vezes pior que usinas térmicas. No entanto quando se analisa as usinas eficientes em relação capacidade de produção por alagamento, como Xingó (0,02 km²/MW) ou Itaipu (0,10 km²/MW) as emissões de hidrelétricas são sensivelmente inferiores aquelas provenientes de térmicas convencionais.

Santos e outros (20) observam que muitos ambientes naturais emitem CH₄, especialmente pântanos e áreas úmidas de florestas em climas tropicais. Estas emissões deveriam portanto serem calculadas e descontadas

quando de uma eventual inundação desse habitat por uma UHE, posto que as emissões decorrentes do ambiente natural aconteceriam de qualquer forma.

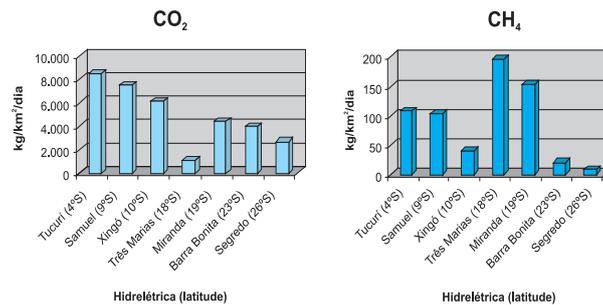


FIGURA 2 – Emissões de GEE em UHEs brasileiras (Rosa, 2006)

Fonte: Rosa et ali, 2006.

Finalmente os autores destacam que as principais publicações de opositores se concentram em dados sobre UHEs que nitidamente representam exemplos ruins de conduta, como Balbina (a mais ineficiente UHE brasileira na relação potência alagamento) ou Tucuruí que por pressões políticas de calendário eleitoral, não tiveram sua área inundada “limpa” da biomassa existente. Trabalho mais recente (29) classificou vários artigos que defendem valores elevados de emissões de reservatórios no Brasil como artigos teóricos e sem dados experimentais que comprovassem suas conclusões⁸.

A tabela 3 apresenta as emissões de usinas selecionadas e a emissão equivalente em caso de tecnologias alternativas para geração do mesmo montante de energia. Como é facilmente percebível nesta tabela as emissões das UHEs são amplamente favoráveis quando comparadas com outras alternativas.

TABELA 3 –Emissões de GEE em UHEs inventariadas e sua equivalência de emissões térmicas em TC/ano (18)

Usina	UHE	UTE carvão	UTE diesel	UTE GN ciclo simples	UTE GN ciclo combinado
Tucuruí	2.602.945	4.661.873	4.501.659	4.330.284	2.598.170
Samuel	535.407	237.492	229.330	220.599	1.323.360
Xingó	41.668	3.298.495	3.185.136	3.063.880	1.838.328
Serra da Mesa	895.373	1.401.860	1.353.683	1.302.149	781.289
Três Marias	540.335	435.401	420.438	404.432	242.659
Miranda	38.332	428.804	414.068	398.304	238.983
Barra Bonita	137.341	156.105	149.447	143.757	86.254
Itaipu	93.269	13.853.680	13.973.602	12.868.830	7.720.978
Segredo	23.497	1.385.368	1.337.757	1.286.830	772.098
Conjunto das usinas	4.908.166	25.857.739	24.969.088	24.018.532	14.411.119

4.3- Baixa Capacidade de Produção das Hidroelétricas.

As alegações de baixo fator de capacidade se esgotam quando comparamos os fatores de capacidade típicos de outras alternativas. Estudo desenvolvido por Almeida Prado Jr. e Berg (30) identificaram os FC de usinas brasileiras segundo o critério da energia assegurada definida nas concessões e licenciamento desenvolvido pela ANEEL. A tabela 4 apresenta um resumo da pesquisa. Em um estudo abrangente Bocard (31) em 18 diferentes regiões ao longo do mundo encontrou valores para o FC de usinas eólicas variando entre 18,3% e 29,3%, com performance bastante inferior às eólicas brasileiras. Os autores deste artigo destacam que, os FC de outras tecnologias indicam que a produtividade de UHEs é compatível com outras alternativas, mesmo para as térmicas, que para definir sua energia assegurada devem comprovar performance industrial e contratos de combustível.

TABELA 4- Fatores de capacidade típicos no Brasil. Fonte: Almeida Prado Jr. e Berg (30)

Tipologia	Número de usinas consideradas no estudo	Fator de capacidade medio %
Usinas Hidrelétricas	145	55,98
Pequenas Centrais Hidráulicas	352	61,43

⁸ “These are desk, not experimental, studies No field measurements were carried out to confirm calculated results, and major assumptions are made to extrapolate from the little data available to the reservoirs as a whole”.

Micro Centrais Hidrelétricas	59	62,80
Usinas Térmicas	121	54,14
Usinas Eólicas	301	42,88

4.4- Impactos Sociais

Não resta dúvida que os impactos sociais representam um dos mais importantes aspectos a serem considerados nas políticas públicas relativamente a UHEs. As narrativas dos envolvidos nos processos de reassentamentos e processos indenizatórios concentram suas críticas em duas vertentes: (i) na tentativa de burlar direitos dos impactados e (ii) uma vez firmados acordos, sobre o não cumprimento dos mesmos. Para ambos aspectos, os autores deste artigo argumentam que se trata de responsabilidade pública, fiscalizar e fazer cumprir.

Pelo levantamento da literatura não foi possível identificar falhas gritantes na legislação brasileira, mas sim, é possível identificar a falta do acompanhamento e do “enforcement” por parte das autoridades assegurando os direitos previstos e compromissos negociados. Apenas como um exemplo brasileiro, pode-se citar a notícia veiculada no Jornal Folha de São Paulo, que identifica que a usina de Belo Monte deixa de cumprir o acordado. Cabe destacar que a literatura também indica falhas em procedimentos semelhantes em outros países, como o exemplo da barragem Grand Coulee nos EUA, relatado por Johnston (32).

O Instituto Acende Brasil, identificou que os editais de leilões de concessões preparados pelo Governo Brasileiro são falhos no que tange os cadastros dos atingidos pelas obras, como exemplo na UHE Barra Grande o cadastro constava como tendo 347 famílias impactadas, mas o concessionário teve que indenizar 2.200 famílias. Algumas empresas acusam os movimentos de defesa dos impactados por potencial migração de famílias em busca de indenizações, embora esta acusação não tenha evidências objetivas.

Com relação ao progresso ocorrido no entorno dos empreendimentos, Furtado e outros (33) estudando 5 empreendimentos encontraram evidências de progresso econômico e social no entorno e cidades circunvizinhas das UHEs de Xingó, Tucuruí e Itá. Já para os empreendimentos de Serra da Mesa e Nova Ponte não foram identificados benefícios regionais. A UHE Ilha Solteira construída pela CESP no final dos anos 60 teve construída uma cidade para dar apoio às obras. Recentemente (2017) a revista Exame classificou Ilha Solteira como uma das melhores cidades do Brasil em qualidade de vida (18^o. posição).

Com relação a alocação da energia para a indústria de alumínio, a informação constante na cartilha do MAB esta visivelmente equivocada. O consumo de energia elétrica destinado a indústria de alumínio vem declinando ano a ano, correspondendo a 6,13 % em 2014 (em 2005 correspondia a 9,29%), conforme estatísticas do Balanço Energético Nacional - BEN (2015). Ao contrário, os setores residencial (24,86%) e comercial (17,06%) vem ampliando sua participação a cada ano.

Em relação as tarifas subsidiadas, as informações difundidas pelo MAB também não procedem Os autores calcularam as tarifas vigentes nas concessionárias CPFL, ELEKTRO e AES Eletropaulo para um consumidor hipotético com características de eletro-intensivo⁹ (Demanda 50 MW e fator de carga 98%). Para estas concessionárias as tarifas desse consumidor industrial e residencial estão detalhadas na tabela 5. Note-se que o fornecimento industrial de alta tensão é feito na tensão de 138kV enquanto na classe residencial é feita em baixa tensão. O rebaixamento de tensão justifica o custo mais elevado na classe residencial pelo maior investimento requerido em transformação.

TABELA 05 - Comparação das tarifas industriais e residenciais. Fonte: Resoluções da ANEEL

Concessionária	Tarifa Industrial A2 (US\$/MWh) ¹⁰	Tarifa Residencial B1 (US\$/MWh) ⁹
AES Eletropaulo	87,45	121,08
CPFL Paulista	107,44	133,89
Elektro	89,21	134,10

Observe-se que indústrias eletrointensivas como aquelas produtoras de alumínio encontram-se no Ambiente de Contratação Livre não sendo portanto objeto de subsídios governamentais. Para os últimos leilões de UHEs de grande porte na região amazônica, a maior parcela da energia é alocada ao consumo regulado enquanto que a menor parcela (de 10% a 30%) é destinada ao mercado competitivo com transações a preços superiores ao mercado regulado, ou seja o mercado industrial é que promove uma espécie de subsídio cruzado para os consumidores residenciais e para aqueles de média tensão de pequeno e médio porte.

Finalmente, estudo envolvendo 56 UHEs, identificou que os custos sócio-ambientais alocados às UHEs importavam na média em 5,5% do investimento na década de 90, recentemente (2010-2014) tem atingido cerca de 20% do custo total (34). Portanto os problemas sociais não decorrem de falta de investimentos, posto que os valores quadruplicaram. Novamente parece que eventuais problemas devem ser imputados à falta de maior vigilância do poder público no cumprimento dos compromissos assumidos e especificados no licenciamento ambiental.

⁹ Estas tarifas foram calculadas a título de exemplo, mas o resultado seria similar em qualquer outra distribuidora brasileira

¹⁰ Convertidas no câmbio de 20 de dezembro de 2016.

4.5- Outras Alternativas Energéticas.

Alternativas energéticas como aquelas propiciadas pelos recursos eólicos ou da luz do sol tem um papel crescente nas matrizes elétricas de todo o mundo. No entanto, devido a características de sua intermitência com as tecnologias disponíveis, existem limites a sua inserção. Múltiplas pesquisas, como as reportadas por Asmus (35), De Carolis (36) e Madrigal (37), para citar algumas poucas publicações, indicam que embora não exista um número conclusivo, este limite seria da ordem de 20 a 30% de penetração. Valores superiores seriam inviáveis tecnicamente e também economicamente, pela necessidade de reservas de usinas térmicas para entrar em caso de intermitências agudas das fontes renováveis.

Relativamente a repotenciação, os valores reportados por Bermann(28), foram estudados também por Lemos (38) que encontrou valores substancialmente diferentes quando os investimentos são analisados à luz da necessidade de alterações do contrato de MUST¹¹, da efetiva Garantia Física adicionada e as incertezas relacionadas à prorrogação das concessões conforme lei 12.783/de 2013. Como resultado, Lemos encontrou como repotenciação viável apenas 82,5 MW de capacidade a instalar, enquanto Bermann menciona 8.093 MW, conforme referenciado anteriormente.

5.0- CONCLUSÕES

A oposição sistemática a UHEs não pode ser entendida como um dogma de fé. Muitos dos argumentos utilizados pelos opositores são frágeis ou baseados em premissas equivocadas, como os autores tentaram demonstrar em diversas análises. É inequívoco o entendimento que UHEs são obras complexas e que causam múltiplos impactos. Pelo espaço escasso nem todos os pontos de relevância foram aqui discutidos. No entanto, os autores defendem que existem vantagens econômicas e ambientais em utilizar as UHEs, pois são fontes renováveis de longo prazo e que inclusive contribuem para a maior viabilização das fontes intermitentes, posto que as usinas hidrelétricas são despacháveis com muita agilidade agindo sinergicamente quando integrada aos sistemas intermitentes.

Os ganhos de produtividade do setor elétrico podem ser observados através da história, por meio da flexibilidade e do uso combinado de diversas alternativas, que juntas podem maximizar os recursos disponíveis e diminuir os riscos.

6.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹²

- 1.ICOLD- International Commission of Large Dams. Disponível em <http://www.icold-cigb.net/GB/World_register/general_synthesis.asp>, acesso em 22 de dezembro de 2016.
2. EPE- Empresa de Pesquisa Energética- . Disponível em <www.epe.gov.br>, acesso em dezembro de 2016.
3. Baujard, A. **A utility reading for the history of welfare economics**. WP, University of Lion, p.1-29, 2014.
4. Kanbur, R. **Development economics and the compensation principle**. International Social Science Journal, vol. 55, issue 175, p.1-18, 2003.
5. Hammond, P. J. **Interpersonal comparisons of utility. Why and how they are and should be made**. WP, Stanford University, p.1-65, 1989.
6. Kosnik, L. **The anticommons and the environment**. Journal of Environmental Management, v.101, 2012.
7. Hand, M. M et all. **Renewable electricity generation and storage technologies**. NREL- National Renewable Energy Laboratory, vol.2, 2012.
- 8.Buchanan, J.,Yoon,Y. J. **Symmetric tragedies: commons and anticommons**. Journal of Law and Economics, vol.43, issue 1, p.1-13, 2000.
- 9.Parisi, F., Schulz, N., Deepoorter, B. **Duality in property: commons and anticommons**. University of Würzburg Economic Paper 21, 2000.
- 10.Parisi, F., Schulz, N., Deepoorter, B. **Simultaneous and sequential anticommons**. John M. Olin Center for studies in Law, Economics and Public policy, WP 279, 2003.
- 11.Kaldor, N. **Welfare propositions of economics and interpersonal comparisons of utility**. The Economic Journal, vol.49, issue 195, p.549-552, 1939.
12. Hicks, J. R. **The foundations of welfare economics**. The economic Journal, vol.49 issue 196, 1939.
- 13.Rosenberg, D. M., Berkes, F., Botaly, R. A.,Hecky, R.E., Kelly, C. A., Rudd, J.W.M. **Large scale impacts of hydroelectric development**. Environmental Review, vol.5, p. 27-54, 1997.
14. Pearce, F. **Trouble bubbles for hydropower**. New science, issue 150, p.28-31, 1996.
- 15.Fearnside, P. M. **Deforestation in the Brazilian Amazon: How fast is it occurring?** Interciência, issue 7,1982.
- 16.Fearnside, P.M.; Pueyo, S. **Underestimating green house gas emissions from tropical dams**. Nature Climate Change, issue 6, p. 382-384, 2012.
- 17.Guerin, F. G. e outros; **Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: significance of downstream rivers**, Geophysical Research Letters, issue 33, 2006.
- 18.Rosa, L. P. et alli. **Emissões de dióxido de carbono e metano pelos reservatórios brasileiros – Relatório de referência do primeiro inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.
- 19.Abe, Donato S. **Emissões de GEE em reservatórios de UHEs: abordagens, metodologias e perspectivas**. Associação Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, 2012.

¹¹ MUST: Montante de Uso do Sistema de Transmissão.

¹² Devido a escassez de espaço apenas as referências mais importantes foram listadas

20. Santos, M. A., et alli. **Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas.** Oecologia Australis, vol. 12 issue 1, 2008.
21. Souza Junior, W. C., Reid, J. **Uncertainties in Amazon hydropower development: risk scenarios and environmental issues around the Belo Monte Dam.** Water alternatives, vol.3, issue2, p.249-268, 2010.
22. Oliver-Smith, A. **Resistance to resettlement: the formation and evolution of movements.** Journal of Research in Social Movements, Conflicts and Change, vol.17, p.197-219, 1994.
23. Oliver-Smith, A. **Sea level rise and the vulnerability of coastal people.** Publications series of UNU-EHS, nº 7, 2009.
24. Oliver-Smith, A. **Theorizing Disasters, Nature, Power and Culture.** In Catastrophe & Culture- The Anthropology of Disaster, edited by Hoffman, S.M., Oliver-Smith, A., p.23-47, School of American Research, 2001.
25. Downing, T. E., Garcia-Downing, C. **A theory about psycho-sociocultural disruptions of involuntary displacement and ways to mitigate them without inflicting even more damage.** Chapter 11 in "Development Despossession", edited by Oliver-Smith, A., p.225-230, 2009.
26. Manatunge, J., Nakayama, M., Priyadarshana, T. **Environmental and social impacts of reservoir: issues and mitigation.** Oceans and aquatic ecosystems1, 212–255, 2008.
27. McCully, P. **Silenced Rivers.** Zeb Books, 2001.
28. Berman, C. **Impasses and controversies of hydroelectricity.** Revista de Estudos Avançados-USP, 21, 2007.
29. Demarty, M., Bastien, J., **GHG emissions from hydroelectric reservoirs in tropical and equatorial regions: review of 20 years of CH₄ emissions measurements.** Energy Policy, issue 39, p.4197-4206, 2011.
30. Almeida Prado Jr., F.A., Berg, S. **Capacity factors of Brazilian hydroelectric power plants: Implications for cost effectiveness.** Disponível em <http://warrington.ufl.edu/centers/purc/purcdocs/papers/1305_Berg_Capacity_Factors_of.pdf>, 2012.
31. Bocard, N. **Capacity factor of wind power- realized values x estimates,** Energy Policy 37, 2009.
32. Johnston, B. R. **Reparations and the right to remedy.** Center for Political Ecology, WP to World Commission on Dams, p.1-63, 2000.
33. Furtado, F.; Furtado, R. C.; Buarque, S.C; Leite filho, J. M. L. **Avaliação dos efeitos de usinas hidrelétricas para o desenvolvimento sócio econômico dos municípios diretamente afetados.** XXI SNPTEE, Florianópolis, 2011.
34. Sales, C. J. D., Uhlig, A. **Custos sócio ambientais no setor elétrico: diagnostico e propostas.** 2016.
35. Asmus, P., **How California hopes to manage the intermittency of wind power?,** The Electricity Journal, pg. 48-53, 2003.
36. De Carolis, J. F., Keith, D. W., **The economics of large-scale wind power in a carbon constrained world,** Energy Policy 34 p. 395–410, 2006.
37. Madrigal, M., Porter, K., **Operating and Planning Electricity Grids with Variable Renewable.** World Bank Study, 2013.
38. Lemos, H. F. **Estudos de repotenciação de usinas hidrelétricas por meio de motorização de poços vazios existentes.** Dissertação de mestrado UNICAMP, 2014

7.0- DADOS BIOGRÁFICOS



Fernando Amaral de Almeida Prado Jr, Engenheiro Civil pela Unicamp (1977), Curso de Especialização em Administração Contábil e Financeira- CEAG- FGV-SP (1989), mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela UNICAMP (1994), doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela UNICAMP (1999) e pós - doutorado pela Universidade de São Paulo (2006), atualmente desenvolve um segundo pos doutorado na UNICAMP. É professor colaborador de pós-graduação da USP e da UNICAMP. Tem experiência em Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: geração distribuída, smart grid, mudanças climáticas, reestruturação institucional, tarifas, avaliação de risco e regulação. Desde 2001, é sócio gerente da empresa Sinerconsult - Consultoria, Treinamento, onde atua como consultor de empresas além de atuar Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Desde maio de 2013 é pesquisador associado do Center of Latin American Studies da University of Florida, EUA.

Ana Lucia Rodrigues da Silva, possui graduação em Física pela UNESP (1986), Mestrado e Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos bem como onde realizou seu pós doutorado (1992,1998 e 2009). É Pós -doutorada também na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp (2011), onde foi professora das disciplinas de Marketing Energético e Comportamento do Consumidor de Energia Elétrica. Entre os cursos de especialização realizados, três destaques: Energy Conservation (Japan, 1992), MBA em Tecnologia Educacional. (FAAP, 2003) e Utility Regulation and Strategy, University of Florida (EUA, 2013). Atualmente é professora da FIAP e do SENAC. Tem experiência em, planejamento e marketing, atuando principalmente em: eficiência, gestão, otimização de processos, planejamento, pesquisa de mercado, comportamento do consumidor de energia e marketing energético. Autora dos livros Monografia Fácil (2005), Marketing Energético (2009), Energetic Marketing (Alemanha, 2010), Comportamento do Grande Consumidor de Energia Elétrica (2011), e Cruzeiros Marítimos (2017).

