

O impacto no meio ambiente pela atividade da geração de energia elétrica pelo uso de recursos hídricos

*Claudia Fragomeni**
*Claud Goellner***

Resumo

O presente artigo trata da evolução das tecnologias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica proveniente de hidrelétricas, termelétricas e outras fontes, contemplando o impacto ambiental causado pela atividade.

Palavras-chave: Ambiente. Energia. Distribuição. Impacto. Hidrelétrica.

O homem, diferentemente dos animais – que convivem harmonicamente com a natureza –, degrada o ambiente onde vive, esgotando seus recursos naturais, e o faz para obter alimento, facilitação da sua vida, bens de conforto, luxo, entre outros.

Dentre os elementos facilitadores da vida e propulsores do progresso está a energia, que ocupa espaço privilegiado na sociedade contemporânea, movimentando o mundo nas suas várias formas, finalidades e utilidades, e que perpassa pela queima

* Professor Msc da Faculdade de Direito da Universidade de Passo Fundo. Advogada.

** Professor Doutor da Gestão Ambiental, Toxicologia, Agronomia da Universidade de Passo Fundo. Presidente dos Comitês de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo em Alto Jacuí; membro Titular da Comissão Técnica da Bacia do Guaíba e do Rio Uruguai.

de combustíveis fósseis, nucleares, as hidrelétricas, as termelétricas, que são energias diariamente utilizadas por toda a humanidade.

O tema energia voltou a ser prioritário nas discussões atuais em todo o mundo por diferentes razões: pré-sal, gás natural, energias renováveis, biodiesel, geopolíticas econômicas, crescimento acelerado da demanda de energia, questões ambientais e efeito estufa. Essa condição foi acentuada pela COP 15, recentemente ocorrida e que reuniu representações mundiais para a discussão dos comportamentos e do futuro do planeta.

Em 1883 entrou em operação a primeira usina hidrelétrica brasileira, localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, em Diamantina - MG. Outras usinas de pequeno porte foram implantadas, mas incapazes de absorver toda a necessidade do consumo. No ano 1950 o Brasil enfrentou, de forma mais efetiva, uma fase de grande crescimento socioeconômico, com importante evolução industrial iniciada na década de 1940, impulsionada, dentre outros, pela entrada de capitais privados estrangeiros no país. Instalou-se em 1954 a montadora da VW em São Paulo, dando início a uma vocação industrial que se consolidaria na região, com a chegada de outras montadoras e negócios paralelos para abastecer a

demanda. A energia elétrica era insumo propulsor desse processo.

O país, na época, contava com uma população aproximada de 53 milhões de habitantes e vivia sob uma política econômica nacionalista, com intuito de atender às demandas sociais, processo crescente de urbanização, combinada com a aceleração do crescimento econômico, característico da pós-revolução industrial. O governo estabeleceu diretrizes claras para a superação das dificuldades inerentes ao desenvolvimento brasileiro, que contava com a participação importante do Estado e dos setores privados, estimulando a entrada de capital estrangeiro para aportar a estratégia política. Nesse período, a par de outros problemas que povoavam o universo político em questão, estavam o ritmo inflacionário ascendente e o crescimento industrial, incompatível com a estrutura energética e de transportes existentes.

Com isso, encaminhou-se de forma previsível uma grande crise energética que pôs em risco a linha desenvolvimentista traçada e programada pelo governo Vargas. Era a hora de investir na geração de energia, sob pena de um colapso.

No cenário mundial, a energia era objeto de estudos e desenvolvimento e a energia nuclear dava seus primeiros passos com testes da bom-

ba atômica e H pelos EUA, ou seja, o mundo tinha um mesmo problema para resolver em diferentes fases de pesquisa.

Nesse momento histórico-cultural é que nasceu a primeira usina hidrelétrica de porte no país, a Central Elétrica de Furnas, em 28/02/57, criada pelo decreto nº 41.066/57, que veio com o desafio de solucionar a crise energética que ameaçava o abastecimento dos três principais centros socioeconômicos brasileiros – São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A Central de Furnas funcionaria mesmo apenas em 1963 em Minas Gerais. Em 1971 foi redenominada de Furnas – Centrais Elétricas S.A., dando conta de que se ampliaria para geração, transmissão e distribuição de energia, vinculada ao Ministério das Minas e Energias, controlada pela Eletrobrás.

Hoje a energia de Furnas está presente em vários estados da União e no Distrito Federal, num complexo de 12 usinas hidrelétricas e duas termelétricas, responsabilizando-se por mais de 10% da geração do país, em usinas próprias e em parcerias com a iniciativa privada, ou em sociedade de propósito específico (SPE).

Conta com mais de cinquenta anos de atuação nas áreas de geração, transmissão e comercialização de energia elétrica e responde por mais de 40% da energia consumida no Bra-

sil. Seu sistema utiliza-se de mais de 19 mil km de linhas de transmissão, 49 subestações, que asseguram fornecimento de energia elétrica em 51% dos domicílios brasileiros, e responde por 65% do PIB brasileiro, além de transportar grande parte da energia gerada por Itaipu – maior hidrelétrica do mundo –, que conta com 14.000MV de carga instalada e é responsável por 19,3% da energia consumida no Brasil e 87,3% da consumida no Paraguai.

A sua missão primeira era ofertar produtos energéticos com preços competitivos e serviços adequados – restou, indubitavelmente, abalada pelo último apagão ocorrido em novembro de 2009, ainda sem explicação adequada. Os prejuízos causados distribuíram desgosto e questionamentos ao povo, ao meio político nacional e internacional acerca dos riscos postos ao bem-estar da sociedade, ao desenvolvimento tecnológico do país.

O complexo energético brasileiro, em face das características de abundância de água existente, faz uso de usinas hidrelétricas como principal fonte de geração de energia. É o primeiro país do mundo em recursos hídricos, mas em 2003 apenas o quarto em capacidade instalada de hidrelétricas (57,5 GW), utilizando apenas 25% do seu potencial, ao passo que nos EUA beira os 80%.

A demanda mundial por eletricidade crescerá consideravelmente nas próximas décadas e, para satisfazê-la, será preciso construir muitas novas usinas de eletricidade. Os dois fatores mais importantes para determinar que tipos de usinas erguidos serão o custo estimado da eletricidade produzida e a capacidade de mitigação dos problemas ambientais relacionados com a atividade. Projeções indicam que até 2050 o consumo de eletricidade no mundo terá crescido 150%

A energia elétrica proveniente de usinas hidrelétricas é gerada a partir do aproveitamento da força da água de um rio, que movimenta uma turbina com um girador, convertendo a energia do movimento das águas em energia elétrica. A geração de energia elétrica compõe um passivo ambiental importante, cuja extensão se faz refletir em vários segmentos naturais. A inundação de extensas áreas de terras e florestas utilizadas para o represamento de águas retira da região uma gama de bens naturais, comprometendo o bioma e prejudicando todas as espécies terrestres e aquáticas existentes no local e nos entornos. Altera, ainda, o funcionamento do rio, que antes corria num leito natural, obrigando-o a fazer um novo traçado, em composição geográfica e natural muito diversa daquela de sua origem; assim, comprometem-se seus

afluentes, nascentes e outros ligados diretamente ao principal.

Os resíduos das matas e animais mortos pela subida das águas ao longo do tempo vão se degradando, liberando gases e detritos que interferem na vegetação aquática e na vida dos animais e peixes, causando eutrofização, com a proliferação de cianobactérias e a deterioração da qualidade do corpo da água. Isso resulta na morte de algumas espécies, inclusive deixando as águas e o fruto da pesca inadequados para o uso e consumo humano em muitas regiões. Além disso, contribui com significativas emissões de gás metano, um dos maiores causadores do efeito estufa.

Além desse aspecto, o efeito corona, que lança na atmosfera ozônio e óxido de nitrogênio, e as atividades de manutenção de equipamentos também geram resíduos e dano ambiental a serem considerados. A água é um bem de valor econômico e social, posto que imprescindível para todas as formas de vida nos ecossistemas existentes; assim, sua escassez e qualidade têm sido objeto de preocupação em vários pontos do planeta.

Por essa razão, foi preparada e instituída uma política nacional para cuidar dos recursos hídricos, referendada pela lei nº 9433/97,¹ quando foi implementado um valor econômico pelo uso da água. Trata-se da Compen-

sação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), oriunda da lei nº 7990/89,² paga mensalmente e conhecida como *royalty* da água. Definida nos art. 20, par. 1º e 21, XIX, da Constituição Federal de 1988, seu valor equivale a 6,75% de toda a energia produzida mensalmente em hidrelétricas. A quantia é repartida entre entidades da União, os Estados e Municípios que hospedam o reservatório formado pela usina (lei nº 8001/90).³ O valor e o rateio são definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que gerencia a arrecadação e distribuição dos recursos entre os entes públicos, os quais podem ser utilizados para promover saúde, educação, segurança e outros. (lei 9993/00⁴ e resolução nº 88/02 da Aneel).

Por conta de problemas ambientais relacionados com a avaliação de impactos e o processo de licenciamento ambiental, instrumentos de política ambiental introduzidos pela lei nº 6.938/81⁵ e regulados, respectivamente, pelas resoluções Conama 01/86 e 357/97, ocorreu na prática em nosso país um gradativo abandono da hidreletricidade, o que aumentou o risco de faltar energia. É preciso enfrentar essa questão estratégica, uma vez que não houve planejamento para que outras fontes pudessem complementar o sistema adequadamente.

As privatizações malsucedidas que ocorreram no setor não solucionaram, por sua vez, o problema da expansão da geração e levaram ao racionamento da energia em 2001, após o apagão de 1999. Existem ainda muitos pontos não resolvidos, como os projetos das hidrelétricas de Belo Monte e do Rio Madeira, ambas na Amazônia e paralisadas em face da discussão sobre o dano ambiental, paisagem geografia, etc. Nesse cenário, a energia hidrelétrica mais barata foi substituída na tarifa cobrada do consumidor pela energia mais cara das termelétricas.

Um dos maiores entraves para a ampliação da produção hidrelétrica brasileira é a liberação dos gases estufa por causa da decomposição da cobertura vegetal alagada, embora, em geral, emita menos que uma usina termelétrica, que gera outro tipo de consequência ao funcionamento ambiental. Todavia, faz-se necessário salientar que há uma consciência acerca do dano causado pelas usinas no sentido de restabelecer equilíbrio natural, com programas de reflorestamento nas margens dos reservatórios, como o promovido pela Itaipu, que já reconstruiu 98% da margem do reservatório, o que denota a preocupação com essa questão por parte das empresas geradoras.

As usinas termelétricas, igualmente, geram passivo ambiental negativo, na medida em que queimam combustíveis fósseis e outros para a geração de energia elétrica, o que se dá pelo aquecimento de uma caldeira com água, produzindo vapor de alta pressão que move pás de uma turbina e aciona o gerador de energia. O combustível para as usinas térmicas pode ser óleo, carvão ou gás natural, denominados “fósseis”, com alto grau de poluição.

As práticas convencionais de mineração, processamento e transporte do carvão deixam marcas indeléveis na paisagem, além de poluir as águas. As técnicas mais destrutivas derrubam florestas e removem picos de montanhas. O entulho gerado acaba assoreando rios e outros cursos d’água. A drenagem ácida das minas, causada pela lixiviação de compostos de enxofre dos resíduos do carvão, polui violentamente os recursos hídricos. As usinas termelétricas contribuem significativamente com emissões de dióxido de enxofre e óxido de nitrogênio, responsáveis pela formação das chuvas ácidas e do *smog*. Tudo isso, sem prejuízo da contaminação pelo mercúrio, que na natureza se transforma em mercúrio orgânico altamente persistente e tóxico no meio, pode causar teratogenicidade e genotoxicidade.

Assim, esse tipo de geração de energia operacionalizada pelas termelétricas, além do resíduo gerado pelas atividades de manutenção de equipamentos, efluentes líquidos, emite gases como o CO₂ (dióxido de carbono) – efeito estufa, óxidos de enxofre e nitrogênio, que na atmosfera respondem pela chuva ácida, prejudicial à agricultura, à manutenção das florestas, à fauna e ao próprio gênero humano.

No Brasil há um sistema de controle e monitoramento da emissão desses gases pelas usinas termelétricas, que fica ao encargo de Furnas, com vista a garantir a qualidade do ar nas regiões onde estão estabelecidas. Atenta também para a dispersão atmosférica dos agentes poluidores. As taxas de emissão de poluentes, tais como dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono e material particulado, devem estar dentro dos padrões de emissão estabelecidos pela legislação ambiental brasileira.

A energia gerada por hidrelétricas ou termelétricas, na maioria das vezes, será consumida em local diverso daquele da geração, necessitando ser levada, transportada por cabos ou barras condutoras dos terminais de geração até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para adequada condução por linhas físicas de transmissão até os centros de consumo.

A linha de transmissão é um sistema usado para transmitir energia eletromagnética, que segue guiada de uma fonte geradora para uma carga consumidora, utilizando-se de meios físicos (cabo coaxial, fios paralelos) ou torcidos aportados em grandes torres de metal, que atravessam o país levando grandes volumes energéticos. Chegada ao ponto do consumidor, a energia será direcionada para transformadores, quando tem sua tensão diminuída e adequada aos níveis de utilização pelos consumidores finais.

A energia comprada das geradoras para ser vendida aos consumidores finais pelas empresas distribuidoras de energia elétrica também gera impacto ambiental atinente a sua atividade. Têm-se como principais danos aqueles causados aos recursos naturais pela retirada de madeira para postes, pelas podas e abates de árvores nas imediações das redes de distribuição, necessário para a garantia da segurança do fornecimento de energia aos consumidores; também realizados quando da construção de novas redes de distribuição ou linhas de transmissão. Medidas compensatórias e campanhas de reflorestamento e florestamento são adotadas para minimizar os danos causados pelo setor.

Grande volume de resíduos provém da feitura e manutenção de redes elétrica de distribuição, atividades

administrativas, entre outras, necessárias ao desempenho do trabalho. Diversos resíduos, como ferragens, cabos, postes, lâmpadas, papéis, plásticos, isoladores de porcelana, esgotos, expurgos mensais das empresas dos produtos não recicláveis e inaproveitáveis. Ainda, as frotas de veículos das empresas que laboram na manutenção e atendimento aos usuários queimam combustíveis fósseis, com emissão de carbono e outros gases de efeito estufa.

Todo sistema de geração de energia nacional contava, até o último apagão de novembro de 2009, com grande confiabilidade no cenário nacional e internacional, que atingiu a casa de 99,99%. O evento pôs em xeque a excelência no setor energético nacional, bem como o alto nível técnico alcançado durante mais de meio século de existência estendido para outros países, dentre os quais vários da América do Sul.

A prática exploratória do homem sobre o meio deve ser ressignificada e repensada. A reflexão deverá caminhar pela sustentabilidade e pautar o uso dos recursos naturais como forma de garantir o preceito constitucional contido no art. 225: um ambiente sadio para esta e para futuras gerações. Todavia, alcançar esse intento só depende das formas de reversão aos danos ambientais já consubstanciados.

É possível observar a modificação comportamental do clima no planeta nas últimas décadas, com o desaparecimento da camada de ozônio e o aquecimento global, dentre outros danos.

A sociedade tem o dever de conservar o meio ambiente, rever suas condutas diárias na observação das suas práticas poluidoras usuais, desde o uso indiscriminado de material descartável. Racionalizar o consumo; preferir produtos biodegradáveis, com embalagens reaproveitáveis ou recicláveis; evitar embalagens plásticas; fazer a separação do lixo, entre outras medidas simples, que podem auxiliar a sustentabilidade no planeta.

O uso consciente da energia elétrica, além dos benefícios da eficiência energética, pode evitar racionalamentos, apagões e outros impactos ambientais causados pelo uso inadequado dos recursos hídricos, que são finitos. Combater o desperdício é sinônimo de consciência ambiental.

De outro lado, merecem destaque as chamadas “fontes alternativas” ou “limpas” de energia, que também causam problemas ambientais, além dos elevados custos, problemas tecnológicos e de economia de escala. No Brasil tem-se forte impulso na chamada “energia de biomassa” (álcool, bagaço de cana e biodiesel), além da eólica em crescimento, mas a sua contribuição para a geração de energia na matriz

energética brasileira é muito pequena, condição que perdurará ainda por muito tempo. Em termos globais, não há possibilidade de uma solução sustentável baseada em energias renováveis para as próximas cinco décadas. Assim, o uso consciente é o melhor caminho.

Como dito, o país apresenta um potencial hídrico inventariado que é o dobro do instalado, sendo injustificável adotar outro tipo de solução, especialmente se considerada a questão de custo. Portanto, é fundamental equacionar os gargalos das fontes energéticas convencionais utilizadas em larga escala, como a hidreletricidade, criando-se um pacto sobre essa, pelo qual se decida o que se pode e não fazer, como também a melhor forma de diminuir os prejuízos ambientais associados.

Assim, na esteira da minimização desses impactos das usinas hidrelétricas e termelétricas, deve-se coordenar um plano de uso de energias alternativas, especialmente pelo uso da biomassa para a produção de combustíveis líquidos e gasosos e para a geração de eletricidade (cogeração), não apenas porque não contribui para o aquecimento global, mas, antes de tudo, porque já é mais barata que a maioria das outras energias alternativas.

No mundo moderno, a problemática ambiental demorou a ser enfren-

tada de forma efetiva e grandes nações poluidoras postergaram medidas preventivas para agora correr contra o tempo na busca de meios curativos imediatos, para não se dizer milagrosos, os quais não existem.

Denota-se que é um dos maiores problemas da humanidade que pode pôr em risco a sobrevivência de várias espécies, dentre as quais o próprio homem, bem como a sobrevivência do planeta. O homem precisou esperar o processo desenvolvimentista-tecnológico do interesse econômico acontecer, com todo o impacto inerente às funções, para que só depois pudesse visualizar concretamente a irreversibilidade do quadro ambiental e pensar em medidas mitigatórias. A COP 15 evidenciou que ainda persiste o choque de interesses entre as nações desenvolvidas e as em desenvolvimento. Algumas nações ainda priorizam a economia em detrimento da vida. Resta cristalino que esse grande palco de discussões e representações políticas mundiais acerca da natureza ficará para a história do planeta – espera-se – para que alguém um dia possa contar. É a realidade.

Impact in the environment by the electric power generation using water resources

Abstract

This article deals with the changing technology of generation, transmission and distribution of power from hydroelectric dams, power plants and other sources, considering the environmental impact caused by the activity.

Key words: Environment. Energy. Distribution. Impact. Hydroelectric.

Notas

- ¹ Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- ² Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 - Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências.
- ³ Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 - Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.

- ⁴ Lei nº 9.993, de 24 de julho de 2000 - Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.
- ⁵ Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Referências

- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 2008.
- _____. MMA. Balanço energético nacional. Ministério de Minas e Energia, 2004.
- BRANCO, A. M et al. *Política energética e crise do desenvolvimento*. Paz e Terra, 2003.
- CANINE, C. *How to clean coal*. Natural Resources Defense Council, 2005. Disponível em: www.nrdc.org/onearth/05fal/coal1asp
- FARREL, A. E. Ethanol can contribute to energy and environment goals. *Science*, v. 311, p. 506-508, 27 jan. 2006.
- IEA. World energy statistics from IEA. International Energy Agency. IEA Publications, 2001.
- KAMMEN, D. M et al. Reversing the incredible shrinking energy R&D budget. *Issues in Science & Technology*, p. 84-88, 2005.
- LEITE, Rogério C. Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil. *Parcerias Estratégicas*. Seminários temáticos, CGEE, n. 20, parte 2, jun. 2005.
- RIBEIRO, Afonso Assis. *Consolidação da legislação do setor elétrico*. Afonso Assis Ribeiro, Iran Machado Nascimento. Curitiba: Juruá, 2007.
- PROCEEDINGS of the hydrokinetic and wave energy technologies: technical and environmental issues workshop. Disponível em: <http://hydropower.inl.gov/hydrokinetic-wave>
- PIMENTEL, David. Ethanol fuels: energy balance, economics, and environmental impacts are negative. *Natural Resources Research*, v. 12, n. 2, p. 127-134, jun. 2003.
- ROSA, L. P. *Consumo de energia e aquecimento do planeta*. IVIG-PNUD, 2000.
- ROSA, L. P et al. *A reforma do setor elétrico no Brasil e no mundo: uma visão crítica*. Relume-Dumará, 1988.
- _____. *A reconstrução do setor elétrico brasileiro*. Paz e Terra, 2003.
- _____. *Greenhouse emissions from hydropower reservoirs and water quality*. Ed. Coppe/UFRJ, 2004.
- SHELLNHUBER, H. J. et al. *Avoiding dangerous climate change*. Cambridge University Press, 2006.
- WWI. Renewables 2005 global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Worldwatch Institute, 2005.
- http://www.furnas.com.br/institu_relato.asp acesso em 7/12/09.
- <http://www.aneel.gov.br>; acesso em 7/12/09.