

## O aproveitamento hidrelétrico na bacia do Alto Paraguai e o Pantanal

**Sandro Menezes Silva**  
**Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD**  
**Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA**

A espécie humana, desde o seu surgimento entre 350 e 200 mil anos, sempre dependeu de energia, que num primeiro momento, era suprida exclusivamente pelas suas reservas corporais, e era usada basicamente pela luta por sua sobrevivência, caçando, coletando e fugindo dos predadores. Essa energia provinha basicamente dos alimentos, sendo, portanto, uma demanda constante, porém nem sempre atendida na real medida das suas necessidades. A primeira fonte de energia empregada intencionalmente pela espécie humana foi o fogo. É provável que quando a vegetação era atingida por um raio, provocando o fogo, os hominídeos não conseguiam ter o controle sobre esse fogo, ainda que pudesse aproveitá-lo para eventualmente cozinhar o alimento, aquecer-se, iluminar algum local ou até mesmo afugentar os seus predadores. O grande segredo para perenizar essa fonte importante de energia era como manter o fogo, e, num estágio posterior, como tê-lo de forma intencional.

Acredita-se que durante o Paleolítico, entre 2,6 milhões e 12 mil anos atrás, mais especificamente entre 1,8 milhões e 300 mil anos antes do presente, quando os hominídeos ocupavam cavernas e usavam peles de animais para fazer vestimentas rudimentares, o fogo tenha sido controlado, a partir do momento em que o *Homo erectus*, um dos representantes da linhagem hominídea, percebeu que, ao esfregar ou bater duas pedras produzia faíscas, e que essas, colocadas em contato com material vegetal de fácil combustão, poderia produzir o fogo. O desafio agora estava em manter esse fogo e estender o seu uso para diferentes finalidades, a partir de materiais que pudessem conservá-lo por mais tempo. O uso de resinas e óleos auxiliou na manutenção do fogo, usado em tochas que serviam para iluminar e em fogueiras para cozimento de alimentos e aquecimento, prolongando sua duração; dentre as fogueiras mais antigas produzidas pelos hominídeos estão as descobertas por arqueólogos israelenses, às margens do rio Jordão, feitas há cerca de 790 mil anos atrás.

Na medida em que a espécie humana avançou na apropriação da energia para seu uso cotidiano, em consonância à própria evolução decorrente dos benefícios que o domínio do fogo trouxe, houve um aumento da necessidade energética, que, com a descoberta dos combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás), formados basicamente por restos orgânicos antigos aprisionados entre os sedimentos que deram origem às rochas que servem de matriz desses materiais. O uso desses combustíveis teve impactos significativos tanto na vida humana, como nos ambientes naturais, uma vez que são necessários grandes estruturas de extração, beneficiamento e distribuição, além de serem responsáveis pela emissão de quantidade significativa de gases de efeito estufa, que contribuem para o aquecimento global.

Os registros mais antigos do uso do petróleo são de cerca de 6 mil anos antes do presente, a partir de afloramentos do óleo na região do Oriente Médio, entre a Mesopotâmia e o Egito. No entanto, foi só a partir de meados do Século XIX que o petróleo começou a ser explorado em escala comercial, na Ásia, na Europa e nos Estados Unidos, quando passou a ser um dos principais produtos no comércio internacional.

Quanto ao carvão mineral, acredita-se que os ancestrais hominídeos tenham descoberto seus usos de forma acidental, provavelmente quando, ao fazer fogueiras usando pedras para proteger o fogo, perceberam que algumas pedras pretas encontradas nas cavernas desprendiam calor e permaneciam por mais tempo quentes do que os troncos e galhos usados como material combustível. Acredita-se que o carvão mineral a primeira fonte energética empregada em larga escala, sendo conhecido desde a antiguidade pelos chineses, sendo ainda a principal fonte para aquecimento doméstico usado na Europa durante a Idade Média. O carvão foi a principal fonte energética que impulsionou a Revolução Industrial, responsável pelo funcionamento das máquinas a vapor que substituíram as forças humana e animal.

Há registros do uso do gás natural desde a Antiguidade, a partir de relatos de locais em que havia vazamentos espontâneos desse gás para a superfície, a partir dos quais eram mantidos o "fogo eterno", geralmente em torno de templos que eram construídos especificamente para finalidades ritualísticas. Os primeiros registros de uso econômico do gás natural vêm dos séculos XVIII e XIX, na China, que era usado para a fabricação de fornos rudimentares para cerâmica e metalurgia. Durante o século XIX, o gás natural passou a ser obtido a partir da exploração do petróleo, sendo utilizado em escala industrial na Europa somente no final desse século. Data dessa época também, final do século XIX, a construção dos primeiros dutos para transporte do gás; porém, foi somente a partir da década de 1930 que esses gasodutos se tornaram importantes para o transporte de gás natural, que se consolidaram na fase de grande desenvolvimento industrial que ocorreu após a Segunda Grande Guerra Mundial, especialmente a partir da década de 1960.

O carvão, o petróleo e o gás natural, consideradas fontes não renováveis de energia, ainda são a base energética do mundo, mas há uma tendência em curso de busca de substituição dessas por fontes renováveis, e que emitam menos gases de efeito estufa para a atmosfera. Nesse sentido, as energias hidrelétrica e nuclear vêm ganhando destaque desde meados do século passado, e, mais recentemente, a eólica e a solar. A figura mostrada ao final desse texto ilustra essa mudança. No Brasil, a oferta interna de energia, ou seja, a energia necessária para movimentar a economia, é constituída por 51,6% de fontes não renováveis e 48,4% por fontes renováveis; o petróleo responde por 33,1% da demanda, a biomassa de cana por 19,1%, a energia hidráulica por 12,6% e o gás natural por 11,8%, fontes que juntas totalizam pouco mais de 76% da energia no país (ver figura ao final do texto). A energia proveniente de hidrelétricas é a única fonte renovável que figura entre as mais importantes, e ainda que tenha impactos ambientais significativos, do ponto de vista das emissões atmosféricas, pode ser considerada uma fonte de baixo carbono. Em termos somente da energia elétrica, as hidrelétricas respondem por cerca de 63% da capacidade instalada no Brasil, e, portanto, tem um papel muito importante na segurança energética do país.

As usinas hidrelétricas utilizam a energia cinética resultante da movimentação da água ou a energia potencial gravitacional da divisão de rio entre uma porção mais alta e uma mais baixa, transformando-as em energia elétrica, que, a partir desses locais de geração, é transformada e transportada de forma mais fácil e eficiente. Os principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas decorrem da inundação de grandes áreas para formação do reservatório, que pode produzir efeitos tanto na biodiversidade como nas características socioeconômicas regionais, a utilização de áreas de empréstimo para obtenção de material para construção das barragens e alterações no regime hidrológico dos rios devido ao represamento da água. Além disso, como a escolha dos locais para implantação desses empreendimentos dependem de características físicas do rio, em alguns casos os custos e impactos das obras de transmissão dessa energia acabam suplantando os seus potenciais impactos positivos, baseados principalmente no fato de ser uma fonte renovável e com baixas emissões atmosféricas. Apesar desses impactos, a energia hidrelétrica vem sendo incluída no grupo das chamadas "energias limpas", junto com a energia eólica (obtida a partir do vento) e fotovoltaica (a partir do sol).

O Brasil é o segundo maior gerador de energia hidrelétrica do mundo, atrás apenas da China; essa energia leva vários benefícios à população, como geração de postos de trabalho e melhorias na estabilidade do fornecimento de energia, mas também atende a interesses de grandes corporações, ligadas principalmente à mineração e ao agronegócio, que são grandes consumidores de energia. A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – classifica as hidrelétricas no Brasil em três categorias, com base na quantidade de energia gerada: Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), que têm até 1 MW de potência instalada, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), com 1,1 MW a 30 MW de potência instalada, e as Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE), com potência instalada de mais de 30 MW. Ainda segundo a ANEEL, o Brasil possui 219 UHE em operação, 425 PCH e 739 CGH, totalizando 739 unidades de geração; em 2021, esses empreendimentos era responsáveis por 62,5% da potência instalada do país e 67% de toda a energia elétrica gerada. Dentre as 10 maiores usinas hidrelétricas do planeta, três

estão no Brasil: Itaipu Binacional, na divisa entre o Paraná e o Paraguai, Belo Monte, no rio Xingu, e Tucuruí, no rio Tocantins.

Os números sobre os empreendimentos hidrelétricos na bacia do Alto Paraguai variam conforme as fontes consideradas, chegando até 165 unidades, entre as que estão em operação (45), as outorgadas (11), as com eixo disponível (56), as que já têm aceito o Plano Básico Ambiental aceito (47) e as com registro (2), havendo ainda dois empreendimentos suspensos e dois revogados. A Agência Nacional das Águas e de Saneamento Ambiental (ANA) tem sob sua supervisão cerca de 150 processos de aproveitamento hidrelétrico na região hidrográfica do Alto Paraguai, entre unidades em operação, em construção, outorgadas mais ainda não construídas e disponíveis para outorga, entre UHE, PCH e CGH. Já o WWF-Brasil aponta que existem mais de 125 empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico em estudo na Bacia do Alto Paraguai, a maioria de PCH; o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Rio Paraguai, disponível na página da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), mostra que o potencial hidrelétrico da região totaliza uma capacidade instalada de 1,2 GW, por meio de sete UHE, 30 PCH e 16 CGH.

Um amplo estudo sobre os impactos dos empreendimentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Paraguai foi promovido pela ANA, como parte da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Paraguai – PRH Paraguai, que resultou numa pesquisa multidisciplinar sobre hidrologia, qualidade da água, sedimentologia, fauna de peixes (ictiofauna), socioeconomia e energia. Participaram dessa pesquisa especialistas nesses temas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – UEMS, da Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, da Universidade Federal do Paraná – UFPR, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, da Universidade de Brasília – UnB, da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, e da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Os resultados desse enorme esforço de pesquisa, iniciado em 2016 e apresentados entre 2018 e 2020, vem dando suporte à ANA para tomar as decisões mais acertadas sobre o planejamento e execução das ações de autorização para uso dos recursos hídricos para produção de energia nessa região, com base em modelagens e diagnósticos temáticos que envolveram mais de 250 profissionais, entre estudantes de graduação e pós graduação, técnicos de campo e especialistas nas diversas áreas do conhecimento abrangidas.

Os principais impactos ambientais e sociais dos empreendimentos hidrelétricos na BAP, já instalados ou em planejamento, são a fragmentação dos rios, devido à construção dos barramentos usados para a formação dos reservatórios de água, cujos fluxos são fundamentais para a manutenção do ciclo hidrológico do Pantanal, dos seu pulso de inundação. Essas alterações teriam efeitos diretos sobre a dinâmica de migração das espécies de peixes durante o período reprodutivo, lembrando que dentre os peixes mais buscados na atividade pesqueira da região, importante geradora de emprego e renda, estão várias espécies migratórias, como o Pintado, o Curimatá, o Pacu, a Cachara e o Dourado. Além disso, essa fragmentação provoca alterações na biodiversidade e na qualidade da água, com aumento na retenção de água, de sedimentos e de nutrientes, mudando a intrincada dinâmica funcional da planície pantaneira. Sabe-se que o Pantanal é o que é, em termos de biodiversidade e fornecimento de serviços ecossistêmicos devido ao seu regime de inundações, e tais alterações podem levar a região a uma situação irreversível, com consequências severas não só para os animais e plantas da planície pantaneira, mas também para todas as populações que, ao longo de pelo menos dois séculos, aprenderam a conviver com esse regime hídrico tão peculiar. Uma das atividades que certamente será diretamente afetada pela implantação de empreendimentos hidrelétricos na bacia do Alto Paraguai é a pesca, tanto de subsistência como a praticada pelos turistas que procuram a região, responsável por movimentar a economia dos municípios pantaneiros na época em que tal atividade é permitida, como é o caso de Corumbá e Miranda, no Mato Grosso do Sul, e Poconé e Cáceres, no Mato Grosso.

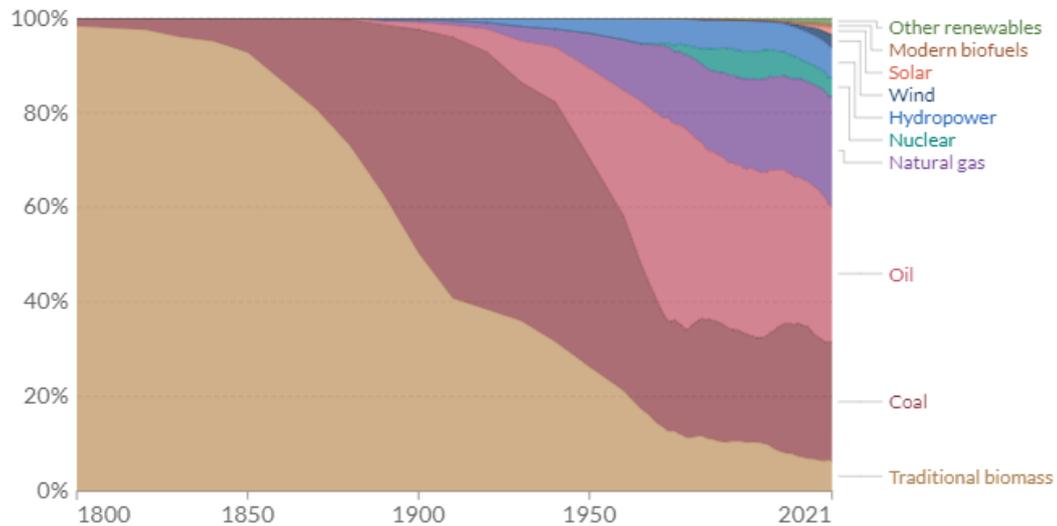
Algumas ações que podem ser adotadas para minimizar os impactos ambientais e sociais dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do Alto Paraguai, resultantes dos estudos coordenados pela ANA, são a reclassificação dos rios, levando em consideração a importância que têm para os estoques pesqueiros e, conseqüentemente, para a atividade pesqueira, o uso de critérios biológicos relacionados aos estoques pesqueiros para a concessão de outorga para uso hidrelétrico das sub-bacias, uma atualização do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai para inclusão dos resultados dos estudos mencionados acima, para avaliar as áreas com conflito entre os empreendimentos e os usos pré-existentes de pesca, considerando a possibilidade de restringir algumas áreas sujeitas à implantação de barragens localizadas em rios da União e dos Estados, a articulação entre a ANA e os órgãos ambientais do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, para que incorporem nas tomadas de decisão os resultados do estudo realizado, quando o rio em questão for da responsabilidade desses estados, uma melhor articulação entre os órgãos federais responsáveis pela implementação da Política Energética, como Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética e Agência Nacional de Energia Elétrica, com vistas à incorporação dos resultados dos estudos realizados nos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Região Hidrográfica do Paraguai, e a promoção e estímulo ao uso múltiplo da água, de forma que a geração de energia elétrica tenha o menor impacto possível sobre outros interesses regionais que envolvam as populações locais, de forma a minimizar seus respectivos prejuízos socioambientais e econômicos.

## Consumo global de energia primária por fonte



A energia primária é calculada com base no ' método de substituição ' que leva em conta o ineficiências na produção de combustível fóssil , convertendo energia não fóssil em insumos energéticos necessários se eles tiveram as mesmas perdas de conversão que os combustíveis fósseis .

Relativo



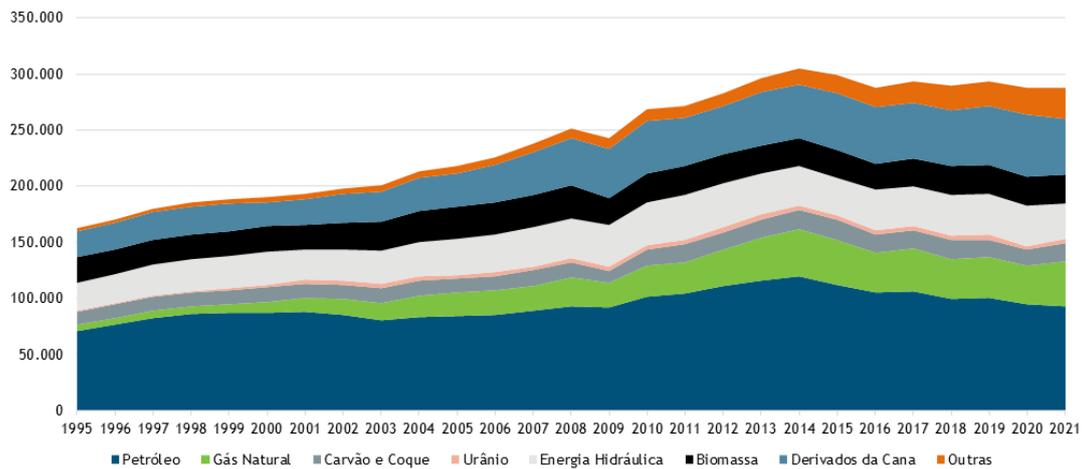
Fonte: Our World in Data baseado em Vaclav Smil (2017) e BP Statistical Review of World Energy  
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Fonte: Our World in Data, disponível em <https://ourworldindata.org/global-energy-200-years>

## Oferta interna de energia no Brasil



1995-2021, mil toneladas equivalentes de petróleo



Atualização - Junho 2022  
Fonte: Elaboração IBP com dados EPE

Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, disponível em [https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/oferta-interna-de-energia-brasil/#:~:text=A%20oferta%20interna%20de%20energia,tep\)%20para%20277%20milh%C3%B5es%20tep.](https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/oferta-interna-de-energia-brasil/#:~:text=A%20oferta%20interna%20de%20energia,tep)%20para%20277%20milh%C3%B5es%20tep.)

## Bibliografia consultada

ANA - Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico (2020). Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos da Região Hidrográfica do Paraguai - Resumo Executivo. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA. 12p. Disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/resumo-executivo.pdf>

Calheiros, D. F., Castrillon, S. I., & Bampi, A. C. (2018). Hidrelétricas nos rios formadores do Pantanal: ameaças à conservação e às relações socioambientais e econômicas pantaneiras tradicionais. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 9(1), 119-139. Disponível em <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/download/CBPC2179-6858.2018.001.0009/1053>

Cosmo, B. M. N., Galeriani, T. M., Novakoski, F. P., & Ricini, B. M. (2020). Carvão mineral. Revista Agronomia Brasileira, 4, 1-10. Disponível em <https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdaproducaoagricola/laboratorio/dematologia-labmato/revistaagronomiabrasileira/rab202001.pdf>

Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2021). Balanço Energético Nacional (BEN), ano base 2020. Ministério das Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. 73 p. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2021\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2021_PT.pdf)

Oliveira, N. C. C. D. (2018). A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Varia Historia, 34, 315-346. Disponível em <https://www.scielo.br/j/vh/a/ChCpxyx8Xg6w74xRTmNBRvJ/?format=html&lang=pt>

Reis, H. L. (2018). Gás natural. Recursos minerais de Minas Gerais. Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE), Belo Horizonte, 1-39. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Humberto-Reis/publication/329871209\\_GAS\\_NATURAL/links/5c1e40e8299bf12be39298e8/GAS-NATURAL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Humberto-Reis/publication/329871209_GAS_NATURAL/links/5c1e40e8299bf12be39298e8/GAS-NATURAL.pdf)

Santos, R. M., Rodrigues, M. S., & Carniello, M. F. (2021). Energia e sustentabilidade: panorama da matriz energética brasileira. Scientia: Revista Científica Multidisciplinar, 6(1), 13-33. Disponível em <https://www.revistas.uneb.br/index.php/scientia/article/view/9396>

Souza, A. A.; Tudeschini, J. G. (2020) Alternativas Energéticas Renováveis na Bacia do Alto Paraguai (BAP). WWF – Brasil, Brasília. 82 p. Disponível em [https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/relatorio\\_avaliacao\\_energia\\_bacia\\_alto\\_paraguai.pdf](https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/relatorio_avaliacao_energia_bacia_alto_paraguai.pdf)