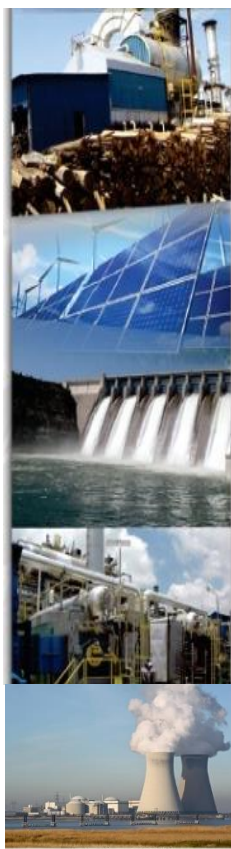


# CONSIDERAÇÕES SOBRE O SETOR ELÉTRICO NO BRASIL



A geração de energia elétrica no Brasil em sua grande parte é baseada em fontes primárias renováveis, com especial destaque para as fontes hídricas (hidroelétricas) que representam um percentual da ordem de 65% da Matriz Energética. De outro lado, porém, atualmente este sistema passa por uma Transição Hidrotérmica. O que significa isso?

Significa que esta Transição é o resultado da desregulação da geração hidroelétrica, que por este motivo passa a necessitar da participação de fonte térmica para complementar a geração de energia e proporcionar a segurança do abastecimento. A desregulação ocorre devido à diminuição da capacidade de uma fonte hídrica de recompor o volume de água usada na geração, notadamente devido à menor afluência no seu reservatório. Consequentemente, quanto menor volume de água armazenada menos energia potencial para ser transformada em energia elétrica.

Há sinalização de desregulação quando a taxa de crescimento das usinas térmicas, passa a ser muito maior do que a taxa de crescimento das hidroelétricas, como sintomaticamente ocorre hoje no Brasil. Basta observar a quantidade de contratos de fontes térmicas (carvão, óleo, gás...) nos leilões de energia promovidos pelo MME.

Dois eventos significativos têm relação direta com a diminuição do volume de água nos reservatórios das hidroelétricas, os reservatórios estão com baixa afluência (os rios não enchem mais!) e o modelo de hidroelétricas a fio d'água adotado de modo compulsório em 2003/2004. Uma usina a fio d'água tem reservatório com acumulação suficiente apenas para prover regularização diária ou semanal, ou sequer tem reservatório, ou seja, aproveita o desnível natural do rio para girar as pás da turbina que aciona o gerador de eletricidade.

No período seco pode até não gerar nada, ou de modo insipiente, impactando o equilíbrio da oferta de energia. Foi um erro de estratégia influenciado pelo Meio Ambiente e que, infelizmente, ainda hoje impacta a geração de energia no Brasil.

A partir do final dos anos 2.000, observa-se uma expansão da geração hídrica a fio-d'água, como as usinas de Belo Monte, Girau, Sto. Antônio e outras, bem como das renováveis biomassas, eólica e mais recentemente da fotovoltaica (solar). Paralelamente, ocorre também gradual crescimento da contribuição das termoeletricas (energia "firme") incorporadas ao Sistema Integrado Nacional – SIN, que é o conjunto de usinas, subestações e linhas de transmissão que geram, transformam e transportam energia elétrica, cobrindo e interligando 98% do território nacional. É um formidável, eficiente e gigantesco sistema de potência concebido pela engenharia nacional(Eletronbras) totalmente interligado.

Bem, mas essa expansão não foi só devido à diminuição do volume de água nos reservatórios, mas também para compensar a intermitência na geração de energia de fontes renováveis, ao longo de um determinado período. Como, por exemplo, a redução da geração eólica horária ilustrada no gráfico abaixo.



Avaliações e estudos do setor elétrico, em geral assinalam crescimento muito pequeno no armazenamento hídrico do SIN, indicando que os efeitos da transição hidrotérmica serão acelerados nos próximos anos. Neste cenário, as fontes renováveis biomassa, eólica e fotovoltaica, exercem papel relevante na complementação do potencial energético. Ou seja, principalmente quando operando com baixa intermitência, podem contribuir de modo significativo para economizar água nos reservatórios, e assim a capacidade das hidrelétricas na regulação da demanda de energia é ampliada.

Assim sendo, o planejamento recomendável é um mix de geração formado por hidroelétricas, termoelétricas operando na base do sistema hidrotérmico, e as renováveis na sua complementação. Para operação na base termoelétricas nucleares, a carvão mineral, a diesel e a gás natural são algumas opções.

O carvão, embora tendo incorporado novas tecnologias que facilitam uma queima limpa, ainda assim emitem GEE (gases de efeito estufa), assim como o diesel e o gás natural. Por um outro lado, reduzir a emissão de GEE é compromisso ambiental assumido pelo Brasil no cenário internacional, como por exemplo o Acordo Climático de Paris Cop 21/2015, com evidentes reflexos na exportação de commodities do agronegócio, percentualmente muito significativa na composição do PIB. Além dos compromissos com os protocolos nacionais para controle da poluição, como os da área da Saúde em relação à redução de doenças respiratórias especialmente em tempos de Covid-19.

O gás natural (GN) polui menos do que o carvão e o diesel. Trata-se de um hidrocarboneto muito comumente associado a fontes de petróleo, formado por metano, etano e propano que também emitem GEE na queima embora em menores proporções. É útil na complementação da geração de energia das renováveis intermitentes, mas é também problema em relação ao meio ambiente. Para escalas crescentes de utilização do GN na geração de eletricidade existe problema também de infraestrutura, isto é, as malhas de gasodutos ainda não chegam à maioria das regiões com planejamentos para geração elétrica. Idem em relação à distribuição, principalmente para o interior do País.

Por um outro lado, penso que é necessário avaliar se investir pesado em infraestrutura para GN vale realmente os esforços em relação ao futuro. E se não deixará um elefante branco de obras, recursos e instalações sem utilidade em tempos talvez não tão distantes. A idade da pedra não acabou por falta de pedras.



Neste cenário aparece uma alternativa que é a geração termonuclear. Esta modalidade apresenta vantagens significativas devido à baixa emissão de carbono e alto fator de capacidade (>95%). Energia limpa, firme, eficiente e relevante em relação ao planejamento do Setor Elétrico.

Por outro lado, ainda há controvérsias, preconceito e desinformação a respeito do uso da energia nuclear. Principalmente devido ao acidente na Central de Fukushima no Japão.

No entanto, não se sustenta uma analogia deste acidente com as instalações da

Central Nuclear de Angra, até porque as características construtivas dos seus reatores **PWR (reator de água pressurizada)** de geração II, como os sistema de refrigeração, pressurização e redundâncias de segurança, não permitem a ocorrência de acidentes semelhantes. Fukushima, por exemplo, emprega reator **BWR (reator de água fervente)**, cujo vaso de pressão produz calor que é enviado a um trocador de calor, que gera o vapor que move as pás de uma turbina e esta move o gerador que produz eletricidade. Não há pressurização no sistema primário (água que passa pelo reator e adquire calor), por isto a água entra em ebulição a 100°C.

Assim sendo, o motivo pelo qual ocorreu a explosão na Central Nuclear de Fukushima quando o sistema de refrigeração ficou inoperante, não tem condições técnicas de acontecer na Central de Angra, porque a água pressurizada não ferve a 100°C. Não há, portanto, chances de formação e vazamento de vapor superaquecido e de hidrogênio (explosivo). A alta concentração de vapor e hidrogênio seguido de uma ignição foi a causa da explosão do reator de Fukushima. Não foi uma explosão nuclear, a causa do acidente em Fukushima foi a explosão de hidrogênio.

Com relação a inovações no setor, reatores da **geração III** incluem evoluções de segurança e tecnológicas. Continuam refrigerados a água (leve) com combustível óxido de urânio enriquecido a 4%, mas com evolução de I&C (Instrumentação & Controle) digitais. Bem como, dispositivos contra acidentes severos, como por exemplo derretimento do núcleo do reator por sobre temperatura, vazamento de radiação e explosão como aconteceu em Fukushima e Chernobyl.

Paralelamente, estão aparecendo novas soluções de menores investimentos e custos, como os reatores de **geração III+** os quais contemplam uma arquitetura construtiva modular (*SMR- Small Modular Reactor*), que reduz o custo e tempo de construção, montagem e comissionamento. Incorporam ainda o conceito de segurança passiva, isto é, eventos operacionais acontecem de modo natural, independentes de ação humana ou dispositivos, através da ação da gravidade, transmissão de calor por convecção etc proporcionando maior segurança intrínseca.

A **geração IV** que certamente contemplará avanços tecnológicos e de segurança surpreendentes, deverá começar a aparecer por volta da década de 2030.

Apesar de aplicações em vários campos importantes, como na pesquisa científica e na fabricação de radiofarmacos, como o Iodo-131 para terapia de câncer de tireoide e Tecnécio-99 para cintilografia pulmonar e outras aplicações, é na geração de eletricidade que a energia nuclear apresenta maior aplicação. Neste sentido, a demanda por energia elétrica nuclear continua a crescer. Atualmente, vários países estão construindo dezenas de novas usinas nucleares e outras tantas estão em fase de planejamento.

Quem decidiu no passado recente desligar suas usinas nucleares está enfrentado sérios problemas. É o caso, por exemplo da Alemanha que projetou desligar todas as suas nucleares até 2022 e incrementar as renováveis eólica e fotovoltaica. Assim, várias usinas nucleares já foram desligadas e substituídas por usinas a carvão mineral e por fontes renováveis. O resultado foi um grande aumento da tarifa de energia e mais poluição ambiental, gerando insatisfação e protestos da população. O setor industrial igualmente protestou contra esta decisão. A opinião de importantes indústrias por lá, é de que foi um erro e que o governo deveria ter desligado as térmicas a carvão, óleo e gás e mantido as nucleares.

Alemanha de hoje já está muito mais poluente do que a França que tem a 73% da sua geração de base termonuclear. Igualmente o Japão pós-Fukushima decidiu desligar aos poucos suas usinas nucleares anteriormente. Hoje está construindo mais duas Centrais: **Ohma e Shimane**,

### **Vantagens da Expansão da Geração Termonuclear no Brasil**

- a) Usinas nucleares não emitem GEE
- b) O Brasil tem a sexta maior reserva de urânio do mundo e com apenas 30% do seu território prospectado;
- c) O urânio não é utilizado pela indústria, assim a produção pode ser direcionada às usinas nucleares, isto significa combustível barato e volatilidade zero;
- d) Fator de capacidade das usinas é maior do que 95%. É energia ‘firme’ e sem intermitência.
- e) O Brasil é um dos poucos países que domina o ciclo completo de enriquecimento do urânio. E esse conhecimento pode alavancar a produção em alta escala do isótopo U235 (urânio enriquecido) a 4% para a geração de eletricidade, bem como a 20% para reatores de pesquisas científicas e submarinos de propulsão nuclear. Bem como para exportação, em função do alto valor agregado e de um ávido mercado internacional.

## **Finalmente,**

À medida que cresce o consumo de energia no País, cresce também a necessidade de expansão da oferta. No presente entretanto, as medidas de contenção ao Covid-19 começaram a ter impacto significativo no setor energético. No ano passado por exemplo houve uma intensa queda de demanda no SIN devido ao arrefecimento da atividade econômica. De outro lado, certamente o Setor Elétrico será ainda afetado no médio prazo, quer pela redução da demanda, quer pela retomada da economia (tomara!!) e, conseqüentemente, aumento da demanda. O fato é que, em ambos esses cenários, o Setor Elétrico terá forte influência no caminho que o País seguirá quando da mitigação do Covid-19 no durante e no pós-vacinação. Bem como, no retorno à ‘normalidade,’ ou a um contexto de um “novo normal”, seja qual for a forma em que este se apresente, o que me parece mais provável.

Cada fonte tem o seu papel e importância na matriz energética e neste sentido o Brasil é especialmente privilegiado em diversidade de fontes de energia. Ainda assim, é um enorme desafio despachar (controlar) um mix de fontes que atenda à demanda e, paralelamente, caminhar no sentido de descarbonização do Sistema Integrado Nacional-SIN, uma meta que se relaciona diretamente com a área de saúde e com às exigências ambientais para a exportação do produto nacional, e que, de alguma forma, se relaciona com o tratado climático Cop-21/2015 de Paris, no qual o Brasil é signatário e por isso assumiu compromissos arrojados de redução das emissões de GEE. Agora, cá entre nós, parecem muito difíceis de serem cumpridos no ritmo atual, infelizmente.

A questão energética do SIN se junta a outros aspectos, como por exemplo a depreciação da competitividade do produto manufaturado brasileiro. Equipamentos e processos obsoletos utilizados ainda hoje nas indústrias, têm também parcela de responsabilidade nesta depreciação. Caldeiras com mais de 30/40 anos e motores elétricos idem, são exemplos de baixa eficiência que desperdiçam energia e diminuem a competitividade do produto brasileiro. Os incentivos e normas de eficiência energética têm gerado alguns bons resultados, mas não bastam. A indústria brasileira precisa se modernizar mais, principalmente em tempos de tendência à indústria 4.0 da concorrência internacional.

A exportação, não só de commodities agrícolas e minerais, mas principalmente de manufaturados de maior valor agregado, é uma poderosa ferramenta de pavimentação do caminho para o desenvolvimento. Neste sentido, o produto brasileiro precisa tornar-se mais competitivo. Isto significa, que tenha menos energia e menos carbono embutidos.

Enfim, o Brasil precisa avançar no desenvolvimento, gerar trabalho e renda. Para isto é necessário investir em geração de energia confiável, limpa e barata. Eis o desafio.

***Luiz Carlos Gabriel - [lcgabriel@globocom.com](mailto:lcgabriel@globocom.com)***

***Ferrovário, Engenheiro Eletricista, M.Sc.***