

Termelétricas e a base do sistema energético no Brasil⁽¹⁾

Mauro Iwanow Cianciarullo

Como explicar a necessidade de uma termelétrica num sistema baseado em energia renovável? Por que temos que adequar uma base energética em termelétricas e qual a imagem que esta geração traz do mundo afora? Discutindo um pouco sobre as alternativas e a construção de uma usina térmica avançamos no entendimento do potencial que temos para evitar apagões no futuro.

Podemos começar mencionando que as características básicas em geração de energia que almejamos como cidadãos poderiam ser resumidas de forma simples sobre cinco aspectos básicos:

- a) Não Poluente
- b) Segura
- c) Garantida
- d) Eficiente
- e) Acessível economicamente

A geração elétrica pelo processo eólico e solar apresenta bons conceitos nos dois principais e primeiros itens (não poluente e segura), portanto são unanimidade no mundo e vêm aumentando sua participação significativamente nos últimos anos, o que já discutimos em artigos anteriores (1).

Entretanto, infelizmente quando falamos em garantida, a energia renovável apresenta influência da sua sazonalidade nos processos de geração, ou seja, não é possível garantir 100% de fornecimento durante as 24 horas do dia de qualquer dia do ano.

Uma fonte alternativa no mundo (sim, alternativa!), as hidroelétricas possuem características renováveis, porém de certa forma com impacto no item poluentes, com áreas inundadas e emissão de CO₂ (3). Por que falar que hidroelétricas são fontes alternativas quando por muito tempo têm sido a fonte propulsora da nossa sociedade brasileira? Porque moramos num País abençoado, onde um recurso fundamentalmente escasso no mundo inteiro é abundante por aqui – a água! O Brasil é o maior País do mundo em proporção de geração hidroelétrica o que não é uma realidade nem alternativa para a maioria das nações. A experiência nacional em construção de barragens foi e ainda é exportada pelo planeta, como no caso da China que a mais de vinte anos atrás estiveram por aqui para aprender também na implementação de Três Gargantas.

Porém, apesar da característica renovável, barragens de grande porte estão cada vez mais difíceis de surgir, sobretudo, devido ao impacto das zonas inundáveis. Lembrando ainda que a maior parte de nossos recursos hídricos estão na região norte do País, uma região bastante plana que dificulta a redução dos impactos não seja através de barragens no conceito fio d'água. Ademais, unidades menores de hidro geração, abaixo de 1 GW ou mesmo PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) com porte entre 5MW e 30 MW, apresentam impacto menor e são viáveis ainda na região sudeste e sul do País, ou seja, próximas aos grandes centros consumidores, o que reduz investimento em transmissão, constituindo-se assim em fontes com maior viabilidade de implantação. Porém no terceiro aspecto – garantida – ainda prevalece a insegurança no fornecimento, visto que estas fontes hidráulicas dependem da sazonalidade de chuvas no sul e sudeste e do degelo dos Andes no norte do País.

Como o Brasil possui um enorme potencial explorado e a explorar em energias renováveis, é de longe o País com maior percentual deste tipo de energia instalado e consumido sobretudo se considerado apenas os Países do G20, mas mesmo assim, com o crescimento econômico e com o aumento da participação de eólicas e solares a necessidade de garantia no sistema tem aumentado significativamente.

Consequentemente, ganham força outras modalidades de geração para garantir a base do sistema e evitar apagões no fornecimento, modalidades estas não suscetíveis a sazonalidades, mas apenas ao valor das commodities no mundo como o urânio, o carvão, o óleo e o gás.

São elas as termoelétricas. Termelétricas são unidades geradoras de energia elétrica através da combustão ou do vapor.

A EPE (Empresa de Pesquisa Energética) prevê um incremento de 20 GW até 2029, totalizando em 2029 cerca de 42 GW instalados em geração termelétrica dentro de um total de geração de 228 GW no País (4).

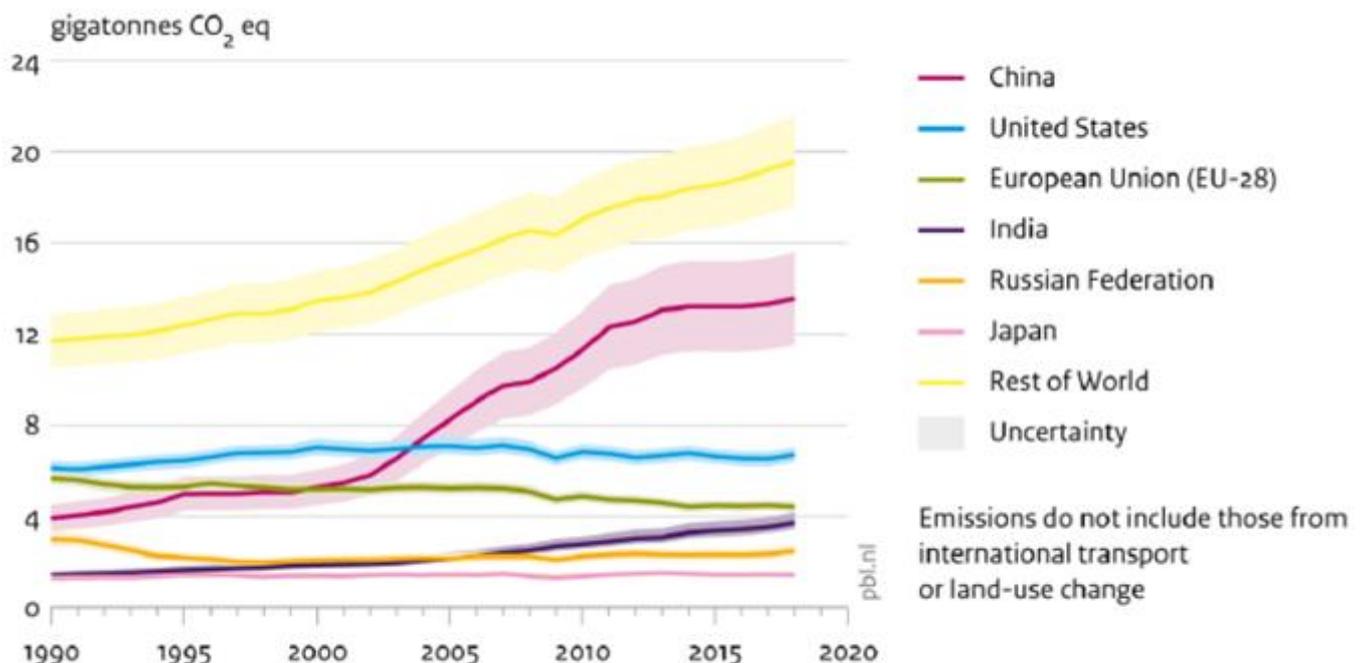
Todavia, a termoeletricidade traz uma imagem um pouco arranhada de fora, o que não se justifica para o caso brasileiro. Esta imagem depende muito da fonte de geração de calor para impulsionar os sistemas de uma termelétrica e esta fonte pode ser provida por:

- 1) Urânio
- 2) Óleo
- 3) Carvão
- 4) Gás
- 5) Biomassa

Então, porque a imagem está arranhada sobretudo no exterior? Lembramos aqui de alguns pontos como os principais acidentes nucleares que foram principalmente três (Three Mile Island – EUA, Chernobyl e Fukushima) causados por operação (2 primeiros) ou desastre (último) (6), ou ainda a poluição emitida por termelétricas a carvão que representam mais da metade da energia gerada no mundo e trouxeram consequências ambientais para muitas regiões e impactam o clima como um todo alimentando o efeito estufa no planeta. Assim, Países como Inglaterra, China, Alemanha e Estados Unidos tem buscado alternativas para reduzir o impacto e melhorar a qualidade do ar. Para se ter uma ideia o carvão e o óleo representam cerca de 70% da emissão de CO₂ no mundo que compõe 72% dos gases de efeito estufa (GEE ou GHG – Greenhouse Gases) (5).

Os principais Países emissores e que utilizam estes tipos de fonte são:

Greenhouse gas emissions, per country and region



Fonte: (5)

O Brasil, que possui uma enorme vantagem na proporção de fontes renováveis, representa apenas o seguinte percentual nesta emissão dentro do G20:

Tabela 1Emissão de CO₂ por País e per capita

País (nome)	2018			
	(GtCO ₂ / País)	(%)	(tonCO ₂ / hab)	(%)
China	11,2	37,02	7,8	5,42
EUA	5,25	17,36	16	11,12
EU	3,37	11,14	6,7	4,66
França	0,32	1,06	5	3,47
Alemanha	0,75	2,48	9	6,25
Itália	0,35	1,16	5,6	3,89
Países Baixos	0,16	0,53	9,5	6,60
Polônia	0,33	1,09	8,8	6,12
Espanha	0,28	0,93	6	4,17
Reino Unido	0,37	1,22	5,5	3,82
Índia	2,59	8,56	1,9	1,32
Rússia	1,73	5,72	11,8	8,20
Japão	1,2	3,97	9,5	6,60
Austrália	0,41	1,36	16,6	11,54
Canadá	0,59	1,95	16	11,12
México	0,49	1,62	3,9	2,71
Coreia do Sul	0,69	2,28	13,5	9,38
Turquia	0,41	1,36	5	3,47
Argentina	0,21	0,69	4,7	3,27
Brasil	0,49	1,62	2,4	1,67
Indonésia	0,54	1,79	2	1,39
Arábia Saudita	0,6	1,98	17,8	12,37
África do Sul	0,48	1,59	8,3	5,77
Total (G20)	30,3	100,0	6,3	100,0

Fonte: Adaptado de (5).

Com relação a fonte nuclear entendo que apesar de termos uma operação em termos de eficiência entre as melhores do mundo para Angra II, temos ainda algumas questões a serem resolvidas.

A geração nuclear é uma das fontes que deverão fazer parte de forma mais significativa no Brasil a partir de 2050. Porquê isto? Por que atualmente no mundo está em desenvolvimento uma tecnologia mais eficiente e segura que começa a aparecer nas gerações III e IV de tecnologias destas usinas algumas em implantação na China e outros Países que trazem inúmeras vantagens com relação as usinas de geração II implantadas como no caso de Angra (6). A partir de 2050 espera-se que esta tecnologia esteja madura o suficiente com uma operação mais segura e preparada para reaproveitar

grande parte dos resíduos radioativos, que é um dos principais problemas das usinas em operação no mundo hoje em dia, visto que a emissão de poluentes atmosféricos durante a operação é zero.

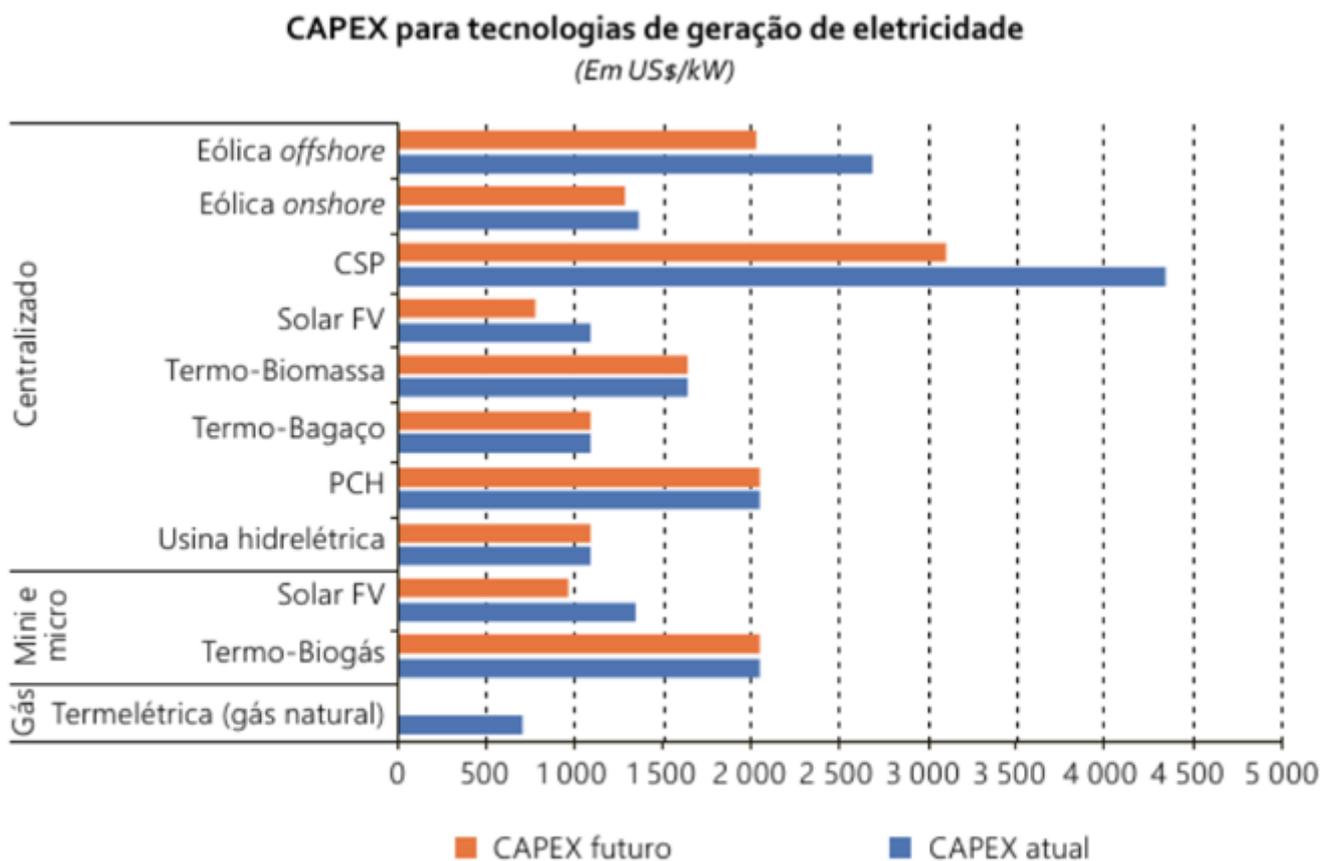
Até lá, cabe um planejamento nacional e trabalho interno eficiente que consiste primeiramente de conscientização da população dos benefícios do uso desta tecnologia. Segundo, da finalização de Angra III. Terceiro, do domínio de toda a cadeia produtiva do urânio enriquecido para consumo próprio, visto que uma parte do enriquecimento ainda é efetuado fora do País e que possuímos grandes reservas deste mineral. Quarto, da continuidade de preparação de uma mão de obra técnica que está mais de duas gerações defasada nos últimos anos. E por último, de uma legislação que viabilize a participação da iniciativa privada nacional.

O Brasil também possui boas reservas de carvão no sul, mas devido ao baixo teor calórico são viáveis apenas regionalmente.

E o que tem ganhado destaque no horizonte são as térmicas a gás! Com emissão menos poluente que as térmicas a carvão e óleo e tecnologia mais moderna e eficiente em ciclo combinado com acionamento quase imediato (de 60 dias para 2 dias) e havendo instalação de tecnologia de controle de emissão, torna-se importante parte do sistema elétrico nacional dada a garantia e confiabilidade de seu funcionamento na base sempre que necessário. Até hoje um dos principais fatores que impactavam a operacionalização destas usinas no Brasil era o fornecimento seguro pela disponibilização e valor do gás.

Como já mencionado em outro artigo (2) a disponibilização no mundo e principalmente a concorrência de gás de xisto tem impulsionado no Brasil a construção de terminais de LNG (liquified natural gás ou GNL – gás natural liquefeito) com cerca de 23 projetos em andamento que poderão abastecer térmicas num preço muito mais competitivo (12) viabilizando o investimento, a competitividade e acessibilidade econômica nos leilões de energia. Além disto o desenvolvimento das rotas 3 e 4 do pré-sal trarão mais opções e confiabilidade ao sistema.

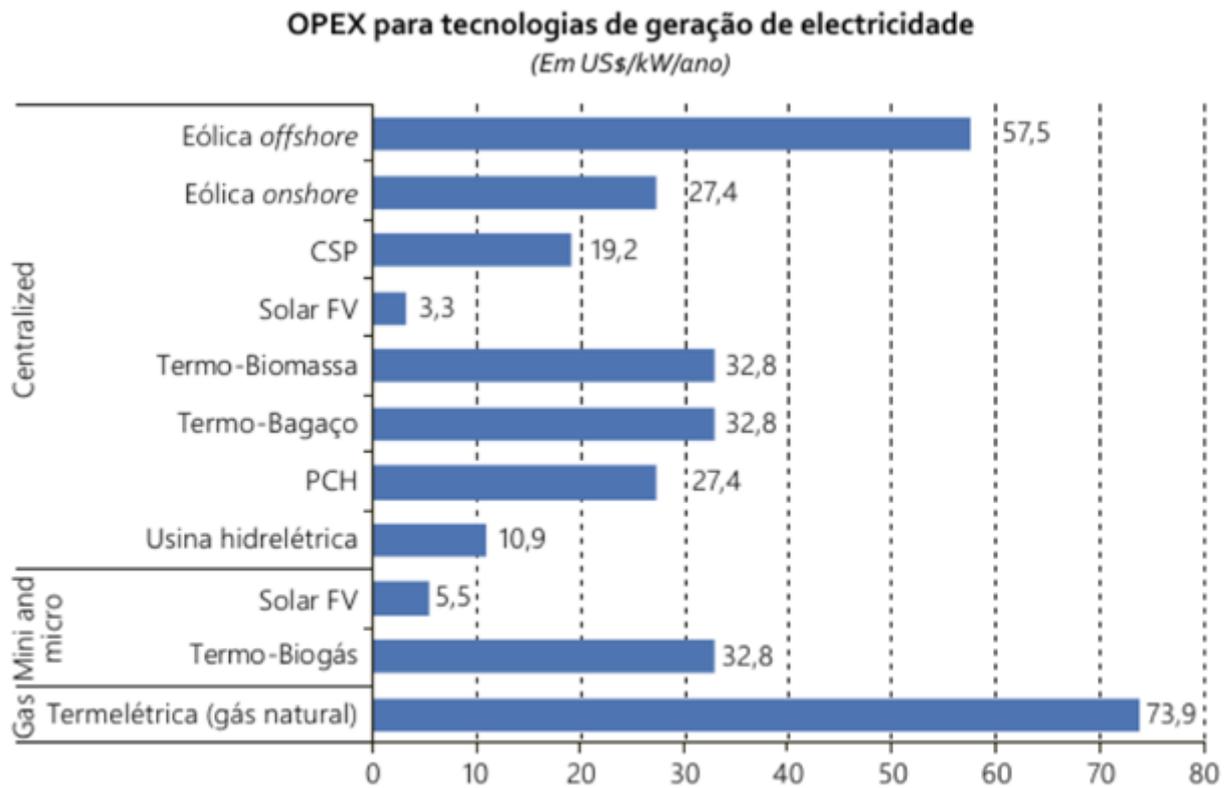
Apesar do investimento significativo, o CAPEX deste tipo de geração é muito competitivo:



Fonte: (7)

Lembrando ainda que o investimento em OPEX está se tornando mais competitivo frente a outras fontes, devido à queda do valor do combustível – gás, de cerca de 15 US\$/MMBtu em 2015 para menos de 3 US\$/MMBtu em 2020 – que representa importante parcela no valor referente a operação

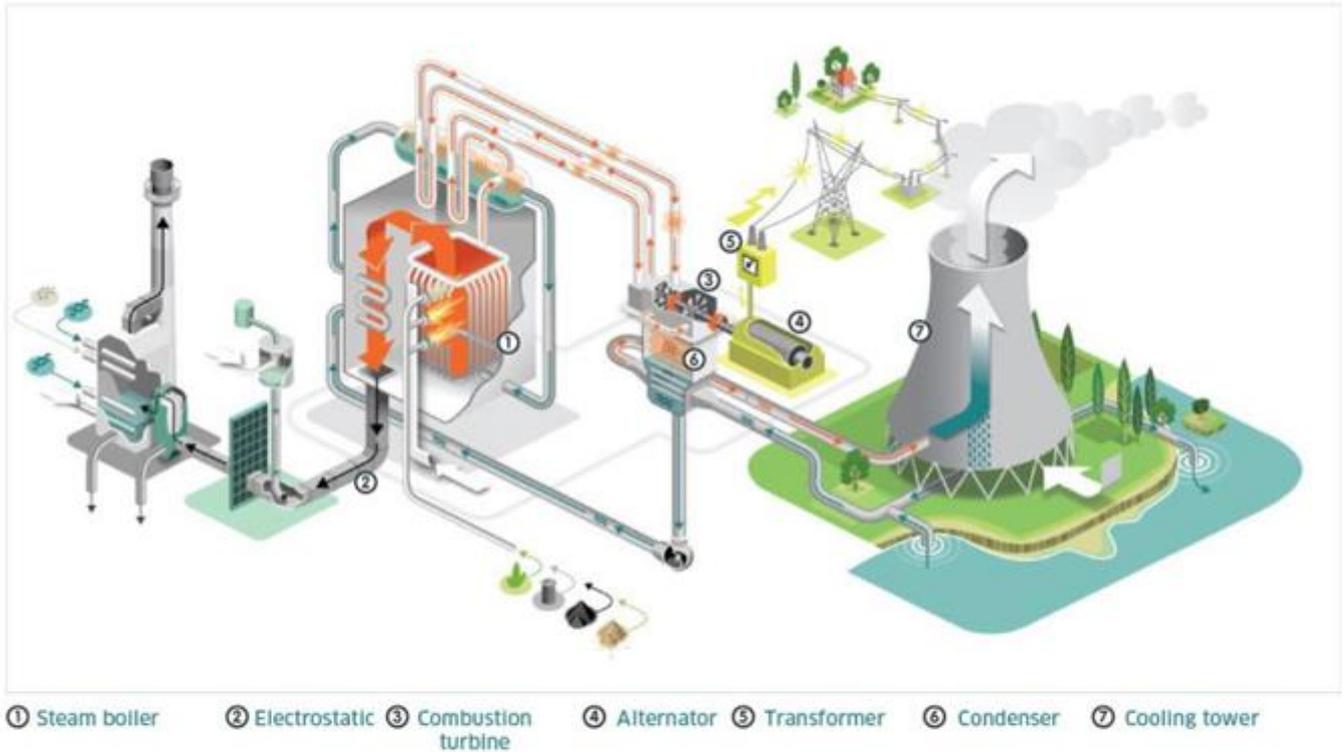
e numa usina de potência entre 500 e 600 MW este consumo pode estar entre 2 e 2,5 milhões de m³/dia. Sem considerar o custo do combustível, o OPEX gira entre 0,5% e 1% do valor do investimento por ano.



Fonte: (7)

Porém este tipo de geração demanda uma quantidade de água significativa, tanto para a operação do sistema e acionamento das turbinas como principalmente para resfriamento do mesmo. A quantidade de água necessária durante uma operação de ciclo combinado em usinas de porte gira em torno de 50m³/MWh (8). Com isto, vimos a adequação da proximidade do mar nos terminais de LNG e a vantagem de terem a possibilidade de serem construídos próximos também aos grandes centros.

De forma geral o conceito do funcionamento de uma termelétrica é simples. Uma unidade de calor pode impulsionar diretamente um gerador de energia, como num motor a combustão de um veículo, ou utilizar o calor num sistema por vapor para impulsionar turbinas que farão então o gerador produzir energia. Esta unidade de calor pode vir das cinco fontes citadas anteriormente, cada qual com vantagens, eficiência e desvantagens próprias.



Usina termelétrica. 1 - Boiler de vapor. 2- Unidade de controle de emissão. 3 – Turbinas. 4 – Gerador/Alternador. 5 – Transformador. 6 – Condensador. 7 – Torre de resfriamento. Fonte: (9).

Existe também hoje tecnologia que reduz a emissão de poluentes como gases de efeito estufa (CO₂, CH₄, N₂O, O₃, H₂O etc.), material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e outros através de sistemas como precipitadores eletrostáticos, filtros de manga ou ciclones para MP com eficiência até 99%, separadores úmidos, semi-secos ou secos para SO_x com eficiência entre 50% e 98% ou ainda redução catalítica seletiva ou queimadores de baixa emissão para NO_x com eficiência entre 40% e 90% (10), mas a realidade é que multinacionais estão saindo deste mercado de geração por carvão ou óleo e que Países como a Inglaterra não irão mais investir nestas tecnologias em alinhamento com as expectativas do Acordo de Paris e EU 2050.

Tabela 2

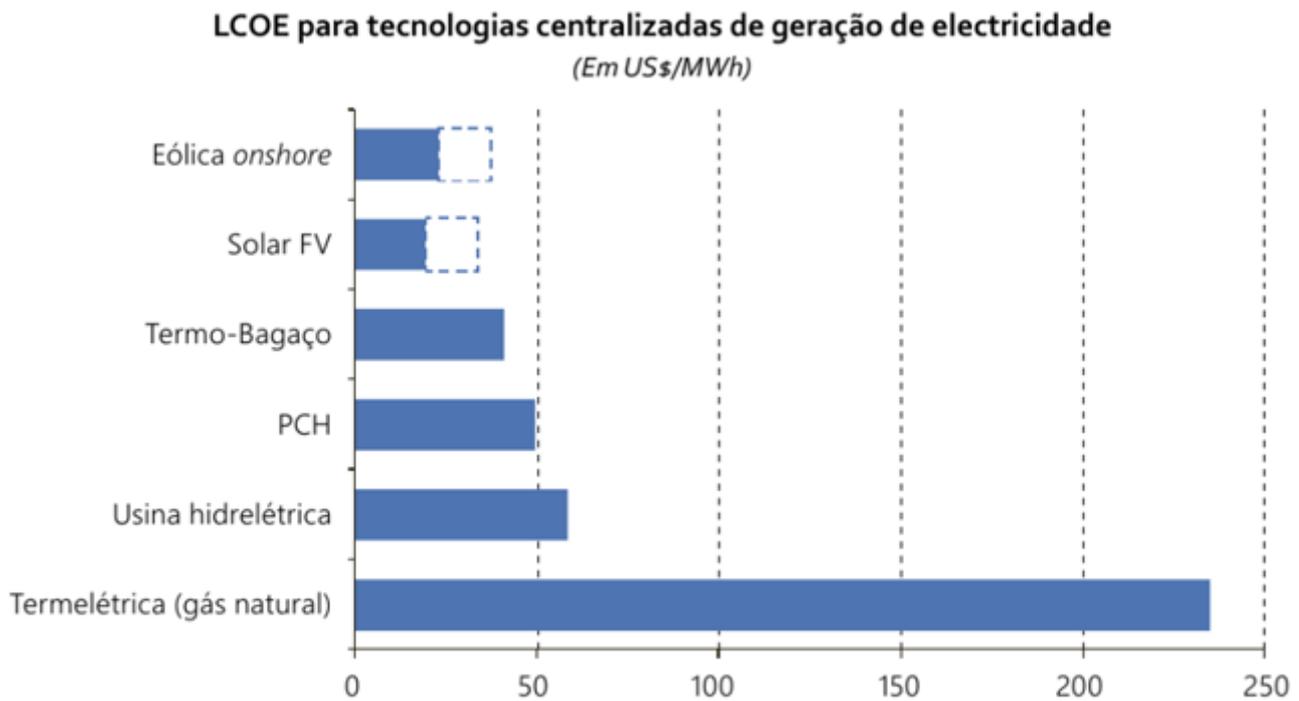
Emissão por tipo de combustível (kg/MWh)

Combustível	SO _x	NO _x	MP	CO ₂
Carvão Mineral	0,838	0,63	0,196	933,93
Óleo Combustível	3,265	1,21	0,301	919,16
Gás Natural	0,002	0,16	-	324,48

Fonte: Adaptado de (10).

De forma resumida, esta praticidade de implantação de termelétricas a gás em regiões portuárias atende estes quesitos de abastecimento por navios de LNG provenientes de vários locais ao redor do mundo com preço bastante competitivo ou como citado as rotas do pré-sal (tubulações submarinas), ainda a proximidade a grandes centros e conseqüente redução no investimento em linhas de transmissão e, sobretudo, a possível interligação a malha dutoviária existente provendo segurança de operação e alternativas futuras de abastecimento viabilizando estes diversos projetos ao longo da costa brasileira.

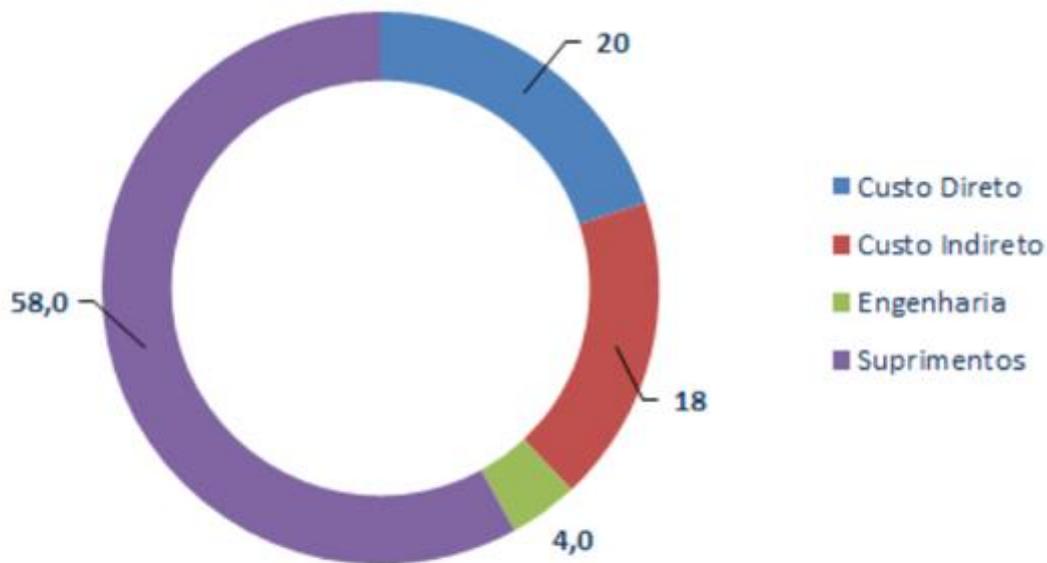
Em termos comparativos, o LCOE (Levelized Cost of Energy) é alto devido a grande influência dos custos operacionais e principalmente do combustível, mas como mencionado, o valor do gás por MMBtu (2) vem caindo significativamente nos últimos anos com a concorrência internacional do gás de xisto tornando este investimento mais atrativo.



Fonte: (7)

Uma usina a gás de ciclo combinado com cerca de 600 MW de potência possui boa parte dos equipamentos importados e demandará na montagem cerca de dois milhões de homem-hora (HH) para montar as cerca de 20.000 toneladas de equipamentos a serem entregues em cerca de dois anos.

Em termos de custo podemos verificar o percentual referente a cada etapa da obra da seguinte forma:



Custo em Percentual de referência para Termelétrica a gás. Fonte: Autor

Os principais equipamentos de montagem são os guindastes que poderão variar de 18 toneladas a até 400 toneladas para manuseio, movimentação e suporte dos equipamentos da usina durante o transporte e construção.

O prazo de construção pode chegar a três anos, sem contar com prazo de projeto e licenciamento ambiental.

Desta geração elétrica, a indústria é responsável pelo consumo de mais de 30% desta produção, mas tem buscado alternativas como cogeração e aproveitamento de biomassa, como resíduos do processamento da cana em álcool e açúcar que também é renovável, em usinas térmicas menores específicas que abastecem a produção própria e quando existe excedente também inserem no sistema. Este é um mercado promissor que junto com os painéis solares devem impulsionar o mercado de geração própria nos próximos anos.

Vimos então, que ainda não podemos ter nosso ideal utópico de 100% geração em renovável, mas podemos certamente chegar próximos de atingir a meta de zero emissão na geração elétrica. O Brasil hoje já ultrapassou a marca de 2.000 usinas geradoras em funcionamento (11) nas diversas fontes, sendo até meados no ano passado cerca de 875 hidrelétricas, 615 parques eólicos, 114 parques solares e 401 termelétricas das quais 286 movidas a biomassa, 48 a gás, 44 a óleo, 10 a carvão, 2 nucleares e 11 bicompostíveis.

O Brasil é certamente a vanguarda no percentual de utilização de recursos renováveis no mundo e a utilização na base do sistema interligado nacional como garantia deste sistema com estas termelétricas a gás de ciclo combinado potencializa a eficiência energética e reduz a emissão de poluentes não só por equipamentos específicos de controle, mas porque o gás também atende de forma mais ampla que outros combustíveis fósseis os 5 aspectos básicos inicialmente mencionados. Lembrando ainda que a nova legislação do gás em processo de aprovação e incentivos a iniciativa privada em investimentos amplia esta base confiável ao SIN e potencializa um aproveitamento adequado da energia do pré-sal no País.

Bibliografia:

(1) Cianciarullo, M.I.; Investimento: Parque Solar x Eólico; Canal Energia (2020). <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53157456/investimento-parque-solar-x-eolico>

- (2) Cianciarullo, M.I.; Panorama de gasodutos e o gás para o Brasil – grupo de estudos do setor elétrico. Canal Energia (2020). <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53145329/panorama-futuro-de-gasodutos-e-o-gas-para-o-brasil>
- (3) Rosa, L.P.; Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. Estudos Avançados 21 (59). (2007).
- (4) EPE – PDE 2029 – Plano Decenal de Expansão de Energia. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2019). <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>
- (5) Olivier, J.G.J., Peters, J.A.H.W.; Trends in Global CO2 and Total Greenhouse Gas Emissions: 2019 Report. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. The Hague (4068). (2020). <https://www.pbl.nl/en/publications/trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report>
- (6) EPE – Energia Termelétrica: Gás Natural, Biomassa, Carvão, Nuclear. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2016) <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-termeletrica-gas-natural-biomassa-carvao-nuclear>
- (7) CEPAL / Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), “Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil e evidências para um grande impulso energético”, Documentos de Projetos (LC/TS.2020/73; LC/BRS/TS.2020/5), Santiago, 2020. <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/45943-indicadores-desempenho-associados-tecnologias-energeticas-baixo-carbono-brasil>
- (8) Water withdrawals by US power plants have been declining. EIA – US Energy Information Administration. (2018). <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37453>
- (9) <https://www.engie.com/>
- (10) Geração Termoelétrica e Emissões Atmosféricas: Poluentes e Sistemas de Controle. IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. (2016). www.energiaeambiente.org.br
- (11) Brasil alcança marca de duas mil usinas de geração de energia em funcionamento. <https://www.ccee.org.br/>
- (12) EPE – Terminais de Regaseificação de GNL no Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2019) <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/terminais-de-regaseificacao-de-gnl-no-brasil-panorama-dos-principais-projetos>

(1) Editorial publicado na Agência CanalEnergia. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/artigos/53163916/termeltricas-e-a-base-do-sistema-energetico-no-brasil>. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

