



Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares

Definição do Programa Nuclear Brasileiro

Uma Necessidade para o Desenvolvimento do País

“Alternatives sources of energy such as wind or solar are too inefficient for fast developing countries [...] The use of nuclear energy could be a way to bridge the socio-economic gap in developing countries”

Dalai Lama - 14 de abril de 2014 - Japão

Apresentação

A ABDAN vem há vários anos promovendo a geração nucleoeletrica no País, mas até o momento apenas duas usinas foram construídas e uma se encontra em construção.

Em comparação com outros países em desenvolvimento, como a Coréia do Sul, China e Índia, o ritmo brasileiro está aquém do que seria desejável. Construir uma usina a cada quinze anos não gera capacitação dos recursos humanos nem da indústria local.

Com as vastas reservas de urânio e conhecimento total do processo da fabricação do combustível nuclear, o Brasil deveria estar muito a frente da situação atual.

O que sempre faltou foram recursos financeiros para viabilizar um Programa contínuo, pelo governo não ter tido uma atitude positiva para a verdadeira implantação do Programa Nuclear Brasileiro.

O estudo que fizemos mostra que o próximo governo pode e deve assumir uma ação proativa no setor.

Antonio Ernesto Ferreira Müller
Presidente

Ronaldo Arthur Cruz Fabrício
Vice-Presidente Executivo

O BRASIL PRECISA DA ENERGIA NUCLEAR JÁ

A ABDAN – Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Atividades Nucleares elaborou este documento “**Novas Usinas Nucleares no Brasil – Uma necessidade para o desenvolvimento do país**”, que tem como objetivo principal apresentar a Vossa Excelência, candidato à Presidência da República do Brasil, a importância da inclusão de novas usinas nucleares na matriz de energia elétrica brasileira. Uma decisão que não é apenas uma alternativa, mas uma necessidade imediata para o desenvolvimento do nosso país como uma nação forte e independente.

Os cenários desenvolvidos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV-SP, cuja credibilidade dispensa comentários, revelaram que o Brasil decidirá o crescimento de sua economia baseado em três alternativas ligadas diretamente a sua capacidade de produção de energia. E estes cenários revelam que o planejamento de crescimento até 2040 passarão obrigatoriamente por decisões extremamente importantes:

- 1- Cenário Conservador – Construir **8 novas unidades nucleares;**
- 2- Cenário Realista – Construir **18 novas unidades nucleares;**
- 3- Cenário Otimista – Construir **23 novas unidades nucleares.**

Seja qual for a decisão, ela deverá ser tomada sob-risco de um colapso energético em nosso país.

É importante ressaltar que o ganho econômico com o estabelecimento desse novo programa, especialmente nas regiões onde essas novas unidades nucleares serão construídas, será sem precedentes. O nível de desenvolvimento econômico significará o surgimento de novas cidades, novas comunidades, milhares de empregos e oportunidades sendo geradas, elevando o nível técnico e tecnológico do país a índices jamais vistos neste segmento, colocando o Brasil definitivamente no Século XXI.

O próximo Governo terá que tomar a decisão já no início de 2015, prazo que poderá viabilizar a entrada em operação das primeiras novas usinas nucleares do país, já a partir de 2024. Mas a iniciativa privada está pronta para dar todo suporte necessário ao Estado para tomar uma decisão. Incluindo a possibilidade de construir em parceria as novas usinas, a exemplo de muitos países, oferecendo a energia ao Operador Nacional do Sistema Elétrico.

EXPANDIR A ENERGIA NUCLEAR: UMA URGÊNCIA PARA O BRASIL

A matriz de energia elétrica do mundo e do Brasil deverão sofrer modificações ao longo dos próximos anos: a primeira, prioritariamente, por pressões ambientais; a segunda, necessariamente, por questões de segurança energética.

Os requisitos de segurança energética e econômica fizeram com que a matriz de energia elétrica mundial atingisse 82% de participação termoelétrica divididas em 67% de energia fóssil (carvão petróleo e gás) e 15% de energia nuclear. Os 67% de energia fóssil produzem energia elétrica com grandes emissões de gases causadores do efeito estufa provocando grande poluição atmosférica (com implicações diretas sobre a saúde pública) e contribuindo fortemente para o aquecimento global do planeta. Os 15% de energia nuclear somado aos 16% de hidroelétrica e 2% de eólica, solar e biomassa, completam os 33% da matriz de hoje, que geram energia elétrica com baixa emissão de carbono no mundo.

O Brasil tem atualmente uma matriz de energia elétrica predominantemente hidroelétrica (76,9%) que tem a vantagem de produzir eletricidade de forma limpa e barata. Por outro lado, a natureza essencialmente hídrica desta matriz tem colocado em risco o Sistema Interligado Nacional, comprometendo a sua segurança energética com a imprevisibilidade das condições climáticas. O racionamento de 2001 e, mais recentemente, a crise energética em 2013, 2014 e, quem sabe, 2015, tem estressado o setor elétrico brasileiro com severas consequências: elevados custos adicionais de geração térmica; poluição ambiental associada; impacto nos custos tarifários; além de elevados riscos de novo racionamento. Entre os cinco países do mundo com maior potencial hidroelétrico, o Brasil está na 4ª posição e é, de longe, o que possui o maior percentual hidroelétrico em sua matriz (China 16,5%, Rússia 15%, Estados Unidos 6%, Brasil 76,9% e Canadá 58,7%). E é o segundo colocado em termos de utilização desse potencial (China 28%, Rússia 9,8%, Estados Unidos 24,5%, Brasil 34,4% e Canadá 38,4%). O Brasil, entre esses países, é o que tem o sistema elétrico mais dependente da hidroeletricidade e, portanto, mais vulnerável a déficits de suprimento de energia em função das condições climáticas. Estes fatos, aliados a uma expansão hidroelétrica sem reservatórios prevista no PDE (2022) – Programa Decenal de Energia do Ministério de Minas e Energia – para os próximos 10 anos, e a perspectiva do esgotamento dos recursos hidroelétricos a partir de meados da próxima década, estão demandando urgentemente uma nova política energética para o país que substitua esse alto percentual hidroelétrico, por uma ampliação da participação térmica, operando em regime de base, com baixo custo operacional e baixo impacto ambiental.

Pressões cada vez maiores da sociedade mundial demandam por modificações substanciais na forma de produzir energia elétrica. Recomendações recentes, IPCC 2014 (Intergovernmental Panel on Climate Change) sugerem uma mudança radical na matriz mundial, para que 80% do suprimento de energia elétrica em 2050 sejam proveniente de um mix de energia elétrica de baixa emissão de carbono: as renováveis; a energia nuclear; a energia fóssil com tecnologia de captura e armazenamento de carbono (CCS) e a bioenergia com CCS. A recomendação é clara: “A única maneira para estabilizar a concentração atmosférica para aceitáveis baixos níveis é de aproximadamente quadruplicar a produção de renováveis, a produção de energia nuclear, a produção de energia fóssil e bioenergia com CCS até 2050. A presença de todos esses energéticos simultaneamente é absolutamente necessária.” O grande desafio, pela frente, será sair dos atuais 33% de energia de baixo carbono e chegar em 2050 com 80% de participação.

O Brasil tem um baixo consumo per capita de eletricidade 2.545KWh/hab/ano e precisará produzir grandes quantidades de energia nos próximos anos, para atingir o patamar mínimo de 6.000KWh/hab/ano. Este valor permitirá elevar o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) brasileiro ao nível dos países desenvolvidos com menor consumo de energia elétrica.

A visualização da matriz de energia elétrica brasileira em 2040 (FGV-SP) mostra um novo perfil de composição das fontes de energia: hidroeletricidade 49%; gás natural 21%; renováveis 12%; nuclear 12%; carvão 4% e petróleo 2%. Esses 12% de nuclear, na futura matriz brasileira, significa uma geração de energia de 183.064GWh, equivalente à geração de Angra 1, 2 e 3 e mais 18 usinas nucleares de 1.100MW, cada uma, operando com um fator de capacidade de 90 %. O Brasil terá que colocar em operação mais 18 usinas nucleares em 25 anos, contados a partir de 2015. Para atingir esta meta, em 2040, será necessário que entre em operação uma usina nuclear a cada ano, já a partir de 2024 até 2038 e, sendo exato, mais quatro usinas entre 2038 e 2040. A título de comparação, a China constrói neste momento 29 usinas nucleares, simultaneamente, iniciará brevemente a construção de mais 57 e está prevendo incorporar mais 118 usinas nucleares, tudo até 2030. Além de outros países como Estados Unidos e França, por exemplo, o atual programa de desenvolvimento de usinas nucleares na China poderá ser uma boa base de informação, como subsídio para elaboração do novo modelo brasileiro, de como se estruturar para construir essas novas e urgentes usinas nucleares do país.

Para uma usina nuclear entrar em operação em 2024 será necessário que a decisão seja tomada no início de 2015, pois a concretização do empreendimento dura aproximadamente 10 anos. Esta decisão deve olhar os anos futuros pós 2024, visualizando o programa como um todo. Isto permitirá que se possa negociar com antecedência e maior poder de barganha as encomendas de novos reatores e equipamentos do programa, sem pôr em risco os tempos de entrega, dado o elevado aumento da demanda mundial por energia nuclear. Permitirá também, que todos os agentes envolvidos, inclusive a formação de pessoal, possam se estruturar adequadamente.

Por outro lado o grande potencial uranífero do país – **combustível brasileiro** - caracterizado pelas reservas atuais (7ª reserva mundial) e as perspectivas futuras deixam o Brasil numa posição de tranquilidade com

relação ao suprimento de combustível para esse programa e para outros futuros. Esta vantagem estratégica é fundamental para a independência energética do país, evitando importações de outros energéticos como carvão mineral e gás natural

A energia nuclear é uma produção termoelétrica que tem uma das maiores taxas de calor entre as fontes térmicas de geração, e não emite gases de efeito estufa. É uma produção de energia em larga escala que opera com elevado fator de capacidade e que se configura como energia de base no sistema elétrico, ocupando uma pequena área física e utilizando um combustível potente e de preço extremamente competitivo. **É importante dizer que para gerar, por exemplo, 225 Mwe, uma usina nuclear requer apenas 25 acres: para gerar a mesma potência, uma usina solar necessita de 2.400 acres e a eólica um espaço de 60 mil acres.** Com essas características a energia nuclear se torna uma fonte fundamental para a produção de eletricidade e, sobretudo, para alavancar o crescimento socioeconômico dos países em desenvolvimento.

De acordo com a WNA (World Nuclear Association 2014) o mundo tem 434 usinas nucleares em operação e está construindo, novas 72, tem 173 para iniciar a construção e mais 309 propostas, todas para entrarem em operação antes de 2030, o que configura definitivamente a opção nuclear como um dos grandes participantes, no cenário energético mundial, para os próximos anos.

O Governo brasileiro terá que assumir um papel ativo trabalhando em conjunto com todos os interessados a fim de ultrapassar obstáculos e obter os resultados pretendidos. Assumir a liderança do processo de comunicação com o público, informando sobre todo o processo de geração nuclear, de modo a informá-los corretamente. Igualmente equacionar na definição da participação do capital privado, tendo em vista a quantidade de usinas a serem construídas, o volume de investimento correspondente, a velocidade de construção e a concretização do empreendimento na data programada.

Neste sentido cabe destacar que um comprometimento claro e estável em relação à energia nuclear, como parte da estratégia nacional e para cumprimento da política energética a ser definida é um pré-requisito fundamental para o sucesso de um programa nuclear como pode ser deduzido observando países como Coreia do Sul, China, Índia, Rússia, França, Estados Unidos etc.

Os estudos de sítio nuclear realizados, pela Eletrobras Eletronuclear, para todo território nacional, fornecem os elementos para a escolha dos locais onde deverão ser instaladas as unidades do programa. Todos esses sítios candidatos foram selecionados permitindo a construção de centrais nucleares, em cada um deles, com até seis unidades. A escolha de três sítios seria suficiente para abrigar todas as novas usinas nucleares, o que poderia fazer parte, também, da nova política energética para o país. Segundo o estudo da FGV-SP, eles podem variar de oito até 23 unidades, embora um cenário realista 18 unidades seriam suficientes até 2040.

Em suma, a energia nuclear proporcionará uma ampliação da oferta de energia elétrica no país, reduzindo os riscos de déficits, principalmente nos períodos hidrológicos secos, além de agregar um aumento significativo de

energia de base ao Sistema Interligado Nacional, em atendimento à política de diversificação da matriz energética do país. Assegurar o atendimento da demanda crescente, em longo prazo, contribuindo com as metas do IPCC 2014, de redução das emissões de gases de efeito estufa, diminuindo a poluição atmosférica e contribuindo para a redução do aquecimento global do planeta.

O Brasil precisará se estruturar, de imediato, para poder colocar uma usina nuclear em operação por ano, a partir de meados da próxima década.

Cabe ao próximo Governo a grandiosa tarefa de pôr em prática a nova era do setor elétrico brasileiro, definindo o novo mix energético, onde a energia nuclear terá um papel fundamental para a segurança energética, econômica, e ambiental do Sistema Elétrico Brasileiro e do desenvolvimento socioeconômico do país.

MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA

MUNDO

Como se pode observar, a matriz de energia elétrica mundial (2010), descrita na figura 1, é fortemente dependente das usinas termelétricas: carvão, gás, óleo e nuclear totalizando 82% do atendimento da demanda global. Separando a nuclear (15%), verifica-se que a energia fóssil predomina com 67% da participação total. Só o carvão é responsável por 41% desta matriz.

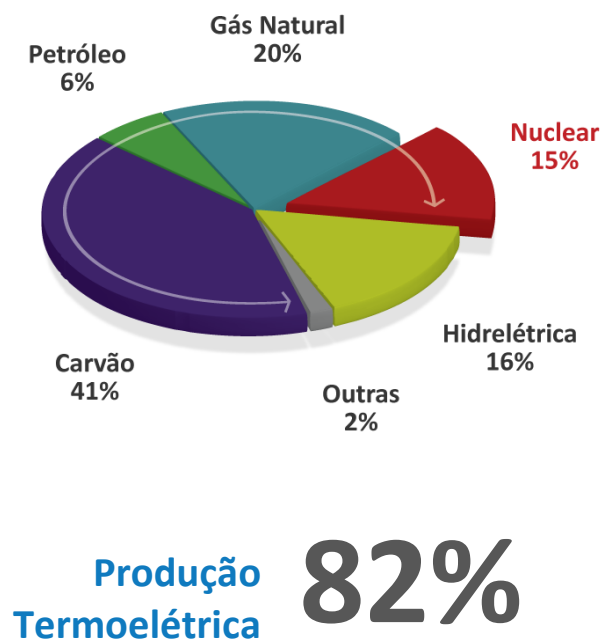


Fig. 1 - Matriz de energia elétrica mundial - 2010

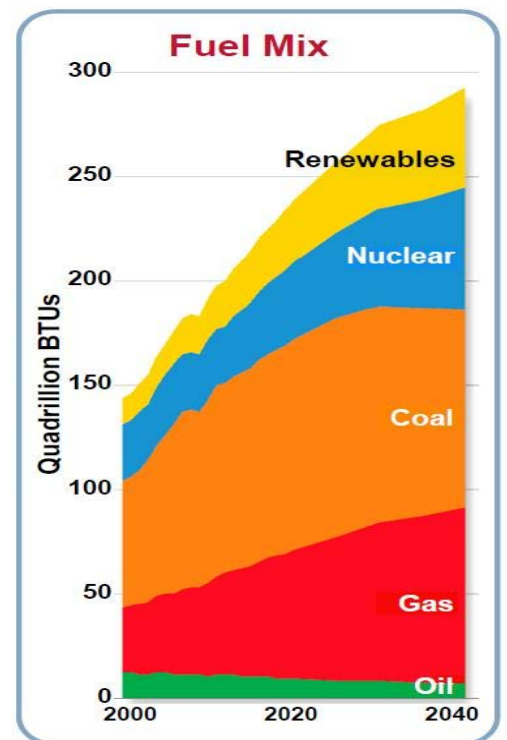


Fig. 2 - Outlook for Energy 2012 - ExxonMobil

Fazendo-se a soma de 2% (renováveis) com hidrelétricas 16% e nuclear 15% pode-se afirmar que da totalidade da produção de energia elétrica mundial, apenas 33% é de “energia limpa”, ou seja, com baixa emissão de gases de efeito estufa.

É claro que esta matriz está em mutação e que a pressão mundial para redução das emissões de gases de efeito estufa, é um fator importante na busca por energias mais limpas.

Apesar de todas as pressões, a continuar as tendências atuais, as mudanças deverão ser lentas como se pode observar na figura 2, segundo estimativas apresentadas no Outlook for Energy 2012 – ExxonMobil. A expectativa é de que a matriz de energia elétrica mundial caminhará na direção de uma menor participação do carvão e do petróleo, energias que deverão ser substituídas por uma ampliação das renováveis, do gás natural e das nucleares, numa proporção que dependerá, naturalmente, de fatores técnicos, econômicos e ambientais, mas principalmente das iniciativas de cada um desses setores na boa condução de seus negócios e, regionalmente, das potencialidades e características de cada país.

Por outro lado, recomendação recente do IPCC 2014 (Intergovernmental Panel on Climate Change – Summary for Policy Makers in Climate Change 2014, Mitigation on Climate Change) sugere uma mudança mais radical, nesta matriz, onde 80% do suprimento de energia elétrica em 2050 deverão provir de um mix de energia elétrica de baixa emissão de carbono (fig. 3): as renováveis, a energia nuclear, a energia fóssil e a bioenergia, ambos com tecnologia de captura e armazenamento de carbono (CCS). A recomendação é clara: a única maneira de estabilizar a concentração atmosférica para aceitáveis baixos níveis é de, aproximadamente, quadruplicar a produção de renováveis, de geração nuclear de energia fóssil e bioenergia com (CCS) até 2050. Todos esses energéticos são absolutamente necessários.

Lifecycle CO2 Emissions from Electric Sources

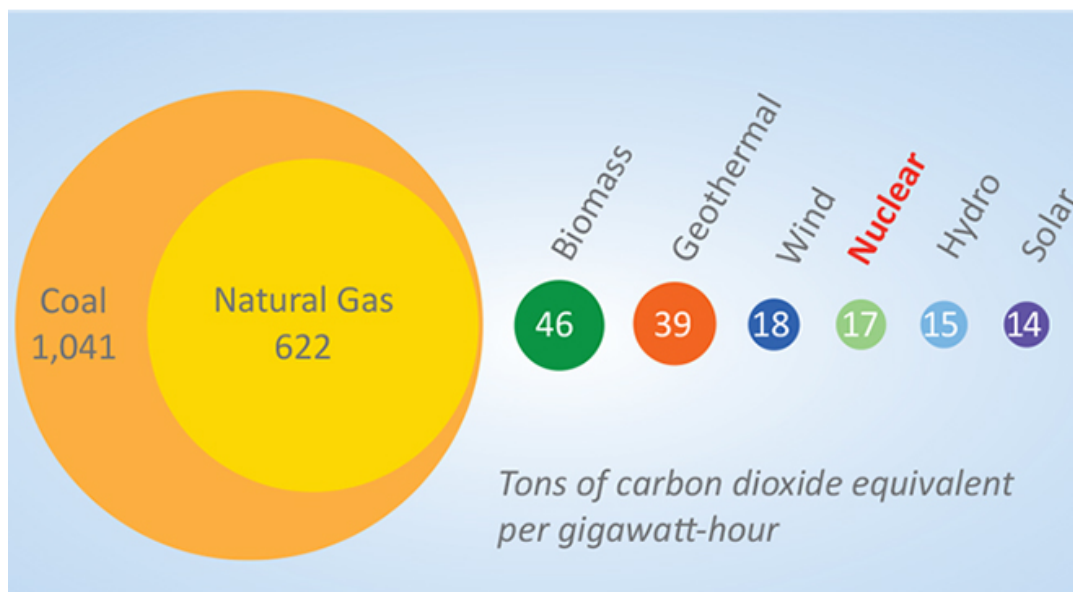


Fig. 3

O grande desafio será evoluir dos atuais 33% de energia de baixo carbono para 80% em 2050, conforme a meta mundial do IPCC 2014. A

indústria nuclear precisará se adaptar a essa nova realidade para suprir a grande demanda por novas usinas nucleares, decorrentes desta meta, e da grande quantidade de energia elétrica a ser produzida, oriunda do desenvolvimento socioeconômico de vários países do planeta, inclusive o Brasil.

BRASIL

A capacidade instalada relativa aos empreendimentos de geração constantes do Sistema Interligado Nacional - SIN, incluindo a parcela de Itaipu importada do Paraguai, totalizou 118,3 mil MW em 31/12/2012.

Esta capacidade instalada por tipo de fonte do parque gerador existente está apresentada na figura 4 e mostra os valores relativos, do SIN, em termos de potência instalada.

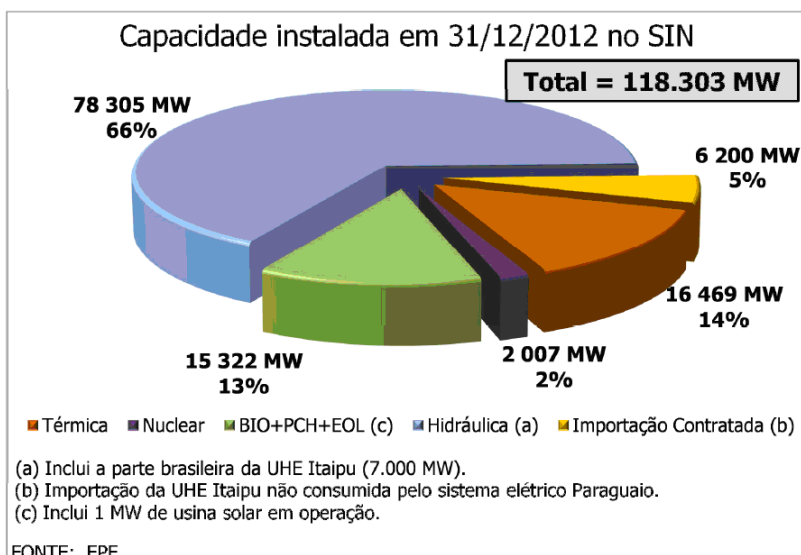
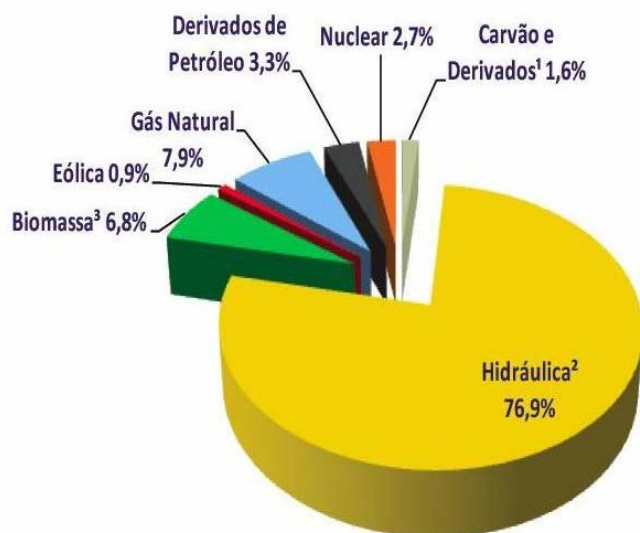


Fig. 4 - Capacidade instalada por tipo de fonte – 2012 – EPE

A potência instalada indica o valor máximo que o Sistema pode produzir. Entretanto, dada às diferenças de fatores de capacidade de cada fonte, é a produção de energia que melhor expressa a participação real na produção anual de energia, conforme apresentado a seguir. A hidroelétrica tem o seu fator de capacidade com a marca de 45 % e a Eólica apenas 33 %.

A matriz de energia elétrica brasileira está representada na figura 5, agora com a participação de cada fonte na produção total do país no ano de 2012.



Geração hidráulica² em 2012:
455,6 TWh

Geração total² em 2012:
592,8 TWh (67.671 MW médios)

¹ Inclui gás de coqueria

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras recuperações.

Fig. 5 - Energia produzida em 2012 – ANEEL

Observe-se o alto percentual de 76,9% de participação hidráulica em termos de produção anual de energia. A hidroeletricidade foi priorizada no Brasil, desde a década de 60. O planejamento da expansão de oferta da energia elétrica começou pela exploração do potencial hidráulico disponível nas bacias hidrográficas das regiões sudeste, sul e nordeste, onde a infraestrutura para o seu aproveitamento era de mais fácil acesso, até chegar a esse elevado percentual.

Pelo fato dessa matriz ser predominantemente hidroelétrica, o Sistema Interligado Nacional, fica de tempos em tempos, sob estresse sujeito a riscos de falta de suprimento de energia. Foi o caso em 2001 e está sendo agora em 2014, e quem sabe, 2015, com a redução significativa na acumulação dos reservatórios, como consequência do agravamento das atuais condições climáticas. Essa situação tende a se agravar na medida em que se expande a participação hidroelétrica sem os correspondentes reservatórios de acumulação. O potencial hidroelétrico remanescente, além de situar em bacias hidrográficas mais distantes dos grandes centros de consumo, está, basicamente, localizado na região amazônica, que apresenta pouca declividade com rios que se caracterizam como de planície. Neste sentido, torna-se difícil, planejar e construir grandes reservatório de regularização plurianual nos rios da região norte, pela inexistência de locais adequados, sem implicar em áreas inundadas excessivas, com profundidades médias reduzidas.

Mesmo assim, o prosseguimento do programa hidroelétrico no Brasil passa pela construção de usinas nos rios da região norte, como está ocorrendo com os empreendimentos do Rio Madeira (Jirau e Santo Antônio), Xingu (Belo Monte) e Baixo Tapajós, todos no âmbito do Programa Decenal de Energia - PDE(2022) do Ministério de Minas e Energia. Estas usinas todas a fio d'água, estão distantes dos principais centros de carga do país, o que exige sistemas de transmissão da ordem de 2.500 km, atravessando a floresta amazônica.

A título de ilustração, a figura 6 confirma que, mesmo com a construção dessas hidroelétricas nos 10 anos do PDE (2022), a expansão da capacidade de armazenamento crescerá apenas 2% contra 50% de aumento de carga, mostrando a saturação do sistema de acumulação e confirmando a diminuição

relativa cada vez maior da capacidade de regularização do sistema hidroelétrico brasileiro.

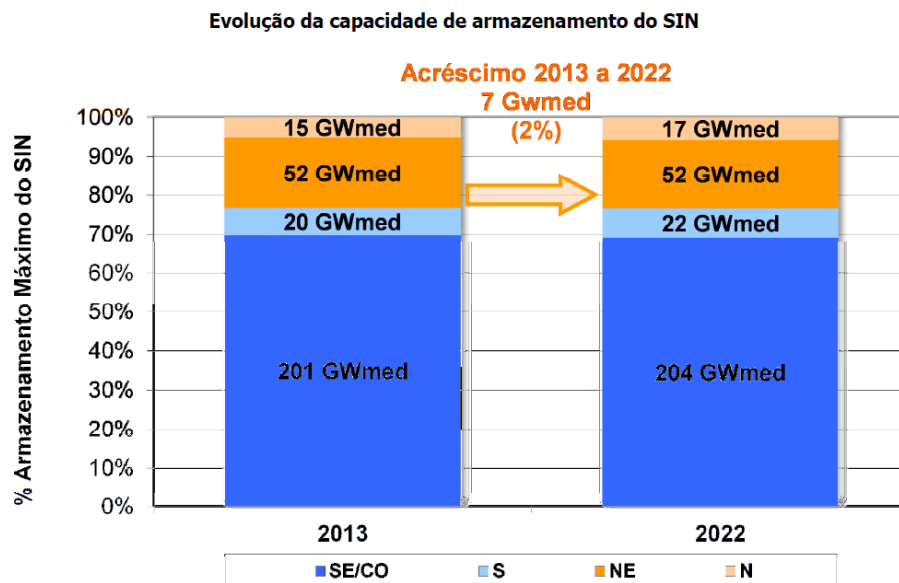


Fig. 6 - Evolução da capacidade de armazenamento do SIN

É curioso constatar que o Brasil, entre os cinco países de maior potencial hidroelétrico do mundo (fig. 7), é o que tem a sua matriz com maior potencial hídrico: Brasil 76,9% (fig. 5), Canadá 58,7% (fig. 12), China 16,5% (fig. 9), Rússia 15% (fig. 10) Estados Unidos 6% (fig. 11). E também, o que utiliza, a exceção do Canadá, o maior percentual de energia hídrica em relação ao potencial disponível (fig. 8): Canadá 38,4%, Brasil 34,4%, China 28%, Estados Unidos 24,5%, Rússia 9,8%. **Ou seja, o Brasil, entre estes países, é o que tem o sistema elétrico mais dependente da hidroeletricidade e, portanto, mais vulnerável a déficits de suprimento de energia em função das condições climáticas.**

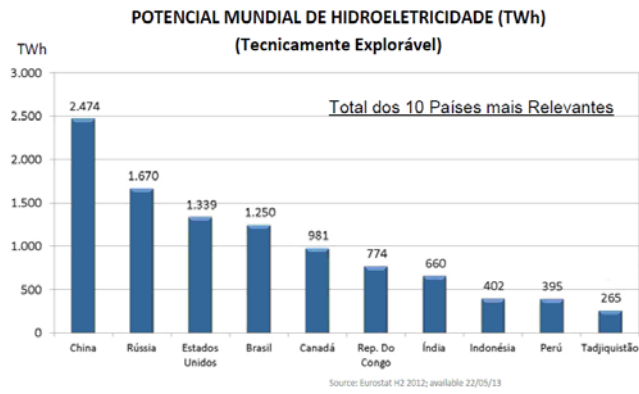
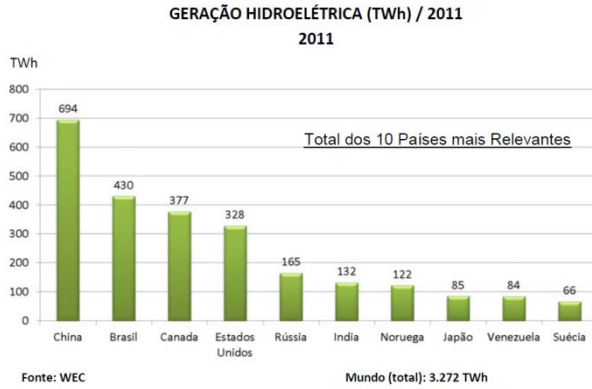


Fig.

7



7

Fig. 8

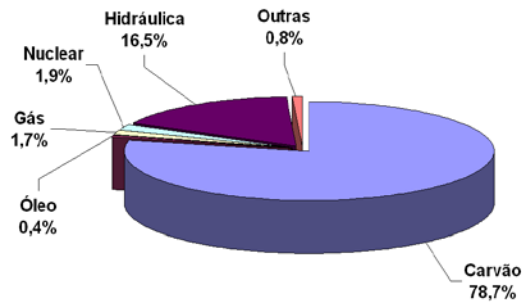


Fig. 9 - China - 2010

Electricity Production from All Energy Sources in 2011 (Russian Federation & U.S.S.R., GWh)

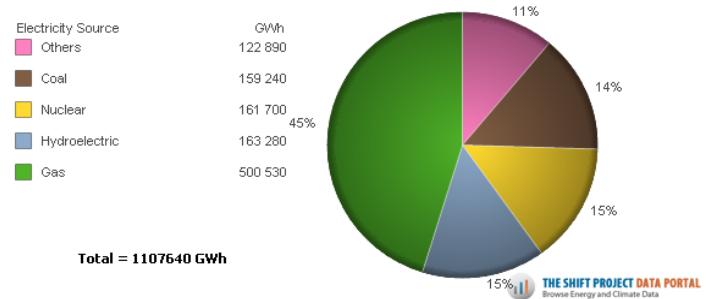


Fig. 10 - Rússia - 2011

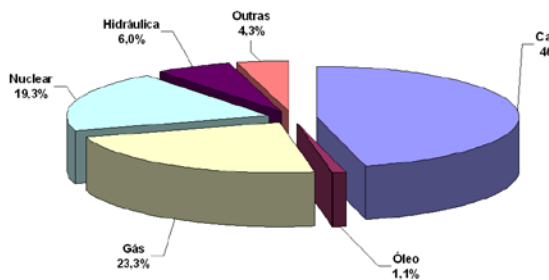


Fig. 11 - Estados Unidos - 2012

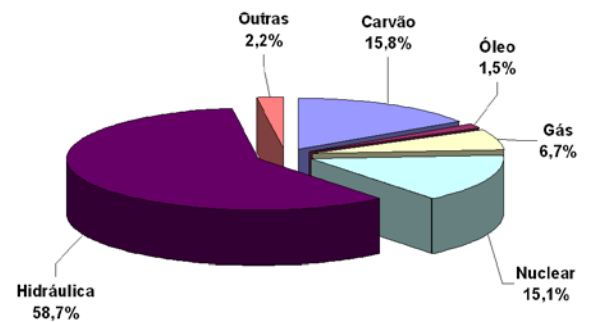


Fig. 12 - Canadá - 2010

12

De toda maneira não há como planejar a expansão de um sistema predominantemente hidroelétrico com déficit zero de suprimento de energia. Contrariamente em um sistema térmico, o risco de déficit de suprimento de energia é praticamente zero. Neste sistema a geração de energia dependerá, apenas, da disponibilidade de combustível, o que é previsível, desde que haja, evidentemente, potência disponível.

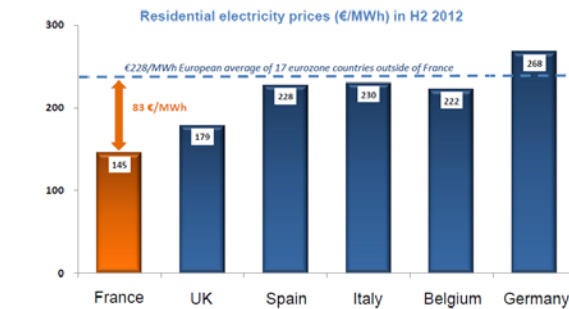
Estes fatos mostram a necessidade de uma ampliação da participação térmica, operando em regime de base e com baixo custo operacional, na matriz de energia elétrica do sistema elétrico nacional, para dar maior tranquilidade ao suprimento energético. Convém salientar, entretanto, que o mix térmico existente hoje no país, além de insuficiente e, em sua grande parte, inadequado para operação econômica em regime de base, tem imposto pesado ônus à matriz energética brasileira neste momento de escassez hídrica, além de uma grande poluição atmosférica associada. Isto explica o custo da energia ter atingido o elevado pico de R\$ 822,83/MWh recentemente, inadmissível para qualquer economia e muito menos à brasileira, impondo barreiras extraordinárias para o crescimento econômico do país.

O Brasil dispõe de recursos energéticos para realizar esta geração térmica de base através do carvão mineral do sul do país, gás natural e urânio. Cada uma destas fontes possui importantes características que justificam sua respectiva participação na composição da matriz de energia elétrica brasileira. A definição desses níveis, ao longo do tempo, é uma tarefa importante do processo decisório relativo ao Setor Energético, cuja escolha é fundamental para a definição da política energética a ser adotada no país.

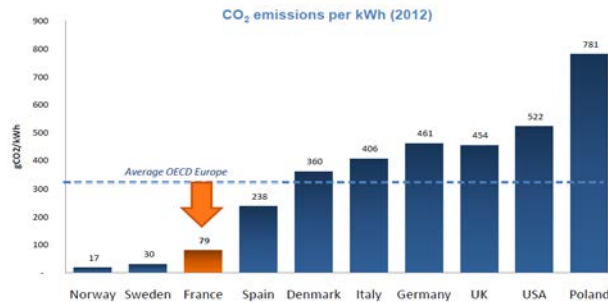
O uso da tecnologia nuclear tem vantagens comparativas que justificam seu aumento de participação no mix energético brasileiro. As usinas nucleares do país são importantes para a segurança, economicidade e a confiabilidade da operação do sistema elétrico. Essas usinas produzem eletricidade com alto fator de capacidade e baixo custo operacional, o mais baixo entre todas as fontes térmicas, contribuindo para baixar o custo total e, como consequência, a tarifa de energia elétrica. Neste particular a França, que tem um sistema predominantemente nuclear (75,5% - Fig. 15) tem uma das menores tarifas a nível residencial da Europa como pode ser visto pela figura 13. A opção nuclear viabiliza, também, a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que não são emitidos gases de efeito estufa pela sua operação. As emissões advindas da fabricação de combustível nuclear são extremamente baixas. De novo, a França, servindo de exemplo, de um país europeu com uma das menores emissões de CO₂ na atmosfera (Fig. 14).

Por outro lado, a Alemanha tem a tarifa residencial mais cara da Europa, além de ser um país com uma das maiores emissões de CO₂ da comunidade europeia (Figuras 13 e 14). Na realidade, o programa alemão de substituição das nucleares pelas renováveis tem imposto pesado ônus sobre os consumidores alemães. Para pagar essa aventura verde, o subsídio veio sob a forma de aumentos na tarifa. A nível residencial o aumento foi de 47%, somente no ano de 2013. Isto significa que cada alemão está pagando mais 230 Euros por ano pela mesma energia que consumia. E que o país, como um todo, passou a gastar anualmente mais de dois bilhões de Euros. A inadimplência, nas contas de energia elétrica, da classe pobre da Alemanha tem aumentado. A indústria alemã tem perdido competitividade, uma vez que o

preço da tarifa industrial subiu, nesse mesmo período, e pelas mesmas razões, 46%. A indústria alemã está em dificuldades, pois a tarifa de energia industrial comparada com a França e com a Holanda é 40% superior e 15% superior à média dos países europeus. Como se não bastasse houve aumento, também durante o ano de 2013, de 1,8% nas emissões de gases de efeito estufa, devido à ampliação da geração a carvão, para compensar a saída de algumas usinas nucleares que as intermitências da energia eólica e solar não puderam suprir (Fig. 16). Neste mesmo período a Europa como um todo reduziu 1,3% das emissões de CO₂.



Source: Eurostat H2 2012; available 22/05/13



Source: IEA Facts 2012

Fig. 13 - Fonte: Eurostat 2012
Fig. 14 - Fonte: IEA Facts 2012

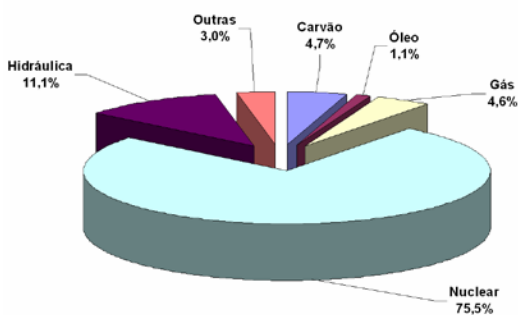
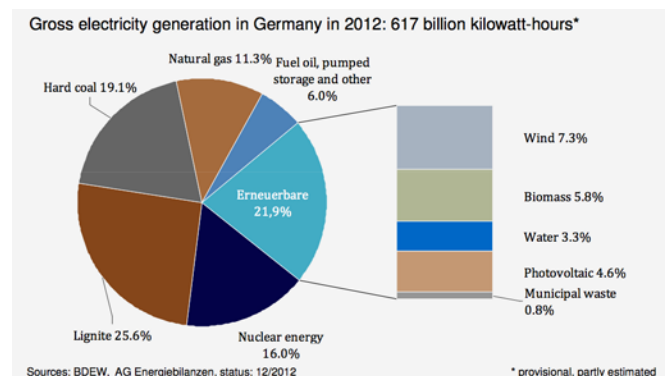


Fig. 15 - França - 2010 - Fonte: IEA Data Services
Fonte: Fraunhofer ISE



Sources: BDEW, AG Energiebilanzen, status: 12/2012

* provisional, partly estimated

Fig. 16 - Alemanha - 2012 -

Finalizando, dadas as grandes reservas de urânio do país e o fato do Brasil controlar a tecnologia completa do ciclo do combustível nuclear, incluindo o enriquecimento do urânio, o país também se beneficiará do acréscimo do uso

da geração nuclear sob o ponto de vista da independência energética, evitando que o Brasil possa vir a importar gás natural e carvão mineral. A comparação de custo entre as diversas fontes, incluindo as renováveis, desde que com os custos nivelados, apresentam vantagens competitivas para as novas tecnologias nucleares, planejadas para serem construídas no Brasil, a geração III e III+.

EVOLUÇÃO DA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA (CENÁRIOS)

Embora o Brasil ocupe uma posição privilegiada em termos de produção de energia (10º no ranking internacional), o país sofre profundas desigualdades sociais e grandes disparidades regionais que podem ser deduzidas, observando-se seu baixo consumo per capita. O consumo de eletricidade no Brasil per capita no ano de 2012 foi de 2.545KWh/hab/ano, (ver fig. 17), o que é inferior à média mundial e mais baixo do que o consumo per capita da Argentina e do Chile. Consistente com a necessidade de expandir a capacidade instalada e prover acesso universal à eletricidade, o Plano de Expansão de Energia para os próximos 10 anos – PDE(2022), do Ministério de Minas e Energia, é a continuidade do esforço para reduzir esta disparidade. Um longo caminho deve ser percorrido. O Brasil para se desenvolver, precisa atingir pelo menos 6.000KWh/hab/ano, patamar mínimo exigido para se colocar entre os países de alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), tarefa que exigirá grandes esforços em várias direções. O Sistema Elétrico Brasileiro precisará passar por profundas modificações nos próximos 10, 20, 30 ou mesmo 40 anos para atingir esta meta. Não se pode desperdiçar qualquer fonte de recurso energético disponível no país, que deverá estar preparado para este desafio.

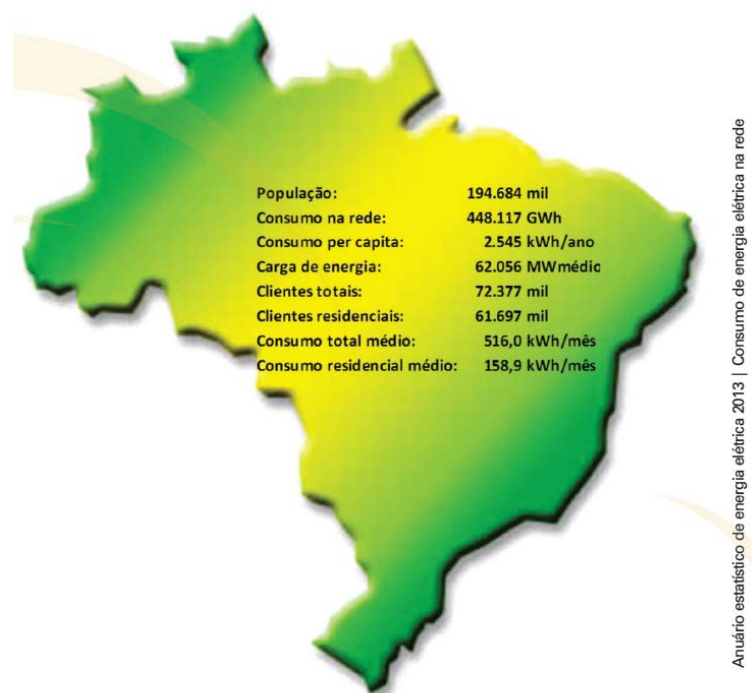


Fig. 17 – Brasil: informações referentes a 2012 – EPE

Para facilitar esta visão e como forma de mostrar prováveis evoluções da nossa matriz, estudo recente da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), publicado em julho de 2013, apresenta um panorama da matriz elétrica para o ano 2040, portanto para aproximadamente daqui a 25 anos, considerando três diferentes cenários de desenvolvimento do país.

No primeiro cenário (fig. 18), em que o crescimento econômico é maior em curto prazo (4% ao ano até 2017) e menor em longo prazo (de 3% ao ano), a hidroeletricidade responderá por 57% da energia elétrica, o gás natural por 17%, seguido da nuclear e biomassa, ambos com 8%, do carvão 5%, da eólica 3% e óleo 2%.

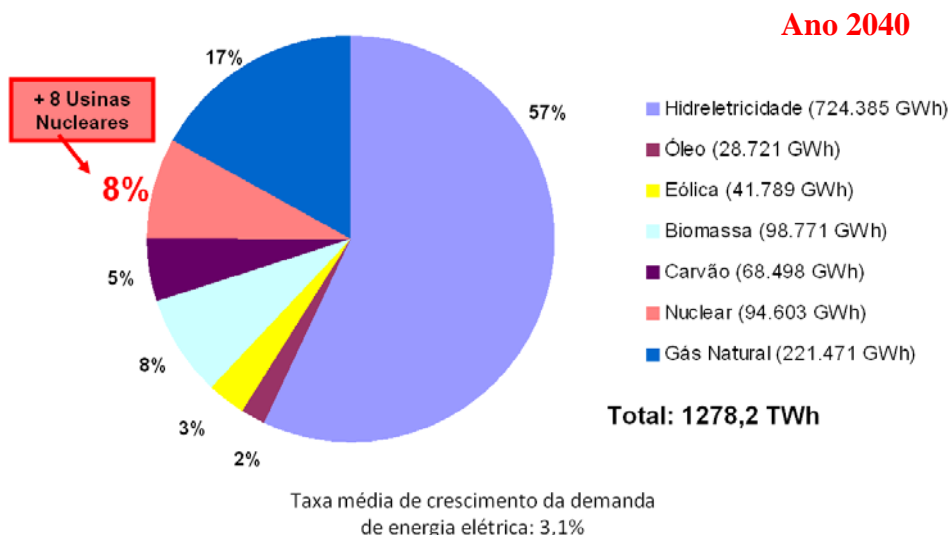


Fig. 18 – Cenário 1 – FGV-SP – 2013

No segundo cenário (fig. 19), o estudo faz uma projeção de crescimento econômico baixo no curto prazo (de 2,5% ao ano) e num momento posterior a economia se reajusta e chega ao patamar de 4% ao ano. Nesse contexto, a hidroeletricidade corresponderá a 49% da energia elétrica gerada e as demais com 21% (gás natural), 12% (nuclear), 6% (biomassa e eólica), 4% (carvão) e 2% (óleo).

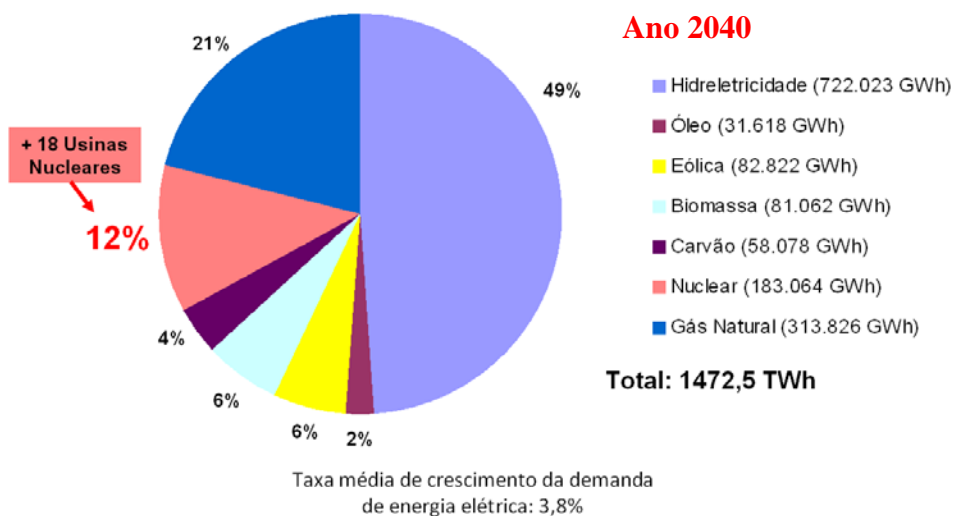


Fig. 19 – Cenário 2 – FGV-SP – 2013

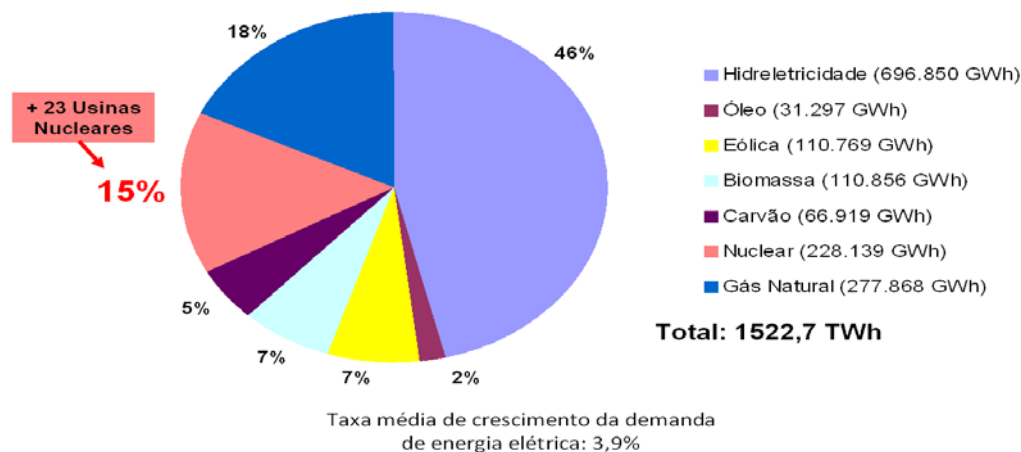


Figura 20

Evidentemente que cenários são desenvolvidos com o objetivo de orientar políticas e decisões, no presente, que possam ser tomadas com a devida antecedência, e assim viabilizar melhores caminhos para o setor elétrico e do país.

Neste caso, estes três cenários implicam, respectivamente, na construção de mais 8, 18 ou 23 novas usinas nucleares, pós Angra 3, de modo a permitir a participação percentual necessária no horizonte 2040 considerado, compondo respectivamente o referido mix de geração.

A diversificação da matriz cria condições necessárias para minimizar a dependência física e/ou climática da produção de eletricidade. Essa diversificação deve ocorrer a custos competitivos, incluindo uma maior participação na construção de centrais nucleares, em função das inovações introduzidas com as novas tecnologias, a geração III e III+ de reatores nucleares.

Uma análise destes três cenários, para o caso da fonte nuclear, está representada na figura 21. Tomam-se como base 10 anos como período de tempo necessário entre a tomada de decisão e o tempo de entrada em operação de uma usina nuclear (fig. 22). Considera-se que o início de construção seria a partir de 2015, compatível com o início do próximo governo. Observa-se que a viabilização desses cenários implicará nas seguintes decisões:

Cenário 1: Iniciar a partir de 2015 a construção de 1 usina nuclear a cada 2 anos.

Cenário 2: Iniciar a partir de 2015 a construção de 1 usina a cada ano, sendo que, a partir de 2038, duas usinas por ano.

Cenário 3: Iniciar, a partir de 2015, 3 usinas a cada 2 anos.

Da análise desses cenários, observa-se a urgência na definição e decisão de implantação das novas usinas nucleares no Brasil, pós-Angra 3, de modo que o mix energético formado ao longo do tempo propicie a segurança energética, econômica e ambiental ao Sistema Elétrico Brasileiro.

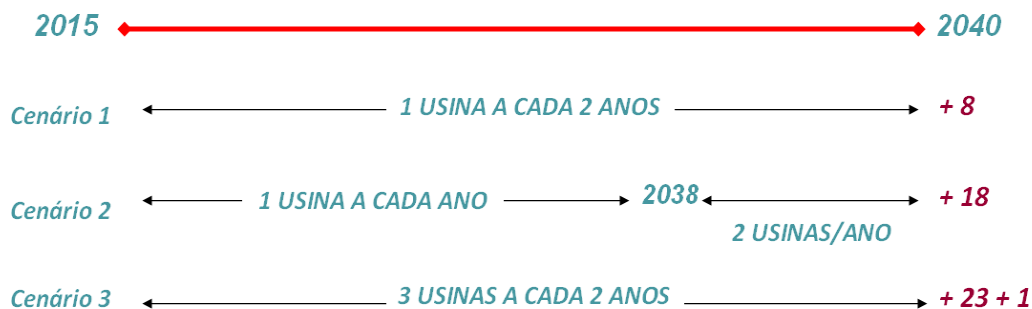


Fig. 21 - Programa de construção de novas usinas nucleares

Item	Descrição	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11
1	Seleção e Aquisição de Sítio											
2	Licenciamento do Sítio, Ambiental e Nuclear (inicial)											
3	Licenciamento Nuclear para Operação											
4	Contratação do EPC / Fabricação de componentes pesados											
5	Construção e Montagem											

Fig. 22 - Programa de construção de novas usinas nucleares

Observe-se que o cenário 2 tem como premissa para o desenvolvimento para a economia do Brasil, uma projeção do crescimento baixo no curto prazo (2,5% de crescimento do PIB ao ano) e no momento posterior a economia se reajusta e chega ao patamar de crescimento de 4% ao ano. Este cenário se aproxima bastante do que se espera hoje da economia do país para os próximos anos.

O suporte de energia elétrica, para esse crescimento, já foi apresentado na figura 19 e implica na construção até 2040 de 18 usinas nucleares de 1.100MW, aproximadamente.

O PNE 2030 – MME – Plano Nacional de Energia, previu para a entrada em operação até 2030 mais 4 usinas nucleares. Tomar a decisão em 2015 significará ter essas 4 usinas entrando em operação numa sequência de intervalos de 1 ano e meio, aproximadamente, iniciando a partir de 2024/2025. Olhando para o cenário 2 e para o pós 2030, a continuidade do programa se daria com a entrada em operação de 1 usina por ano, entre 2031 até 2036 e, a partir daí, 2 usinas por ano até 2040, completando as 18 unidades previstas no cenário.

É claro que, esse quadro, pode parecer, num primeiro momento inatingível, mas é importante frisar que ele é decorrente da necessidade futura

da demanda de energia elétrica brasileira e que essa participação nuclear representa apenas 12% do mix energético em 2040 contra 21% do gás natural, 12% das renováveis, 49% das hidrelétricas 4% e 2 %, respectivamente, para o carvão e o petróleo. Reconhecer a dificuldade na execução desses cenários, seria semelhante a reconhecer que o Brasil não poderia crescer na taxa média de 4% ao ano, número, no entanto, que é considerado razoável pelos economistas, para o porte e necessidades da economia brasileira. É bom notar que neste instante somente a China está construindo, simultaneamente, 30 usinas nucleares e programando construir mais 57 até 2030 (fig. 23), também que no passado a França construiu e colocou em operação 40 usinas nucleares em 10 anos (fig. 32). Olhando esses números poderíamos indagar: o que o Brasil precisará fazer para construir mais 4 usinas nucleares até 2030 e prosseguir com mais 14 até 2040?

Em recente encontro internacional realizado em novembro de 2013, em Recife, Pernambuco, INAC 2013 – International Nuclear Atlantic Conference, a Cnen (“A atividade de regulação de reatores nucleares: uma visão prospectiva”) e a INB (“The Nuclear Fuel Cycle in Brazil”) fizeram apresentações mostrando os caminhos que o Brasil precisa seguir, sobretudo na área regulatória e de combustível para poder viabilizar a realização deste programa. Um comprometimento claro e estável em relação à energia nuclear, como parte de uma estratégia nacional para cumprimento de uma política energética e de objetivos ambientais, é um pré-requisito para um programa nuclear de sucesso. O governo terá que assumir um papel ativo, trabalhando em conjunto com todos os interessados, a fim de ultrapassar os obstáculos e atingir os objetivos.

É de certa forma, angustiante, perceber o imediatismo brasileiro em não captar esta visão estratégica e transformá-la em decisões de curto prazo para que os caminhos necessários se viabilizem no futuro. É urgente que se possa perceber as várias decisões que precisam ser tomadas no campo energético, como por exemplo, o novo programa nuclear brasileiro, e a implementação das ações a esse respeito. Uma decisão tomada em 2015 viabilizará a entrada em operação de novas unidades nucleares a partir de 2024/2025. Anos em que o potencial hidroelétrico brasileiro deverá estar se esgotando.

Observe-se que, passados três anos do acidente de Fukushima é cada vez mais claro que o uso da energia nuclear vai continuar a crescer nas próximas décadas. Muitos países com programas nucleares existentes planejam expandi-los. Outros países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento pretendem introduzir a energia nuclear. Note-se na figura 23 que, na data atual (maio/2014), encontram-se em construção no mundo 72 usinas nucleares e estão sendo planejadas mais 173, todas para entrarem em operação antes de 2030, ou seja: num período de 16 anos, contatos a partir deste ano de 2014. Note-se também o elevado número de 309 novas usinas, propostas a entrarem em operação nesse horizonte de 2030. Esse quadro configura definitivamente a opção nuclear como um dos grandes “players” no cenário energético mundial para os próximos anos.

COUNTRY	NUCLEAR ELECTRICITY GENERATION 2012		REACTORS OPERABLE		REACTORS UNDER CONSTRUCTION		REACTORS PLANNED		REACTORS PROPOSED		URANIUM REQUIRED 2014 tonnes U
	billion kWh	% e	April 2014		April 2014		April 2014		April 2014		
			No.	MWe net	No.	MWe gross	No.	MWe gross	No.	MWe gross	
Argentina	5.9	4.7	2	935	2	772	0	0	3	1600	213
Armenia	2.1	26.6	1	376	0	0	1	1060			87
Bangladesh	0	0	0	0	0	0	2	2000	0	0	0
Belarus	0	0	0	0	1	1200	1	1200	2	2400	0
Belgium	38.5	51.0	7	5943	0	0	0	0	0	0	1017
Brazil	15.2	3.1	2	1901	1	1405	0	0	4	4000	325
Bulgaria	14.9	31.6	2	1906	0	0	1	950	0	0	321
Canada	89.1	15.3	19	13553	0	0	2	1500	3	3800	1784
Chile	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4400	0
China	92.7	2.0	20	17055	29	33035	57	61235	118	122000	6296
Czech Republic	28.6	35.3	6	3766	0	0	2	2400	1	1200	563
Egypt	0	0	0	0	0	0	1	1000	1	1000	0
Finland	22.1	32.6	4	2741	1	1700	0	0	2	2700	480
France	407.4	74.8	58	63130	1	1720	1	1720	1	1100	9927
Germany	94.1	16.1	9	12003	0	0	0	0	0	0	1889
Hungary	14.8	45.9	4	1889	0	0	2	2400	0	0	357
India	29.7	3.6	21	5302	6	4300	22	21300	35	40000	913
Indonesia	0	0	0	0	0	0	1	30	4	4000	0
Iran	1.3	0.6	1	915	0	0	1	1000	1	300	174
Israel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1200	0
Italy	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17000	0
Japan	17.2	2.1	48	42569	3	3036	9	12947	3	4145	2119
Jordan	0	0	0	0	0	0	1	1000			0
Kazakhstan	0	0	0	0	0	0	2	600	2	600	0
Korea DPR (North)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	950	0
Korea RO (South)	143.5	30.4	23	20656	5	6870	6	8730	0	0	5022
Lithuania	0	0	0	0	0	0	1	1350	0	0	0
Malaysia	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2000	0
Mexico	8.4	4.7	2	1600	0	0	0	0	2	2000	277
Netherlands	3.7	4.4	1	485	0	0	0	0	1	1000	103
Pakistan	5.3	5.3	3	725	2	680	0	0	2	2000	99
Poland	0	0	0	0	0	0	6	6000	0	0	0
Romania	10.6	19.4	2	1310	0	0	2	1310	1	655	179
Russia	166.3	17.8	33	24253	10	9160	31	32780	18	16000	5456
Saudi Arabia	0	0	0	0	0	0	0	0	16	17000	0
Slovakia	14.4	53.8	4	1816	2	942	0	0	1	1200	392
Slovenia	5.2	53.8	1	696	0	0	0	0	1	1000	137
South Africa	12.4	5.1	2	1830	0	0	0	0	6	9600	305
Spain	58.7	20.5	7	7002	0	0	0	0	0	0	1274
Sweden	61.5	38.1	10	9508	0	0	0	0	0	0	1516
Switzerland	24.4	35.9	5	3252	0	0	0	0	3	4000	521
Thailand	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5000	0
Turkey	0	0	0	0	0	0	4	4800	4	4500	0
Ukraine	84.9	46.2	15	13168	0	0	2	1900	11	12000	2359
UAE	0	0	0	0	2	2800	2	2800	10	14400	0
United Kingdom	64.0	18.1	16	10038	0	0	4	6680	7	8920	1738
USA	770.7	19.0	100	99098	5	6018	5	6063	17	26000	18816
Vietnam	0	0	0	0	0	0	4	4000	6	6700	0
WORLD**	2346	c 11	434	374,348	72	76,338	173	188,755	309	346,37	65,908
	billion kWh	% e	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	tonnes U
	NUCLEAR ELECTRICITY GENERATION		REACTORS OPERABLE		REACTORS UNDER CONSTRUCTION		ON ORDER or PLANNED		PROPOSED		URANIUM REQUIRED

Fig 23 – Fonte: WNA – World Nuclear Association

USINAS NUCLEARES BRASILEIRAS

O interesse do governo brasileiro pela tecnologia nuclear no Brasil surgiu nos anos 1950 com os trabalhos pioneiros do almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, que culminaram com a criação do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), em 1951, e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), em 1956. A decisão de construir uma usina termonuclear no Brasil aconteceu em 1969, e as obras de Angra 1 - de tecnologia norte-americana - começaram em 1972. A unidade entrou em operação comercial em 1985. Em junho de 1975, foi assinado o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, que previa a construção de oito usinas nucleares no país. Destas, foram construídas duas: Angra 2, que começou a operar em 2001, e Angra 3, que está em construção e começará a operar nos próximos anos. No entanto, o Brasil tem um amplo programa de uso da energia nuclear para fins pacíficos, que vai muito além da operação das usinas. Cerca de três mil instalações funcionam utilizando fontes radioativas com inúmeras aplicações em áreas como medicina, agricultura e indústria.

O Brasil criou e manteve a necessária estrutura legislativa e regulatória para garantir a segurança nuclear. O país assinou várias convenções internacionais que se tornaram legislação nacional. O estado tem completo controle de todas as atividades nucleares, incluindo o controle sobre o licenciamento e a garantia da segurança nuclear.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que foi criada em 1956, é o regulador nacional em acordo com o Ato para a política nacional de Energia Nuclear. A Eletrobrás Eletronuclear, empresa estatal, é responsável pelo projeto, construção e operação de usinas nucleares.

Única empresa no Brasil a produzir eletricidade a partir de fonte nuclear, a Eletrobras Eletronuclear foi criada em 1997 para consolidar o domínio desta importante tecnologia pelo país. Capaz de construir e operar usinas termonucleares, a empresa conta com duas unidades em funcionamento e outra em construção na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), situada no município de Angra dos Reis (RJ). Os potentes geradores das usinas Angra 1 (640 MW) e Angra 2 (1.350 MW) – fig. 24 – produzem aproximadamente 3% de toda a energia elétrica consumida no Brasil. Este percentual será ainda mais expressivo quando Angra 3 (1.405 MW), a terceira usina da Central Nuclear, estiver concluída.



Fig. 24 – Usinas Angra 1 e 2

A primeira usina nuclear brasileira entrou em operação comercial em 1985 e conta com um reator de água pressurizada (PWR), o mais utilizado no mundo. Com 640 megawatts (MW) de potência, Angra pode gerar energia equivalente ao consumo de uma cidade com 2.1 milhões de habitantes por um ano. Considerando-se o consumo médio do Brasil (2.586 kWh/hab/ano), a usina atendeu cerca de dois milhões de habitantes em 2011 (aproximadamente 11.68% do consumo de eletricidade do estado do Rio). A unidade foi adquirida da empresa americana Westinghouse e não previa transferência de tecnologia por parte dos fornecedores. Em 2010, a usina bateu recorde de produção, fato que se repetiu novamente em 2011 e 2012. Já em 2013, Angra produziu quase 4 milhões de MWh, o resultado só não foi melhor porque a usina ficou desligada por quase dois meses para realização dos serviços de substituição da tampa do reator — fator essencial para extensão da sua vida útil. A experiência acumulada pela Eletrobras Eletronuclear em todos esses anos de operação comercial, com indicadores de eficiência que superam o de muitas usinas similares, permite que a empresa tenha, hoje, a capacidade de realizar um programa contínuo de melhoria tecnológica e incorporar os mais recentes avanços da indústria nuclear que poderão permitir a extensão da vida útil de Angra 1 por mais algumas décadas.

A segunda usina nuclear brasileira começou a operar comercialmente em 2001. Com potência de 1350 megawatts (MW), Angra 2, sozinha, poderia atender ao consumo de duas cidades do porte de Fortaleza e Porto Alegre, por aproximadamente um ano. Considerando-se o consumo médio do Brasil (2.586 kWh/hab/ano), Angra 2 atendeu cerca de 4.1 milhões de habitantes em 2011 (aproximadamente 24.63% do consumo de eletricidade do estado do Rio). A usina conta com um reator de água pressurizada (PWR) de tecnologia alemã da Siemens/ KWU (hoje Areva NP), fruto de acordo nuclear entre Brasil e Alemanha, assinado em 1975. Angra 2 começou a ser construída em 1976, mas teve o ritmo das obras desacelerado a partir de 1983, devido à crise econômica que assolava o país naquele momento. As obras da unidade foram retornadas no final de 1994 e concluídas em 2000. A performance da usina tem sido exemplar desde o início. No final de 2000 e no início de 2001, sua entrada em operação permitiu economizar água dos reservatórios das hidrelétricas brasileiras, amenizando as consequências do racionamento de energia vivido pelo país na época, especialmente na região Sudeste, maior centro de consumo brasileiro. Em 2011, a unidade bateu seu recorde de geração, alcançando a marca de 10,99 milhões de megawatts-hora (MWh). Em 2012 a usina obteve sua segunda melhor marca de produção de energia com 10,6 milhões de MWh, ficando na 18ª posição entre as mais produtivas do planeta. Em 2013, Angra 2 bateu recorde de produção em ano com parada para reabastecimento, atingindo a marca de 10.692-555.33 MWh de energia.

Angra 3, cuja construção (fig. 25) foi retomada em 2010, será a terceira usina da Central Nuclear de Angra dos Reis e terá potência de 1405 megawatts (MW). Ela será capaz de gerar mais de 11 milhões de megawatts-hora (MWh) anuais, energia suficiente para abastecer as cidades de Brasília e Belo Horizonte durante um ano inteiro.

As obras civis, os serviços de projeto e a fabricação de componentes estão em pleno desenvolvimento. As próximas etapas construtivas estarão fortemente voltadas para a montagem eletromecânica e o comissionamento e

testes de equipamentos e sistemas. Com Angra 3, a Eletrobras Eletronuclear passará a gerar o equivalente a cerca de 50% da eletricidade consumida no estado do Rio de Janeiro. A usina será similar a Angra 2, que vem apresentando excelente desempenho operacional desde a sua entrada em operação, e incorporará diversas melhorias operacionais e de segurança no projeto. Dessa forma, Angra 3 terá o estado da arte da tecnologia de usinas nucleares.

A decisão de voltar a construir Angra 3 foi tomada pelo Governo Federal, através do CNPE – Conselho Nacional de Política Energética, que aprovou, no dia 25 de junho de 2007, sua resolução de nº 3. O CNPE determinou que a Eletrobrás Eletronuclear conduzisse a retomada da construção de Angra 3, que estava em compasso de espera há mais de 20 anos.



Fig. 25 - Obra de Angra 3



Fig. 26 - Visão Futura

NOVAS USINAS NUCLEARES NO BRASIL

O Plano Nacional de Energia – PNE 2030, do Ministério de Minas e Energia/EPE, publicado em 2007, reconheceu a importância da continuidade da energia nuclear na composição da matriz de Energia Elétrica Brasileira a partir do ano de 2022. Para isso gerou três cenários, em função do desenvolvimento da economia brasileira, e indicou a necessidade de mais 4, 6 ou 8 usinas, pós Angra 3, até o ano de 2030.

Estas unidades seriam implantadas prioritariamente no Nordeste e Sudeste e iniciariam a operação na região Nordeste. A partir dessa diretriz a Eletrobrás Eletronuclear, por delegação do Ministério de Minas e Energia, iniciou a primeira etapa de estudos, a busca por sítios nucleares. Estabeleceu-se com área de interesse, a região mais próxima do centro de carga elétrica do nordeste, o eixo Salvador-Recife. Neste estudo, a área, inicialmente delimitada, abrange os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco.

Com o objetivo de identificar vários locais discretos com área suficiente (5.000.000m²) para instalação de empreendimentos nucleares de potência, optou-se pela metodologia do EPRI – Electric Power Research Institute – Palo Alto – Califórnia – EUA “EPRI Siting Guide: Site Selection and Evaluation Criteria for an Early Site Permit Application – 2002”, e simplificada descrito na figura 27 como uma filtragem sucessiva de etapas.

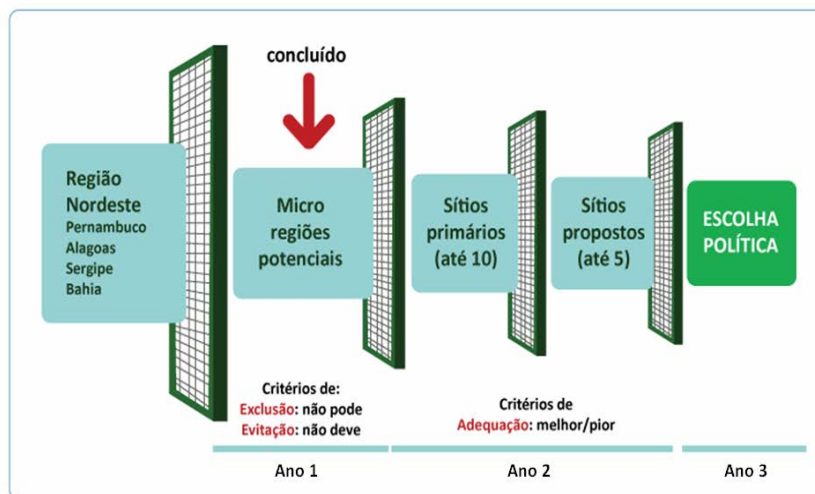


Fig. 27

As etapas 1 e 2 do EPRI Sitting Guide são de natureza geográfica. Foram empregadas técnicas de geoprocessamento, em específico, o software para SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Para realização deste trabalho, a Eletrobrás Eletronuclear contou com o apoio técnico do Grupo de Análise e Risco Tecnológico Ambiental – GARTA – vinculado a COPPE/UFRJ (Coordenação de Pós-graduação de Programas de Engenharia):

Para obter os sítios potenciais, considerada uma região de interesse no Nordeste do Brasil (PE, AL, SE e BA), foram utilizados inicialmente, vinte critérios exploratórios caracterizados por áreas, a seguir detalhadas: Saúde e Segurança; Ambientais; Socioeconômicos e Engenharia e Custos.

A seguir os critérios de avaliação utilizados:

Critérios de Saúde e Segurança:

- Movimento Vibratório do solo
- Falhas Capazes
- Falhas Superficiais e deformações
- Perigos Geológicos
- Estabilidade do Solo
- Suprimento de água de Refrigeração
- Temperatura Ambiente
- Inundação
- Instalações Existentes
- Ventos
- Precipitação
- População
- Dispersão Atmosférica
- Aquíferos (Groundwater Radionuclide Pathway)

Critérios Ambientais:

- Ameaças sobre habitats e espécies importantes
- Áreas Alagadas (Wetlands)
- Profundidade do lençol freático

Critério Sócio-Econômicos:

- Efeitos Relacionados com a construção e a Operação

Critérios de Engenharia e Custos:

- Distância de Bombeamento
- Topografia

O primeiro critério de avaliação considerado, e principal indutor do processo decisório foi a disponibilidade de recursos hídricos. Foram consideradas relevantes as áreas litorâneas, nas proximidades do Oceano Atlântico e as áreas nas margens do Rio São Francisco (critério de suprimento de água de refrigeração).

Como resultado da aplicação das etapas 1 e 2 obteve-se microrregiões específicas em cada estado, que em princípio poderiam abranger uma central nuclear. Essas são chamadas de áreas candidatas, pois, ainda precisam passar por uma análise mais minuciosa, inclusive com trabalhos de campo, para sua aprovação final.

Os resultados dessa primeira fase estão mostrados na figura 28 com as microrregiões em destaque.

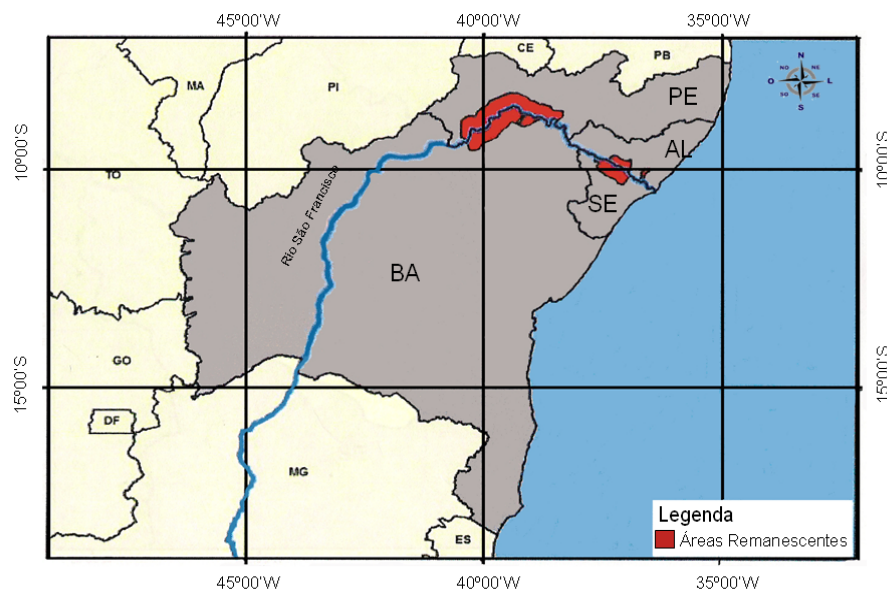


Fig. 28

Posteriormente esses estudos foram estendidos para outras regiões, onde também foram delimitadas microrregiões conforme apresentado na figura 29.

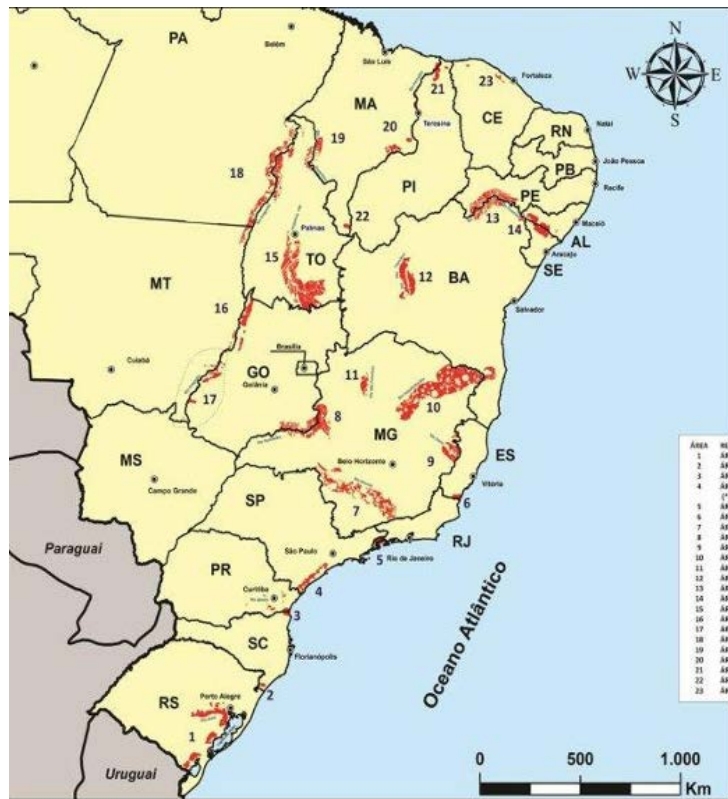


Fig. 29

Neste instante esses estudos estão em compasso de espera, para posterior aprofundamento em sítios a serem definidos, aguardando decisão do Governo Federal pelo prosseguimento da construção de novas centrais nucleares no país. A figura 30 apresenta uma simulação de uma central nuclear, em um dos sítios, situado próximo às margens do Rio São Francisco. Analogamente todos os outros sítios candidatos podem desenvolver centrais, também, com 6 unidades. Este foi um dos critérios de seleção.

Praticamente a totalidade dos sítios nucleares candidatos no Brasil são situados também em rios.



Fig. 30

É interessante notar que a maioria das usinas nucleares do mundo é situada em rios. Só para dar um exemplo, a França, que tem 75,5% de sua produção de energia elétrica com base nuclear, opera 58 usinas (fig.31), sendo 14 à beira mar e 44 em rios. Só 14 estão situadas no rio Rhône (Ródano), 10 no Vale do Loire, 1 no rio Senna, e as demais em outros rios.

A maioria dessas usinas, aproximadamente 40, foi construída num espaço de tempo de dez anos, como mostrado na figura 32.

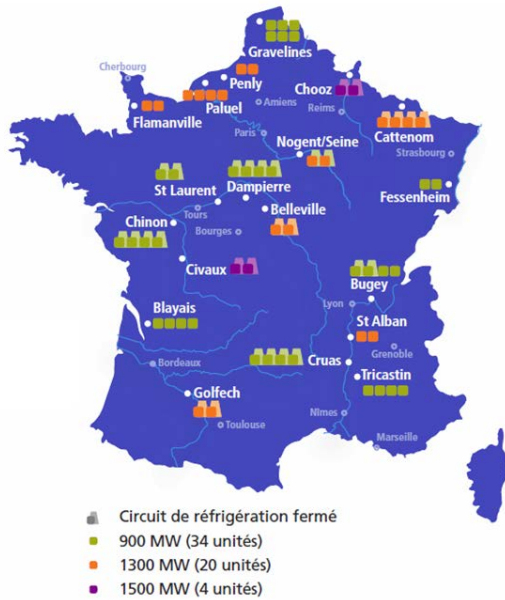


Fig. 31- Sítios nucleares na França

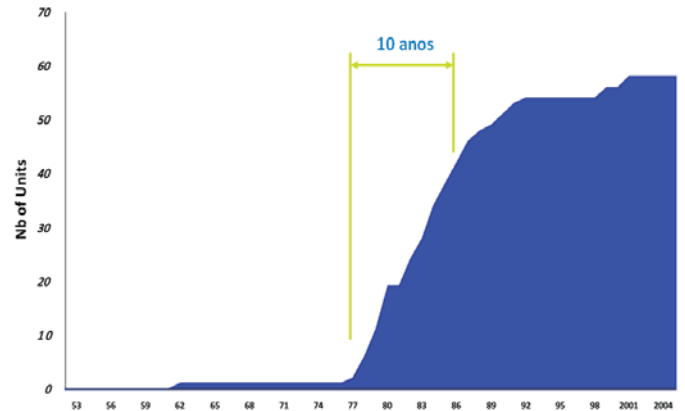


Fig.32 – Implantação de Usinas Nucleares na França

Neste sentido, cabe destacar que a viabilização de um programa nuclear, em qualquer país e, particularmente, no Brasil, requer um comprometimento claro e estável em relação à energia nuclear como parte da estratégia nacional. O sucesso obtido pela França, China, Estados Unidos, Coréia do Sul, Canadá, Inglaterra etc. É, em primeira instância, consequência deste fato.

O Governo Brasileiro terá que assumir um papel ativo, trabalhando em conjunto com todos os agentes envolvidos, a fim de ultrapassar os obstáculos e obter os resultados pretendidos.

É urgente o país se reestruturar, de imediato, para colocar uma usina nuclear **em operação** por ano a partir de 2024.