

Energia: Previsão do aumento de carga na região em decorrência do incremento populacional e industrial que o Porto do Açú irá proporcionar

Arthur Borba*
Gabriel Eugênio**
Jefferson Franklin***

Resumo

Em decorrência da construção do Porto do Açú, a região Norte Fluminense, mais especificadamente no município de São João da Barra – RJ, terá um notável aumento em sua carga instalada. Tendo esse fato em vista, várias providências estão sendo tomadas. Neste trabalho apresentam-se possíveis soluções na etapa de geração de energia elétrica, de modo que a carga instalada seja suprida. Destaca-se que algumas certamente prejudicariam menos o meio ambiente, evitando conseqüentemente o agravamento da emissão de gases poluentes, na medida do possível, por isto, desde já se adverte que foi dada a ênfase aos meios mais limpos de geração de energia, ou seja, os que menos prejudicam a natureza.

Introdução

O relatório será dividido em duas principais etapas: na primeira, serão apresentados os fatores que propiciaram aumento considerável da carga na região Norte Fluminense, e em um segundo momento serão destacadas as possíveis soluções na etapa de geração de energia elétrica, de modo que possamos contornar o déficit.

Apresentaremos seis (5) tipos de usinas geradoras, são elas:

- Usina Eólica
- Usina Talasselétrica
- Usina Termelétrica
- Usina Hidrelétrica e PCHs
- Usina Nucleares

Porto do Açú



Figura 1 – Complexo portuário

O Rio de Janeiro é, sem dúvida, um estado estratégico para a logística das regiões Centro-Oeste e Sudeste e está localizado entre as principais bacias de petróleo do país. Além disso, é uma área multimodal, isto é, tem fácil acesso a todos os tipos de transporte logístico: marítimo, terrestre e aéreo.

Por esta característica estratégica atraiu muitos investimentos, a serem desenvolvidos nos próximos anos para o Estado, um exemplo é o Porto do Açú. Entretanto, a dimensão desses investimentos, associada ao impacto que trarão à economia, à sociedade e ao meio ambiente, deve ser minimamente analisada. Um investimento é estimado em R\$ 3,6 bilhões, o maior já realizado na América Latina (FERNÁNDEZ, 2011).

O Porto do Açú ocupará uma região de 90 km quadrados, onde serão instaladas siderúrgicas, cimentarias, indústrias automotivas, termelétricas, indústrias de apoio *offshore* e ainda uma unidade de tratamento e armazenamento de petróleo. O projeto causará impactos tanto no município de São João da Barra, ficando quase a mesma distância do município de Campos dos Goytacazes, que também vem atraindo negócios grandiosos (FERNÁNDEZ, 2011).

O projeto acarretará no desenvolvimento econômico do estado, principalmente a região Norte Fluminense. A estimativa atual é de que o empreendimento gere cerca de 60 mil empregos diretos, o que, pelo cálculo do próprio governo, seriam 240 mil empregos indiretos para a região. O volume e a diversidade do projeto induzirão a um forte movimento de atração de novas empresas e de mão de obra qualificada para atender a essa demanda (FERNÁNDEZ, 2011).

* Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

** Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

*** Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.



Figura 2 – Complexo portuário

O que não podemos deixar de nos perguntar é se projetos sociais estão sendo desenvolvidos juntamente com a população, cerca de 30 mil habitantes, de São João da Barra. Até o momento, moradores têm ocupado o papel de operários de construção. Mas, e depois que o Complexo estiver pronto e sua mão de obra não for mais útil? Novas pessoas serão recrutadas de diferentes partes do país e do mundo para ocuparem funções que poderiam ser realizadas por moradores da cidade, caso haja treinamento para tal durante o processo de construção do Complexo. De uma hora para outra esses moradores, que receberão em sua cidade um empreendimento que mudará sua rotina, ficarão desamparados.

“Eikelândia”

A obra do Porto do Açu teve início em 2007 e, até sua conclusão (prevista para 2012), receberá investimentos de R\$ 4,5 bilhões. Mas o porto e a estrutura para o transporte do minério serão a mínima parte ao se comparar a todos os projetos sonhados pelo empresário Eike Batista para a região (VIEIRA, 2011).

Se o projeto idealizado se concretizar, os investimentos vão transformar São João da Barra - RJ, município com 32 mil habitantes do litoral norte-fluminense, numa verdadeira “Eikelândia” (VIEIRA, 2011).

A empresa de logística LLX é responsável pelas atividades portuárias; a de energia MPX planeja construir duas usinas térmicas, uma movida a carvão importado (2.100 MW) e outra a gás (3.330 MW), similar à oferta de energia firme de Itaipu; a empresa de construção naval OSX prevê instalar seu estaleiro. A OGX é outra potencial candidata a ter uma base local: a empresa de petróleo e gás tem direitos na exploração de blocos na bacia de Campos, a menos de 300 quilômetros da costa.

O investimento total é estimado em US\$ 36 bilhões (VIEIRA, 2011).



Figura 3 – Esquema do empreendimento de Eike Batista

Determinadas cidades nascem da junção de pessoas com empresas que buscam explorar seus recursos naturais. A mineira Ipatinga era uma cidade de 3 mil pessoas que cresceu à sombra da siderúrgica Usiminas. A cidade fluminense de Volta Redonda nasceu com a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). As duas cidades são consideradas exemplos do desenvolvimento industrial brasileiro. Mas há casos de tremendo fiasco. Henry Ford, o empresário que revolucionou a indústria automobilística, criou uma cidade do zero no meio da floresta Amazônica para extrair das seringueiras o látex utilizado na fabricação de pneus aos carros que vendia nos Estados Unidos. A “Fordlândia” durou pouco mais de 15 anos e virou uma cidade abandonada perto de Santarém, no Pará. Delírio ou não da mente dos empreendedores, o tempo vai dizer se Eike Batista concretizará os projetos empresariais, transformando São João da Barra na sua “Eikelândia”.

Usina Eólica

Entende-se, por Energia Eólica, a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da transformação da energia cinética de translação em energia cinética de rotação.



Figura 4 – Velocidade média anual do vento

De modo geral, o litoral brasileiro, em especial a região Nordeste, tem velocidades de vento ideais ao aproveitamento da energia eólica em grande quantidade. O litoral do Estado do Rio Grande do Sul também é considerado ideal para este tipo de aproveitamento do vento, assim como o litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. No interior do país, em áreas montanhosas encontram-se

diversos parques eólicos a serem explorados. A região Norte é a menos provida de vento, tornando-se assim uma região que não é indicada para esse tipo de produção de energia. O potencial brasileiro pode ser visto em caráter geral através de consultas aos Atlas Eólicos, como por exemplo, o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, preparado pelo CEPEL.

Os números do potencial eólico brasileiro foram estimados com os mesmos modelos de previsão de tempo e estudos climáticos. Como esses modelos são validados para locais específicos das diferentes regiões do país, esse potencial eólico pode estar subestimado", disse Fernando Ramos Martins à Agência FAPESP.

Mas, segundo ele, com as informações disponíveis atualmente, levando em conta todas as dificuldades inerentes aos altos custos da geração de energia eólica, é possível afirmar que apenas o potencial da energia dos ventos do Nordeste seria capaz de suprir quase dois terços de toda a demanda nacional por eletricidade.

Funcionamento

O princípio de funcionamento baseia-se na transformação da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Tal processo é o resultado do movimento de rotação gerada pelo vento que incide nas pás do aerogerador, e converte a energia cinética dos ventos em potência mecânica rotacional no eixo do rotor. Essa potência mecânica é então passada ao gerador, este por sua vez, através de um processo de conversão eletromecânica, produz uma potência elétrica de saída.

As pás dos aerogeradores modernos são dispositivos aerodinâmicos com perfis especialmente desenvolvidos, parecido com as asas dos aviões, e que funcionam pelo princípio físico da sustentação.

Tipos de aerogeradores

Hoje os aerogeradores de grande porte disponíveis são em maioria máquinas tripas (que contem três pás) e de eixo horizontal. Entretanto, existem vários outros tipos de aerogeradores, tais como as máquinas bipás (com duas pás), monopás (com uma pá), quadripás (com quatro pás) e multipás (com mais de quatro pás) de eixo horizontal, além das máquinas Darrieus e Savonius de eixo vertical. Estas inúmeras incógnitas são geralmente usadas apenas em máquinas de pequeno porte e potência.

Componentes de um aerogerador

- 1 - Controlador do Cubo
- 2 - Controle *pitch*
- 3 - Fixação das pás no cubo
- 4 - Eixo principal
- 5 - Aquecedor de óleo
- 6 - Caixa multiplicadora
- 7 - Sistema de freios
- 8 - Plataformas de serviços
- 9 - Controladores e Inversores
- 10 - Sensores de direção e
- 11 - Transformador de alta tensão
- 12 - Pás
- 13 - Rolamento das pás
- 14 - Sistema de trava do rotor
- 15 - Sistema hidráulico
- 16 - Plataforma da nacelle
- 17 - Motores de posicionamento da nacelle
- 18 - Luva de acoplamento
- 19 - Gerador
- 20 - Aquecimento de ar velocidade do vento

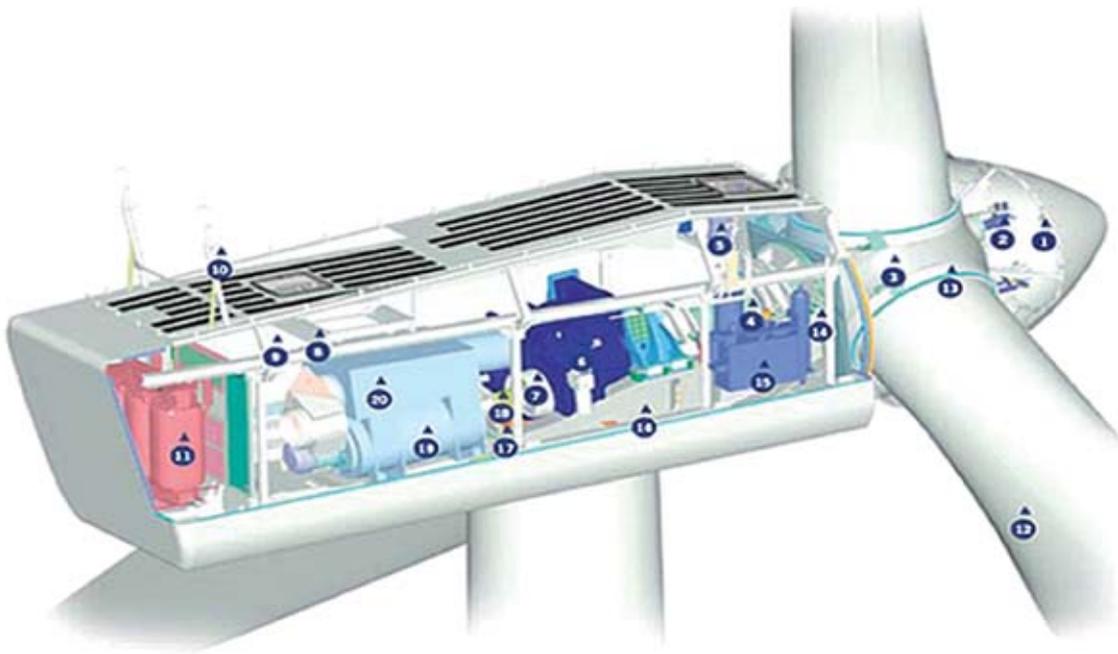


Figura 5 – Componentes do aerogerador



Figura 6 - Eixo horizontal
Fonte: Vestas, 2006



Figura 7 - Eixo vertical

Principais aplicações

Existem duas óticas: os sistemas de grande porte interligados à rede elétrica, geralmente chamada de “Parques Eólicos”, e os “Sistemas Isolados”.

- Parques Eólicos – Composto por um sistema de grande porte, com potência instalada na ordem de MW. Os parques eólicos podem ser compostos por dezenas de aerogeradores que injetam toda a energia gerada na rede elétrica convencional, funcionando como uma usina geradora; são também chamadas usinas eólicas;

- Sistemas Isolados – É um sistema autônomo de pequeno porte, com potência instalada na ordem de kW, geralmente com a finalidade de eletrificação rural. Tal sistema pode ser destinado a alimentar uma residência rural, uma fazenda, uma aldeia ou outro tipo de instalação.

Impactos Ambientais

Nos equipamentos de pequeno porte o impacto ambiental é insignificante. Já os impactos ambientais dos grandes parques eólicos, embora sejam pequenos, podem ser classificados em quatro tipos:

- Impactos visuais – O impacto visual de um parque eólico na paisagem é muito subjetivo. Alguns veem a turbina eólica como um símbolo de energia limpa e bem recebida, outras reagem negativamente à nova paisagem.

- Emissão de ruído – Durante a década de oitenta e início da década de noventa, o problema foi um obstáculo à disseminação da energia eólica. O desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, juntamente com as novas exigências de um mercado crescente e promissor, promoveram um avanço significativo na diminuição dos níveis de ruído produzido pelas turbinas eólicas.

- Sombras/reflexos – As pás das turbinas produzem sombras e/ou reflexos móveis que também são indesejáveis nas áreas residenciais. Atualmente os projetos de energia eólica levam em consideração esse fator solucionando esse problema.

- Impactos sobre a fauna – No início da utilização da aerogeradores não havia se considerado o comportamento migratório de aves, o que resultou em acidente e morte de alguns pássaros. Mas devemos observar que, muitas vezes, pássaros colidem com estruturas com as quais têm dificuldade de visualização tais como torres

de alta voltagem, mastros e janelas de edifícios. Os pássaros também morrem por vários outros motivos entre eles o tráfego de veículos em autoestradas e as caçadas. Os novos projetos de energia eólica só são licitados com uma avaliação prévia dos impactos ambientais na região.

Usinas Talasselétricas

“Maré é o movimento das águas do mar e de grandes lagos, que se caracteriza pela variação periódica de seu nível.”

A explicação para tal fenômeno só foi conhecida após a descoberta da Lei Gravitacional Universal por Isaac Newton. As marés estão relacionadas com a posição da Lua e do Sol. Tanto o movimento de subida quanto o de descida têm um período mediano de seis horas, doze minutos e trinta segundos. A preamar e a baixa-mar deveriam registrar-se nas mesmas horas, mas isso não acontece porque há atraso de aproximadamente cinquenta minutos a cada vinte e quatro horas na passagem da Lua em frente ao mesmo meridiano terrestre.

As marés apresentam um manancial de energia capaz de reproduzir eletricidade. Para que isso ocorra há dois fatores indispensáveis: grande espaço e possibilidades de bacias retentoras, como é oferecida nos certos estuários fáceis de serem barrados para poderem oferecer a necessária queda d'água.

A usina responsável pelo armazenamento das preamares denomina-se talasselétrica. Essa é uma fonte natural de energia e seu funcionamento ocorre da seguinte maneira:

Com a subida da maré, a comporta da usina é aberta fazendo com que a água entre, em seguida, essa mesma comporta é fechada, e a água que entrou fica armazenada. Após o armazenamento da água uma outra comporta é aberta, formando uma queda d'água que faz com que os moinhos comecem a girar. Esses moinhos são ligados a transformadores e geradores, que levam a energia aos fios de alta tensão e esses levam a energia elétrica até as casas.

Usina Termelétrica

Define-se por instalação que produz energia elétrica a partir da queima de carvão, óleo combustível ou gás natural em uma caldeira projetada para esta finalidade específica.

O funcionamento das centrais termelétricas é semelhante, independentemente do combustível utilizado. O combustível é armazenado em parques ou depósitos adjacentes, de onde é enviado para a usina, onde será queimado na caldeira, que gera vapor a partir da água que circula por uma extensa

rede de tubos que revestem suas paredes. A função do vapor é movimentar as pás de uma turbina, cujo rotor gira juntamente com o eixo de um gerador que produz a energia elétrica.

Essa energia é transportada por linhas de alta tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador e convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo.

A água em circulação que esfria o condensador expulsa o calor extraído da atmosfera pelas torres de refrigeração, grandes estruturas que identificam essas centrais. Parte do calor extraído passa para um rio próximo ou para o mar.

Para minimizar os efeitos contaminantes da combustão sobre as redondezas, a central dispõe de uma chaminé de grande altura (algumas chegam a 300 m) e de alguns precipitadores que retêm as cinzas e outros resíduos voláteis da combustão. As cinzas são recuperadas para aproveitamento em processos de metalurgia e no campo da construção, onde são misturadas com o cimento.

Como o calor produzido é intenso, devido às altas correntes geradas, é importante o resfriamento dos geradores. O hidrogênio é melhor veículo de resfriamento que o ar; como tem apenas um quatorze avos da densidade deste, requer menos energia para circular. Recentemente, foi adotado o método de resfriamento líquido, por meio de óleo ou água. Os líquidos nesse processamento são muito superiores aos gases, e a água é 50 vezes melhor que o ar.



Figura 8 – Usina termelétrica

A potência mecânica obtida pela passagem do vapor através da turbina - fazendo com que ela gire - e no gerador - que também gira acoplado mecanicamente à turbina - é que transforma a potência mecânica em potência elétrica.

A energia assim gerada é levada através de cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Daí, através de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para utilização pelos consumidores.

A descrição anterior refere-se às centrais clássicas, uma vez que existe, ainda que em fase de pesquisa, outra geração de termelétricas que melhorem o rendimento na combustão do carvão e diminuam o impacto sobre o meio ambiente: são as centrais de combustão de leito fluidificado. Nessas centrais, queima-se carvão sobre um leito de partículas inertes (por exemplo, de pedra calcária), através do qual se faz circular uma corrente de ar que melhora a combustão.

Uma central nuclear também pode ser considerada uma central termelétrica, onde o combustível é um material radioativo que, em sua fissão, gera a energia necessária para seu funcionamento.

Vantagens

A principal vantagem é poderem ser construídas onde são mais necessárias, economizando assim o custo das linhas de transmissão. E essas usinas podem ser encontradas na Europa e em alguns estados do Brasil.

O gás natural pode ser usado como matéria-prima para gerar calor, eletricidade e força motriz, nas indústrias siderúrgica, química, petroquímica e de fertilizantes, com a vantagem de ser menos poluente que os combustíveis derivados do petróleo e o carvão.

Desvantagens

Entretanto, o alto preço do combustível é um fato desfavorável. Dependendo do combustível, os impactos ambientais, como poluição do ar, aquecimento das águas, o impacto da construção de estradas para levar o combustível até a usina, etc.

Impactos Ambientais

Como vários tipos de geração de energia, a termelétrica também causa impactos ambientais. Contribuem para o aquecimento global através do efeito estufa e da chuva ácida.

A queima de gás natural lança na atmosfera grandes quantidades de poluentes, além de ser um combustível fóssil que não se recupera.

O Brasil lança por ano 4,5 milhões de toneladas de carbono na atmosfera, com o incremento na construção de usinas termelétricas, esse indicador chegará a 16 milhões.

As termoelétricas apresentam um alto custo de operação, em virtude do dinheiro utilizado na compra de combustíveis.

Termelétricidade no mundo

As usinas térmicas não são propriamente eficientes, em algarismos sua produção global é cerca de 38%, isto é, apenas 38% da energia térmica colocada na usina pelo combustível torna-se aproveitável como a energia elétrica.”

Usina Hidrelétrica

O uso da força das águas para gerar energia é bastante antigo e começou com a utilização das chamadas “noras”, ou rodas d’água do tipo horizontal, que através da ação direta de uma queda d’água produz energia mecânica e são usadas desde o século I a.C. A partir do século XVIII, com o surgimento de tecnologias como o motor, o dínamo, a lâmpada e a turbina hidráulica, foi possível converter a energia mecânica em eletricidade.



Figura 9 – Hidroelétrica de Itaipu

Mas o acionamento do primeiro sistema de conversão de hidroenergia em energia elétrica do mundo ocorreria somente em 1897, quando entrou em funcionamento a hidrelétrica de “Niágara Falls” (EUA) idealizada por Nikola Tesla com o apoio da Westinghouse. De lá para cá o modelo é praticamente o mesmo, com mudanças apenas

nas tecnologias que permitem maior eficiência e confiabilidade do sistema.

Cerca de 20% da energia elétrica gerada no mundo todo é proveniente de hidrelétricas. Em números aproximados, só no Brasil, a energia hidrelétrica é responsável por 75 milhões de KW. São 158 usinas em funcionamento, outras nove usinas estão em construção e existem 26 outorgadas (com permissão para serem construídas) (FARIA, 2008).

Uma usina hidrelétrica, no Brasil, pode ser classificada de acordo com a sua potência de geração de energia em dois tipos principais: as PCHs, ou pequenas centrais hidrelétricas que produzem de 1MW a 30 MW e possui um reservatório com área inferior a três km² (Resolução ANEEL N.º 394/98), e as GCHs, ou grandes centrais hidroelétricas que produzem acima de 30 MW (FARIA, 2008).



Figura 10 – Funcionamento de uma hidrelétrica

A maior hidrelétrica do mundo ainda é a usina de Itaipu pertencente ao Brasil e ao Paraguai. Situada no rio Paraná, Itaipu tem uma capacidade de 13.300 MW, respondendo por 20% da demanda nacional e 95% da demanda paraguaia de energia elétrica. Mas em 2009, Itaipu perderá seu título de maior do mundo para a Hidrelétrica de Três Gargantas que está sendo construída no rio Yang-Tsé, na China. Três Gargantas terá uma capacidade de produzir 85 bilhões de kWh (FARIA, 2008).

Claro que os impactos ambientais destes dois grandes empreendimentos são tão colossais quanto eles próprios: Três Gargantas irá engolir 13 cidades, 4500 aldeias e 162 sítios arqueológicos importantíssimos para a China. Sem contar os impactos sobre a flora, fauna, solo, alterações do microclima da região, ciclo hidrológico e as milhares

de pessoas que tiveram de ser realocadas (FARIA, 2008).

De fato as usinas hidrelétricas são uma fonte renovável de energia, mas isso não significa que sejam ambientalmente corretas e nem que são menos nocivas que outras fontes unanimemente nocivas.

Uma tentativa de minimizar os impactos das hidrelétricas é a substituição dos grandes empreendimentos por PCHs, porém esse é ainda um tema bastante controverso já que mesmo que em menor escala, as PCHs também causam impactos.

PCHs

De acordo com a resolução nº 394 – 04-12-1998 da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km².

Uma PCH típica normalmente opera a fio d'água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo d'água. Com isso, em ocasiões de estiagem a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade.

Em outras situações, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, permitindo a passagem da água pelo vertedor.

Por esse motivo, o custo da energia elétrica produzida pelas PCHs é maior que o de uma usina hidrelétrica de grande porte (UHE - Usina Hidrelétrica de Energia), onde o reservatório pode ser operado de forma a diminuir a ociosidade ou os desperdícios de água.

Entretanto as PCHs são instalações que resultam em menores impactos ambientais e se prestam à geração descentralizada.

Este tipo de hidrelétrica é utilizada principalmente em rios de pequeno e médio portes que possuam desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas.

As resoluções elaboradas pela ANEEL permitem que a energia gerada nas PCHs entre no sistema de eletrificação, sem que o empreendedor pague as taxas pelo uso da rede de transmissão e distribuição. O benefício vale para quem entrou em operação até 2003. As PCHs são dispensadas ainda de remunerar municípios e Estados pelo uso dos recursos hídricos.

Caso sejam implantados no sistema isolado da Região Norte, podem também receber incentivo do Fundo formado com recursos da Conta Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), para financiar os

empreendimentos, caso substituam as geradoras térmicas a óleo diesel nos sistemas isolados da Região Norte.”

Usina Nuclear



Figura 11 – Usina nuclear

Uma Usina Nuclear é uma instalação industrial empregada para produzir eletricidade a partir de energia nuclear, que se caracteriza pelo uso de materiais radioativos que através de uma reação nuclear produzem calor. Este calor é empregado por um ciclo termodinâmico convencional para mover um alternador e produzir energia elétrica.

As centrais nucleares apresentam um ou mais reatores, que são compartimentos impermeáveis à radiação, em cujo interior estão colocados barras ou outras configurações geométricas de minerais com algum elemento radioativo (em geral o urânio). No processo de decomposição radioativa, se estabelece uma reação em cadeia que é sustentada e moderada mediante o uso de elementos auxiliares, dependendo do tipo de tecnologia empregada.

Acidente nuclear

As instalações nucleares são construções muito complexas devido às diversas tecnologias industriais empregadas, e devido ao elevado grau de segurança que é adotado. As reações nucleares, por suas características, são altamente perigosas. A perda do controle durante o processo pode elevar a temperatura a um valor que leve a fusão do reator, e/ou ocorrer vazamento de radiações nocivas para o exterior, comprometendo a saúde dos seres vivos.

Lixo nuclear

A energia nuclear além de produzir uma grande quantidade de energia elétrica também produz

resíduos nucleares que devem ser isolados em depósitos impermeáveis durante longo tempo. Por outro lado, os reatores das centrais nucleares não produzem gases tóxicos, que é a característica da combustão dos combustíveis fósseis.

Energia de fusão

O emprego pacífico ou civil da energia de fusão está em fase experimental, existindo incertezas quanto à sua viabilidade técnica e econômica. O processo baseia-se em aquecer suficientemente núcleos de deutério até obter-se o estado plasmático. Neste estado, os átomos de hidrogênio se desagregam permitindo que ao se chocarem ocorra entre eles uma fusão produzindo átomos de hélio. A diferença energética entre dois núcleos de deutério e um de hélio será emitida na forma de energia que manterá o estado plasmático com sobra de grande quantidade de energia útil.

A principal dificuldade do processo consiste em confinar uma massa do material no estado plasmático já que não existem reservatórios capazes de suportar a elevada temperatura. Um meio é a utilização do confinamento magnético.

Os cientistas do projeto Iter, do qual participam o Japão e a União Europeia, pretendem construir uma central experimental de fusão para comprovar a viabilidade econômica do processo como meio de obtenção de energia.

Potência

Em 1982 a Usina de Angra I, com 626 MWe, começou a operar. Muito criticada pela construção demorada e questões ambientais, a usina teve problemas de funcionamento intermitente nos primeiros anos, tendo melhorado substancialmente o desempenho depois. Em 2000 entrou em operação o reator da Usina de Angra II com 1350 MWe.

Atualmente, a energia nuclear corresponde a 3,3% do consumo do país (PRIS, 2007). De 1985, quando entrou em operação comercial a usina de Angra I, até 2005 a produção acumulada de energia das usinas nucleares Angra I e Angra II somam 100 milhões de megawatts.hora (MWh).

Isso equivale à produção anual da usina hidrelétrica Itaipu Binacional ou ainda à iluminação do estádio do Maracanã por 150 mil anos. 100 milhões de megawatts.hora seriam suficientes para iluminar o Cristo Redentor por 1,8 milhão de anos; a Passarela do Samba (Sambódromo) por 28,9 mil anos, com os monumentos acesos 12 horas/dia nos 365 dias do ano. A produção acumulada de energia das usinas nucleares brasileiras seria suficiente, ainda, para abastecer por mais de 60 anos toda a iluminação pública da cidade do Rio

de Janeiro ou o consumo do estado do Rio durante três anos. Nos próximos seis ou sete anos, as duas usinas poderão repetir este número, gerando uma média de 15 milhões de megawatts.hora/ano.

Embora acusada de oferecer um perigo ambiental na área, muitas vezes infundado, e por vezes acometida por problemas de má gestão e corrupção, a central nuclear deve ser aumentada com a construção de mais um reator, que foi comprado em 1995 e, desde então, armazenado a um custo elevadíssimo. A Eletronuclear procura um parceiro privado com US\$ 1,8 bilhões para completar essa construção.

A Central de Angra gerida pela Eletronuclear gera 3.000 empregos diretos e 10.000 indiretos no Estado do Rio de Janeiro. Em países como EUA, com 110 usinas, e Alemanha, com 20 usinas, a produção de energia equivale a 20% do consumo. A França é, atualmente, o país em que a energia elétrica de origem nuclear responde pelo maior percentual da energia total, 80% do consumo do país e mais a exportação para a Alemanha de, aproximadamente, 20% do total da energia elétrica consumida por aquele país.

Existem hoje 441 reatores nucleares em operação em 31 países gerando eletricidade para aproximadamente um bilhão de pessoas e responsáveis por aproximadamente 17% da energia elétrica mundial. Em muitos países industrializados a eletricidade gerada por reatores nucleares representa a metade ou mais de todo o consumo. Atualmente 32 usinas estão em construção. A energia nuclear tem um histórico de confiabilidade, ambientalmente segura, barata e sem emitir gases nocivos na atmosfera.

Enriquecimento do urânio

O motivo básico que levou os militares a sonharem com o desenvolvimento da energia nuclear em território nacional, foi a pretensão de ter "seu próprio arsenal de bombas nucleares" (vede Serra do Cachimbo), e o abastecimento energético em todas as partes do Brasil, para não depender de hidrelétricas ou termoelétricas somente.

Desde o início do Programa Nuclear Brasileiro, sempre houve a suspeita da oposição política do governo de que os verdadeiros motivos do ato do presidente Geisel era de adquirir a tecnologia da bomba atômica.

É importante salientar que o governo brasileiro, por todo esse tempo, em nenhum momento assumiu publicamente que o Programa Nuclear estivesse interessado em qualquer tecnologia bélica como a da bomba atômica.

Ainda assim, devido ao incansável senso de investigação da imprensa da época, vários detalhes das operações militares vieram à tona, e

que realmente revelavam a existência do Programa Paralelo, que em muito foi mistificado pela própria imprensa, mas que tinha objetivos bem claros, a bomba. Quando o Brasil firmou o já mencionado Acordo com a Alemanha, estava estabelecido que a Alemanha cederia ao Brasil a tecnologia da construção da central nuclear, bem como o método de enriquecimento do urânio, um processo considerado de altíssimo nível tecnológico, e ponto chave do ciclo nuclear. Na época (e é assim até

os dias atuais), eram conhecidos basicamente dois métodos de enriquecimento: por ultracentrifugação (usado por quase todos os países detentores de usinas nucleares) e por *jet-nozzle*, que estava em fase de desenvolvimento pela Alemanha. Como este país não tinha permissão da Comunidade Internacional para pesquisas neste campo, a Alemanha viu no Brasil uma excelente oportunidade, vendendo por um preço bem razoável, de instalar laboratórios para continuar suas pesquisas. E aí o Brasil cometeu seu maior erro.

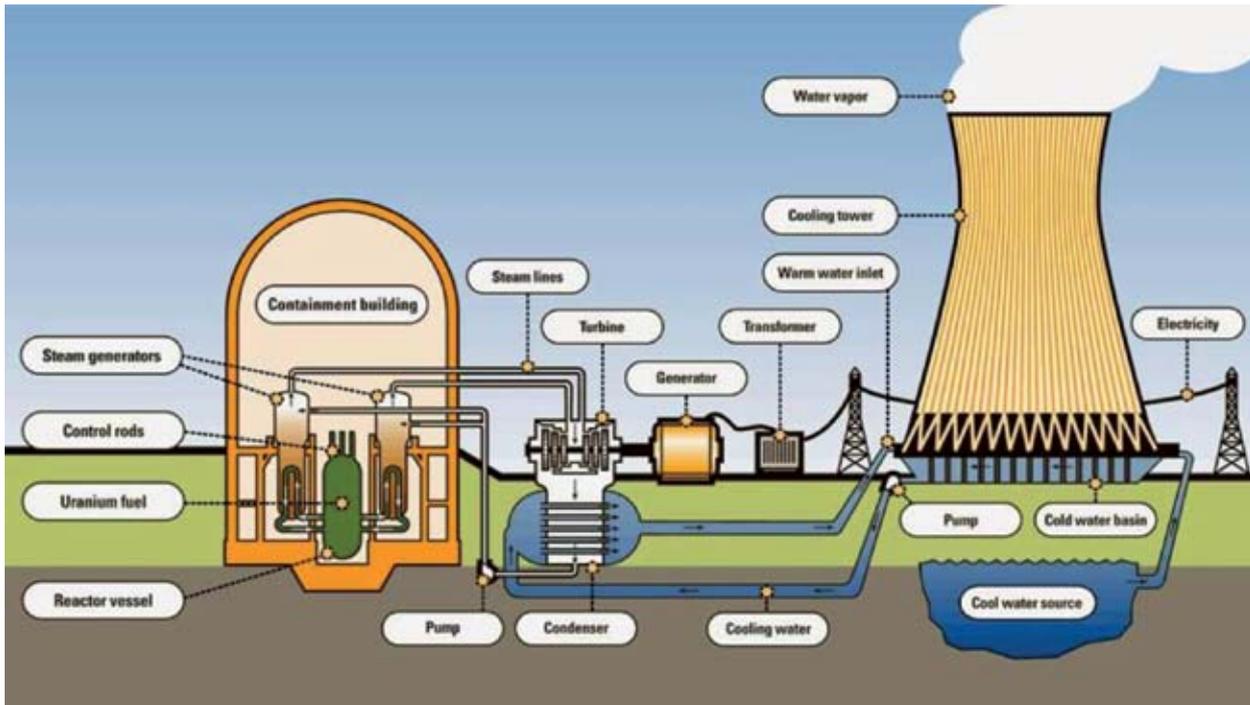


Figura 12 – Funcionamento de uma usina nuclear

Dezenas de laboratórios foram aqui montados, diversos equipamentos foram comprados, e milhares de pessoas foram treinadas para tentarem completar a pesquisa. Mas o que era suspeitado por muitos países acabou se confirmando: o processo por *jet-nozzle* era altamente complexo, e totalmente inviável para os fins que o Brasil desejava. Com isso, o Acordo perdia quase que a metade de suas vantagens.

Centro Experimental Aramar

O enriquecimento do urânio é um processo extremamente complexo, e ao mesmo tempo vital para o funcionamento de uma usina nuclear, uma vez que o combustível usado dentro dos reatores é o urânio enriquecido. O urânio, como é encontrado na natureza, é o U238, e depois de passar pelo processo de enriquecimento, é extraído o U235 que, depois de sintetizado com oxigênio, é encapsulado para ser comercializado e usado

sob a forma de pastilhas. É aí então que entra o Programa Paralelo. Os militares, sob liderança do General Golbery do Couto e Silva, principal homem do presidente Ernesto Geisel, visou à criação de um complexo de pesquisa tecnológica que tivesse como objetivo desenvolver e controlar o processo de enriquecimento do urânio por ultracentrifugação, absolutamente clandestino e sem fiscalização internacional. Depois da comprovação do fracasso do processo vendido pela Alemanha, o então diretor-geral de Materiais da Marinha Maximiano da Fonseca iniciou a articulação das três Armas. Foi então criado o Centro Experimental Aramar, em Iperó, no interior do estado de São Paulo.

Conforme as instalações militares progrediam, o público investigava cada vez mais os reais objetivos de Aramar, e em 1986 a Marinha finalmente assumiu o fato de que o Complexo, além de pesquisar o processo de ultracentrifugação, também realizava pesquisas no campo de reatores nucleares de 50 Mwatts para serem instalados em submarinos

nucleares. Conforme o contra-almirante Mario Cezar Flores, "O projeto Aramar será um centro de testes de propulsão, inclusive para o submarino nuclear, conforme tecnologia já aplicada em outros países, como a Inglaterra. Os testes com o reator do submarino movido a energia nuclear são feitos em terra." Muito antes, em 1982, os militares já anunciavam que haviam dominado por completo o conhecimento do processo de enriquecimento via ultracentrifugação. O Programa Paralelo começava a mostrar resultados.

Em fins de 1986, já no governo do presidente José Sarney, a imprensa novamente atacou publicando a descoberta de várias contas bancárias secretas do governo, assim como movimentações financeiras de altíssimos valores, sem registro de origem nem destino. Na mesma época, foi descoberto no sul do Pará uma base da Aeronáutica conhecida como Serra do Cachimbo, que continha perfurações de 320 metros de profundidade, revestidas de cimento, cuja finalidade nunca foi explicada de forma convincente pelos militares.

Um estudo feito pela Comissão de Acompanhamento da Questão Nuclear, da Sociedade Brasileira de Física, mostrou a semelhança dessas perfurações com as existentes no Nevada Test Site, nos Estados Unidos, Fat Man, bomba lançada sobre Nagasaki que liberou uma energia de 25 quilotons que são utilizadas para testes nucleares subterrâneos. Além de tudo isso, o Centro Tecnológico da Aeronáutica desenvolvia o projeto de um foguete brasileiro destinado, em princípio, a ser um veículo lançador de satélites, mas que poderia ser adaptado para carregar ogivas nucleares, partindo das já construídas plataformas de lançamento de Natal e Alcântara.

Todos esses dados indicavam claramente que o Projeto Aramar estava perseguindo a ideia da Bomba Atômica impetuosamente. Conforme publicado pelo jornal O Estado de São Paulo,

a arma nuclear estratégica principal do Brasil seria um artefato de 20 a 30 quilotons (quatro a seis vezes mais poderoso do que o usado em Hiroshima), feito com plutônio e lançado por um imenso míssil de 16 metros de altura, 40 toneladas de peso, classe MRBM (Medium Range Ballistic Missile), capaz de cobrir cerca de 3 mil quilômetros transportando uma ogiva de guerra de mais de uma tonelada. É a versão militar do VLS/Veículo Lançador de Satélite, que o Instituto de Atividades Espaciais, de São José dos Campos, prepara...

Esta notícia jamais foi confirmada pelos militares. Mas também nunca foi desmentida. Mais importante que esses dados reveladores, era o fato de que os mais altos escalões das Forças Armadas eram favoráveis publicamente à bomba. Apesar de tudo isso, em nenhum momento os militares

se expressaram com relação a este assunto. Em 1991, durante o governo Collor foram fechadas todas as instalações da Serra do Cachimbo, e o Complexo Teste da bomba Mike, primeiro artefato bélico à base de fusão nuclear.

Aramar continua a existir com limitados recursos financeiros encaminhados pela Marinha. Aparentemente, com o fim do governo militar, toda a busca pelo poderio bélico que a tecnologia nuclear poderia trazer foi cessada. Ainda assim, aparentemente.

Referências

ÁREA SEG. Usinas Nucleares. Você é contra ou a favor? Disponível em: <<http://www.areaseg.com/vote2/html/un.html>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CENTRO de Referencia para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/content.php?catid%5B%5D=1&catid%5B%5D=5>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

EMPRESA LLX. Complexo industrial do Superporto do Açú. Disponível em: <<http://www.llx.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=162&lng=br>>. Acesso em : 23 abr. 2011.

FARIA, Caroline. Usina Hidrelétrica. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/energia/usina-hidreletrica/>>. Acesso em: 24 abr. 2011.

FERNÁNDEZ, Nina. O mega investimento: Porto do Açú e suas consequências. Disponível em: <<http://redepv.org.br/voluntariosrio/2011/02/o-mega-investimento-porto-do-acu-e-suas-consequencias-%E2%80%93-parte-ii/>>. Acesso em: 23 abr. 2011.

PORTAL PCH. Disponível em: <http://www.portalpch.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=187> . Acesso em: 25 abr. 2011.

REDAÇÃO Ambiente Brasil. Usina Termelétrica. Disponível em: <http://www.ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/termelétrica/usina_termelétrica.html> Acesso em: 24 abr. 2011.

S O BIOLOGIA. Usina Termoelétrica ou Usina Termelétrica. Disponível em : <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/termelétrica.php>>. Acesso em: 24 abr. 2011.

VIEIRA, André. Conheça a Eikelândia, a obra mais arrojada de Eike Batista. Disponível em: <<http://www.economia.ig.com.br/empresas/conheca+a+eikelandia+a+obra+mais+arrojada+de+eike+bati+sta/n1237908968098.html>>. Acesso em: 23 abr. 2011.