

# TERMOELETRICIDADE NO BRASIL - PERSPECTIVAS FUTURAS

Nelson Leon Meldonian; Luís Antônio Terribile de Mattos; e Gilberto Gomes de Andrade

Grupo de Energia e Meio Ambiente  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Travessa R. 400 - Cidade Universitária CEP 005508-900  
São Paulo / SP - Brasil  
e-mail : meldonia@net.ipen.br  
tel.: ( 011 ) 816-9397  
Fax : ( 011 ) 816 -9432

IPEN / ONEN - SP  
BIBLIOTECA  
Produção Científica

COLEÇÃO PTC  
DEVOLVER AO BALÇÃO DE EMPRÉSTIMO

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve aspectos do sistema elétrico brasileiro, no que tange aos “atores” participantes, à capacidade instalada, e aos recursos energéticos disponíveis, com vistas ao atendimento do mercado futuro de eletricidade. Ainda são abordadas as questões pertinentes à mudança institucional do setor, ora em curso, bem como as implicações da política ambiental na geração de eletricidade. Por fim são feitos comentários quanto ao espaço existente para as termelétricas, no parque gerador nacional.

## 2 - O SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL

### 2.1- HISTÓRICO

A tradição hidroelétrica do parque gerador brasileiro remonta ao final do século XIX, quando foram implantadas no país as primeiras unidades para a geração de eletricidade. Desde este primeiro momento a utilização da termoeletricidade foi encarada como complementar. Três condições explicam o interesse que existiu para instalar termelétricas :

- como forma de resolver, a curto prazo, problemas de atendimento à demanda ( p.e. nos anos 50, para contornar os black-outs ) ;
- como forma de atender às peculiaridades regionais ( p.e. sistemas isolados do norte ou na queima do carvão vapor, no sul ) e

como programa de atendimento à demanda futura, dentro de uma ótica de mercado fechado (p.e. programas nucleares e do carvão ).

O parque gerador brasileiro, resultante desse caminho sinuoso, além de apresentar pequena potência térmica instalada, tem também uma distribuição bastante peculiar quanto ao porte das unidades

térmicas geradoras. Tomando como referência o indicado no Plano 2015, entre unidades autorizadas e instaladas, obtém - se a seguinte distribuição, por faixa de potência:

< 100 MWe	59 %
de 100 a 300 MWe	17 %
de 300 a 500 MWe	19 %
> 500 MWe	5 %

Em geral, nas faixas de potência até 300 MWe concentram - se as unidades que atendem aos problemas regionais e a demanda à curto prazo, enquanto que nas faixas acima de 300 MWe ocorrem as opções pela termoeletricidade vinculadas a programas tecnológicos para o atendimento da demanda futura. Nesse particular destaca-se a faixa acima de 500 MWe onde só existem as Usinas Nucleares de Angra I (626 MWe ) e Angra II , com 1.300 MWe.

A realidade da geração termoelétrica no Brasil deixa evidente que o conceito de complementaridade à geração hidráulica não foi a motivação principal que direcionou a implantação dessas usinas, ficando transparente que a termoeletricidade tem suas raízes muito mais vinculadas à falta de planejamento sistemático.

A preferência pelas usinas térmicas de pequeno porte, resulta do baixo fator de capacidade esperado para a vida destas usinas, no sistema interligado ou de pequena demanda dos sistemas isolados. A economia resultante, do menor investimento, endossa esta escolha.

## **2.2- O SISTEMA ELÉTRICO ATUAL**

O setor elétrico brasileiro está passando por um processo de desregulamentação, modificando a hoje complexa estrutura institucional, onde participam empresas federais, estaduais, privadas e o segmento de autoprodutores. Na estrutura vigente, a União detém os direitos de exploração dos serviços e instalações de energia elétrica, em todo o país. Através do regime de concessão ou permissão, as atividades de geração e distribuição são executadas por empresas públicas e particulares; sob administração da Eletrobrás.

No âmbito federal, para efeito de áreas de atuação, as concessionárias de energia elétrica (Eletronorte, Chesf, Furnas, Eletrosul ) dividem o território brasileiro em quatro regiões geoeletricas. O

principal objetivo destas concessionárias é o de geração ( grandes blocos ) e de transmissão de energia elétrica, cabendo às estaduais e privadas, a responsabilidade pela distribuição. Embora não seja opção única, há casos de “ monopólios integrados de âmbito regional ” onde a empresa atua simultaneamente na geração, transmissão e distribuição, caracterizando ausência de competição.

Os sistemas elétricos brasileiros, formados por usinas geradoras ( hidrelétricas e termelétricas ) e interligadas entre si, bem como aos centros de carga, por meio de sistemas de transmissão, são também conhecidos como Sistemas Interligados. Assim estes sistemas são divididos em dois segmentos distintos: o Sistema Interligado Norte / Nordeste ( 20 % do mercado ) e o Sistema Interligado Sul / Sudeste / Centro-Oeste ( 79 % do mercado ). O restante do mercado ( 1 % ) diz respeito aos Sistemas Isolados da Região Norte.

A produção de energia elétrica, no país, é garantida basicamente por hidrelétricas ( 96 % ), cabendo às termelétricas, a complementação dos sistemas interligados e também o suprimento dos sistemas isolados. De acordo com o Plano 2015, a hidroeletricidade é a fonte energética com maior potencial e melhores condições de aproveitamento. Entretanto, há de se considerar que o aumento dos custos sócio-ambientais das usinas hidrelétricas poderão tornar as usinas termelétricas competitivas, principalmente com o estabelecimento de um novo quadro institucional do setor, onde grupos privados (produtores independentes) poderão participar mais intensamente na geração de energia elétrica.

### **2.3 - A MUDANÇA INSTITUCIONAL DO SETOR ELÉTRICO**

As atribuições dos “ atores ” do sistema elétrico brasileiro estão baseadas na Constituição Federal de 1988, onde se estabelece que a União detém os direitos de exploração dos serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento dos cursos d’água. Como atestado anteriormente, as atividades de geração e distribuição podem ser executadas por empresas públicas e particulares. A União exerce por meio do Ministério de Minas e Energia - MME, sua responsabilidade sobre o setor de energia elétrica.

Subordinada ao MME destaca - se a Secretaria de Energia - SE ( formula a política energética nacional ) que engloba o Departamento de Águas e Energia Elétrica - Dnaee ( outorga de concessão, permissão ou autorização de serviços de energia elétrica; fixação de tarifas ), e as Centrais Elétricas

Brasileiras - Eletrobrás ( planeja a expansão e operação dos sistemas elétricos, bem como o financiamento setorial ).

Além das controladas pela Eletrobrás ( Eletronorte, Chesf, Furnas e Eletrosul ), aproximadamente 60 empresas estaduais ou locais, públicas ou privadas, atuam no território brasileiro. Cabe às concessionárias, o projeto, construção e operação das usinas, e aos órgãos colegiados, coordenados pela Eletrobrás, o estabelecimento de diretrizes e a aprovação de planos relativos à atuação do setor. Esta estrutura está sendo modificada, para dar origem a um novo modelo, hoje ainda não bem delineado.

De acordo com o Ministro das Minas e Energia, Raimundo Brito, nos próximos anos, caso não haja aumento considerável, na capacidade instalada, no país, corre - se o risco de escassez no fornecimento de energia elétrica. Por outro lado, cremos que numa alusão às posições defendidas, neste sentido, o Prof. José Goldemberg, afirma que “ as previsões de colapso no fornecimento de eletricidade, são atitudes catastrofistas de alguns empresários e fornecedores de equipamentos ” . [1 e 2]

O esgotamento do modelo de financiamento ( estatal ) da expansão, está levando a União a “incentivar” a entrada de capitais privados que possibilitem tal intento. Parte da dificuldade do financiamento do setor reside no fato do Banco Mundial ter deixado de fornecer recursos a países, que segundo sua opinião, são incapazes de manter uma disciplina tarifária. As companhias estrangeiras ou mesmo empresas nacionais, alegam por sua vez, que aguardam o estabelecimento de “ regras claras ” quanto ao programa de privatização do setor elétrico. Observou-se que na “ privatização ” da Light, as empresas privadas nacionais ( grandes consumidoras de energia ) não tiveram a participação efetiva que delas se esperava. De forma oposta, manifestaram interesse em parcerias com concessionárias (Eletrosul, Cesp ) para concluir obras, com participação na energia gerada.

A associação entre o capital privado e uma concessionária de serviço público ( Eletrosul, Cesp, etc.) configurando um consórcio misto, foi permitida pelo artigo 6º do Decreto - Lei 915 ( setembro de 93). Na Medida Provisória 890/95 se garante legalmente a figura do consórcio de energia elétrica, independentemente da fonte primária de geração. [3]

A indefinição do novo modelo do setor elétrico ( a ser estabelecido com o auxílio de empresa de consultoria internacional : Coopers & Lybrand ) e a ausência de regulamentação da lei que orientará a atividade do produtor independente e do autoprodutor de energia, somados ao impasse quanto a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel ( órgão regulador do setor elétrico que substituirá (?) o Dnaee), levam o país e os diversos “ atores ” do setor, a uma situação de incertezas e / ou lentidão de parte a parte, na tomada de medidas.“ O Fórum de Secretários de Estado para Assuntos de Energia, entende que a descentralização do setor está sendo efetuada com muita pressa ! ” [4]

## **2.4 - A POLÍTICA AMBIENTAL NA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE**

No Brasil, embora a existência de instrumentos legais de proteção do meio ambiente possa ser verificada desde o começo desse século, apenas a partir da década de 80 é que eles começaram a ser tratados de forma integrada e abrangente, resultando no estabelecimento de uma Política Nacional de Meio Ambiente, dada pela Lei Federal nº 6.938 de 31/08/81, com a criação do Sisnama ( Sistema Nacional do Meio Ambiente ) e do Conama ( Conselho Nacional do Meio Ambiente ). O primeiro tem como finalidade coordenar a ação dos órgãos governamentais em todos os níveis e de fundações estabelecidas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental no país. O segundo responde pela elaboração e proposição de políticas governamentais sobre o meio ambiente e recursos naturais , bem como, delibera sobre normas e padrões ambientais.

A partir da regulamentação da Política Nacional de Meio Ambiente ( Decreto nº 88.351 de 01/06/83, posteriormente substituído pelo Decreto nº 99.274 de 06/06/90 ), como resultado da atuação do Conama , foram criadas diversas Resoluções relacionadas direta e indiretamente com o setor elétrico, dentre elas a Resolução no 001/86 , que ao estabelecer a obrigatoriedade da elaboração do Eia/Rima (Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental ) para efeito de licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente, incluiu: (a) linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 kV; (b) obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragens para quaisquer fins hidrelétricos, acima de 10 MW e (c) usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW.

Cabe salientar que na Constituição de 1988, a questão ambiental está consolidada por meio de um tratamento abrangente e avançado, que ao definir o meio ambiente como um bem público a ser preservado para as gerações presentes e futuras, a torna compatível com o princípio corrente de desenvolvimento sustentável.

Embora reconhecidamente moderna, a legislação ambiental brasileira ainda carece de tradição quanto ao seu pleno e efetivo cumprimento, esbarrando em diversos obstáculos institucionais, cuja abordagem não faz parte do tema desse trabalho.

No caso particular do setor elétrico, a história mostra que o tratamento da questão ambiental fez parte das preocupações do setor dada principalmente à necessidade do cumprimento de leis específicas e isoladas ( Códigos de Águas, Florestal, Pesca, Minas, Saúde; Estatutos da Terra e do Índio; Proteção da Fauna e dos Patrimônios Histórico e Arqueológico e outros), referentes basicamente à geração hidrelétrica. Além disso, desde a década de 70, por força do atendimento dos requisitos do Banco Mundial e posteriormente do Dnaee , o setor tem incluído procedimentos de estudos ambientais em seus projetos hidrelétricos.

Assim sendo, embora a Eletrobrás tenha acumulado boa experiência no equacionamento e solução de problemas ambientais, resultando inclusive na elaboração do "Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos " ( junho de 1986) [5], esta questão foi tratada de forma secundária nos projetos de investimento do setor, que até então baseava suas decisões em critérios tecnológicos e econômicos, onde a questão ambiental recebia sempre a " melhor solução possível ". [6]

A partir de 1987, com a publicação do "Plano Diretor para Proteção e Melhoria do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico" [7], passou-se a incorporar a variável sócio-ambiental no planejamento das atividades do setor e, como consequência, considerá-la como um dos parâmetros importantes de tomada de decisão. No sentido de aperfeiçoar a forma de abordagem das questões sócio-ambientais, uma segunda versão do Plano Diretor de Meio Ambiente foi elaborada em 1991 [8], incorporando avanços obtidos e resultados de discussões do Comitê Consultivo de Meio Ambiente da Eletrobrás, com órgãos do governo afeitos às questões ambientais, e com o Banco Mundial. Seu objetivo

principal é o de definir princípios básicos e diretrizes de planejamento, implantação e operação dos empreendimentos do setor elétrico, em conformidade com a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida na legislação ambiental.

Cabe salientar que as iniciativas do setor elétrico quanto ao tratamento adequado das questões ambientais têm funcionado como referência ao estabelecimento de normas e procedimentos correlatos, como é o caso da Resolução no 006/87, elaborada em conjunto com o setor e que trata dos requisitos para o processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos de geração de energia elétrica.

Quanto a influência da privatização do setor elétrico sobre a forma de atuação no tratamento das questões sócio-ambientais, não são esperadas mudanças importantes, apesar das incertezas. Porém dois aspectos podem ser evidenciados: (1) os órgãos licenciadores tenderão a atuar de forma mais independente a medida que as concessões forem passadas para a iniciativa privada e (2) o nível de participação pública no processo de licenciamento dos empreendimentos, conforme prevista na própria legislação ambiental, deverá crescer, implicando na necessidade de promover mecanismo mais democráticos de relacionamento com as entidades representativas das diversas correntes de opinião.

Particularmente no caso das termelétricas, a tendência aponta para o uso crescente do carvão mineral e do gás natural, implicando na necessidade de aperfeiçoamento das diretrizes sobre o planejamento e gerenciamento ambiental referentes a essas fontes de geração. Ressalta-se que no caso da utilização conjunta do gás natural pelo Brasil e Argentina, apesar de tratar-se de uma fonte relativamente mais limpa, o empreendimento por estar na fronteira, poderá levar à necessidade de compatibilização entre legislações ambientais eventualmente conflitantes.

Outra tendência importante refere-se à inclusão de parâmetros de desenvolvimento sustentável que deverão fazer parte das políticas ambientais das empresas do setor elétrico, constituindo referencial básico para implementação de procedimentos para melhoria contínua da qualidade ambiental, conforme os novos padrões de mercado de produtos, estabelecidos internacionalmente. A viabilidade ambiental de um empreendimento não se resume ao cumprimento da legislação ambiental ( obrigatória ), mas também ao estabelecimento de programas de gestão ambiental e execução adequada dos objetivos neles contidos. A

disseminação generalizada dos critérios de desenvolvimento sustentável motivará revisões da legislação ambiental ordinária, tornando-as mais rigorosas, bem como, agirá no sentido de aumentar as pressões públicas, tanto sobre os órgãos licenciadores como sobre os responsáveis pelos empreendimentos de geração de energia elétrica.

Quanto à natureza dos impactos ambientais propriamente ditos, ao se confrontar as opções de geração termelétrica e hidrelétrica, cabem algumas considerações: (1) dificuldade de comparação entre impactos de natureza bastante diversa; (2) necessidade de investimentos em equipamentos avançados de mitigação de impactos nas termelétricas; (3) confrontação entre o uso de fontes renováveis versus não-renováveis; (4) confrontação entre impactos de abrangência local, eventualmente regional (hidrelétricas) versus impactos de abrangência local, mas com contribuição para efeitos globais, tais como, efeito estufa, chuva ácida (termelétricas). Esses e outros aspectos ambientais devem ser avaliados em conjunto com fatores tecnológicos e sócio-econômicos no processo decisório a respeito do uso mais adequado das fontes disponíveis no Brasil para geração de eletricidade.

### **3 - O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA, SEGUNDO O PLANO 2015**

Em estudos sobre a demanda futura de energia elétrica, a Eletrobrás se valeu da técnica de cenarização das taxas de crescimento da economia brasileira. Para tanto foram estabelecidas quatro alternativas para a evolução do PIB, que redundam na elaboração das previsões do mercado de energia elétrica. Os quatro cenários adotados, baseados numa “visão prospectiva do comportamento futuro da economia” utilizam taxas de crescimento inferiores aos verificados na década de 80. A tabela 3.1 nos apresenta o mercado de energia elétrica, já descontada a energia conservada, segundo estimativas do Procel.

A conservação de energia elétrica é uma opção a ser considerada no planejamento da oferta e demanda de energia elétrica, visto que a adoção de tal prática pode proporcionar a “redução” no consumo de eletricidade e conseqüentemente promover a postergação da entrada em operação de novas unidades de geração.

TABELA 3.1

## MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA ( TWh )

CENÁRIO	1995	2000	2005	2010	2015
I	246,2	293,8	384,0	467,2	563,0
II	250,9	329,5	430,6	523,9	631,3
III	273,7	360,7	473,2	589,7	731,4
IV	273,7	377,6	495,4	642,6	826,4

FONTE : Eletrobrás, Plano 2015, Projeto 3 [9]

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel , criado em 1985, tem por objetivo “ racionalizar ” o uso de energia elétrica e, como decorrência da maior eficiência, propiciar o mesmo produto ou serviço, com menor custo, eliminando desperdícios em novas instalações do sistema elétrico ” . Para se ter uma noção do campo existente para a conservação de energia elétrica, no país, basta observar que em 1995 foram gerados 296,3 TWh , dos quais 249, 8 TWh foram faturados. A perda de 15 % da energia gerada, pelo sistema elétrico , segundo o Procel, se dá 30 % na transmissão e 70 % na distribuição ( 73 % perdas técnicas e 27 % de perdas comerciais ) [10]. Do total da energia faturada, há uma parcela representativa que poderia ter sido conservada ( usos finais da eletricidade ). Desta forma, o Procel estabeleceu como meta economizar de 63,9 TWh ( cenário I ) até 123,7 TWh ( cenário IV ) , no ano 2015, baseado em estudos que tratam do uso final da energia ( força motriz, processos eletrotérmicos, iluminação, refrigeração e condicionamento do ar ) . A energia a ser conservada, pelo cenário IV, em 2015, (123,7 TWh ) é cerca de 50 % da energia faturada em 1995 !

Para podermos contar com esta “ redução ” da demanda de eletricidade, o país deveria ter efetivamente uma política nacional que torne obrigatório o cumprimento de metas de conservação, pela melhoria da eficiência energética dos equipamentos, uso de bens com rendimentos superiores e otimização no uso de equipamentos e de processos produtivos.

Para suprir o mercado de energia elétrica, acima apresentado, o Brasil terá que possuir um parque gerador 2 a 3 vezes maior que o atualmente disponível, operando com o mesmo fator de capacidade.

#### 4 - RECURSOS ENERGÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE

Para atender a demanda de energia elétrica, o país dispõe hoje de uma capacidade geradora instalada de cerca de 57.640 MWe ( 31/12/94 , com metade de Itaipú, e as autoprodutoras ), de origem predominantemente hidrelétrica. Esta característica do parque gerador brasileiro, só é compartilhada com poucos países, haja visto que em termos mundiais, a geração de energia elétrica é proveniente de termelétricas 81 % ( carvão: 40 % ; nuclear : 17 % ; gás natural : 13 % e derivados de petróleo : 11 % ) e hidrelétricas 19 % .

Com vistas ao atendimento do mercado potencial de energia elétrica, o Brasil também desfruta de uma situação privilegiada, já que dispõe de fontes energéticas primárias, para tal intento. Conforme estimado pela Eletrobrás, a hidroeletricidade é a principal, mais abundante e barata fonte energética disponível. Boa parte do potencial hidroelétrico disponível, encontra-se na região Amazônica, o que significa dizer que para o seu aproveitamento serão necessárias soluções sócio-ambientais e de transmissão aos centros de carga ( ~ 2.500 km ) , sem que o conseqüente sobre-custo inviabilize técnico-economicamente, o projeto.

A tabela 4.1 nos apresenta os principais recursos energéticos disponíveis no país, segundo a Eletrobrás. Além das fontes citadas, poderiam ainda ser mencionadas as fontes alternativas ( xisto, eólica, hidrogênio, etc. ) mas que no horizonte do Plano 2015, por razões técnico-econômicas, foram relegadas a um segundo plano, em termos de aproveitamento a curto e médio prazo.

O Carvão Mineral e o Urânio são usados como combustível em usinas comerciais no Brasil. No campo das termelétricas, ambas apresentam potencial inferior à da biomassa florestal, mas no que se refere à competitividade, levam vantagem sobre esta, já que “ não existe, no Brasil, uma instalação, em escala comercial, para a produção de energia elétrica, a partir de florestas plantadas ” . Desta forma, os parâmetros relativos a custos carecem de comprovação. [11]

Como o Carvão Mineral nacional apresenta alta porcentagem de cinzas e teor de Enxofre, o seu uso em pontos distantes da boca da mina ( Santa Catarina e Rio Grande do Sul ), se torna inviável competitivamente. Assim, há a necessidade do estabelecimento de uma política industrial que contemple a

TABELA 4.1  
 RECURSOS ENERGÉTICOS PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

FONTE	POTENCIAL		CUSTOS ( US\$/MWh ) dez.91
	GWano	GW	
HIDRÁULICA	123,5	247	33 % até 40 39 % 40 a 70 28 % > 70
CARVÃO MINERAL	12	18	50 a 65
NUCLEAR	15	18	60 a 70
BIOMASSA FLORESTAL	22,2	N.D.	37 a 78
RESÍDUOS DE CANA	6,2	N.D.	32 a 89

FONTE : Eletrobrás - Plano 2015 [ 11, 12 e 13 ]

abertura, a liberdade de comercialização e o uso do carvão importado, para fins de geração de eletricidade, nas demais regiões do país. Esta posição vai de encontro ao interesse da implantação de um parque termelétrico, no Brasil. [14]

Angra I, com tecnologia Westinghouse, já em operação e Angra II ( KWU - Siemens ) em fase de montagem eletro-mecânica, são as duas usinas nucleoeletricas disponíveis no Brasil. A primeira levou muitos anos para entrar em operação comercial, e o mesmo certamente ocorrerá com a segunda usina. Esta “dificuldade ”, associada a outras questões ( econômicas , opinião pública, disposição dos rejeitos, etc. ) faz com que se coloque em dúvida a viabilidade de contar com usinas nucleares, no sistema elétrico brasileiro, a curto e médio prazo. Com a mudança institucional do setor elétrico brasileiro, as usinas nucleares só poderão se tornar competitivas, caso operem em regime de base e tenham reduzido o prazo de sua construção, para justificar financeiramente o empreendimento.

A produção brasileira de cana de açúcar é grande o suficiente para possibilitar o aproveitamento do bagaço, pontas e folhas como fonte de geração, faltando, como relatado pela Eletrobrás, acordos comerciais e institucionais que envolvam as usinas/destilarias e o setor elétrico. [12]

Em termos mundiais, o gás natural é um combustível bastante usado na geração de eletricidade, mas no Brasil, ( com setor altamente monopolizado ) esta opção de uso esbarra na sua limitada disponibilidade e na competição com setores industriais, também interessados no seu aproveitamento. O

gás importado da Bolívia e/ou Argentina, pelas mesmas razões, não deverá viabilizar a construção de muitas unidades, como aquela binacional prevista para Uruguaiana ( 450 MW ), bem como a que poderá ser instalada em São Paulo ou outra localidade, em função do gasoduto Brasil - Bolívia.

Quanto ao gás de Urucu-Juruá, no alto Amazonas, a Eletrobrás afirma que este combustível poderá ser aproveitado para o abastecimento dos sistemas elétricos do Acre e de Rondônia. [15]

## COGERAÇÃO

A cogeração de calor e eletricidade tem sido indicada como uma possibilidade adicional para a introdução competitiva da termoeletricidade no Brasil, como tem ocorrido em muitos países. Crookes et al apresentam a situação recente da cogeração na Europa, indicando que o incentivo institucional dado pela Holanda à cogeração foi fator decisivo para sua evolução no país, onde 30% do total da eletricidade produzido é por cogeração. A Tabela abaixo é extraída de Crookes et al e indica a importância que esta alternativa de geração pode assumir. [16]

TABELA 4.2

### PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE POR COGERAÇÃO

Holanda	30%
Dinamarca	29%
Alemanha	11%
Itália	07%
Espanha	04%
Portugal	03%
Grécia	03%
França	02%

Andrade estudou o uso do calor industrial no Brasil., apresentando a Tabela abaixo, onde aparece o consumo comparativo de calor no Brasil, Alemanha e Japão. A natureza específica do consumo nacional de calor fica evidente, não permitindo que se tire conclusões genéricas a nível internacional, quanto ao uso competitividade da cogeração, aliás da mesma forma como ocorre no caso do uso das fontes para geração de eletricidade. [17]

No caso brasileiro, o consumo de calor ocorre principalmente a baixa temperatura, onde existe uso intensivo da biomassa, com tecnologia já implantada para o uso dos rejeitos dessa atividade industrial na produção de eletricidade ou de calor de processo, como no caso da indústria do açúcar e álcool, do papel e

celulose e de alimentos em geral. Aí não cabe esperar que exista espaço para a cogeração. Da mesma forma, para a produção de aço e cimento o uso da biomassa ocupa espaço apreciável no Brasil, restringindo o potencial de uso da cogeração para, principalmente as faixas intermediárias de temperatura, típicas da indústria química.

Conclui-se que pelas características especiais do uso do calor de processo no Brasil, sua introdução como base para a cogeração não deve apresentar o mesmo espaço que o existente em outros países. Havendo uma possibilidade especial no caso da indústria química, onde o uso da gás natural em apoio à cogeração parece encontrar forte justificativa.

TABELA 4.3

USO DO CALOR DE PROCESSO POR FAIXA DE TEMPERATURA

TEMPERATURA °C	USO PRINCIPAL (setor)	BRASIL	JAPÃO	ALEMANHA
<100	aquecimento ambiental e da água	8,0%	12,7%	63,7%
100 - 300	alimentos e bebidas, tecidos, açúcar e álcool, papel e celulose	43,1%	20,5%	7,4%
300- 600	produtos químicos, farmacêuticos e setor energético (- álcool)	14,6%	12,3%	5,6%
600 - 1000	metais não ferrosos e cerâmica	6,6%	19,5%	2,6%
> 1000	aço e cimento	27,7%	35,5%	21,0%

IMPORTAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS OU DE ELETRICIDADE

No contexto internacional, a América do Sul é exportadora líquida de energia, especialmente pela atuação da Venezuela no mercado do petróleo e da Colômbia no do carvão mineral. A nível regional, a

Bolívia é exportadora de gás natural para o mercado argentino e o Peru tem disponibilidade de combustíveis fósseis para exportação.

Além dos combustíveis fósseis, outras possibilidades regionais se colocam no intercâmbio de energia elétrica, já praticado intensamente na área do Mercosul, pela integração entre Brasil e Paraguai na Usina de Itaipu e do Uruguai e Argentina na Usina de Salto Grande, com previsão de grande incremento pelos aproveitamentos de Corpus e Yacireta entre Argentina e Paraguai e Garabi entre Argentina e Brasil.

Ainda na integração elétrica, tem sido considerado como mutuamente interessante o suprimento da região norte brasileira com energia de origem hidroelétrica produzida na Venezuela, sendo recentemente assinado convênio internacional nesse sentido, o que reduzirá imediatamente a pressão por outras fontes de energia para suprir essa região. A integração das malhas elétricas e o investimento conjunto em geração é outra fonte importante de eletricidade para o país, como no projeto conjunto entre Brasil e Argentina para a construção de uma termoeletrica queimando gás natural argentino. Nesse sentido, passaria a se diversificar o parque térmico do norte pela importação da hidroeletricidade e o parque hidroelétrico do sul/sudeste, pela reforço do gás natural como fonte térmica.

Assim, a importância da integração, no âmbito do Mercosul, para a termoeletricidade no Brasil é patente ao resolver o grave problema do suprimento de combustíveis fósseis, colocando o uso do carvão e do gás natural como fontes factíveis em todo o território nacional e superando definitivamente o que sempre foi colocado como o inibidor maior para o seu desenvolvimento. Agora são os fatores institucionais os que inibirão a introdução da termoeletricidade no Brasil.

## **5 - CONCLUSÕES**

Com o consumo de eletricidade, mantendo taxas de crescimento acima do esperado e investimentos abaixo do mínimo necessário, corre-se o risco de escassez no fornecimento de energia elétrica, de modo que o setor elétrico nacional poderá enfrentar dificuldades para elevar a capacidade de geração e conseqüentemente de atendimento do mercado futuro de eletricidade.

O esgotamento do modelo de financiamento ( estatal ) da expansão do parque gerador, está fazendo com que a União e os Governos Estaduais aceitem as mais diversas parcerias com grupos privados nacionais; e privados e estatais estrangeiras. Entretanto a indefinição quanto ao novo modelo do setor elétrico, somado ao impasse relativo a criação da Aneel, e a política / custos da transmissão, gera uma situação de incertezas e / ou lentidão, na tomada de medidas.

O país dispõe de fontes energéticas primárias para atender a demanda de eletricidade, porém deve ser levado em conta que parte significativa do potencial hidrelétrico, encontra-se na região norte, longe dos centros de carga e com sobre-custo ambiental que aumenta o custo final da energia elétrica. O carvão nacional, pelas suas características, tem seu uso limitado à região sul, mas inviável economicamente, nas demais regiões. O urânio embora assegure bom potencial energético, esbarra no longo prazo de maturação das usinas nucleares. A biomassa florestal também oferece bom potencial, mas carece de comprovação, em escala comercial, na produção de energia elétrica. O bagaço de cana pode ser aproveitado, desde que haja acordos comerciais e institucionais entre usinas/destilarias e o setor elétrico. As demais fontes alternativas de geração, poderão ter papel representativo, a médio e longo prazo.

A integração elétrica, no âmbito do Mercosul, é bastante interessante para o país, podendo ajudar a reduzir o problema de atendimento da demanda de eletricidade, mas está longe de solucioná-lo.

Há a necessidade de aumento do parque gerador nacional, de forma integrada, prevendo a instalação de hidrelétricas ( maior potencial, a custos mais baixos ), com complementação térmica crescente. A participação necessária do capital privado, poderá se viabilizar somente com a solução dos problemas institucionais, acima mencionados. A escolha da melhor opção de geração é função de uma avaliação integrada e criteriosa dos aspectos acima mencionados. incluindo os fatores ambientais, que são cada vez mais importantes no contexto da crescente pressão da opinião pública, entidades ambientalistas e órgãos internacionais de financiamento do setor.

## 6 - REFERÊNCIAS

- [1] O Estado de São Paulo; “ **Distribuição de Energia Corre o Risco de Sofrer um Colapso** ”, 09/06/96 ; pg. B3
- [2] O Estado de São Paulo; “ **Governo Precisa Investir o Dobro** ” , 09/06/96 , pg. B3;
- [3] Ghirardi, C.; “ **Crise e Modernidade Abrem Espaço à Iniciativa Privada** ” FIESP - Alternativas para o Setor Elétrico, SP / 95 , pg. 7;
- [4] Gazeta Mercantil; “ **Secretários Queixam se de Rapidez do Processo** ” SP 07/06/96 , Setor Elétrico , pg. 4 ;
- [5] Eletrobrás; “ **Manual de Estudos de Efeitos Ambientais dos Sistemas Elétricos** ” Rio de Janeiro, junho 1986;
- [6] Mammana, G.P.; Jannuzzi, D.M.; “ **Legislação de Meio Ambiente no Setor Elétrico Brasileiro**” ( Anais do II Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 1994 ) UNICAMP, Campinas (1995 ) 766-771;
- [7] Eletrobrás; “ **Plano Diretor Para a Proteção e Melhoria do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico** ” Rio de Janeiro, novembro, 1986;
- [8] Eletrobrás, “ **Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993** ” Resumo Executivo, Rio de Janeiro,1991;
- [9] Eletrobrás, “ **Perspectivas do Mercado e da Conservação de Energia Elétrica** ”, Projeto 3, Plano 2015;
- [10] Eletrobrás - Procel; **Home Page**;
- [11] Eletrobrás; “ **Oferta de Energia Elétrica . Tecnologias, Custos e Disponibilidade** ” , Projeto 4, Sub-Projeto Biomassa Florestal; Plano 2015;
- [12] Eletrobrás; “ **Oferta de Energia Elétrica . Tecnologias, Custos e Disponibilidade** ” , Projeto 4, Sub-Projeto Resíduos de Cana de Açúcar; Plano 2015;
- [13] Ventura Filho, “ **O Papel da Geração Nuclear no Atendimento do Sistema Elétrico Brasileiro, a Longo Prazo** ”, CGEN, Rio de Janeiro / RJ 1994;
- [14] Eletrobrás; “ **Oferta de Energia Elétrica . Tecnologias, Custos e Disponibilidade** ” , Projeto 4, Sub-Projeto Carvão Mineral; Plano 2015;
- [15] Eletrobrás; “ **Oferta de Energia Elétrica . Tecnologias, Custos e Disponibilidade** ” , Projeto 4, Sub-Projeto Usinas Térmicas a Derivados de Petróleo e Gás Natural; Plano 2015;
- [16] Crookes, B.T.; Corrigan, M.R.V.; “ **Cogeneration and Fuel Cells** ” . 16 th WEC;
- [17] Andrade, G.: “ **Energia Nuclear no Contexto Energético Brasileiro** ”, COPPE / UFRJ; a ser publicado, 1996