



**XV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GPT/13

**17 à 22 de outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**GRUPO II
PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS – (GPT)**

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE COGERAÇÃO NO BRASIL

Tereza Cristina Costa Ottoni
(ELETROBRÁS)

Luiz Flavio Niemeyer
(ELETROBRÁS)

José Mauro da Mota Campos
(ELETROBRÁS)

Fábio de A. Vasconcellos
(ELETROBRÁS)

Sérgio Peres
(CHESF)

Adão Muniz
(ELETRONUCLEAR)

RESUMO

O objetivo deste trabalho é estimar o potencial de cogeração no Brasil no horizonte até 2003. Foi calculado o potencial termodinâmico, limite de cogeração máximo teórico com base no Balanço Energético Nacional e realizado um levantamento do potencial de mercado, contendo o conjunto de projetos com decisão de investimento já definida. Entre estes dois limites procurou-se avaliar, com base em parâmetros técnicos, os potenciais técnico e econômico de setores industriais selecionados. A diferença entre os potenciais econômico e de mercado indica o horizonte de expansão da cogeração no período estudado.

No potencial de mercado são considerados setores industriais grandes consumidores de energia elétrica e calor de processo, possíveis utilizadores de cogeração, mediante acompanhamento da dinâmica de seus mercados (produção física, demanda interna, exportação e importação), e da evolução tecnológica dos processos industriais, e seus efeitos sobre os índices técnicos de consumo energético.

O acompanhamento destes setores é realizado através de visitas técnicas, pesquisas de campo, contatos permanentes com associações de classe empresariais, órgãos de financiamento, universidades, concessionárias e entidades de planejamento a nível estadual e federal.

Esses resultados são considerados como potencial de mercado porque traduzem intenções de investimento por parte das empresas, gerando no mercado uma expectativa de efetiva implantação dos projetos.

PALAVRAS CHAVE

Cogeração, geração térmica.

2.0 - POTENCIAL TERMODINÂMICO

1.0 - INTRODUÇÃO

Neste trabalho foram identificados os potenciais termodinâmico e de mercado para os setores sucroalcooleiro, químico, refino de petróleo, siderúrgico e papel e celulose, bem como realizadas avaliações preliminares dos potenciais técnico e econômico para os setores sucroalcooleiro, papel e celulose e siderúrgico.

Foi calculado com base nos dados de consumo de energia elétrica e combustíveis do Balanço Energético Nacional - BEN de 1997, ano base 1996, em paridade térmica, considerando-se sistemas de cogeração convencionais (17.754 MW), conforme detalhado por setores na Tabela 1.

3.0 - POTENCIAIS TÉCNICO E ECONÔMICO

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS – ELETROBRÁS

Rua da Quitanda, n° 196, 15° andar

Centro - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: (021) 514 – 5055 / FAX: (021) 283 – 2840

Foi feita uma estimativa preliminar do potencial técnico, a partir de coeficientes técnicos e informações setoriais das indústrias sucroalcooleira, siderúrgica e de papel e celulose.

3.1 Indústria Sucroalcooleira

O setor sucroalcooleiro apresenta necessidades de eletricidade e demanda de calor que favorecem a cogeração. A sazonalidade do seu processo de produção, com cerca de 2/3 do ano em produção e de 1/3 do ano de entressafra, reduz o rendimento global térmico para a faixa de 65,0 a 72,0 %.

O setor sucroalcooleiro processa atualmente no Brasil cerca de 270 milhões de toneladas de cana por ano, gerando cerca de 30 % desse valor (81 milhões de toneladas/ano) de bagaço de cana, com teor de 50 % de água. Nesta condição o bagaço possui um poder calorífico de 7.536 kJ/kg.

O sistema de cogeração deve ser projetado de forma a atender às necessidades de eletricidade e calor com o máximo rendimento termodinâmico e geração contínua de excedente de eletricidade. Os níveis de pressão do vapor necessários para o processamento da cana de açúcar são inferiores aos necessários para geração de eletricidade.

Processos de geração de eletricidade pela expansão do vapor com eficiência mais elevada requerem pressões mais altas, e conseqüentemente tecnologias mais avançadas.

Uma usina típica processando cerca de 6 milhões de toneladas de cana por ano, projetada com essa tecnologia poderia ter 90 MW instalados, sendo 20 MW de autoprodução e 70 MW de excedente comercializável.

Extrapolando-se a usina típica para o setor sucroalcooleiro como um todo, pode-se concluir que o processamento de 270 milhões de toneladas de cana por ano, poderia ter uma potência instalada de cerca de 4.020 MW, atendendo a toda a demanda de eletricidade e vapor necessários ao processamento da cana, nos meses de safra. Isto corresponde a 1.340 MW de autoprodução. Nos meses de entressafra, quando o consumo próprio é igual a zero, a potência instalada de 4.020 MW pode ser considerada como excedente. No período da safra o excedente seria de 2.680 MW.

Considerando-se que o setor tem hoje cerca de 1.000 MW instalados, este potencial representa um crescimento de aproximadamente quatro vezes o valor atual.

3.2 Indústria Siderúrgica

Os processos utilizados no setor siderúrgico brasileiro podem ser classificados em: a) usinas integradas a coque; b) usinas integradas a carvão vegetal; c) usinas não integradas a carvão vegetal e d) usinas semi-integradas.

A autogeração de energia elétrica é considerada mais viável nas usinas do grupo a), através da utilização conjunta dos gases de coqueria, de alto forno e de aciaria e do calor do coque. O grupo b) não tem gases excedentes, por não produzir gás de coqueria. O grupo c), dos produtores independentes de ferro gusa, é o que apresenta o maior potencial efetivo de cogeração por ser energeticamente superavitário. A tendência mundial, e brasileira, é a migração para o grupo d), que não dispõe de gases combustíveis no seu processo produtivo.

O potencial disponível em 68 instalações industriais do grupo c) foi estimado em 180 MW de potência instalada, sendo 50 MW de autoprodução e 130 MW de excedente comercializável, utilizando-se os gases excedentes gerados no processo.

3.3 Indústria de Papel e Celulose

O processo produtivo da indústria de papel e celulose apresenta, para efeito de cogeração, uma excelente relação entre as demandas de eletricidade e vapor, além de gerar de um rejeito combustível, o licor negro.

O setor produz cerca de 6,6 milhões de toneladas de celulose por ano com programação de expansão de outras 2,25 milhões de toneladas por ano até o ano 2002.

Além do licor negro, com um poder calorífico de 13.400 kJ/kg, produzido a uma taxa entre 1,0 e 1,4 kg de licor concentrado por kg de celulose, o setor conta com outros insumos energéticos complementares, como resíduos de madeira e cavacos de lenha, que são utilizados como combustíveis adicionais para atender às necessidades energéticas do processo.

Uma planta típica com capacidade de produção de 1000 toneladas de celulose por dia, teria sua potência inferior à demanda. Observa-se, portanto, que o licor negro

gerado não é suficiente para o atendimento das demandas energéticas totais do processo.

Um sistema complementar dotado de turbina ou motor a gás com uma caldeira de recuperação de calor, poderia ser definido. A caldeira de queima de lenha seria suprimida. Este sistema complementar atenderia às necessidades de eletricidade e calor para uma planta de celulose com processamento médio de 1000 toneladas de celulose por dia, podendo gerar um excedente de 36 MW para uma potência instalada de cerca de 72 MW.

Com a aplicação de uma extrapolação simples para a produção total de celulose do setor, de 6.600.000 toneladas por ano, teremos uma potência instalada de 1.300 MW, sendo 650 MW de autoprodução e 650 MW de excedente comercializável.

Considerando-se os planos de expansão para os próximos 4 anos, poderíamos acrescentar uma potência instalada de 440 MW, sendo 220 MW de excedente comercializável.

4.0 - POTENCIAL DE MERCADO

Em seguida são apresentados as potências instaladas e os potenciais de mercado referentes aos grandes consumidores dos setores industriais considerados no estudo.

4.1 Indústria Química

As empresas consideradas pertencem aos sub-setores Petroquímico, Fertilizantes, Soda-Cloro e Outros da Química .

No setor Fertilizantes existe hoje uma potência instalada de 18MW na Copebrás, situada no estado de São Paulo.

O grupo Cogera é uma “joint venture” formada pelas empresas Rhodia, Carbocloro e Solvay, situadas no estado de São Paulo, com o objetivo de produção de energia e vapor para auto-suprimento (244MW) e venda do excedente (375MW).

Na Petroquímica, foram consideradas as três maiores empresas do setor: Copene, Copesul e Petroquímica União (PQU) e ainda a Petroflex , com uma potência instalada atual de 214MW, com previsão de expansão

para 480MW em 2003, sendo 415MW de autoprodução e 65MW de excedentes comercializáveis.

No sub-setor Soda-Cloro, a potência instalada atual é de 24MW com previsão de expansão para 286MW em 2003, apenas de autoprodução.

No polo gás-químico do Rio de Janeiro está prevista a instalação, até 2003, de uma potência de 49MW.

Foram consideradas, adicionalmente, 25 empresas do setor químico situadas no Estado de São Paulo, com uma potência instalada atual de 131 MW.

4.2 Indústria Siderúrgica

Foram consideradas as principais empresas do setor que possuem hoje uma potência instalada de 341MW com previsão de expansão para 695MW em 2003, apenas em autoprodução.

A CSN atende aproximadamente 5% de suas necessidades atuais de energia através de cogeração. Com a entrada em operação do projeto de cogeração de 230 MW previsto para o ano 2000, a usina será auto-suficiente em cerca de 50%.

A CST terá seu aproveitamento energético otimizado a partir de 1998, atendendo praticamente 100% de seu consumo de energia elétrica a partir de cogeração.

A Cosipa atende em torno de 10% de suas necessidades atuais de energia através de cogeração. O projeto de expansão para 150 MW em 2003 levará esta participação a cerca de 70%.)

A Usiminas tem hoje uma capacidade instalada de cogeração de 48 MW, sem projetos de expansão no horizonte deste estudo.

A capacidade atualmente instalada em cogeração (45 MW) na Açominas atende às necessidades da empresa em cerca de 40%, com expansão prevista para 62 MW.

4.3 Indústria do Refino

A Petrobrás está montando parcerias com sócios privados para a instalação de centrais termoelétricas em suas unidades industriais. Essas centrais deverão ser implantadas junto às refinarias, mas há também empreendimentos junto a outras instalações. São dois os modelos básicos de projetos:

- Integração Energética – a Petrobrás participa do consórcio como fornecedora de combustível e consumidora de energia elétrica e vapor; e

- Centrais Termoeletricas – a Petrobrás participa do consórcio apenas como fornecedora de combustível, pois não há consumo próprio previsto.

A empresa já tem uma capacidade de cogeração de 153 MW em 8 unidades industriais, que utilizam principalmente gás residual de refinaria e óleo combustível.

Os novos projetos devem levar até 2003 a capacidade instalada de cogeração, nas refinarias de petróleo, a 4615 MW, sendo 3875 MW referentes ao excedente comercializável (PIE) e 740 MW de autoprodução.

4.4 Indústria de Papel e Celulose

A indústria de papel e celulose apresenta interessantes perspectivas para a produção combinada de energia elétrica e calor de processo, tendo em vista suas relações de demanda de eletricidade e vapor de baixa e média pressão e a disponibilidade de combustíveis residuais de processo.

Em geral, as indústrias de celulose brasileiras, inclusive as mais modernas, têm sido projetadas apenas para a auto-suficiência, sendo comum plantas com potência instalada de cogeração superiores a 100 MW.

A capacidade de cogeração instalada neste setor em 1998 é de 718 MW. Os projetos de expansão previstos levarão a capacidade instalada em cogeração para 1189 MW em 2003 e 1654 MW em 2008.

4.5 Indústria Sucroalcooleira

A potência atualmente instalada no estado de São Paulo é de 611 MW, em um universo de 131 usinas.

Considerando-se a área da CPFL, onde se concentra a expressiva maioria das usinas do estado, existem projetos de expansão que pretendem agregar uma potência de cogeração de 180 MW até 1999.

Esta nova capacidade de produção de eletricidade decorre do aperfeiçoamento e da redução das perdas nos sistemas já existentes, sempre considerando a adoção de tecnologias amplamente conhecidas.

No estado de São Paulo duas usinas possuem contrato de longo prazo com a CPFL para venda de excedente.

São elas a Vale do Rosário e a Santa Elisa, com excedentes de 15 MW e 10 MW, respectivamente.

A potência instalada na região Nordeste é de aproximadamente 358 MW, sendo que os estados de Pernambuco e Alagoas participam com 80% desta capacidade. Alagoas é o estado com a maior participação, com 43% do total, aproximadamente 175 MW e Pernambuco com 37% da capacidade instalada, em torno de 150 MW.

5.0 - CONCLUSÕES

A Tabela 1 apresenta a comparação entre os potenciais termodinâmico, de mercado e técnico para os setores considerados no estudo.

A potência atualmente instalada em cogeração é de 2.467 MW, com perspectiva de instalação de mais 6.610 MW até 2003, sendo 2.270 MW de autoprodução e 4.340 MW de excedente comercializável.

Considerando-se tecnologias de cogeração convencionais, estima-se que outros 9.000 MW poderiam ser teoricamente aproveitados apenas no setor industrial.

A diferença entre o potencial de mercado e o potencial econômico representa o horizonte de expansão possível de ser alcançado, dependendo das condições do mercado.

A potência atualmente instalada no setor sucroalcooleiro é de 995 MW, com perspectiva de instalação de mais 205 MW. Foi estimado que o setor apresenta um potencial técnico/econômico total de 4.020 MW, sendo 1.340 MW de autoprodução. Este valor pode ser comparado à soma da potência instalada com o potencial de mercado (1.200 MW), o que indica que o setor está próximo da auto-suficiência energética, apresentando ainda um excedente energético potencial de 2.680 MW.

A indústria de papel e celulose é praticamente auto-suficiente, com uma potência instalada de 718 MW, utilizando como combustível principalmente resíduo, complementado por lenha. O potencial econômico disponível de 650 MW considera apenas a utilização do resíduo próprio dessa indústria como combustível.

Considerando-se a utilização de sistemas de ciclo combinado tendo o gás natural como combustível complementar, teríamos um potencial comercializável adicional de 650 MW.

O potencial econômico na indústria siderúrgica representa um acréscimo de apenas 180 MW, distribuído em pequenas instalações de produção de ferro gusa.

O maior potencial de excedente comercializável (PIE), identificado neste estudo, está na indústria do refino, que pretende atingir a auto-suficiência em energia elétrica com uma autoprodução projetada de 740 MW, apresentando ainda um excedente comercializável de 3875 MW até o ano de 2003.

Os combustíveis utilizados para cogeração nas refinarias de petróleo são gás de refinaria, resíduo asfáltico, gás natural e finos de xisto.

Outro potencial de PIE identificado situa-se em 4 grandes empresas da indústria química (grupo Cogera e PQU) que com uma autoprodução projetada de 359 MW serão praticamente auto-suficientes em energia elétrica, apresentando ainda um excedente comercializável de 440 MW.

À semelhança da indústria do refino, o setor químico tem planos de utilização do gás natural como combustível para calor de processo.

As indústrias de papel e celulose e sucroalcooleira apesar de disporem de resíduos de seus processos produtivos, vêm buscando apenas a auto-suficiência energética, sem investir na geração de excedentes comercializáveis.

A semelhança dos setores de papel e celulose e açúcar e álcool, a indústria siderúrgica também dispõe de combustível residual, apresentando características diferenciadas no que diz respeito à busca da auto-suficiência.

Dentre as sete siderúrgicas consideradas no estudo, apenas a CST e Cosipa pretendem atingir a auto-suficiência em energia elétrica através de cogeração no horizonte até 2003. A CSN, Usiminas e Açominas têm planos de cogeração, sem atingir a auto-suficiência.

Os gráficos 1 e 2 apresentam os valores do potencial de mercado de cogeração por setores e por regiões

6.0 – BIBLIOGRAFIA

1) ELETROBRAS. Estimativa do Potencial de Cogeração no Brasil. (1999)

GRÁFICO 1

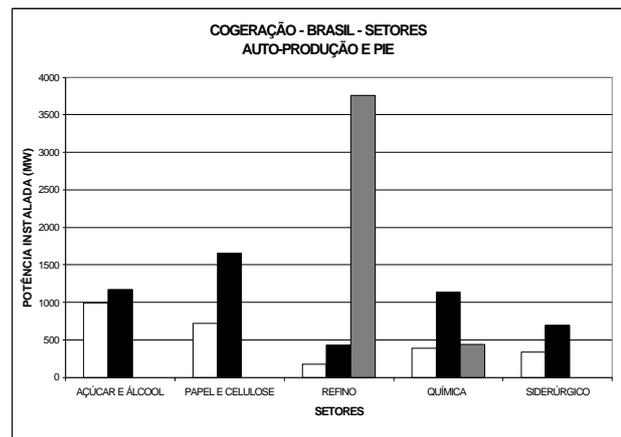
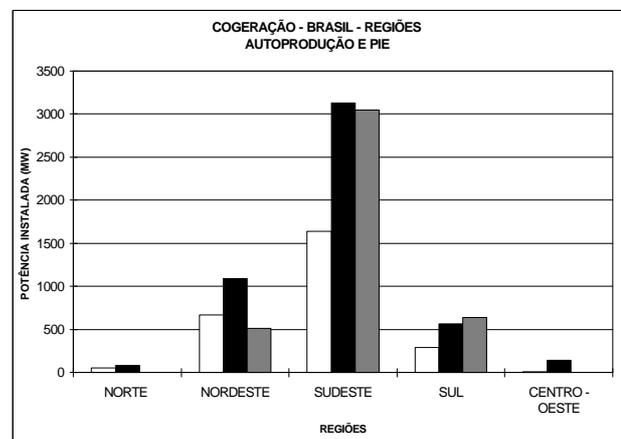


GRÁFICO 2



□ Autoprodução (1998) ▨ PIE (2003)
 ■ Autoprodução (2003)

TABELA 1
COGERAÇÃO – BRASIL (MW)

Setores	Potência Instalada (1998)	Potencial de Mercado (2003)			Potencial Econômico	Potencial Termodinâmico
		Auto-produção	PIE	TOTAL		
Sucro-Alcooleiro	995	180	25	205	4.020	5.584
Químico (i)	260	525	440	965	1.225	2.718
Refino de petróleo (i)	153	740	3.875	4.615	4.768	-
Siderúrgico	341	354	0	354	875	6.938
Papel e celulose	718	471	0	471	1.740	2.514
TOTAL	2.467	2.270	4.340	6.610	12.628	17.754

Notas: (i)

Os valores referentes ao potencial termodinâmico do setor químico, incluem as refinarias de petróleo. Os valores de potencial econômico apresentados são os da potência instalada somados aos de potencial de mercado.