

# **O ASPECTO AMBIENTAL DO GÁS NATURAL PARA O SUPRIMENTO DE ELETRICIDADE E COMBUSTÍVEL PARA AS INDÚSTRIAS ENERGOINTENSIVAS BRASILEIRAS.**

**\* José Fernando Romero<sup>1</sup>(PIPGE/IEE – USP)  
Célio Bermann<sup>2</sup>(PIPGE/IEE – USP)**

## **1. RESUMO**

Este trabalho objetiva analisar os aspectos ambientais do aproveitamento do gás natural na geração de energia para as indústrias siderúrgicas, do alumínio e produtos químicos orgânicos básicos. Ainda busca-se analisar de que forma a política econômica e a política energética se relacionam, identificando a atuação do Estado brasileiro na formulação de mecanismos de desenvolvimento socioeconômico e no suprimento de energia elétrica. São consideradas como atividades industriais eletrointensivas e energointensivas as indústrias do ferro-gusa e aço, metais, não-ferrosos e outros da metalurgia, química, papel e celulose. Trata-se de setores que produzem mercadorias para exportação e que consomem uma quantidade muito grande de energia elétrica para cada unidade física produzida de pouco valor econômico agregado.

## **2. ABSTRACT**

This work pretend analyse natural gás success in the energy generation for siderurgy industry, aluminium and basic organic chemical products. There is a necessity to inform economy-policy and the energy policy relationship, showing the Brazilian State atuation in the economic development mechanism and electric energy suprimment. Cast iron and iron, metals and no-irons are considerate like electric intensives and energy intensives industry activities. These are sectors that produces merchandises to exportation and that consume very quantaties of electral energy to each phisical produced unity of law economic value agregate.

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) da USP. Bolsista ANP. Contato: Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - CEP: 05508-090 - São Paulo – SP  
e-mail: romero@iee.usp.br - tel: (11) 3091-2657.

<sup>2</sup> Professor do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP. Instituto de Eletrotécnica e Energia - USP. Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - CEP: 05508-090 - São Paulo – SP  
e-mail: cbermann@iee.usp.br - tel: (11) 3091-2636.

### 3. TEXTO

#### 3.1. INTRODUÇÃO

Por estar no estado gasoso, o gás natural não precisa ser automatizado para queimar. Isso pode resultar numa combustão limpa, com menor emissão de poluentes e melhor rendimento térmico, o que possibilita redução de despesas com a manutenção da energia elétrica.

A composição do gás natural pode variar bastante, predominando o gás metano, principal componente, etano, propano, butano e outros gases em menores proporções. Apresenta baixos teores de dióxido de carbono, compostos de enxofre, água e contaminantes, como nitrogênio. A sua combustão é completa, liberando como produtos o dióxido de carbono e vapor de água, sendo os dois componentes não tóxicos, o que faz do gás natural uma energia ecológica e não poluente.

As especificações do gás para consumo são ditadas pela Portaria n. 41 de 15 de abril de 1998, emitida pelo Agência Nacional do Petróleo, a qual agrupou o gás natural em 3 famílias, segundo a faixa de poder calorífico. O gás comercializado no Brasil enquadra-se predominantemente no grupo M (médio), cujas especificações são: ponto de orvalho da água a 1 atm, isento de poeira, água condensada, odores objetáveis, gomas, elementos formadores de goma, hidrocarbonetos condensáveis, compostos aromáticos, metanol ou outros elementos sólidos ou líquidos.

Na indústria, o gás natural é utilizado como combustível para fornecimento de calor, geração de eletricidade e de força motriz, como matéria-prima nos setores químicos, petroquímicos e de fertilizantes e como redutor siderúrgico na fabricação de aço.

O gás natural é utilizado em indústrias, no comércio, em residências, em veículos. Atualmente, está sendo valorizado em consequência da progressiva conscientização mundial da relação entre energia e meio ambiente.

No que tange ao processo de planejamento da geração de energia, BERMANN (1991) considera que inexistente autonomia com relação aos interesses que se articulam em torno do perfil eletrointensivo do parque industrial brasileiro.

Desta forma, torna-se mais fácil à transposição das necessidades das empresas para necessidades de interesse público, e através deste viés, para as necessidades do Estado.

Sendo assim, o papel desempenhado pelo Estado é determinante para garantir os investimentos necessários para expansão da geração. Atualmente o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro determinado pela privatização das empresas de distribuição e de geração impõe novos contornos, exigindo uma profunda reformulação das estratégias que vinham sendo até então utilizadas pelas indústrias eletrointensivas.

Em linhas gerais, pode-se sintetizar o processo histórico que levou à configuração atual do setor energético brasileiro da seguinte forma:

- de 1900 a 1960 os grupos estrangeiros e as empresas privadas nacionais que dominavam o setor instalaram uma capacidade total de apenas 4.800 MW, desta forma o Estado foi levado a aplicar gigantescos fundos públicos no setor atendendo aos apelos do empresariado industrial;
- a partir de 1960, com a efetiva entrada do Poder Público, a capacidade instalada expandiu-se rapidamente, atingindo 63.959 MW em 1999.

É mister salientar que antes de 1960, o Brasil importava projetos, tecnologia e equipamentos para centrais elétricas e linhas de transmissão. No entanto, por volta de 1985, o Brasil tornou-se um grande exportador destes produtos.

Apoiado no esforço de investimento estatal, o sistema elétrico brasileiro, que se caracterizava pela reduzida confiabilidade e pela qualidade deficiente, alcançou a categoria de um dos mais avançados do mundo (CARVALHO, 2002).

Sendo assim, deve-se ao Estado brasileiro a criação da infra-estrutura necessária para a geração de energia elétrica, insumo imprescindível para fomentar o desenvolvimento econômico e industrial.

Dentre as estratégias disponíveis, que o Estado dispõe para formular políticas energéticas, o gás natural pode representar uma alternativa na elaboração da política energética brasileira. As descobertas de extensas reservas de gás natural na Bacia de Santos – a Petrobrás confirmou um potencial de 419 bilhões de m<sup>3</sup> nesta bacia e a existência de volumosos reservatórios deste combustível fóssil em países vizinhos<sup>3</sup>, somado ao desenvolvimento tecnológico, que permitiu a ampliação do uso deste combustível em diversos setores da economia, aliada à tendência de usá-lo como insumo para a geração de eletricidade em centrais térmicas, faz do gás natural uma opção interessante para a geração de energia, porém ainda insustentável sob a ótica ambiental.

Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), em 1999, antes do início da operação do Gasoduto Bolívia-Brasil, o gás natural representava 2,2% da Matriz Energética Brasileira, sendo que, naquele mesmo ano, as estimativas oficiais projetavam um aumento desta participação para 10% em 2010.

Ainda, segundo BERMANN (2002): “a inserção do gás natural na matriz energética nacional é desejável e pode representar benefícios econômicos e ambientais consideráveis. No entanto, há que se ponderar a forma como essa inserção está ocorrendo, para que se possam estabelecer padrões energéticos sustentáveis”.

Portanto, a possibilidade de se utilizar o gás natural de uma maneira mais nobre do que simplesmente gerar energia elétrica ou calor de processo para a indústria química é uma opção de política energética plenamente justificável e permitiria uma maior diversificação da matriz energética nacional.

---

<sup>3</sup> As reservas provadas sul-americanas de gás natural estão estimadas em 6,23 trilhões de m<sup>3</sup>. As principais reservas localizam-se na Venezuela com 4,15 trilhões de m<sup>3</sup>, na Bolívia com 810 bilhões de m<sup>3</sup>, na Argentina com 660 bilhões de m<sup>3</sup>, no Peru com 260 bilhões de m<sup>3</sup> e na Colômbia com 110 bilhões de m<sup>3</sup>. O Brasil totaliza 250 bilhões de m<sup>3</sup> de gás natural, sendo o quinto país sul-americano em reservas provadas, ainda sem considerar as descobertas da Bacia de Santos, da ordem de 400 bilhões de m<sup>3</sup>.

### 3.2. RELEVÂNCIA DO TEMA

Os setores industriais eletrointensivos desempenham um importante papel nos estudos de previsão de demanda de energia elétrica no país (BERMANN, 2004).

BOA NOVA (1985) considera que é muito usual que a energia seja mencionada como um *setor* da economia – o setor energético. Porém, como a energia está presente em todas as atividades humanas, a sua conceituação mais apropriada não é de um *setor* à parte, mas de um *sistema*, que se relaciona com todo contexto socioeconômico.

Encarada deste modo, a questão energética se articula estreitamente com a questão do modelo de desenvolvimento. Desta forma, a crise de energia comporta duas dimensões essenciais: uma está associada à escassez e finitude dos recursos naturais e na progressiva deterioração do meio ambiente; a outra reside na insustentabilidade da sociedade de consumo que, sendo essencialmente uma sociedade do desperdício, carrega consigo o vírus de sua própria destruição (BOA NOVA, 1985).

Sendo assim, e na tentativa de desvendar e trazer à discussão os vínculos entre projetos energéticos e projetos de sociedade, é que se abre espaço para uma análise sociológica da questão energética.

Portanto, dentro desta ótica, é necessário perguntar: energia para quem? Energia para quê? Em relação à demanda energética, indaga-se qual é o tipo de estrutura e de organização de sociedade que ela reflete, ou seja, em que medida as desigualdades entre classes e camadas sociais estão presentes nesta demanda e na apropriação da renda energética.

Qual são os aspectos ambientais na utilização do gás natural como combustível energético?

Ainda, segundo BOA NOVA (1985), o mesmo questionamento se aplica às políticas de suprimento de energia, argüindo-se a que interesses de classe elas servem e de que modo às decisões tomadas refletem o poder desigual de pressão dos diferentes atores sociais.

Conforme o Relatório Analítico de Mercado-Ciclo 2000 elaborado pelo CCPE/CTEM (maio/2001), que avalia as taxas de crescimento do consumo dos setores eletrointensivos do ano de 2000 em relação a 1999, o setor de Alumínio apresentou um crescimento de 2,2%, o setor Siderúrgico 11,0%, o setor de Ferroligas 17,4%, o setor de Papel 3,3%, o setor de Celulose 10,2% e o setor da Petroquímica 9,0%.

A **Tabela 1** a seguir apresenta a evolução da produção brasileira de setores eletrointensivos selecionados no período 1986-2000. Observa-se um ritmo expressivo de expansão da capacidade produtiva destes setores ao longo do período considerado e como a eletricidade é um insumo básico para esses processos, a possibilidade da sua escassez passa a ser um problema que pode frustrar o aumento da produção.

**Tabela 1: Evolução da produção brasileira de setores industriais eletrointensivos selecionados no período 1986-2000.**

(em mil toneladas)

SETORES SELECIONADOS	1986	1989	1995	2000
Alumínio primário	757,6	887,4	1.188,1	1.277,4
Aço bruto	21.239,8	25.055,0	25.076,0	30.013,0

Fonte: ABAL-Anuário Estatístico:2000, 2001; MME/SSM-Secretaria de Minas e Metalurgia-Anuário Estatístico: 1995-99, 2000; ABRAFE-Anuários Estatísticos: 1995-2000, 2001; IBS-Anuários Estatísticos 1997-2000, 2001.

nota: Dados para 1986 e 1989 extraídos de BERMANN, C. - "Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas percussões sócio-ambientais no Brasil". Tese de Doutorado. FEM/UNICAMP, 1991.

Corroborando este argumento, BERMANN (2004) considerou as previsões de consumo de energia elétrica dos setores industriais eletrointensivos elaboradas pelo CCPE/CTEM (maio/2001), apresentadas na **Tabela 2**, a seguir, e observou que, no seu conjunto, os setores eletrointensivos estão empenhados num expressivo processo de aumento da escala de produção, o que torna crucial a questão do suprimento de energia elétrica necessária para atender esta crescente demanda.

No citado Relatório, o Cenário para Autoprodução elaborado pelo CCPE/CTEM (maio/2001) também são consideradas as parcelas de autoprodução dos empreendimentos de geração hidráulica e térmica (inclusive cogeração), incluindo as parcelas de autoprodução das usinas com potência instalada até 50 MW, não despachadas pela operação. A previsão é de um incremento da geração em regime de autoprodução da ordem de 13.000 MWh para 2005, e de mais 12.000 MWh até 2010.

**Tabela 2: Previsão de consumo de energia elétrica (MWh) dos setores industriais eletrointensivos**

Setor	2001	2005	2010
Alumínio	21.301	24.970	27.000
Siderurgia	16.259	19.090	21.800
Petroquímica	4.201	5.160	6.850

Fonte: CCPE/CTEM – Relatório Analítico de Mercado, maio/2001.

Outro viés a ser analisado é o que se refere à política tarifária que mantém os subsídios cruzados, prática condenável levando-se em consideração a prevalência das relações de mercado .

BERMANN (2004) considera que a perspectiva de ampliação do suprimento através da autoprodução também impõe obstáculos. Segundo o autor alguns são de natureza financeira, uma vez que os investimentos na geração de energia elétrica são de capital intensivo<sup>4</sup>. Outros são de natureza política pois, com relação às usinas hidrelétricas, trata-se da apropriação privada de um bem público - o potencial hidráulico.

Sendo assim, a produção de energia elétrica utilizando o gás natural em centrais termoelétricas surge como uma alternativa às usinas hidrelétricas e pressupõe uma maior participação do investimento privado na geração de energia para projetos industriais eletrointensivos.

Outra forma de aproveitar o gás natural, além do suprimento de eletricidade a partir do *citygate* e da geração de energia através da autoprodução, é o aproveitamento do gás associado queimado no *flare*.

Desta forma, poderiam ser obtidos ganhos de custo por meio de contratos de fornecimento entre empresas exploradoras de gás e petróleo e as indústrias do alumínio, da siderurgia e do setor químico.

### 3.3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade do aproveitamento do gás natural na geração de energia para as indústrias siderúrgicas, produtos químicos e do alumínio. Ainda, busca-se avaliar de que forma a política econômica e a política energética se relacionam, identificando a atuação do Estado brasileiro na formulação de mecanismos de desenvolvimento socioeconômico e no suprimento de energia elétrica.

É também analisado de que maneira a renda energética é apropriada e distribuída, considerando a recente evolução da demanda de eletricidade determinada pelos processos produtivos eletrointensivos, ponderando o papel da política tarifária e sua relação com os custos de produção e identificando as estratégias empresariais para assegurar o suprimento da energia elétrica necessária para a produção industrial.

São consideradas as atuais políticas públicas, buscando avaliar quais são as condições para uma eventual manutenção da participação do Estado na geração de energia, exclusivamente para suprimento destes setores produtivos.

Em síntese, a conclusão da pesquisa torna possível formular um modelo econômico-energético que permitirá quantificar a eficiência econômica das políticas energéticas adotadas, também sendo possível avaliar de que maneira está sendo investido o capital social<sup>5</sup> e qual é a efetiva geração de emprego.

---

<sup>4</sup> Segundo os empreendedores, o modelo clássico de Project Finance – PPA parece não ser o mais adequado para os empreendimentos de autoprodução, devido às novas condições impostas pela reforma tributária que penalizam o autoprodutor, na medida em que um novo Imposto Seletivo incorrerá nos contratos de compra de energia, seja da rede, seja da Sociedade de Propósito Específico de um empreendimento, não podendo ser repassado no produto final, ao contrário do ICMS atual.

<sup>5</sup> Define-se capital social como o estoque de ativos em propriedade da comunidade para o uso e benefício da sociedade como um todo. Diferentemente do capital social, o capital privado pode ser definido como o estoque de ativos de propriedade privada e é controlado pelas empresas e indivíduos com propósito privado.

É possível identificar e distinguir a quantidade de capital privado e de capital social investido na geração de energia elétrica para os setores que fazem parte da pesquisa, ou seja, do alumínio, siderúrgico e químico.

Portanto, como resultado final esta pesquisa apresenta um estudo comparativo do suprimento energético entre termoeletricidade e hidroeletricidade, mencionando experiências bem sucedidas do uso do gás natural na indústria e avaliando se há condições viáveis para reproduzir esta estratégia no Brasil.

### 3.4. METODOLOGIA

Na pesquisa científica a definição de modelos é essencial para podermos saber como as metas serão atingidas. Não obstante, que pese como limitação o caráter puramente teórico dos modelos propostos. Nesta pesquisa as metas a serem atingidas dizem respeito à comparação de projetos diferentes e excludentes na área de energia. Projetos que podem utilizar energia produzida por termoelétricas ou hidroelétrica.

Leontief, ganhador do prêmio Nobel de Economia em 1973, desenvolveu um modelo de equações simultâneas retratando uma economia. Com base nas informações estatísticas da matriz insumo-produto da estrutura produtiva da economia norte-americana, Leontief elaborou um planejamento com o objetivo de verificar o crescimento industrial a partir de suposto crescimento na indústria automobilística, avaliando complementarmente os reflexos sobre outros setores ligados àquela indústria (do aço, químico, dos metais não-ferrosos, têxteis, etc).

Em termos de previsão, a matriz fornece as quantidades de capital e de mão-de-obra empregadas que seriam adicionadas a cada indústria, bem como as necessidades em termos de manutenção de estoques de matérias-primas, para atender ao incremento na produção dos setores em questão e daqueles outros vinculados ao processo produtivo de automóveis.

Em função da distribuição dos recursos de capital e de mão-de-obra, Leontief averigua se é conveniente para o país, do ponto de vista econômico, exportar as mercadorias produzidas domesticamente com maior uso relativo de capital e pequena parcela de mão-de-obra e importar aquelas que, se produzidas internamente, utilizariam relativamente grande quantidade de mão-de-obra e pouco capital, seguindo, portanto as relações de competitividade do seu comércio com o resto do mundo.

Por sua vez, o modelo de *brookhaven* relaciona crescimento energético com crescimento econômico mediante alternativas distintas de política energética

A metodologia que é desenvolvida nesta pesquisa inova ao acrescentar a perspectiva sócio-ambiental na análise de projetos de política energética, contabilizando a variável social e ambiental na formulação desta política.

Sendo assim, para a construção deste modelo são propostos dois tipos de critérios: os critérios processuais – que verificam o engajamento dos diversos atores sociais envolvidos, a disponibilidade de consulta pública e a abertura e transparência da informação do projeto a ser implantado – e os critérios de conteúdo, que concederam a sustentabilidade dos projetos e ajudam no processo de tomada de decisão.

Por sua vez, os critérios de conteúdo dividem-se em avaliação de impactos sociais, avaliação de impactos ambientais e avaliação de impactos econômicos.

Para conferir ao procedimento metodológico uma certa uniformidade de tratamento, os índices são considerados em termos de kWh por tonelada. Por sua vez, os dados de produção são sempre apresentados em toneladas, sendo indicadas as respectivas equivalências sempre que os dados primários fornecerem a produção em outra unidade.

Através deste procedimento, é avaliado a atual demanda de eletricidade determinada pelos processos produtivos eletrointensivos, adotando-se a evolução da capacidade de produção no período 1985-2000, e considerando para esta análise os indicadores de produção referentes a 1986, 1989, 1995 e 2000, conforme a **Tabela 1**.

Para possibilitar uma avaliação das oportunidades que se oferecem a partir da ratificação da estratégia industrial atualmente em curso no Brasil, baseada na alternativa da obtenção de receita a partir da exportação de produtos de baixo valor agregado (**Tabela 3**), podem ser sistematizados dados comparativos com os gastos decorrentes da importação de produtos obtidos a partir da transformação, e conseqüente agregação de valor, destes mesmos produtos que foram exportados. Em função dos dados referentes às quantidades exportadas e importadas de cada ramo, e a partir das respectivas receitas obtidas pela exportação e gastos decorrentes da importação, pode-se comparar os dois valores denominados receita agregada e gasto agregado.

Por fim, a questão do emprego gerado por estas atividades também deveria ser objeto de reflexão, a partir da identificação das atividades industriais que se caracterizam por serem intensivas no consumo energético e com capacidade extremamente reduzida de geração de emprego. Trata-se de processos produtivos que consomem energia de forma significativa, colaborando para a pressão sobre os recursos naturais, ao mesmo tempo em que o número de postos de trabalho criados por unidade de energia consumida se contrapõe à retórica da “geração de empregos”, comumente utilizada por essas empresas.

**Tabela 3: Distribuição por Setor Industrial da produção para o mercado interno e para exportação - 2004**

<b>Setores Selecionados</b>	<b>Produção para o Mercado interno (%)</b>	<b>Produção para o Mercado Externo (%)</b>
Alumínio	28,7	71,3
Ferroligas	54,7	45,3
Siderurgia	63,6	36,4
Celulose	49,2	50,8
Papel	78,1	21,9

Fonte: SMM/MME – Anuário Estatístico: 2004, 2005; ABAL - Anuário Estatístico: 2004, 2005; IBS - Anuário Estatístico: 2004, 2005; ABRAFE - Anuário Estatístico: 2004, 2005; BRACELPA - Estatísticas do Setor: 2004, 2005.

Com o objetivo de comparar a melhor opção deveriam ser analisadas as atuais políticas energéticas dos setores envolvidos utilizando-se a hidroeletricidade, esta mesma política energética utilizando a termoeletricidade, mas agora para produzir bens com maior valor agregado embutido.

### **3.5. CONCLUSÃO**

Como conclusão podemos analisar os mecanismos de evolução dos mercados energéticos.

Segundo a COMGÁS o gás natural é a solução energética para o novo século e já faz parte da vida da maioria dos países.

No Brasil as reservas de gás natural ainda não são expressivas - vale lembrar que o gás natural é consumido desde 1980, proveniente da Bacia de Campos - porém hoje se sabe que elas são bem maiores e inexploradas, destacando-se aqui a recente descoberta de gás natural na Bacia de Santos.

O gás natural ocupa 7,7% da matriz energética nacional, mas existe o plano do governo de elevar esse número para 12% até 2010, quando, então, projeta-se utilizar o gás natural em térmicas, indústrias, setores comercial, residencial e veicular. Parece muito, mas ainda é menos que a média mundial de 20%.

Ao mesmo tempo, segundo alguns cientistas, o gás natural deverá superar o petróleo como a maior fonte de energia do mundo durante os próximos 50 anos e servirá como etapa intermediária na transição da matriz energética global para fontes renováveis.

A curto e médio prazo, deverá aumentar a exploração direta dessa energia. À medida que fica mais caro, mais raro e politicamente mais inviável queimar combustíveis como petróleo e carvão, usar a "limpa" radiação solar tende a ser uma opção mais sensata e prática e a tecnologia futura de armazenamento de energia poderá resolver o problema dos países que têm menos dias ensolarados.

Um desenvolvimento realmente "sustentável", isto é, sem que exista a ameaça de esgotamento da fonte de energia, só poderá ser feito a longo prazo. A utilização da energia nuclear, mais especificamente e principalmente da "fusão" nuclear, é uma opção perigosa que o Governo Federal quer aprovar.

É preciso deixar claro a diferença entre as duas energias nucleares. A energia nuclear depende da "fissão", da quebra do núcleo de átomos de elementos químicos pesados como o urânio. Mas muito mais energia pode ser gerada pelo processo oposto: fundir átomos de elementos leves.

Uma matéria-prima da fusão nuclear poderia ser o elemento químico lítio. Calcula-se que bastaria 1,8 kg de lítio para produzir um megawatt de energia por ano. E o mundo tem cerca de dez milhões de toneladas desse elemento.

Provavelmente, até a metade deste século, o gás irá se transformar na fonte número um de energia. Depois disso, fontes renováveis, como a energia solar e a eólica (ventos), começarão a predominar, afirma Christopher Flavin, pesquisador responsável pelos estudos de energia do Worldwatch Institute, um dos grandes centros mundiais de estudos ambientais, localizado em Washington (EUA).

Embora não seja tão taxativo quanto o Instituto, o governo norte-americano reconhece que o papel do gás natural será fundamental nos próximos anos.

O ex-secretário de energia norte-americano, Robert Richardson, afirma ter tirado essa conclusão observando a procura pelo gás durante a crise econômica que derrubou os preços do petróleo no ano de 2001, passado para patamares mais baixos desde o embargo árabe de 1973, quando a OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) elevou o preço do barril de US\$ 1,5 para US\$ 12,0 deflagrando recessão de alcance mundial.

No entanto, o consenso com relação ao consumo do gás natural parece não indicar o fim da era do petróleo nem o fracasso da viabilidade econômica das energias alternativas. O ex-secretário americano Richardson previa que a demanda global por energia poderia dobrar até o ano 2010.

Com relação aos aspectos ambientais é preciso levar em consideração a melhor utilização do gás natural, ou seja, reduzir a emissão de poluentes que podem ser gerados pela produção e comercialização do gás.

Finalmente, é importante afirmar que o aproveitamento do gás natural para o suprimento de energia e combustível para as indústrias energointensivas brasileiras é uma opção bastante razoável para o desenvolvimento econômico do Brasil. Atualmente, algumas distribuidoras prometem investir em empresas que estudam formas de baratear o uso de energia elétrica.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

**ABAL**-Associação Brasileira de Alumínio – Relatórios Estatísticos, vários anos.

**ABRAFE**-Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas – Anuários da indústria brasileira de ferroligas, vários anos.

**ANEEL** – Programa Indicativo de Licitação de Concessões, 1999-2002, 2002.

**ANEEL**-Superintendência de Gestão dos Potenciais Hidráulicos/SPH – Relatório de Acompanhamento de Estudos e Projetos de Usinas Hidrelétricas, 31/janeiro/2001.

**ANEEL** – Banco de Informações de Geração, 2002.

**ASTIER, J.** – “Evolution de la siderurgie mondiale et consequences pour les procédés et les matières premières”. In: Seminaire d’Economie et de Strategie Minieres. Ecole Nationale Superieure des Mines de Paris, maio/1987.

**AZEVEDO, J.B.L. et al.** – “A exportação de energia elétrica via produtos industriais”. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, Clube de Engenharia/Coppe-UFRJ, 1990, pp. 991-999.

**BEHLING, D. J. et al.** – “The Relationship of Energy Growth to Economic Growth under Alternative Energy Policies”. New York, Brookhaven National Laboratory, 1976.

**BERMANN, C.** - “Os limites dos aproveitamentos energéticos para fins elétricos: uma análise política da questão energética e de suas repercussões sócio-ambientais no Brasil”. Tese de Doutorado. FEM/UNICAMP, 1991.

**BERMANN, C.** - “Estratégias Industriais e Energéticas no Primeiro Mundo: o Alumínio no Japão, Canadá e Estados Unidos”. In: Anais do II Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Campinas, SBPE-NIPE/PRDU/ UNICAMP, julho/1995, pp.143-154.

**BERMANN, C.** - Energia no Brasil: para quê? para quem? - Crise e Alternativas para um país sustentável. São Paulo, Ed. FASE/Livraria da Física-USP, 2002, 139 p.

**BERMANN, C.** – Industrias Eletrointensivas no Brasil: Avaliação das novas condições de suprimento decorrente do processo de reestruturação do setor elétrico. Projeto de Pesquisa CNPq – PQ, 2004, 18p.

**BOA NOVA, A.C.** – “Energia e classes sociais no Brasil”. São Paulo, Ed. Loyola, 1985, 247p.

**BRANCO A.M. (org)** “Política Energética e Crise de Desenvolvimento”. São Paulo, Paz e Terra, 2002, 284p.

**BRACELPA**-Associação Brasileira dos Fabricantes de Papel e Celulose - Anuários Estatísticos, vários anos.

**BROWN, R.E. & MURPHY, G.F.** – “Ferroalloys”. In: Mineral Facts and Problems. Washington, Bureau of Mines/United States Department of the Interior.

**CCPE/CTEM**-Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos/Comitê Técnico para Estudos de Mercado – Relatório Analítico de Mercado-Ciclo 2000. Rio de Janeiro, maio/2001.

**CST/ONU** – Les sociétés transnationales dans l' industrie de production de l' aluminium à partir de la bauxite. New York, Centre sur les sociétés transnationales/ONU, 1982.

**IBS**-Instituto Brasileiro de Siderurgia – Anuários Estatísticos da Indústria Siderúrgica Brasileira, vários anos.

**LEONTIEF, W.** – “A Economia do insumo-produto”. São Paulo, Editora Abril, 1983.

**MELLO, J.C.P.** – Palestra. In: Workshop “Expansão do Parque Hidrelétrico Brasileiro”. São Paulo, 16/dezembro/1999.

**MME/SSM**-Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Minas e Metalurgia – Anuários Estatísticos, vários anos.

**RAMOS, F.** – “Conservação de energia e política de exportação de metais básicos”. In: São Paulo Energia, no. 55, São Paulo, CESP, agosto/1989, pp. 3-12.

**SNIC**-Sindicato Nacional da Indústria de Cimento – Anuários Estatísticos