



Ano1-No2

Abr/Mai 1997

Entropia e Economia**Energia no ES****Mercosul****Balanço Energético****Equipe e&e**

Edição Gráfica:

MAK**Editoração Eletrônica****marcos@rio-point.com**

Revisado: Sunday, 13

December 1998.

e assim, poupamos nossas reservas para o futuro.

Entropia, Economia e Desenvolvimento Social

Omar Campos Ferreira

Os princípios da termodinâmica extrapolam sua aplicação no campo da Física e podem ser aplicados, com as devidas adaptações, à sociedade humana. Alguns sintomas de desequilíbrio na sociedade moderna como o desemprego e o agravamento da distribuição de renda podem ser compreendidos à luz de uma análise termodinâmica que também aponta a direção das correções necessárias.

Oportunidades e Limites do Mercosul

Carlos Feu Alvim

O Brasil, que ignorava do ponto de vista comercial seus vizinhos, descobriu com o Mercosul um mercado de grande potencial. Nossa análise mostra que ainda existe considerável espaço para crescimento do comércio regional.

O Potencial Energético do Espírito Santo

Genserico Encarnação Jr.

O Espírito Santo (ES), o menor Estado da região mais rica do País, é a Unidade da Federação que tem o maior consumo energético per-capita do País.

Balanço Energético Nacional 1996

Ministério de Minas e Energia

Ano Base 1995

quadro resumo

"download" **BEN 98 sinopse**

(modificação pposterior a edição deste número)

Ano Base 1995 MME/Brasil

Entropia, economia e desenvolvimento social

Omar Campos Ferreira

<omar@ecen.com>

Curso de Ciências e Técnicas Nucleares-UFMG
Concentração em Planejamento Energético

1 - Introdução

Aplicar leis da Física na análise de problemas sócio-econômicos é uma tentação freqüente que se justifica pela sensação de segurança que elas nos inspiram. Essas leis são discutidas pelas melhores inteligências e a sua aceitação só fica em risco quando aparece um fato novo não explicável pela teoria em voga.

A segunda Lei da Termodinâmica, a Lei da Entropia, apresenta uma extraordinária resistência ao longo dos anos sendo amplamente acatada e até mesmo usada em outras áreas de conhecimento, como a Psicologia, a Sociologia, a Teoria da Comunicação, etc.

A aplicação extensiva das leis e dos métodos da Física requer certos cuidados pois o comportamento humano é regido por critérios mais restritivos, de caráter ético, social e religioso. Há, entretanto, situações especiais em que é possível extrair conclusões genéricas sobre os fenômenos que envolvem os humanos, em geral aquelas situações em que os condicionamentos físicos são muito fortes, como em alguns problemas da produção e do consumo. Como a produção envolve, entre outros fatores, a energia, as leis que regem as relações energéticas também descrevem aspectos do processo produtivo.

Propomos aqui uma avaliação da tendência da economia sob a ótica da Termodinâmica e uma especulação sobre os efeitos na organização da sociedade. Este esforço parece-nos oportuno à vista dos inquietantes novos rumos da economia mundial e dos desafios que eles trazem (*globalização da economia, desemprego estrutural, etc*)

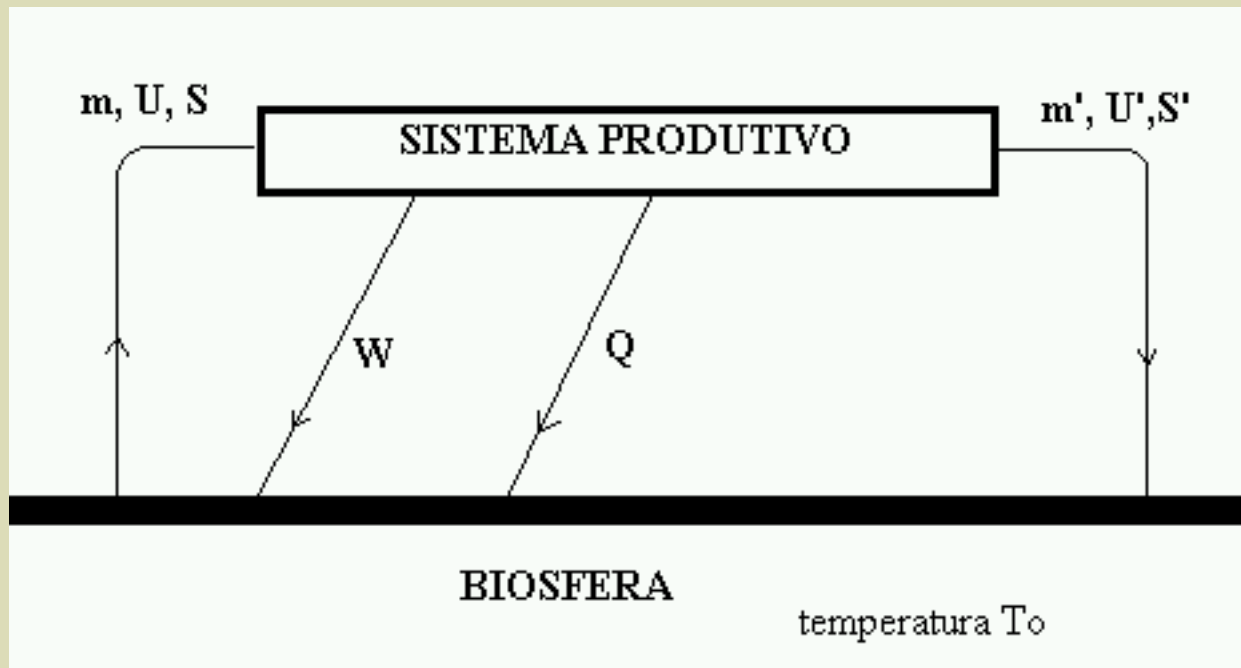
2 - Economia e energia

Os modelos econômicos clássicos não incluem a energia explicitamente entre os fatores de produção, embora façam referência marginal a parâmetros energéticos (*intensidade energética, custos da energia, etc*). Entretanto, existe uma correlação praticamente linear entre o produto de uma nação industrializada e o uso da energia. Mesmo para economias pré-industriais alguma correlação existe, como mostra a coincidência dos surtos de crescimento econômico com a introdução de novos conversores energéticos (1). A avaliação correta da influência da energia na produção talvez seja dificultada pelo uso de energia não-comercial (*resíduos agrícolas e industriais, lenha catada, estrume de gado, etc*) principalmente nos países de menor renda, bem como pelo controle exercido pelos governos sobre os preços da energia, o que constitui reconhecimento tácito da sua importância estratégica. Nas atualidade, assistimos ao esforço mundial para manter o preço do petróleo em nível compatível com a estabilidade da economia e, em passado recente, vimos a perturbação causada pelos dois choques dos preços do petróleo que resultou inclusive em frustração do plano brasileiro de desenvolvimento (2).

Tomamos, portanto, como postulado que o uso da energia é um dos fatores determinantes da atividade econômica. Assim sendo, estudamos os condicionantes energéticos como condicionantes econômicos. A análise segue, em linhas gerais, o modelo delineado por Ayres (3).

3 - Metodologia

O objeto deste estudo é o sistema de produção, entendido como o conjunto das máquinas, instalações, vias de comunicação e transporte, etc, cuja finalidade é produzir, para o uso humano, bens não existentes na Natureza. O sistema produtivo não é isolado do restante do Universo, pois a matéria prima e a energia necessárias são extraídas da Natureza. O diagrama abaixo mostra a relação conceitual entre o sistema produtivo e o ambiente no qual ele opera.



O diagrama é obviamente simplificado: a produção ocorre em estágios, os rejeitos não saem de um único ponto, etc. A simplificação, porém, não afeta a essência dos argumentos que se seguem. A energia entra no sistema majoritariamente na forma de combustíveis; a hidroeletricidade, que é a exceção, representa menos de 10% na energia usada na produção; o próprio sistema, através dos motores, transforma a energia contida nos combustíveis e a eletricidade em trabalho necessário para extrair, movimentar, beneficiar, separar, conformar a matéria prima, nos diversos estágios da produção, distribuir os produtos e movimentar os rejeitos.

Além do trabalho, a produção requer calor para fundir, destilar, vaporizar os materiais, etc. Calor e trabalho são conceitos que associamos a transformações da matéria, enquanto que energia é um conceito associado ao estado estrutural da matéria. Costuma-se dizer que calor e trabalho são energia em trânsito. Estas duas manifestações da energia se distinguem por seus efeitos: o trabalho é percebido essencialmente pela variação de velocidade de um corpo, enquanto que o calor é percebido essencialmente pela variação da temperatura de um corpo. Assim, dizemos que uma força única aplicada a um corpo rígido produz o trabalho de aceleração do corpo (por extensão de conceito, foram sendo introduzidas as noções de trabalho de deformação, trabalho elétrico, etc). Por outro lado, quando a temperatura de um corpo varia, sem que outros fenômenos sejam observados, dizemos que o corpo trocou calor com outros corpos (também por extensão de conceito, foram introduzidos os termos calor de fusão, de vaporização, etc).

Calor e trabalho são interconvertíveis, isto é, podemos obter calor, a partir de trabalho esfregando as mãos, por exemplo, e trabalho do calor, como em um motor de automóvel. Entretanto, não há simetria na conversão, pois se o trabalho pode ser integralmente transformado em calor, a recíproca não é verdadeira. Esta assimetria nos leva a atribuir diferentes valores à mesma quantidade de energia conforme se trate de trabalho ou de calor. Assim, para se obter 1 unidade de trabalho, em um motor Diesel, são necessárias 2,5 unidades do calor proveniente da combustão. Dizemos então que calor e trabalho têm disponibilidades diferentes e, para fins de hierarquia, consideramos o trabalho como tendo a disponibilidade total; ao calor, atribuímos disponibilidade variável conforme o processo pelo qual ele se converte em trabalho. No apêndice procuramos descrever os fenômenos que levaram à percepção dessa propriedade, diferença essencial entre calor e trabalho, cuja

importância vai muito além dos problemas da produção.

No que interessa a este trabalho, acentuamos que a importância do problema de disponibilidade da energia resulta do fato de que cerca de 90% da energia atualmente empregada na produção provém de transformações que passam pela produção de calor. A medida que a produção ocorre, com a interveniência indispensável de calor, a disponibilidade de energia diminui, embora o estoque de energia do Universo se mantenha constante.

A perda de disponibilidade, ou irreversibilidade ocorre na interação do sistema produtivo com o ambiente (trocar de calor) e, também, no interior do sistema. As irreversibilidades internas têm várias causas como o atrito entre partes do sistema, a viscosidade e outras de natureza física; há também outros fenômenos que, embora não sejam descritíveis pelas leis da Termodinâmica, têm características semelhantes às das irreversibilidades externas: o desgaste e a desregulagem das máquinas, o ataque por agentes físico-químicos (corrosão, p.ex), que se processam sempre no mesmo sentido ou, por outras palavras, não se corrigem espontaneamente. Há ainda fenômenos puramente subjetivos com o mesmo efeito das irreversibilidades, como a falta de organização do sistema, os conflitos de competência, as relações pessoais, etc.

De acordo com o exposto no apêndice, o trabalho que se pode obter em uma dada transformação energética é descrito por um termo que representa a quantidade de energia liberada na transformação, um outro termo representando a quantidade de calor trocada pelo sistema (conversor de energia) com o ambiente e finalmente um termo que representa o efeito das irreversibilidades. Assim, se o sistema cuja transformação liberou energia (mecânica, química ou nuclear) passou de um estado estrutural designado genericamente por "estado 1" e terminou no "estado 2", o trabalho em que se converte essa energia é :

$$W = (U_1 - U_2) + Q - I \quad (1)$$

onde Q é a quantidade de calor trocada pelo sistema com o ambiente e I é o efeito da irreversibilidade. Q é positivo se o sistema recebe calor e negativo se ele cede calor, ou seja, se o sistema está a temperatura inferior à do ambiente, Q é positivo (o calor só se prepara propaga no sentido em que a temperatura diminui). Entretanto, I é sempre positivo, o que significa que toda transformação energética implica perda de disponibilidade, por irreversibilidade (externa, interna ou ambas).

Uma equação semelhante pode ser escrita para descrever a transformação da matéria prima na linha de produção, mudando os sinais de W e de $(U_1 - U_2)$ porém conservando o sinal de I . Assim, a perda de disponibilidade ocorre tanto na produção de trabalho como no seu uso na produção. A mesma equação descreve a produção e o uso do trabalho mecânico. Observemos que a equação (1) permite, ao menos conceitualmente, medir o efeito das irreversibilidades, de qualquer natureza (inclusive as subjetivas), comparando o desempenho do sistema com o de um sistema padrão, com os mesmos valores de $(U_1 - U_2)$ e Q . Sabemos, por experiência, que dois motores que recebem a mesma quantidade de um mesmo combustível podem produzir trabalhos diferentes, assim como duas empresas que operam com a mesma matéria prima, o mesmo recurso energético e a mesma tecnologia podem ter custos diferentes conforme a idade do equipamento, as práticas gerenciais, os estoques, a qualificação da mão de obra, etc.

Para aplicar as considerações desenvolvidas à análise do sistema produtivo, é cômodo considerar $U_1 - U_2$ como o produto da massa de combustível usado pelo poder calorífico (para as outras formas de energia os nomes são diferentes mas os conceitos são os mesmos). Assim obtemos : $W = mH + Q - I \quad (2)$

4 - Algumas considerações sobre o sistema produtivo

As considerações a seguir se referem à energia comercial e à produção que lhe está associada. A produção natural,

sustentada pela energia solar, via foto-síntese, será abordada em outro artigo. A separação entre as duas categorias de produção é sem dúvida, um tanto artificial. Há um forte elo entre as duas, que é o homem. Justificar satisfatoriamente a distinção pode gerar intermináveis discussões de natureza filosófica. Portanto, pensamos que este exercício, mesmo com esta simplificação grosseira, pode ser o ponto de partida para reflexões mais profundas.

Observemos que os termos da equação 2 podem ser contabilizados anualmente, como se faz no Balanço Energético Nacional, de forma que eles podem representar taxas de produção do trabalho, de uso de recursos energéticos, etc.

Se imaginarmos que a população é constante e o tipo de produto consumido não está mudando, teríamos uma situação que, na Engenharia, se chama de regime permanente (de produção e consumo). Porém, como os recursos naturais, tanto os energéticos quanto a matéria prima, são finitos, e como a economia da produção leva a se consumirem primeiramente os melhores recursos (os de maior concentração das substâncias de interesse e mais acessíveis), a manutenção do regime permanente de produção é fictícia, pois a cada ano os recursos terão que ser buscados mais longe ou são de pior qualidade. Assim, o trabalho requerido pela produção aumenta, o que exige o aumento do consumo de recursos energéticos ou o uso de recursos de maior concentração de energia, ou a diminuição de Q (como o sistema produtivo opera a temperatura superior à média do ambiente, Q é calor perdido para o ambiente) ou a diminuição das irreversibilidades. A primeira providência é trivial e a que se adota até que o custo de extração e transporte do recurso energético favoreça a sua substituição (é o que tende a acontecer com o petróleo nas próximas décadas); a segunda providência, trocar o recurso energético em uso por outro mais concentrado, já é mais complicada por exigir mudança na tecnologia de conversão da energia (outro tipo de motor); a terceira medida, diminuição da troca de calor do sistema com o ambiente pode ser aplicada através do isolamento térmico de partes do sistema o que, em certos casos, exigirá o uso de novos materiais (nos motores de combustão interna, por exemplo, o aumento da temperatura das paredes dos cilindros exigiria a troca dos blocos de ferro fundido por outros blocos feitos de material isolante, refratário e de boa resistência mecânica, o que constitui um desafio para os metalurgistas); finalmente a quarta providência tem duas vertentes distintas, conforme se trate de diminuir a irreversibilidade interna ou a externa. Este caso merece discussão à parte por sua relação com alguns problemas da economia moderna.

Lembrando os tipos de irreversibilidade internas listadas no item 3, os meios para conseguir o objetivo seriam a melhor organização da produção, com a eliminação de operações redundantes, a centralização das decisões, a maior hierarquização dos recursos humanos, a redução dos custos financeiros, por exemplo, com a manutenção de estoques, a automação e a importação dos processos de produção, etc.

A principal dificuldade na implementação dessas medidas é o envolvimento do fator humano na questão. A especialização se opõe ao exercício da criatividade, a hierarquização dificulta o relacionamento entre as pessoas de diferentes níveis de responsabilidade, a automação e a informatização substituem o trabalhador por equipamentos muito específicos, causando o desemprego e a deterioração das relações sociais.

A diminuição da irreversibilidade externa é ainda mais complexa, pois o ambiente não está sob controle humano. Os fenômenos que ocorrem no ambiente, como conseqüência da produção, são também um tipo de irreversibilidade causada pela disposição dos rejeitos cuja composição difere da composição média do ambiente. As reações do rejeito com o ambiente, até que o equilíbrio seja atingido, ainda não são bem conhecidas. Alguns efeitos (efeito estufa, deterioração da camada troposférica de ozônio, chuvas ácidas) podem comprometer a estabilidade do ambiente, as condições sanitárias e até mesmo o potencial de produção. Até que se tenha melhor conhecimento dos riscos, procura-se diminuir a disposição de rejeitos (p.ex, a legislação sobre emissões veiculares) ou aplicar medidas de correção das perturbações do ambiente. O custo dessas medidas já chega, nos países plenamente industrializados, a 20-25% do investimento nacional. Para pagar esses custos, a produção tem que ser aumentada, o que representa um forte efeito de realimentação.

O painel exposto acima mostra que, mesmo com a população estabilizada e com o consumo qualitativamente inalterado,

não é possível manter o regime permanente na economia. Como a população ainda cresce, embora a taxas menores do que nas décadas anteriores, e a lógica do sistema capitalista estimula o consumo, é fácil de se entender o que está acontecendo neste final de século.

A atividade econômica não racionalizada provoca desequilíbrios cujos resultados negativos já se fazem sentir no desemprego e no agravamento das desigualdades sociais com a redução forçada do consumo do trabalhador pelo próprio desemprego ou pela terceirização. Do mesmo modo, a globalização traz uma desnacionalização da economia que pode acarretar menor uso das potencialidades locais.

A nosso ver, grande parte desse desequilíbrio advém do consumo como o novo fetiche da sociedade humana ou de sua parte mais favorecida. Aparentemente os mecanismos de controle da Natureza não estão dando conta da tarefa de conter os excessos da espécie humana, auto-denominada racional.

Alguns pensadores, ligados às Ciências Biológicas, dizem que Gaia está com febre e só resolverá a sua enfermidade quando eliminar a causa ...

A compreensão de que os princípios da termodinâmica também se aplicam aos fenômenos que ocorrem no interior da sociedade humana e na interação do homem com o ambiente nos apontam para alguns limites para o consumismo e para a desigualdade entre os seres humanos.

O excesso de consumo de alimentos não melhora a qualidade de vida e até conduz à obesidade. A obesidade, do indivíduo e da sociedade, é um resultado direto do consumismo e se dá, muitas vezes, às custas da subnutrição de muitos. Uma sociedade mais solidária e mais racional, está mais de acordo com a lição da termodinâmica e provavelmente desfrutará de melhor qualidade de vida sendo ainda mais justa.

Em lugar de confiar que um liberalismo econômico - que, contraditoriamente, pratica brutais intervenções no taxa de juros e de câmbio - possa resolver os nítidos sinais de desequilíbrio a que nos referimos, mais valeria ter um pouco de juízo e prestar atenção aos mecanismos de controle da Natureza que forçosamente vão coincidir, no longo prazo, com as verdadeiras forças de mercado.

Apêndice - Irreversibilidade

Explicar o conceito de irreversibilidade em linguagem corrente é uma tarefa difícil. O caminho mais simples baseia-se em duas proposições de Carnot, a respeito das máquinas térmicas e em uma observação ao alcance de qualquer pessoa. Carnot dedicou-se ao aperfeiçoamento das máquinas a vapor, o primeiro conversor prático de calor em trabalho, e chegou a duas conclusões fundamentais:

1) para converter calor em trabalho, de um modo continuado, a água (ou vapor conforme a fase de operação da máquina) deve receber calor de uma fonte quente e rejeitar parte do calor recebido para uma fonte fria ou, em outras palavras, não é possível transformar calor em trabalho sem perder (para o processo de transformação) uma parte do calor recebido. O saldo (calor recebido menos calor de rejeito) é transformável em trabalho, conservando-se a energia total.

2) para uma dada temperatura da fonte fria a fração de calor recebido que se converte em trabalho (rendimento da conversão) é tanto maior quanto mais elevada é a temperatura da fonte quente.

A observação trivial mencionada é que, quando dois corpos trocam calor, sem que ocorram outros efeitos além da variação de suas temperaturas, eles acabam por atingir o equilíbrio mútuo a uma temperatura intermediária entre as suas temperaturas iniciais. Nunca foi observado o caso em que o mais quente tenha ficado ainda mais quente e o outro ainda mais frio; deste fato e da conservação de energia resulta que, quando os corpos atingem o equilíbrio, perde-se definitivamente parte da capacidade de conversão em trabalho. Como esta perda não pode ser recuperada, dizemos que há irreversibilidade externa na troca de calor. As projeções de Carnot foram trabalhadas por Clausius para elaborar uma formulação matemática, portanto quantitativa, que permite exprimir o efeito da irreversibilidade em termos de quantidade de calor trocada e das temperaturas (absolutas) dos dois corpos, por meio de uma função denominada entropia. A irreversibilidade é descrita pelo crescimento monotônico dessa função que, assim, tenderia para um valor máximo, atingido quando se dá o equilíbrio dos dois corpos que têm, então, a mesma temperatura.

Como não se pode provar a impossibilidade de o calor passar do corpo frio para o quente, apesar de este fenômeno nunca ter sido observado, as duas leis básicas da Termodinâmica (Conservação da Energia e Não Decrescimento da Entropia) são postulados que gozam, entretanto, da mesma credibilidade (ou mais) que os postulados da Geometria de Euclides.

As equações usadas para analisar a evolução do sistema produtivo valem, portanto para os processos de transformação de calor em trabalho. Há outros processos de conversão de energia, como a conversão da energia hídrica em energia elétrica, que são descritos por outras leis. Entretanto os processos de conversão intermediados pelo calor respondem atualmente por cerca de 90% da energia usada na produção; esta predominância tende a aumentar juntamente com a produção, pois o recurso energético moderno, o "combustível" nuclear, só pode ser aproveitado, na tecnologia atual, com a intermediação do calor.

Bibliografia

1. Uma história da energia

Daniel Hemery, Jean-Claude Debier, Jean-Paul Deléage

Trad. Sérgio de Salvo Brito

Edunb/1993

Título do original em francês : "Les servitudes de la puissance : une histoire de l'énergie" Flammarion/1986

2. Brasil : o crescimento possível

Carlos Feu Alvim et al.

Editora Bertrand/1996

3. "Resources, environment and economics"

Ayres, R.U

John Wiley/1978

[Versão original mais matemática](#)

[Entropia](#) [Energia no ES](#) [Mercosul](#) [Balanço Energético](#) [Quem somos](#)



[Topo](#)



[Documento Principal](#)

Entropia, economia e desenvolvimento social (texto original)

Omar Campos Ferreira
<feu@ecen.com>

*Curso de Ciências e Técnicas Nucleares-UFMG
Concentração em Planejamento Energético*

1 - Introdução

Aplicar leis da Física na análise de problemas sócio-econômicos é uma tentação freqüente que se justifica pela sensação de segurança que elas nos inspiram. Essas leis são discutidas pelas melhores inteligências e a sua aceitação só fica em risco quando aparece um fato novo não explicável pela teoria em voga.

A Segunda Lei da Termodinâmica, a Lei da Entropia apresenta uma extraordinária resistência ao longo dos anos sendo amplamente acatada e até mesmo usada em outras áreas de conhecimento, como a Psicologia, a Sociologia, a Teoria da Comunicação, etc.

A aplicação extensiva das leis e dos métodos da Física requer certos cuidados pois o comportamento humano é regido por critérios mais restritivos, de caráter ético, social e religioso. Há, entretanto, situações especiais em que é possível extrair conclusões genéricas sobre os fenômenos que envolvem os humanos, em geral aquelas situações em que os condicionamentos físicos são muito fortes, como, por exemplo, alguns problemas da macroeconomia.

Propomos aqui uma avaliação da tendência da economia sob a ótica da entropia e uma especulação sobre os efeitos na organização da sociedade. Este esforço parece-nos oportuno à vista dos inquietantes novos rumos da economia mundial e dos desafios que eles trazem (*globalização da economia, desemprego estrutural, etc.*).

2 - Economia e energia

Os modelos econômicos clássicos não incluem a energia explicitamente entre os fatores de produção, embora façam referência marginal a parâmetros energéticos (*intensidade energética, custos da energia, etc.*). Entretanto, existe uma correlação praticamente linear entre o produto de uma nação industrializada e o uso da energia. Mesmo para economias pré-industriais alguma correlação existe, como mostra a coincidência dos surtos de crescimento econômico com a introdução de novos conversores energéticos (1). A avaliação correta da influência da energia na produção talvez seja dificultada pelo uso de energia não-comercial (*resíduos agrícolas e industriais, lenha catada, estrume de gado, etc.*) principalmente nos países de menor renda, bem como do controle exercido pelos governos sobre os preços da energia, o que constitui reconhecimento tácito da sua importância estratégica. Na atualidade, assistimos ao esforço mundial para manter o preço do petróleo em nível compatível com a estabilidade da economia e em passado recente vimos a perturbação causada pelos dois choques dos preços do petróleo que resultou inclusive em frustração do plano brasileiro de desenvolvimento (2).

Existe quem pense que a razão de não poder-se invocar um "determinismo energético" na economia reside na falta de um modelo abrangente, tanto econômico como energético, capaz de cobrir desde a atividade econômica de subsistência até o estágio mais avançado das economias de consumo conhecidas. Fisicamente a causalidade parece bem estabelecida pois não existe atividade que não ponha em jogo alguma forma de energia.

Tomamos, portanto, como postulado que o uso da energia é um dos fatores determinantes da atividade econômica. Assim sendo, estudamos os condicionantes energéticos como condicionantes econômicos. A análise segue, em linhas gerais, o modelo delineado por Ayres (3).

3 - Metodologia

As bases para a análise são as leis da Termodinâmica. O sistema econômico, melhor dizendo o sistema produtivo, para se abstrair das complicações da moeda, é um sistema aberto que troca massa e energia com a Terra, da qual são extraídas

a matéria prima e a energia. A Terra ou, a Biosfera na qual se localiza e opera o sistema produtivo, é um sistema fechado que troca energia com o restante do Universo mas não troca massa.

O sistema produtivo opera, em primeira análise, em regime quase permanente. Portanto, as variáveis energéticas estariam evoluindo lentamente com o tempo segundo leis conhecidas. Um diagrama do sistema produtivo representado na Figura 1 ajuda a fixar as idéias

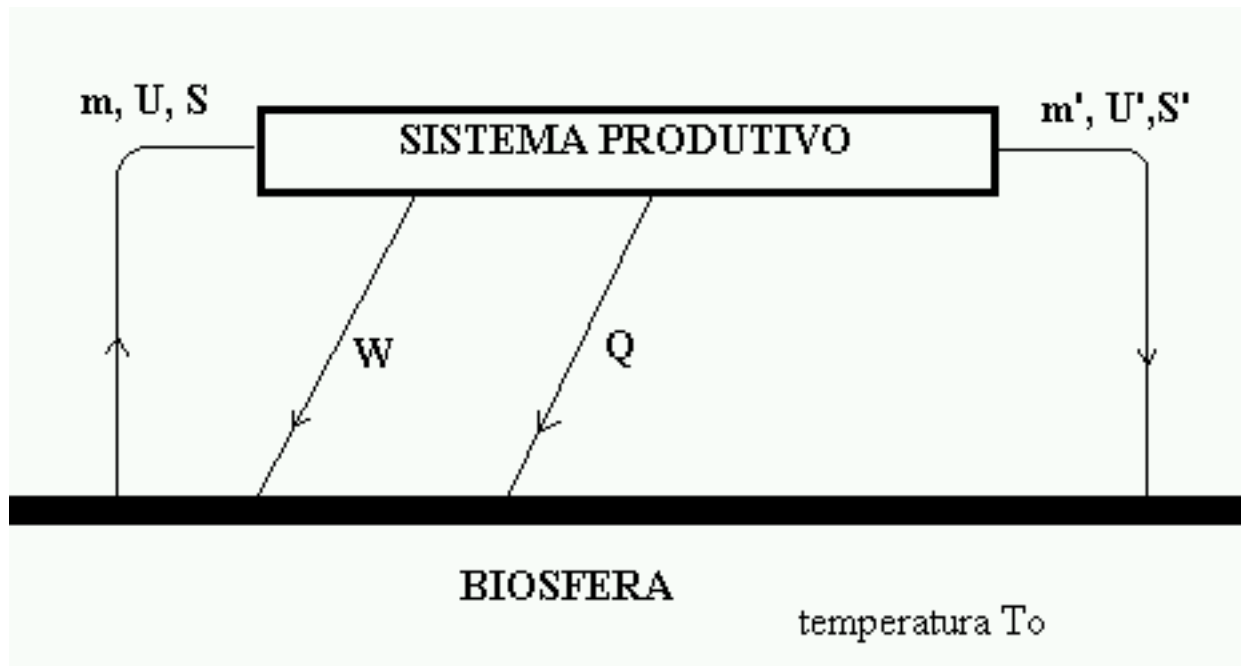


FIGURA 1

onde m é a massa de recursos naturais entrando no sistema, U e S são a energia interna e entropia dos mesmos e m', U', S' os valores correspondentes na saída do sistema... W e Q são o trabalho efetuado pelo sistema para extrair, circular, transformar e rejeitar os recursos e a quantidade de calor rejeitada pelo sistema para a vizinhança (*a temperatura média do sistema é superior à da vizinhança, T_0*).

A massa que sai é, para simplificar, suposta igual à que entra. A longo prazo o sistema transforma os produtos em rejeitos.

Para um processo elementar, as leis da Termodinâmica se escrevem :

$$1) \delta Q = dU + \delta W \text{ 1ª Lei}$$

$$2) dS + dS_o = d\sigma \text{ 2ª Lei}$$

onde $d\sigma$, variação total da entropia do sistema e da vizinhança, é nulo para processo reversível e positivo para processo irreversível. Ainda para simplificar, supõe-se que $d\sigma$ se refira ao sistema e à sua vizinhança imediata (Biosfera) pois a variação de entropia da Biosfera é que experimenta de imediato os efeitos da troca de calor com o sistema. Como usual, δQ é considerado como negativo se o calor deixa o sistema. Assim,

$$3) dS_o = - \frac{\delta Q}{T_o}$$

As três equações se reduzem a

$$4) \delta W = -dU + T_o dS - T_o d\sigma$$

e, como U , S e σ são propriedades termodinâmicas, pode-se integrar a equação 4 para processo finito, obtendo-se

$$W = -\Delta U + T_o \Delta S - T_o \Delta \sigma$$

Como os processos reais são irreversíveis, $d\sigma > 0$.

Se considerarmos as taxas de variação das propriedades termodinâmicas, teremos

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dU}{dt} + T_o \frac{dS}{dt} - T_o \frac{d\sigma}{dt}$$

Uma hipótese interessante é a da constância da demanda por produtos (*população estabilizada e consumo per capita invariável*). Devido à progressiva exaustão dos recursos naturais mais próximos e mais fáceis de se extrair, o trabalho requerido

pela produção aumenta, ao passo que o rendimento energético diminui (*pelo aumento da entropia*), ou seja, aumenta a demanda por recursos energéticos.

Na situação real da economia moderna, a população está aumentando e o consumo é cada vez mais refinado (*maior variedade de produtos*), de forma que a demanda de energia cresce mais depressa do que na hipótese anterior. A exaustão dos recursos naturais, principalmente dos recursos energéticos, se acelera e a entropia também, chegando-se assim a um círculo vicioso.

A solução imaginada para o vício é o desenvolvimento tecnológico dirigido para os seguintes objetivos principais : a) diminuição da transferência de calor para a vizinhança por meio de melhor isolamento de ambientes e de equipamentos e, ainda, pelo aumento da eficiência das máquinas térmicas; b) substituição de materiais tradicionais por outros de menor custo de produção (p.ex., vidro e aço

por plásticos); c) diminuição da taxa de entropização $\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)$.

As providências a e b têm alcance limitado devido a restrições físicas (*limite superior para o rendimento térmico, propriedades dos materiais, etc.*) e apenas permitem desafogo transitório para o crescimento da entropia.

A diminuição da taxa de entropização só pode aplicar-se sobre o próprio sistema, de vez que a vizinhança não está sob controle. Pretendemos mostrar que os problemas sociais de hoje se devem às tentativas de controlar a entropia do sistema produtivo.

4 - Implicações sociais da Lei da Entropia

Duas empresas que produzam o mesmo bem com a mesma tecnologia, usando a mesma matéria prima e o mesmo recurso energético podem ter custos de produção diferentes. Este fato, que é a base da concorrência, deve-se a diferentes graus de entropização entre elas. Os fatores imagináveis da entropização seriam, por exemplo, a idade dos equipamentos e instalações, a qualificação da mão de obra, os métodos gerenciais, a adequação do projeto das instalações à tecnologia

usada, o dimensionamento das máquinas em relação à vazão de massa através do sistema, etc.

Pelo menos do ponto de vista conceitual seria possível aferir o grau de entropização de uma empresa em relação à outra pela diferença dos custos de produção "ceteris paribus".

Organizar bem uma empresa significa reduzir ao mínimo a sua taxa de entropização. As providências geralmente adotadas têm por motivação o ajuste dos tempos de intervenção das diversas funções (*por exemplo, o sistema "just in time" para reduzir a ociosidade dos estoques*), a adequação das práticas operacionais (*sistema de qualidade*), a diminuição do número de interações entre os atores da produção (*centralização das decisões*), etc.

Essas providências são amplamente facilitadas pela automação dos processos produtivos e do fluxo de informações (*informatização*) e implicam a crescente substituição dos processos de produção baseados na combustão (*controle lento*) pelos processos baseados no uso da eletricidade (*controle rápido*). Está é uma das razões do maior crescimento da demanda de energia elétrica em relação à das demais formas de energia.

Porém, a conversão do estoque de energia interna da Biosfera (*recursos fósseis, físseis e "fundíveis"*) passa necessariamente, ao menos na tecnologia conhecida, pelo ciclo térmico irreversível e portanto acelera a entropização (*uma exceção a esta regra é a célula de combustível*).

O efeito negativo das medidas de organização é o desemprego. O trabalhador tem vontade e, por isso, tende a dificultar a organização, além de ser um consumidor. O desemprego, portanto, ataca duas faces do problema energético : facilita a organização e diminui o consumo.

Surtos de desemprego estão, em geral, associados à mecanização ou automação (*teares automáticos, colheitadeiras mecânicas, robôs, computador, etc.*). O reconhecimento da existência de desemprego estrutural parece indicar que a

sociedade está enfrentando um gargalo de entropia.

5 - Os novos conversores energéticos

Outra forma de se abordar o problema energético é a substituição dos hidrocarbonetos por conversores de maior energia interna específica (*cf. equação 4*) As vantagens vêm da redução do trabalho de circulação do próprio recurso energético e da maior facilidade de estocagem. Nesta linha de raciocínio o candidato à sucessão dos hidrocarbonetos é o urânio (fissão).

A tecnologia da fissão está quase toda dominada tecnicamente, a menos do problema de disposição segura dos rejeitos de todo o ciclo.

Deixando de lado os problemas de segurança, a tecnologia da fissão nuclear mostra um elenco de desvantagens em relação à tecnologia dos hidrocarbonetos :

- o urânio não é matéria prima industrial
- a economia de nêutrons impõe um tamanho mínimo para o reator, limitando a aplicação à geração de energia elétrica e de calor industrial e à propulsão naval
- a eficiência na conversão da energia potencial do núcleo fissionado, levadas em conta as irreversibilidades ao longo do ciclo do combustível nuclear (*eficiência exergética*), é de cerca de 20% para a central PWR enquanto para a termoelétrica convencional, de grande porte, chega a 39% (4). A central PWR é um excelente gerador de entropia.
- a energia total que se pode extrair das reservas conhecidas de urânio (3 a 6×10^6 toneladas, segundo diferentes estimativas) depende estreitamente da tecnologia adotada. Com as centrais do tipo PWR ("pressurized water reactor") predominantes no cenário mundial, as reservas correspondem à produção de 37 G tEP. Comparada com a extração acumulada de petróleo e gás natural, estimadas para 1990 (5)* em 126 G tEP, aquela cifra é bastante modesta. A introdução das centrais de 3ª geração, com reatores regeneradores ("breeders") permitiria chegar

a 1850 G tEP, cerca de 15 vezes a energia extraída até 1990 dos hidrocarbonetos. A passagem das centrais PWR para as centrais com reatores regeneradores exigirá enorme esforço de desenvolvimento tecnológico que terá que ser bancado pela economia baseada nos hidrocarbonetos.

A questão da energia de fissão ultrapassa os limites econômicos e torna-se uma questão de sobrevivência do conceito de estado nacional, que dominou a cena política mundial até o término da 2ª Guerra Mundial. A formação das alianças militares (*OTAN, Pacto de Varsóvia*) prenunciou a formação dos blocos econômicos (*OECD, COMECON, União Européia, NAFTA, MERCOSUL, ...*). Estes movimentos de reorganização da sociedade humana parecem indicar a subordinação dos conceitos econômicos e políticos à questão energética, pois correspondem às previsões de decadência da extração dos hidrocarbonetos. Todos estes sintomas, combinados com os alarmes sobre a questão ambiental (*efeito estufa, chuvas ácidas*) parecem indicar que a humanidade sente a necessidade de uma redefinição de propostas, na medida em que a eficiência do processo econômico compromete os requisitos básicos de sobrevivência.

6 - Conclusões

Não há modo de impedir o crescimento da entropia e, em conseqüência, o decréscimo do rendimento econômico. As medidas comentadas são paliativas e, em alguns casos, contraproducentes. Aumentar o consumo de uma minoria de cidadãos em detrimento dos demais, via desemprego, não combina com as declarações de amor à democracia e muito menos com as de amor ao próximo.

Também não adianta culpar os governos pois eles não têm nenhum poder no caso. Não se pode revogar a Lei da Entropia.

As novas tecnologias se desenvolvem à custa de aumento prévio da entropia e elas duram cada vez menos que as anteriores (6).

A situação do Brasil, nesta análise, deve ser estudada como caso especial. Nossa vizinhança imediata não está ainda tão entropizada como a dos países ricos e,

portanto, nosso modelo de desenvolvimento não precisa ser uma réplica do modelo alheio. Se a entropização é uma fatalidade, podemos pelo menos nos valer da experiência dos outros para prevenir, a tempo, os problemas futuros. Não há necessidade de se aderir tão entusiasticamente ao modelo consumista e competitivo pois o resultado será a antecipação do tempo das vacas magras e das espigas secas.

Bibliografia

1. Uma história da energia

Daniel Hemery, Jean-Claude Debier, Jean-Paul Deléage

Trad. Sérgio de Salvo Brito

Edunb/1993

Título do original em francês : "Les servitudes de la puissance : une histoire de l'énergie"

Flamarion/1986

2. Brasil : o crescimento possível

Carlos Feu Alvim et al.

Editora Bertrand/1996

3. "Resources, environment and economics"

Ayres, R.U

John Wiley/1978

4. "Exergy analysis of thermal, chemical and metallurgical processes"

Jan Szargut, David R. Morris, Frank R. Steward

Hemisphere Publishing Corporation/1988

5. "Energy for tomorrow's world"

World Energy Council

St. Martins Press/1993

6. "The future"

Cesare Marchetti

International Institute for Applied Systems Analysis/1986

7. "Second Law Analysis of Energy Processes"

Brzustowsky, T.A

Trans. Can. Soc. Mech. Eng/1980

O POTENCIAL ENERGÉTICO DO ESPÍRITO SANTO

Gensérico Encarnação Jr.
eeegense@nutecnet.com.br

Introdução

O Espírito Santo (ES), o menor Estado da região mais rica do País, é a Unidade da Federação que tem o maior consumo energético per-capita do País. Maior do que o de São Paulo e quase duas vezes a média nacional. Medido em quilogramas equivalentes de petróleo por habitante (kep/hab), este indicador, no ano de 1994, alcançou 2.209 kep/hab, contra 1.776 em São Paulo e 1.242 para a média brasileira. Tratam-se de informações atualizadas do Balanço Energético Nacional, elaboradas pelo Ministério de Minas e Energia. No caso do ES, esse indicador refere-se a um quociente resultante de um numerador que reflete uma grande concentração industrial - com alto consumo energético - e um denominador representativo da relativamente baixa população.

Não obstante, a situação energética do Estado do Espírito Santo é precária. Em termos de energia elétrica, por se constituir ponta-de-linha do Sistema Integrado Sul/Sudeste/Centro-oeste, produz somente 15% de suas necessidades, importando, conseqüentemente, 85%. No que tange a petróleo, produz aproximadamente 10.000 barris por dia e consome o triplo dessa produção em derivados de petróleo. Por não processar o óleo bruto em seu território, onde não existem refinarias, exporta petróleo e importa seus derivados numa relação de 1 para 3. Quanto ao gás natural produz cerca de 700.000 metros cúbicos diários, totalmente consumidos no Estado.

Se, no curto prazo, a situação não é boa, como se viu, no médio e longo prazos o potencial energético do Estado tem tudo para mudar significativamente. Para melhor.

O grande alavancador dessa mudança vai ser o gás natural. Daí porque este artigo centra suas atenções no desenvolvimento do setor gaseífero capixaba. O mercado de gás natural no Estado do Espírito Santo será um dos maiores do Brasil e vai desempenhar um importante papel no desenvolvimento e equacionamento do mesmo setor no País.

O Estado conta com produção própria de gás, com boas perspectivas de ser aumentada e passará a ser ligado ao gasoduto da região Sudeste/Sul/Centro-oeste, o que permitirá recebimento de gás da Bacia de Campos e eventualmente da Bolívia. Além disso, apresenta-se como um excelente mercado consumidor, com importantes projetos industriais que, inclusive, permitirão maior segurança ao fornecimento e escoamento do gás na parte meridional do Brasil.

O panorama apresentado a seguir mostra as condições básicas para uma evolução excepcionalmente otimista. O Governo Estadual, vem envidando esforços no sentido de tornar realidade essas expectativas, envolvendo-se nos estudos e facilitando a operacionalização dos projetos decorrentes. A Agência de Desenvolvimento em Rede do Estado do Espírito Santo - ADERES, recentemente criada, tem o gás natural entre os seus principais projetos estruturantes.

O MERCADO DO GÁS NATURAL

Pequeno Histórico

As pesquisas exploratórias no ES começaram em 1957, no norte do Estado. Foi descoberto óleo em 1969 e o início da produção se deu em 1973. Em 1981 foi construído gasoduto do município de São Mateus para Vitória, dando-se, o primeiro fornecimento de gás em 1982, à Aracruz Celulose, que o consome até hoje.

Em 1988 foi descoberto gás não-associado ao petróleo na foz do Rio Doce, o que se constituiu num marco importante para o desenvolvimento da indústria do gás no Estado. Em 1996, foi feita outra descoberta de gás, também na foz do Rio Doce. Essas descobertas permitirão, quando os campos tiverem seus desenvolvimentos completados, duplicar a produção atual.

Em Dezembro de 1993 o Estado assinou com a Petrobras Distribuidora contrato de concessão para a distribuição do gás natural em seu território, de acordo com a nova legislação sobre o assunto.

Situação Atual

Atualmente, as reservas "provadas" são superiores a 2 bilhões de m³ (metade associada ao óleo e metade não-associada). Recentemente foi feita nova descoberta em terra, na Fazenda São Rafael, que aumenta essas reservas em cerca de 30%. A Petrobras já admite que as reservas "provadas" cheguem a 6 bilhões de m³ que, quando incorporadas às "possíveis", podem levar essa estimativa total a 12 bilhões de m³. A categoria de "possível" se baseia em considerações geológicas, portanto não se tratam de previsões inconsistentes. Novas atividades exploratórias estão sendo feitas ao largo da cidade de Vitória, a 90 km da costa, com boas perspectivas de ocorrência de hidrocarbonetos (óleo ou gás).

O mercado capixaba de gás natural tem crescido satisfatoriamente nos últimos anos, embora restrito ao consumo da produção doméstica, já que ainda não se liga à outras origens de gás natural. Com grandes consumidores potenciais em seu território, principalmente nos municípios que formam a Grande Vitória (Serra, Cariacica, Viana e Vila Velha) qualquer aumento de produção local é prontamente absorvido pelo mercado.

Antes da concessão da distribuição à Petrobras Distribuidora, o mercado somava aproximadamente 400 mil m³/d. Atualmente, com a produção de cerca de 700 mil m³/d, coloca-se nesse mercado por volta de 600 mil m³/d. Mais da metade é utilizada nas usinas de pelletização da Cia. Vale do Rio Doce e Coligadas, na Ponta de Tubarão.

A rede de gasodutos, entre linha tronco de transporte, distribuição e ramais, totaliza quase 300 km. O gasoduto corta a parte norte do ES, de São Mateus até a Grande Vitória, entrando da Ponta de Tubarão e contorna a ilha de Vitória, para atender consumidores situados em municípios vizinhos, no lado oeste e sul da Capital. Um ramal que entraria na ilha de Vitória está em estudo, visando atender a consumidores comerciais e residenciais na parte mais nova da cidade.

Perspectivas

O mercado atual pode ser acrescido brevemente de 135 mil m³/d, com o início de operação do ramal sul do gasoduto da Petrobras, já construído, que contorna a ilha de Vitória. Desta forma, o mercado capixaba deverá atingir, brevemente, o volume de 735 mil m³/d.

Ainda podem ser incorporados, no curto prazo, outros consumidores que demandariam mais 200 mil m³/d, prevendo-se que a metade deste montante seja utilizada em operações de cogeração, gerando de 25 a 31 MW de potência elétrica.

Assim, dependendo do desempenho operacional da produção local de gás natural e da viabilização técnico-econômico-financeira para o atendimento aos novos consumidores, o mercado deve se aproximar, no biênio 97/98, a 1 (hum) milhão de metros cúbicos diários.

Com o desenvolvimento dos campos produtores de gás natural, já descobertos, tanto em terra quanto no mar, a produção doméstica pode vir a duplicar, em relação ao patamar mencionado anteriormente, alcançando no mínimo 1,4 milhão de m³/d. O Plano Diretor da Petrobras Distribuidora contempla essa possibilidade. Admite-se que isso seja conseguido na

virada do século.

Embora ainda sem o respaldo da Petrobras, que cita um volume próximo a 1,4 milhão de m³/d, **o mercado capixaba pode atingir algo em torno de 2 milhões de m³/d, logo no início do próximo século, somente contando com a produção local.**

Em vista das boas perspectivas de produção da Bacia de Campos-RJ (incluindo as possibilidades do novo campo de Roncador) e a construção do gasoduto Bolívia-Brasil, a Petrobras vem, de algum tempo, estudando com a Cia. Vale do Rio Doce-CVRD, a extensão de seus gasodutos até o ES. O Acordo entre as duas companhias, com a participação do Governo do Estado por intermédio da ADERES, foi assinado no dia 18 de março passado, no Palácio do Planalto, na presença do Presidente da República, do Governador do Estado e do Ministro de Minas e Energia.

Mais precisamente, esse Acordo dará início a um estudo detalhado, visando a viabilidade do empreendimento, com destaque no estabelecimento da variável "preço". Mais especificamente, o Acordo visa a transferência de um volume de gás natural entre 3,5 a 4,7 milhões de m³/d. Para tal contempla:

- 1 - Construção de um gasoduto de Cabiúnas-Macaé-RJ até Tubarão-Vitória-ES, numa extensão de 325 km, com diâmetros de 16 a 20 polegadas;
- 2 - Construção de planta de produção de ferro primário (Hot Briquetted Iron - HBI - ferro esponja briquetado) com capacidade de 1,2 milhão de t/a;
- 3 - Substituição do óleo combustível consumido pelas atuais (totalizando seis) e futura usinas de pelotização, com capacidade total de 26 milhões de t/a; e
- 4 - Geração de termelétricidade, com capacidade de até 460 MW.

O item 1 é de responsabilidade da Petrobras, os demais seriam de responsabilidade da CVRD. Todos, contudo, admitem parceria com o setor privado. A geração de termelétricidade no Estado conta com a Escelsa (Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.) vivamente empenhada em participar, o que não elimina a possibilidade de outros interesses. Paralelamente a este Acordo, está sendo estudada pela Petrobras e a Escelsa a geração termelétrica, com capacidade de 150 MW, para atender as necessidades do norte do Estado, o que demandaria 500 mil m³/d de gás natural.

Os investimentos decorrentes desse Acordo e o da construção da termelétrica de São Mateus, no norte do Estado, devem avizinhar-se de R\$ 1 bilhão.

Independentemente desse Acordo, a Samarco, produtora de pelotas de ferro em Ponta de Ubú, no município de Anchieta, apresenta-se como um grande consumidor potencial, podendo já demandar 600 mil m³/d. O seu plano de expansão, em execução, duplicará a capacidade de produção atual (de 6 para 12 milhões de t/a de pelotas), o que se constitui num novo potencial de consumo.

Fazendo o somatório dos volumes apresentados anteriormente, conclui-se que **o mercado de gás natural no Espírito Santo deve se situar entre 6 e 7 milhões de metros cúbicos diários, em futuro próximo.** Isso representa o volume de gás hoje comercializado nos mercados do Rio de Janeiro e São Paulo, juntos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O ES não vem se beneficiando, como deveria, do fato de apresentar o maior consumo de energia per-capita do Brasil. Isso é comprovado quando se consideram alguns indicadores que mais refletem as condições sociais de sua população, que poderiam ser sensivelmente melhores, já que o Estado tem excelentes condições para sediar novos empreendimentos e boa qualidade de vida.

Grande parte desta energia é empregada em produtos de exportação, primários ou semi-acabados, com alta intensidade energética na produção (alta relação energia/valor agregado), consequentemente com baixo rendimento econômico da energia utilizada. A exemplo do Brasil, também o ES requer a adoção de políticas energética e industrial orientadas para uma desejada verticalização do processo produtivo, onde, seguramente a cogeração e a conservação de energia se façam presentes.

Embora, num primeiro tempo, o quadro alvissareiro apresentado anteriormente não necessariamente permitirá melhorar significativamente o rendimento energético, ele deverá propiciar, tanto ao Governo Estadual como às grandes empresas envolvidas neste contexto, meios para tal. A possibilidade de geração de energia elétrica própria, via termelétricidade, aliada ao fato de que o Estado será cortado de alto a baixo por um gasoduto, permitirão a criação de novos empreendimentos na linha da verticalização industrial.

Destaque especial deve ser dado à geração de energia elétrica. O advento deste novo mercado de gás natural no ES, alavancado pelos grandes projetos mencionados, permitirá a possibilidade de auto-suficiência na produção de energia elétrica, revertendo o atual quadro de extrema dependência externa. Como o Estado não conta com grandes mananciais hídricos, essa auto-suficiência será atingida com a geração termelétrica, a partir da utilização do gás natural.

A atual capacidade de geração de energia elétrica do Estado é de 174 MW. No momento estão em estudos ou em construção aproximadamente 150 MW. Tratam-se de projetos hidrelétricos. O gás natural permitirá a geração de mais 460 MW na Grande Vitória e 150 MW no norte do Estado. Esses últimos, portanto, referem-se a projetos termelétricos. Essa soma se aproxima dos 1.000 MW, capacidade necessária para atingir a auto-suficiência estadual, considerando o atual consumo.

A partir dos grandes projetos aqui mencionados, o Estado vislumbra, com o aumento do seu mercado de gás e da capacidade de geração de energia elétrica, a criação de novos e substanciais empregos, a descentralização da atividade econômica, a disseminação do uso deste energético e a verticalização industrial, permitindo melhores rendimentos econômicos da energia utilizada. Finalmente, mas não em último lugar, uma significativa melhoria ambiental.

Os projetos consumidores de gás natural no Espírito Santo, conforme apresentados, podem desempenhar um papel muito importante quanto à segurança do abastecimento de gás natural na região meridional do país. Tratam-se de consumidores firmes, mas que também se prestam a substituição dos combustíveis, quando necessário, como é o caso das usinas de pelletização, que podem alternar o uso de óleo combustível com o de gás natural.

A oferta de gás natural, na atual conjuntura, não encerra grandes problemas. O gás da Bolívia (futuramente da Argentina e quiçá do Peru), o grande potencial da Bacia de Campos, as possibilidades da Bacia de Santos e a expectativa de produção

da Bacia do Espírito Santo (inclusive na sua porção mais ao norte, entrando em águas territoriais contíguas ao Estado da Bahia), respaldam essa assertiva.

O Espírito Santo, como já se disse, é uma grande opção neste mosaico em que está se delineando o mercado brasileiro de gás natural, além de oferecer excelentes condições, dada a sua localização geográfica, para o desenvolvimento da economia do sudeste brasileiro. O Governo do Espírito Santo, através principalmente de ADERES, está pronto a apoiar as iniciativas que quiserem tomar partido deste novo surto de desenvolvimento capixaba, apoiado inclusive pela nova era energética marcada pelo maior concurso do gás natural.

[Entropia](#) [Energia no ES](#) [Mercosul](#) [Balanço Energético](#) [Quem somos](#)



[Topo](#)



[Documento Principal](#)

Oportunidades e Limites do Mercosul

Carlos Feu Alvim
feu@ecen.com

Precedentes

O Brasil descobriu, a partir da criação do Mercosul, que tinha vizinhos do ponto de vista comercial. Tentativas anteriores de ampliar o relacionamento com os vizinhos, baseadas em motivações políticas e argumentação anti-imperialistas haviam ficado apenas na retórica de que "tudo nos une e nada nos separa". O Brasil estava mais integrado ao que hoje constitui o Nafta (*North American Free Trade Agreement*) que aos seus vizinhos.

No caso de Brasil-Argentina, núcleo do Mercosul, foi necessário também resolver alguns problemas de atritos políticos, principalmente os relacionados com as águas da Bacia do Prata, e desarmar no nascedouro uma perigosa e inútil corrida nuclear. A redemocratização dos países facilitou que os governos Alfonsín e Sarney realizassem um profícuo esforço de aproximação política que possibilitou que isto ocorresse. Deve-se reconhecer, entretanto que os últimos governos militares pré-redemocratização já haviam iniciado esforços nesse sentido facilitados pelos vínculos do Presidente Figueiredo com a Argentina, terra de exílio de seu pai.

Foi ainda indispensável para a concretização do Mercosul a compreensão dos países centrais que uma livre e fluida relação comercial com os vizinhos era condição para que os países do cone sul americano se integrassem mais efetivamente ao comércio mundial e abandonassem a política de substituição de importações e reserva de mercado que caracterizaram as décadas de sessenta a oitenta.

Também parece ter havido uma percepção de alguns formuladores da política norte-americana que só uma integração comercial dos países latino-americanos como a do Mercosul poderá criar as condições para uma regionalização econômica que abranja todo o continente americano.

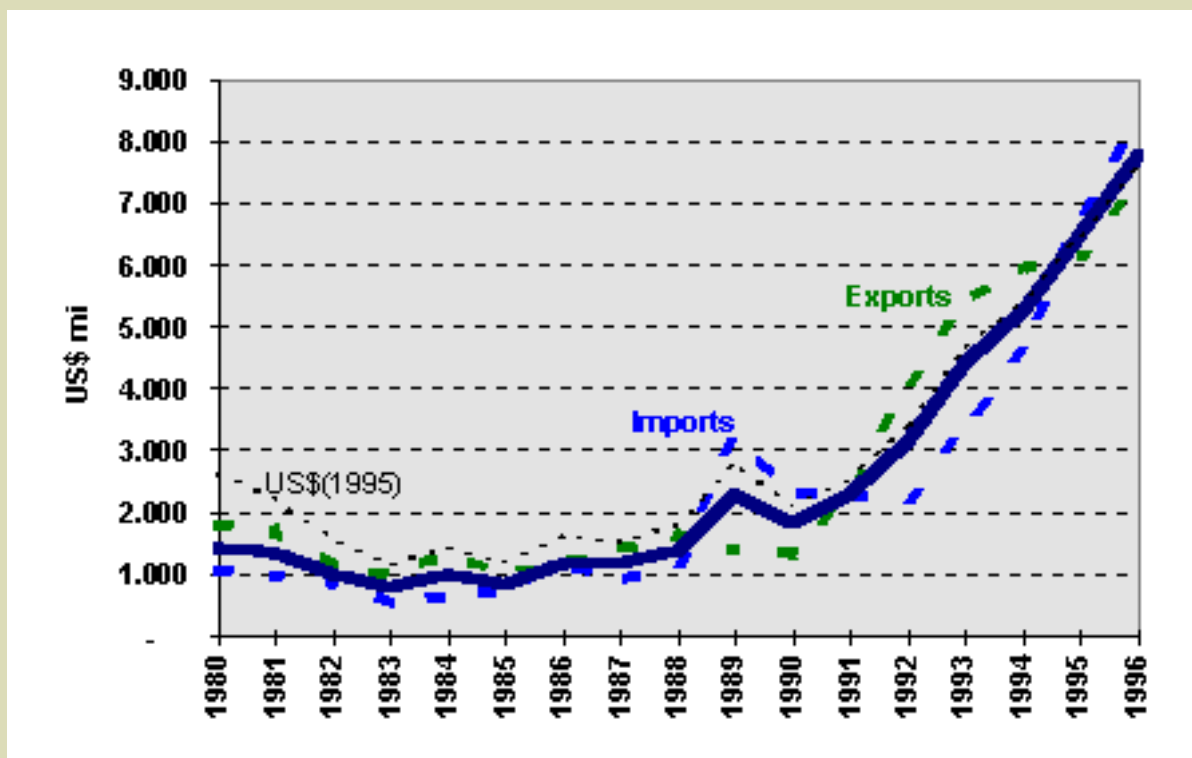
Esses novos fatores eliminaram da política dos bancos de desenvolvimento e do Fundo Monetário Internacional as recomendações que de maneira implícita ou explícita não favoreciam esta integração.

Ao contrário de tentativas anteriores como a da ALADI Associação Latino-Americana de Integração criada em 1980 integrada por Argentina, Brasil, Colômbia, Chile, Equador, México, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela o Mercosul resultou em um aumento substancial do comércio entre os países. A ALADI sucedera à ALALC Associação Latino-Americana de Livre Comércio que também poucos resultados práticos apresentara.

O Mercosul nasceu oficialmente através do Tratado de Assunção que foi assinado em 26 de março de 1991 e que havia sido precedido por vários acordos bilaterais entre Brasil e Argentina nos cinco anos anteriores que configuraram a existência futura de um mercado comum entre esses dois países.

O sucesso do Mercosul para o comércio externo brasileiro pode ser apreciado pelo crescimento do volume do comércio com os países da região (média das exportações e importações) mostrados na Figura 1. Também são indicados os valores do comércio externo em dólares constantes (US\$ 1995) que permite comprovar que o crescimento foi real.

Figura 1: Comércio Externo Brasil X Países do Mercosul



O resultado dos esforços realizados foi o de elevar o comércio entre os países de um fator oito entre 1986, data do primeiro acordo bilateral brasileiro-argentino, e 1996. Entre a constituição do Mercosul em 1991 e 1996 o comércio foi multiplicado de um fator quatro.

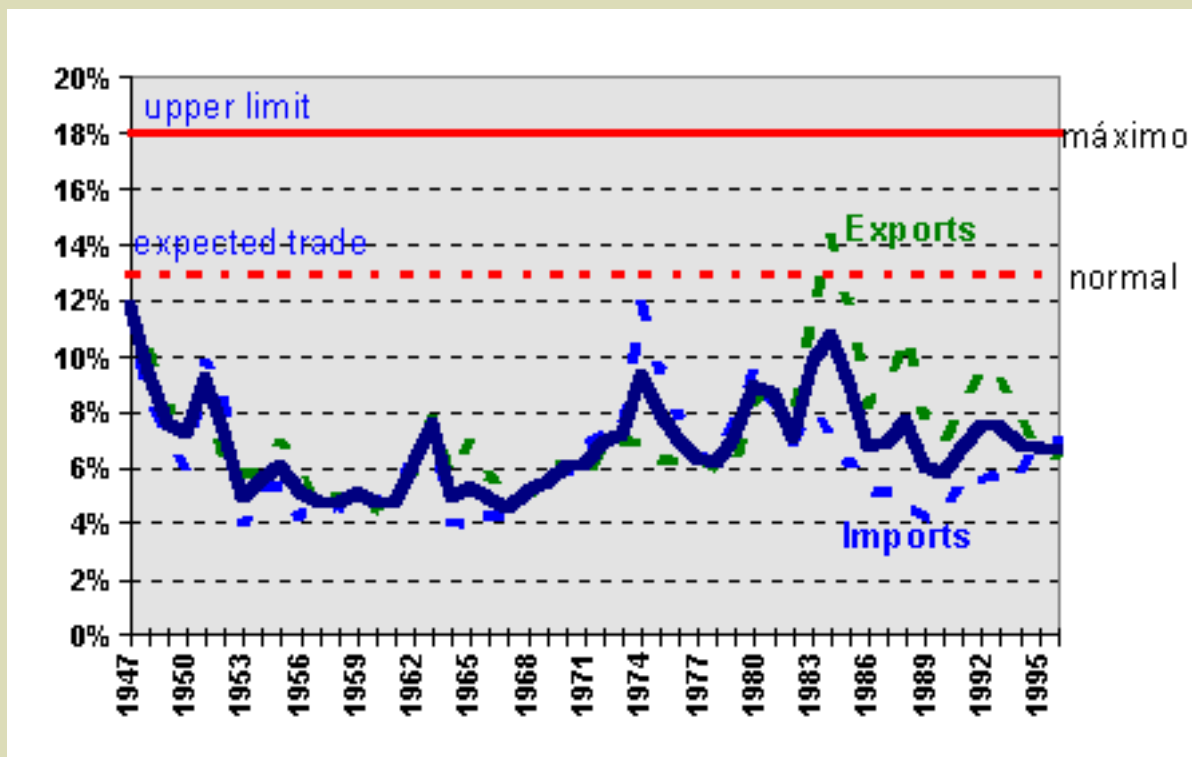
Eliminados os obstáculos externos e governamentais as empresas nacionais e internacionais se encarregaram - mesmo na ausência de uma correta estrutura de transporte e comunicação - de tornar realidade este comércio represado. O que o discurso político (às vezes ideológico) não pode fazer o está fazendo a integração comercial que é a mais estável garantia de paz entre os países.

O argumento corrente nos anos setenta e oitenta que quase nada tínhamos a comerciar com nossos vizinhos do cone sul porque produzíamos mais ou menos os mesmos produtos era apenas mais uma falácia entre outras que nos levavam ao isolamento.

Potencialidade do Comércio Externo Brasileiro

O comércio internacional brasileiro é bastante modesto quando comparado com o PIB. No conceito aqui adotado de média das exportações e importações, ele foi em 1996 cerca de 50 US\$bi (FOB) ou seja 6,7% de um PIB de 781 US\$bi estimado pelo Banco Central. Os dados da Figura 2, baseados nas contas nacionais, valor corrente, mostra que o comércio exterior brasileiro que nos anos sessenta era de 5% do PIB passou a oscilar em torno de 7% do PIB em valores correntes nas décadas seguintes.

Figura 2: Comércio Externo brasileiro. São indicados os valores máximo e possível e o valor "normal" nos padrões internacionais.



Deve-se considerar que o comércio de um país de vasta extensão territorial como o Brasil é usualmente modesto. Excluindo o comércio regional os sete maiores países em extensão territorial tinham em 1990 um comércio de cerca de 8% do PIB e o Brasil 5,2%. De lá para cá o comércio mundial - pelo menos nos países desenvolvidos - manteve-se relativamente estável em relação ao PIB. Em 1995 o comércio brasileiro não regional havia passado a 5,7% do PIB.

No livro *Brasil: O Crescimento Possível* (Editora Bertrand 1996) tentamos avaliar os limites do comércio exterior brasileiros que estariam em cerca de 18% do PIB considerando que o Brasil atingisse o máximo de integração mundial alcançado pelos grandes países (Austrália 11,8% do PIB) e um nível de integração com a América Latina no nível da Comunidade Européia na época.

Foi também avaliado o que seria o comércio externo brasileiro aos níveis médios de integração do comércio mundial dos países de grande extensão territorial e ao nível médio em integração regional. Esse valor corresponderia a 12,6% do PIB

Esses limites foram indicados no gráfico e pode-se notar que apenas em alguns anos a exportação ou importação alcançaram aqueles valores que poderiam ser considerados normais, segundo nossa avaliação a nível mundial.

Potencial do Comércio Exterior no Mercosul

A comunidade Européia do início dos anos noventa apresentava um adiantado grau de integração regional. Esta situação era favorecida pela relativamente pequena extensão geográfica (a Europa dos dez reunia apenas 80% da área da Argentina) fartamente interligada por todos os meios de comunicação e com tradição milenar de comércio.

Alcançar no Mercosul ou eventualmente na América do Sul um nível de integração como o da Comunidade Européia do início dos anos noventa pode ser considerado como um máximo absoluto. Um limite mais plausível é alcançar a integração normal entre as varias regiões geográficas que também procuramos avaliar.

O comércio entre dois ou mais países depende obviamente de sua capacidade econômica de vender e comprar. Existem

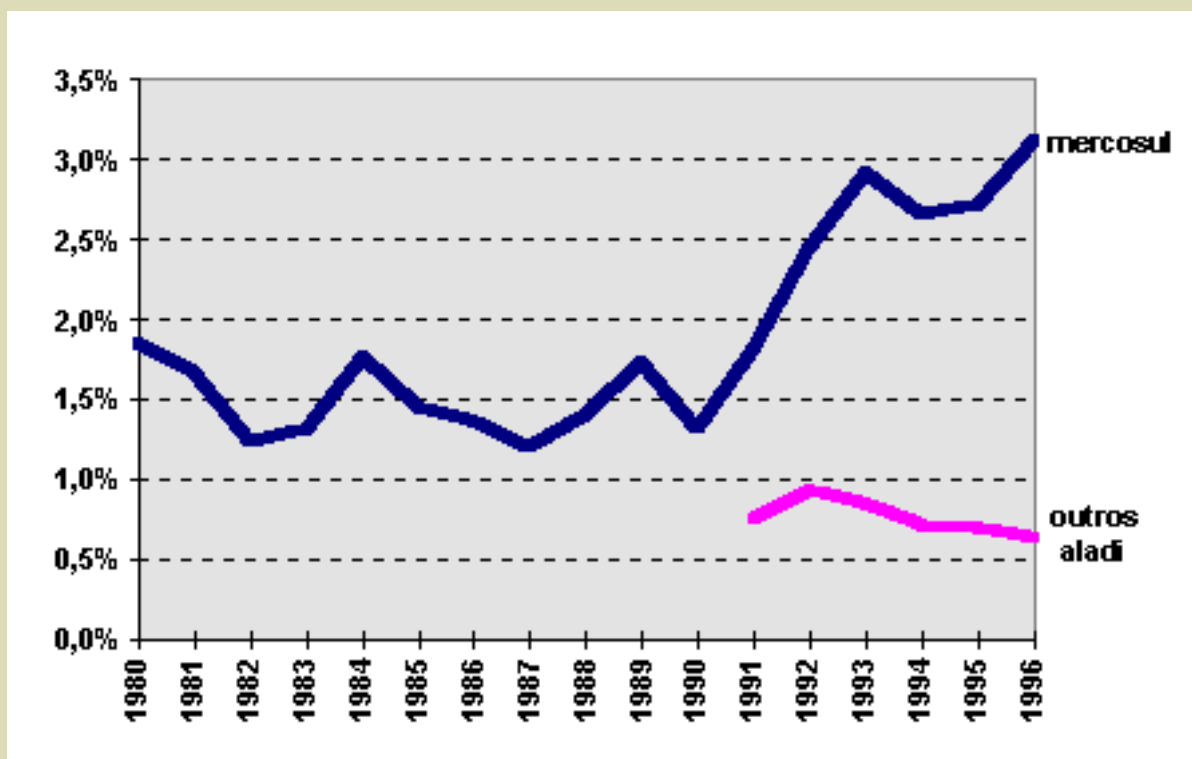
outras limitações referentes à natureza dos produtos transportados. Deve-se lembrar ainda que os serviços - pouco intercambiáveis - representam normalmente mais da metade do PIB dos países.

Adotamos aqui o coeficiente de comércio regional exposto no Livro *Brasil: O Crescimento Possível* definido para um país **a** como

$$Cr = (\text{Comércio Regional de a}) / ((\text{PIBa}/\text{PIBregião}) \cdot \text{PIBresto da região})$$

Este coeficiente leva em conta as capacidades econômicas entre os países da região e sua capacidade de exportar ou importar. A evolução desse coeficiente foi medido no âmbito do Mercosul e é mostrado na Figura 3.

Figura 3: Evolução do coeficiente de integração regional do Brasil com os países do Mercosul



O valor desse coeficiente para o comércio do Brasil com o Mercosul que se manteve constante na década de oitenta apresentou considerável incremento no decorrer da presente década. Na Comunidade Européia esse coeficiente atinge cerca de 15,8% sendo que 12,6% corresponde a uma integração média entre as diversas regiões onde se estabeleceu o livre comércio. O gráfico também mostra que não houve evolução positiva no que concerne ao conjunto dos outros países integrantes da ALADI.

Uma análise que leva em conta a dinâmica atual de evolução do referido coeficiente aponta para um coeficiente de integração da ordem de 4% no horizonte do ano 2003. Isto significaria passar de um comércio de 0,9% do PIB em 1995 para um comércio de 1,3% do PIB brasileiro entre o Brasil e os atuais integrantes do Mercosul. Em valores nominais seria passar dos atuais 6,5US\$bi de comércio para cerca de 12 bilhões de dólares no ano 2000 e 15US\$bi no ano 2003 (PIB dos países crescendo a 3% ao ano e inflação do dólar de 2,5% ao ano).

Com o Mercosul ampliado poder-se-ia atingir um comércio de 1,5% do PIB e se a integração fosse estendida aos países da ALADI (exceto México computado como membro do NAFTA) o valor do comércio do Brasil com a região poderia atingir

2% do PIB brasileiro.

Ou seja, o potencial de crescimento do comércio regional não se esgotou. Existe, no entanto, uma limitação imposta pelo tamanho de nossas economias e a infra-estrutura de transporte e comércio existentes. A integração de outros países da ALADI poderia elevar o atual comércio entre o Brasil e estes países (excetuando México) de 1,3 para 2,0% do PIB. Mesmo assim ainda estaremos discriminando nossos vizinhos em relação ao resto do mundo.

Para um horizonte de mais longo prazo pode-se pensar em uma integração como a já atingida, em média, pelas grandes zonas de livre comércio o que representaria um comércio no Mercosul de 4,2% do PIB ou, o que consideramos como o limite quase absoluto, atingir o nível de integração da Europa dos dez em 1990 e comerciar 5,3% do PIB com os países que atualmente integram o Mercosul.

[Entropia](#) [Energia no ES](#) [Mercosul](#) [Balanço Energético](#) [Quem somos](#)



[Topo](#)



[Documento Principal](#)

**Quadro Resumo do
Balanço Energético Nacional 1996**

Ano Base 1995

Editado Pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil

(Anexo F.17)

[Baixe \(download\) o BEN 98](#) sinopse (substituído por síntese ver também em mme [ben 97](#) completo)

Este programa é fornecido pelo MME

Energia Primária

CONTA	PETRÓ- LEO	GÁS NA- TURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO MET.	URÂNIO U3O8	EN. HI- DRAUL.	LE- NHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR.	TOTAL PRIMAR.
PRODUÇÃO	28784	5504	2443	838	360	52902	32356	16781	1750	141718
IMPORTAÇÃO	30234	0	0	6188	0	0	0	0	0	36422
VARIAÇÃO DE ESTOQUES	-647	16	623	28	-360	0	0	0	0	-340
OFERTA TOTAL	58371	5520	3066	7054	0	52902	32356	16781	1750	177800
EXPORTAÇÃO	0	0	-51	0	0	0	0	0	0	-51
NÃO-APROVEITADA	0	-1180	0	0	0	0	0	0	0	-1180
REINJECAO	0	-979	0	0	0	0	0	0	0	-979
OFERTA INTERNA BRUTA	58371	3361	3015	7054	0	52902	32356	16781	1750	175590
TOTAL TRANSFORMAÇÃO	-58081	-826	-1252	-6955	0	-52902	-13562	-6130	-448	-140156
REFINARIAS DE PETRÓLEO	-58081	0	0	0	0	0	0	0	0	-58081
PLANTAS DE GÁS NATURAL	0	-669	0	0	0	0	0	0	0	-669
USINAS DE GASEIFICACAO	0	-157	-1	0	0	0	0	0	0	-158
COQUERIAS	0	0	0	-6955	0	0	0	0	0	-6955
CICLO DO COMB.NUCLEAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0	0	-1224	0	0	-51908	-29	0	0	-53161
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0	0	-27	0	0	-994	-124	-360	-416	-1921
CARVOARIAS	0	0	0	0	0	0	-13409	0	0	-13409
DESTILARIAS	0	0	0	0	0	0	0	-5770	-32	-5802
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PERDAS DIST. ARMAZENAGEM	-290	0	-86	-81	0	0	0	0	0	-457
CONSUMO FINAL	0	2535	1679	0	0	0	18794	10651	1302	34961
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0	889	0	0	0	0	0	0	0	889
CONSUMO FINAL ENERGÉT.	0	1646	1679	0	0	0	18794	10651	1302	34072
SETOR ENERGÉTICO	0	900	0	0	0	0	0	5766	0	6666
RESIDENCIAL	0	0	0	0	0	0	9547	0	0	9547
COMERCIAL	0	0	0	0	0	0	165	0	0	165
PÚBLICO	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
AGROPECUÁRIO	0	0	0	0	0	0	2479	0	0	2479
TRANSPORTES - TOTAL	0	0	7	0	0	0	2	0	0	9
RODOVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FERROVIÁRIO	0	0	7	0	0	0	2	0	0	9
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRIAL - TOTAL	0	746	1672	0	0	0	6597	4885	1302	15202
CIMENTO	0	18	1145	0	0	0	7	0	43	1213
FERRO-GUSA E AÇO	0	276	32	0	0	0	0	0	0	308
FERRO-LIGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0	61	29	0	0	0	21	0	0	111
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13
QUÍMICA	0	274	169	0	0	0	251	38	0	732
ALIMENTOS E BEBIDAS	0	25	107	0	0	0	2234	4806	0	7172
TÊXTIL	0	4	5	0	0	0	245	0	0	254
PAPEL E CELULOSE	0	26	125	0	0	0	905	39	1188	2283
CERÂMICA	0	23	29	0	0	0	1972	0	71	2095
OUTROS	0	39	31	0	0	0	949	2	0	1021
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AJUSTES	0	0	2	-18	0	0	0	0	0	-16

Energi Secundária

C O N T A	ÓLEO		ÓLEO G A S O - G L P		N A F T A		Q U E R O - G Á S		C O Q U E U R Á N I O		E L E T R I -		C A R V . A L C O O L O . S E C .		N A O A L C A - E N E R G I A	
	DIESEL	COMBUST.	LINA		SENE	C.MIN.	C/UO2	CIDADE	VEGETAL	ETÍL.	PETR.E.	PET.	TRÃO	SECUND.	TOTAL	
PRODUÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0141718
IMPORTAÇÃO	694	349	98	654	3	37	0	63	0	2988	0	0	12	54	0	4952 41374
VARIAÇÃO DE ESTOQUES	-165	119	-69	-153	-182	-280	0	-116	36	0	0	1024	2	-147	0	69 -271
OFERTA TOTAL	529	468	29	501	-179	-243	0	-53	36	2988	0	1024	14	-93	0	5021182821
EXPORTAÇÃO	-774	-2174	-2826	-21	0	-429	0	0	0	-3	0	-161	0	-117	0	-6505 -6556
NÃO-APROVEITADA	0	0	0	0	0	0	-33	0	0	0	0	0	-162	0	0	-195 -1375
REINJECAO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 -979
OFERTA INTERNA BRUTA	-245	-1706	-2797	480	-179	-672	-33	-53	36	2985	0	863	-148	-210	0	-1679173911
TOTAL TRANSFORMAÇÃO	18781	10558	9499	3823	4089	2904	1490	4948	-36	58617	6700	5003	2834	3323	283	132816 -7340
REFINARIAS DE PETRÓLEO	19256	12644	8987	3052	5651	2904	0	0	0	0	0	0	2163	3390	0	58047 -34
PLANTAS DE GÁS NATURAL	0	0	175	509	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	687 18
USINAS DE GASEIFICACAO	0	0	0	0	-173	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	147 -11
COQUERIAS	0	0	0	0	0	0	1272	4948	0	0	0	0	0	0	283	6503 -452
CICLO DO COMB.NUCLEAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	-463	-1654	0	0	0	0	0	0	-36	55527	0	0	0	0	0	53374 213
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	-92	-432	0	0	0	0	-102	0	0	3090	0	0	-9	0	0	2455 534
CARVOARIAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6700	0	0	0	0	6700 -6709
DESTILARIAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5003	0	0	0	5003 -799
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	80	0	337	262	-1390	0	0	0	0	0	0	0	680	-69	0	-100 -100
PERDAS DIST. ARMAZENAGEM	0	0	0	0	0	0	-26	-48	0	-7352	-335	-53	0	0	0	-7814 -8271
CONSUMO FINAL	18536	8852	6702	4303	3910	2232	1431	4847	0	54250	6365	5814	2686	3113	283	123324158285
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0	0	0	0	3910	81	0	0	0	0	0	379	366	3113	221	8070 8959
CONSUMO FINAL ENERGÉT.	18536	8852	6702	4303	0	2151	1431	4847	0	54250	6365	5435	2320	0	62	115254149326
SETOR ENERGÉTICO	370	1473	0	16	0	1	346	0	0	1843	0	0	1335	0	0	5384 12050
RESIDENCIAL	0	0	0	3945	0	172	140	0	0	10369	784	0	0	0	0	15410 24957
COMERCIAL	34	150	0	146	0	0	49	0	0	5680	63	0	0	0	0	6122 6287
PÚBLICO	57	61	0	18	0	1	6	0	0	4306	6	0	0	0	0	4455 4459
AGROPECUÁRIO	2900	25	0	0	0	1	0	0	0	1451	8	0	0	0	0	4385 6864
TRANSPORTES - TOTAL	14906	1296	6702	0	0	1894	0	0	0	336	0	5435	0	0	0	30569 30578
RODOVIÁRIO	13594	0	6635	0	0	0	0	0	0	0	0	5435	0	0	0	25664 25664
FERROVIÁRIO	580	2	0	0	0	0	0	0	0	336	0	0	0	0	0	918 927
AÉREO	0	0	67	0	0	1894	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1961 1961
HIDROVIÁRIO	732	1294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2026 2026
INDUSTRIAL - TOTAL	269	5847	0	178	0	82	890	4847	0	30265	5504	0	985	0	62	48929 64131
CIMENTO	20	206	0	0	0	2	0	0	0	871	658	0	0	0	0	1757 2970
FERRO-GUSA E AÇO	35	448	0	27	0	10	794	4805	0	3844	4223	0	0	0	62	14248 14556
FERRO-LIGAS	0	0	0	0	0	0	0	30	0	1439	432	0	0	0	0	1901 1901
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	72	577	0	4	0	7	0	0	0	1694	40	0	0	0	0	2394 2505
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	444	0	12	0	0	18	12	0	5989	71	0	270	0	0	6816 6829
QUÍMICA	12	1530	0	14	0	1	1	0	0	3781	33	0	686	0	0	6058 6790
ALIMENTOS E BEBIDAS	42	562	0	16	0	7	15	0	0	2838	0	0	0	0	0	3480 10652
TÊXTIL	3	358	0	5	0	6	4	0	0	1707	6	0	0	0	0	2089 2343
PAPEL E CELULOSE	13	420	0	5	0	4	1	0	0	1992	0	0	0	0	0	2435 4718

CERÂMICA	11	445	0	18	0	1	10	0	0	648	16	0	0	0	0	1149	3244
OUTROS	61	857	0	77	0	44	47	0	0	5462	25	0	29	0	0	6602	7623
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AJUSTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-15

[Entropia](#) [Energia no ES](#) [Mercosul](#) [Balanço Energético](#) [Quem somos](#)

 [Topo](#)  [Documento Principal](#)

Entropia, Economia e Desenvolvimento Social

Omar Campos Ferreira

Os princípios da termodinâmica extrapolam sua aplicação no campo da Física e podem ser aplicados, com as devidas adaptações, à sociedade humana. Alguns sintomas de desequilíbrio na sociedade moderna como o desemprego e o agravamento da distribuição de renda podem ser compreendidos à luz de uma análise termodinâmica que também aponta a direção das correções necessárias.

Oportunidades e Limites do Mercosul

Carlos Feu Alvim

O Brasil, que ignorava do ponto de vista comercial seus vizinhos, descobriu com o Mercosul um mercado de grande potencial. Nossa análise mostra que ainda existe considerável espaço para crescimento do comércio regional.

O Potencial Energético do Espírito Santo

Genserico Encarnação Jr.

O Espírito Santo (ES), o menor Estado da região mais rica do País, é a Unidade da Federação que tem o maior consumo energético per-capita do País.

Balanco Energético Nacional 1996

Ministério de Minas e Energia

Ano Base 1995

quadro resumo

"download" **BEN 98 sinopse** (modificação

pposterio a edição deste número)

Ano Base 1995 MME/Brasil

Quem Somos

A equipe de **e&e** é multidisciplinar. Na maioria somos ou fomos ligados ao setor energético e/ou tecnológico.

Cada um fala em seu próprio nome e os leitores não devem estranhar se algumas vezes manifestarmos opiniões divergentes. Artigos de autores externos à equipe poderão ser submetidos à **e&e**.

Equipe **e&e**:

Carlos Feu Alvim

<feu@ecen.com>

Físico, mestre em ciências e Técnicas Nucleares UFMG, Doutor de Estado em Física pela Universidade de Grenoble. Atual secretário da ABACC.

Foi: professor da UFMG, pesquisador da CNEN, NUCLEBRAS, CETEC, Subsecretário de Planejamento Tecnológico STI/MIC, Assessor Técnico da CNE/PR, Coordenador de Planejamento Tecnológico na SCT/PR.

Frida Eidelman

< frida@password.com.br >

Mestre em Engenharia Nuclear pelo IME, Bacharel e Licenciada em Matemática. Trabalhou na CNEN de 1966 até 1994 atuando nas áreas de Física de Reatores, Análise e Consolidação de informações e Planejamento de Emergências.

Genserico Encarnação Jr.

<eeegense@nutecnet.com.br>

Economista, com mestrado na Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas. Diploma em Análise de Projetos no Institute of Social Studies, Haia, Holanda.

Entre as funções exercidas destacamos:

Superintendente do Serviço de Planejamento da Petrobras.

Coordenador-Geral de Política Energética do MME.

Coordenador Adjunto do Subgrupo de Política Energética do Mercosul."

João Antônio Moreira Patusco

<patusco@mme.gov.br>

Engenheiro Civil, Cordenador Geral de Estudos Integrados da Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia. Ocupou várias funções no MME e na Comissão Nacional de Energia. Responsável pelo Balanço Energético Brasileiro desde 1979.

José Domingos Gonzalez Miguez

<miguez@mct.gov.br>

Economista e Engenheiro Eletrônico - Assessor Especial do Ministro da Ciência e Tecnologia; foi membro do Comitê Organizador do Balanço Energético - COBEN

Omar Campos Ferreira

<omar@ecen.com>

Engenheiro Civil, Professor Adjunto da UFMG; foi Diretor do Instituto de Pesquisas Radioativas (atual CDTN) /CNEN

Maria do Carmo Peixoto da Silveira

<madu@mct.gov.br>

Jornalista; assessora no Ministério da Ciências e Tecnologia.

[Entropia](#) [Energia no ES](#) [Mercosul](#) [Balanço Energético](#) [Quem somos](#)

 [Topo](#)

 [Documento Principal](#)



Ano1-No2

Abr/Mai 1997

Entropia e Economia

Energia no ES

Mercosul

Balanço Energético

Equipe e&e

Edição Gráfica:

MAK

Edição Eletrônica

marcos@rio-point.com

Revisado: Sunday, 13 December 1998.