



Economia e Energia – <http://ecen.com>

Nº

59

Dezembro 2006 -
Janeiro 2007

<http://ecen.com>

Relatório da “Comissão Vargas” Completa Vinte Anos

Editorial

Comparação de Resultados de Projeções de Demanda de Energia Elétrica no Brasil

Carlos Feu Alvim, Frida Eidelman, Olga Mafra e Omar Campos Ferreira

Cana-de-açúcar:

a Melhor Alternativa para Conversão da Energia Solar e Fóssil em Etanol.

C. Andreoli, S. P. de Souza

D. Avani Caggiano e o Aprova Brasil

Carlos Feu Alvim

Patrocínio:



*Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico*

Economia e Energia

Revista

Apoio:

As Usinas Angra 1 e 2 são responsáveis por aproximadamente 50% da energia consumida no Estado do Rio de Janeiro.

Eletronuclear.

Gerando energia limpa e segura. Gerando qualidade de vida.

agência3



Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 22224817
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290
Belo Horizonte MG Tel./Fax (31) 3284-3416
Internet :<http://ecen.com>.

Editor Gráfico: Marcos Alvim



Economia e Energia – <http://ecen.com>

Nº 59: Dezembro de 2006 – Janeiro de 2007

ISSN 1518-2932

Versão em Inglês e Português disponível em:

<http://ecen.com>

Editorial:

Relatório da “Comissão Vargas” Completa Vinte Anos pág. 3

Textos para Discussão:

Comparação de Resultados de Projeções de Demanda de Energia Elétrica no Brasil *Carlos Feu Alvim, Frida Eidelman, Olga Mafra e Omar Campos Ferreira* pág. 6

As projeções de energia elétrica feitas pela e.e são comparadas com as apresentadas pela EPE no “Plano Nacional 2030 – Estratégia de Expansão da Oferta”, Também são comentados resultados do estudo “Agenda Elétrica Brasileira” publicado sob os auspícios da WWF (Worldwide Fund for Nature) - Brasil.

Cana-de-açúcar: a Melhor Alternativa para Conversão da Energia Solar e Fóssil em Etanol.

*C. Andreoli S. P. de Souza.....*pág. 26

O objetivo deste trabalho foi comparar vários parâmetros da cana-de-açúcar e milho, principalmente o balanço energético para converter açúcar de cana e milho em etanol, bem como mostrar uma planta futura de biocombustível para a indústria brasileira.

Opinião:

D. Avani Caggiano e o Aprova Brasil *Carlos Feu Alvim* pág. 33

A avaliação do ensino público fundamental revelou algumas surpresas ao identificar ilhas de excelência em lugares insuspeitados do Brasil. O Sistema quis saber a causa do sucesso dessas escolas e avaliou o que nelas fazia a diferença. O item mais importante foi o professor. O autor personaliza o tema com seu exemplo de professora.

Sumário

| | |
|--|----|
| Relatório da “Comissão Vargas” Completa Vinte Anos..... | 3 |
| Comparação de Resultados de Projeções de Demanda de Energia Elétrica no Brasil..... | 7 |
| 1 - Introdução..... | 7 |
| 2 - Metodologia e&e..... | 7 |
| 3 - Projeções de Energia..... | 8 |
| 4 - Projeções de Energia Elétrica..... | 9 |
| 5 - Comparação com as Projeções da EPE e da WWF..... | 20 |
| 6 - Conclusão..... | 25 |
| Cana-de-Açúcar: A Melhor Alternativa para Conversão da Energia Solar e Fóssil em Etanol (*)..... | 27 |
| Introdução..... | 28 |
| Material e Métodos..... | 28 |
| Resultados e Discussão..... | 29 |
| Conclusão..... | 33 |
| Referências Bibliográficas..... | 33 |
| D. Avani Caggiano e o Aprova Brasil..... | 34 |

Editorial

Relatório da “Comissão Vargas” Completa Vinte Anos

Há vinte anos a Comissão de Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro, que ficou conhecida pelo nome de seu presidente, professor José Israel Vargas, apresentou seu relatório ao Presidente da República José Sarney. O relatório só foi oficialmente divulgado no ano de 1990 pela Academia Brasileira de Ciências e, com sua permissão, está disponível no portal desta revista.^[1]

O relatório foi um marco importante na transição entre o regime civil que se restabelecia e o período militar onde existiam dois programas nucleares no Brasil, ambos objeto de contestações públicas importantes: o do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha e o chamado “Programa Paralelo” desenvolvido em sigilo pela Comissão Nacional de Energia Nuclear em cooperação com ministérios militares.

A Comissão de Avaliação do Programa Nuclear Brasileiro teve como vice presidente o professor Oscar Sala. Compunham-na os senhores: Alberto Pereira de Castro (IPT), Caspar Erich Stemer (UFSC), Eduardo Penna Franca (UFRJ), Fernando Cláudio Zawislak (UFRGS), José Ephim Mindlin (Metal Leve), José Pelúcio Ferreira (FINEP), Luiz Renato Caldas (UFRJ), Paulo Francini (FIESP), Marcelo Damy de Souza Santos (IEA e USP), Ramayana Gazzinelli (UFMG), José Leite Lopes (CBPF e representando o MCT), José Guilherme Araújo Lameira Bittencourt (IBQN), Luiz Augusto de Castro Neves (Secretaria do CSN), Roberto Rodrigues Krause (MRE), José Wanderley Coelho Dias (Nuclebrás). Foram ainda convidados para acompanhar os trabalhos da comissão, como observadores, representantes da Secretaria do Planejamento da Presidência da República, do Ministério da Fazenda e do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Ela contou ainda com o apoio de uma secretaria técnica nomeada pelo professor Vargas que realizou vários estudos especializados que deram suporte às deliberações da Comissão.

Entre suas recomendações, quase todas implementadas ou a implementar, cabe destacar (de forma resumida):

1 - Manutenção do Programa Nuclear Brasileiro face à importância estratégica que o domínio pleno e autônomo da energia

nuclear deverá desempenhar no atendimento de energia elétrica e na ampliação de seus benefícios em aplicações para fins pacíficos;

2 - Adequação do ritmo do Programa às reais necessidades energéticas nacionais e à realidade de custos apurados, mantendo as relações de cooperação com a Alemanha, mas levando em conta as modificações propostas na implementação das atividades;

3 - Intensificar a cooperação entre Brasil e Argentina e o estabelecimento gradual de um mecanismo de inspeção mútua das atividades nucleares executadas ou em andamento entre os dois países;

4 – Apoiar os esforços de pesquisa e desenvolvimento visando a nacionalização crescente do Programa Nuclear;

5 – Postergar a decisão sobre a construção de nova central nuclear mantendo o trabalho de seleção de novos locais para a próxima usina;

6 – Continuar os trabalhos de construção das usinas de Angra II e Angra III e manter as atividades de fabricação de componentes pesados, em ritmo compatível com a construção das centrais, buscando mercados complementares para os componentes, mediante acordo com o setor privado;

7 – Prosseguir a implementação do ciclo do combustível nuclear, adequando-o à demanda provável da geração eletro-nuclear e promovendo sua nacionalização progressiva;

8 – Na área de mineração, aportar recursos a Poços de Caldas de modo a adequar sua produção à demanda; dar prosseguimento dos estudos da viabilidade técnica das minas de Itataia e Lagoa Real devendo sua implementação ser feita, com recursos públicos ou privados, ressarcindo-se os investimentos através da comercialização do urânio no mercado internacional, obedecida a legislação em vigor, reativando, ao mesmo tempo, o setor de prospecção de minerais nucleares;

9 – Na área do combustível nuclear; reexaminar contrato existente com a “Pechney-Kuhlmann” na área de conversão do óxido do urânio, visando a possibilidade de implementar tecnologia desenvolvida no IPEN; concluir a construção de cascata experimental de enriquecimento por jato-centrífugo e postergar a usina de demonstração; apoiar a pesquisa de outros métodos de enriquecimento já em andamento; promover avaliação no prazo de três anos dos métodos de enriquecimento adotados para subsidiar decisão sobre unidade industrial; concluir a construção da fábrica

dos elementos de separação do processo jato-centrífugo; implementar 2ª e 3ª fase da Fábrica de Elementos Combustíveis (FEC); postergar a implementação do projeto de reprocessamento de combustíveis, face aos seus altos custos e dispensabilidade dos mesmos a médio prazo; implementar um programa integrado de disposição de rejeitos radioativos, particularmente no que concerne à seleção de locais de disposição;

10 – Na área de recursos humanos, corrigir o perfil de especialistas que eram formados no sentido de adequá-los às necessidades do Programa, promovendo maior participação das universidades e centros de pesquisas; incentivar a formação de técnicos nos níveis de mestrado e doutorado, restabelecendo os valores anteriormente vigentes das bolsas de estudo; abrir a discussão das questões científicas e técnicas sobre transferência de tecnologia.

11 – Quanto aos aspectos institucionais, promover a separação das funções atuais da Comissão Nacional de Energia Nuclear em duas Comissões, uma de Radioproteção e Segurança Nuclear e outra de Pesquisa e Desenvolvimento Nuclear, atribuindo a coordenação das atividades de pesquisa nuclear básica ao Ministério da Ciência e Tecnologia; criar uma subsidiária da Eletrobrás para tratar da construção e operação das centrais nucleares; transferir a NUCLEN para o sistema ELETROBRAS como uma empresa subsidiária ou como parte da empresa de construção e operação de centrais; transformar a Nuclebrás em empresa especializada nas atividades do ciclo combustível, extinguindo as subsidiárias NUCLAN, NUCLEI e NUCLEP e privatizar a NUCLEMON.

A Comissão recomendava ainda ampliar a capacidade nacional para a realização de testes e experimentos, em particular na área da garantia da qualidade nuclear, para o fortalecimento da infra-estrutura básica do setor, incentivar as pesquisa básica na área de física e química nuclear e radiobiologia; promover a pesquisa e desenvolvimento de combustíveis mistos de tório e urânio e de produção de água pesada, para utilização futura em reator de testes. Uma série de providências intermediárias de implementação das medidas e outras de caráter mais geral (como o estímulo à conservação de energia) foi ainda apresentada.

A Comissão Vargas adotou uma dinâmica de intensa articulação entre seus membros e autoridades do Governo, contribuiu para um melhor conhecimento e avaliação do chamado programa paralelo tendo membros da comissão visitado a quase

totalidade das instalações ainda sigilosas. Ainda que não relatado de forma explícita, a Comissão assimilou em suas recomendações boa parte do progresso alcançado pelo programa dito paralelo.

Uma análise de suas recomendações mostra que elas foram quase integralmente cumpridas (algumas com muito retardo) com destaque para as referentes ao ciclo do combustível onde apenas as recomendações do término do teste da tecnologia do jato centrífugo não foram cumpridas em grande parte devido à falta de recursos financeiros e ao sucesso do enriquecimento por ultra-centrifugação. As inspeções mútuas entre o Brasil e Argentina foram implementadas com a assinatura do Acordo Tripartite entre os dois países e a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares – ABACC. A usina Angra II foi construída e a de Angra III está praticamente decidida. Foram criadas a Eletronuclear e a INB (indústrias Nucleares do Brasil) nos moldes sugeridos.

Urge implementar a recomendação da separação das funções da CNEN, corroborada posteriormente pela área de Segurança e Radioproteção da Agência Internacional de Energia Atômica.

As recomendações da Comissão, formuladas em oportunidade delicada da vida nacional, propiciaram a continuação do Programa e ensejaram o estabelecimento de relações exemplares com a Argentina, rompendo-se uma longa e perigosa prática de “jogos de guerra” entre os dois países.

Texto para Discussão:

Comparação de Resultados de Projeções de Demanda de Energia Elétrica no Brasil

Carlos Feu Alvim feu@ecen.com

Frida Eidelman, Olga Mafra e

Omar Campos Ferreira

1 - Introdução

O objetivo deste artigo é comparar as projeções de energia elétrica feitas pela e&e com as apresentadas pela EPE no “Plano Nacional 2030 – Estratégia de Expansão da Oferta”, Também serão comentados resultados do estudo “Agenda Elétrica Brasileira” publicado sob os auspícios da WWF (Worldwide Fund for Nature) - Brasil.

É também apresentado um resumo da metodologia aqui usada, e assinalado que ela já contém, nos seus mecanismos de projeção, algumas hipóteses de conservação de energia.

2 - Metodologia e&e

A metodologia usada pela e&e para a projeção energética é análoga à que vem possibilitando com bastante sucesso a previsão do crescimento brasileiro nos últimos dez anos. São suas características genéricas:

1 – Estudo de variáveis que apresentam um comportamento estável e previsível no período histórico em que os dados estão disponíveis e estabelecimento do melhor ajuste para descrever o futuro através de curvas que, geralmente, conduzem à estabilização do seu valor máximo;

2 – Uso de dados de países mais desenvolvidos e do potencial brasileiro para a escolha de valores de referência ou de saturação, quando for o caso;

3 – Busca do melhor ajuste para os dados históricos do País com o valor de referência considerado.

Note-se que a aplicação pura e simples do melhor ajuste em (1) geraria valores determinísticos. O objetivo da metodologia e dos programas de computador a ela associados é, ao contrário,

possibilitar a formação de consenso sobre o cenário mais provável, mas sem a rigidez de relações pré-estabelecidas.

3 - Projeções de Energia

O PIB utilizado nas projeções surge da aplicação do modelo macroeconômico semi-empírico *projetar_e* que vem sendo utilizado com sucesso já há mais de uma década.

Em seguida, o PIB é correlacionado com a demanda de energia equivalente¹. A projeção de energia baseia-se na razão energia equivalente / produto (EEq/PIB) que apresenta um comportamento previsível nos trinta e cinco anos para os quais se dispõe de dados do Balanço Energético e das Contas Nacionais. Como pode ser observado na Figura 3.1, a razão EEq/PIB vem subindo lentamente ao longo dos anos, mas apresenta tendência de saturação ao longo do tempo².

O melhor ajuste dos dados passados leva ao valor de 0,513 kep/US\$₂₀₀₃ para 2030; o valor adotado conduz a 0,491 kep/US\$₂₀₀₃ (4,3% inferior). Note-se que o programa limita os graus de liberdade da ajuste ao comparar a projeção com o comportamento histórico e ao sugerir limites estabelecidos pela experiência de outros países. Como resultado, os valores estabelecidos pelos grupos de consenso não costumam divergir muito da tendência histórica.

Outro inconveniente de trabalhar apenas com o melhor ajuste é que circunstâncias (como a ocorrência do apagão) podem alterar a tendência de curto (e às vezes no médio prazo) fazendo com que o melhor ajuste mude com a introdução de novos anos à série. No caso mostrado a seguir (Figura 4.1), pode-se observar que, após um transitório, o comportamento da curva quase voltou ao anterior, mas foram aparentemente mantidos alguns ganhos da economia forçada pela crise.

¹ Forma de expressar a energia considerando a eficiência relativa dos diversos energéticos em cada setor da economia

² A participação em energia equivalente da eletricidade é bem maior do que quando expressa em energia final, já que é levada em conta sua maior eficiência no uso.

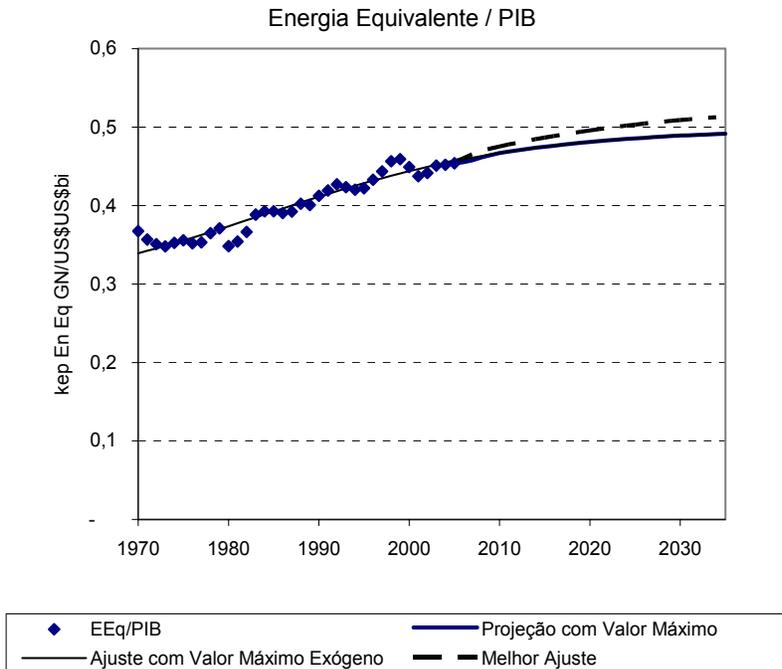


Figura 3.1: Ilustração da metodologia de projeção da demanda em energia equivalente em função do PIB³ (US\$ de 2003) com hipótese de melhor ajuste ou impondo limite de países menos intensivos em energia (países da Europa Ocidental e Japão)

4 - Projeções de Energia Elétrica

Em seguida, o programa ajuda a projetar a participação da energia elétrica na total (expressa em energia equivalente). O resultado é mostrado na Figura 4.1.

³ Valores reais do PIB expressos pelo câmbio de 2003.

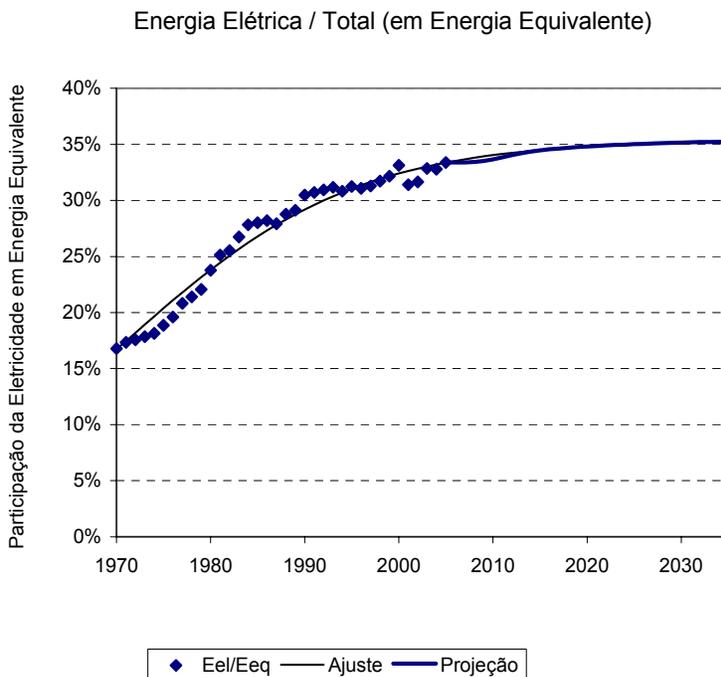


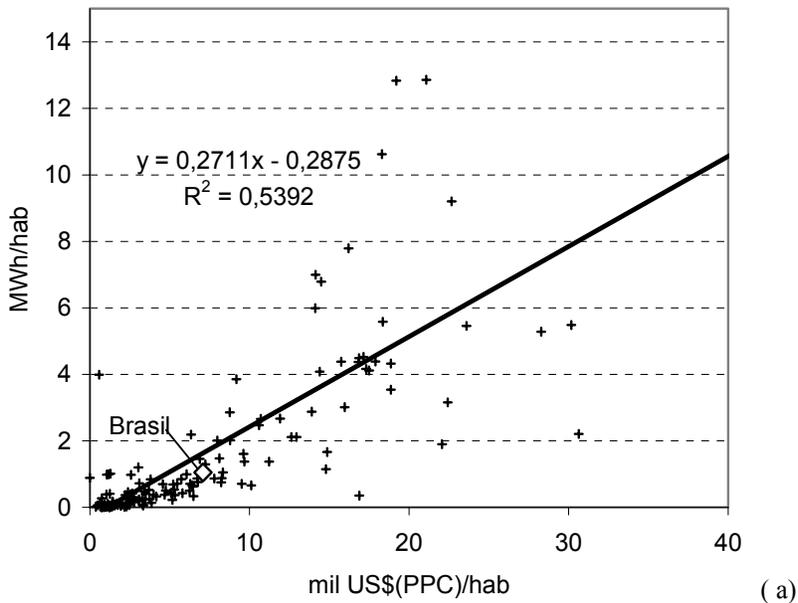
Figura 4.1: Projeção da participação da energia elétrica na energia equivalente.

Em trabalhos anteriores, os dados do período da crise foram ignorados e chegava-se a um melhor ajuste com uma participação máxima futura de 35%. Com a incorporação dos últimos anos, chega-se a um valor limite de 34%. Como resultado, os valores aqui mostrados para a projeção do consumo são ligeiramente inferiores aos anteriormente mostrados.⁴

⁴ Chame-se atenção ainda de que trata-se do consumo final e não da demanda bruta, que inclui perdas.

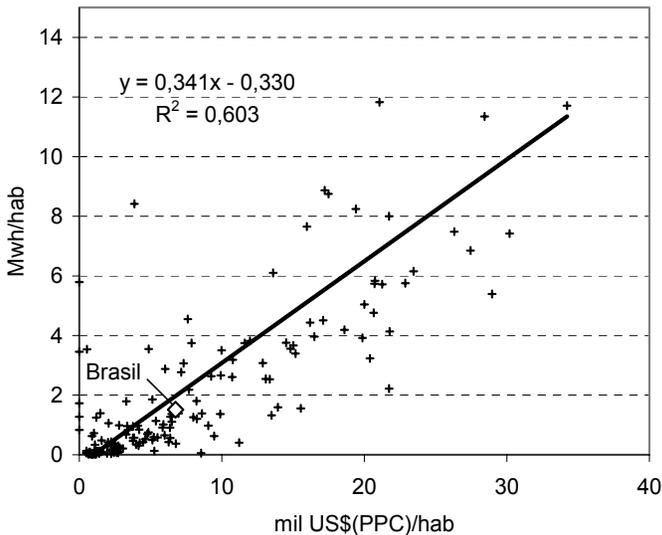
Uma forma complementar de testar a coerência das projeções é o estudo da intensidade energética por unidade de PIB em função do PIB per capita expresso em paridade de poder de compra (PPC). A EIA/DOE (*Energy Information Administration*) dos EUA fornece em seu portal os dados de intensidade energética de consumo de energia primária e elétrica para praticamente a totalidade dos países ou outro tipo de unidade geográfica. As Figuras 4.2a, 4.2b e 4.2c seguintes apresentam os valores, para a quase totalidade dos países, da razão consumo de energia elétrica / habitante em relação ao PIB (PPC)/habitante para os anos de 1980, 1990 e 2004.

Eletric/hab e PIB PPC/hab Ano 1980



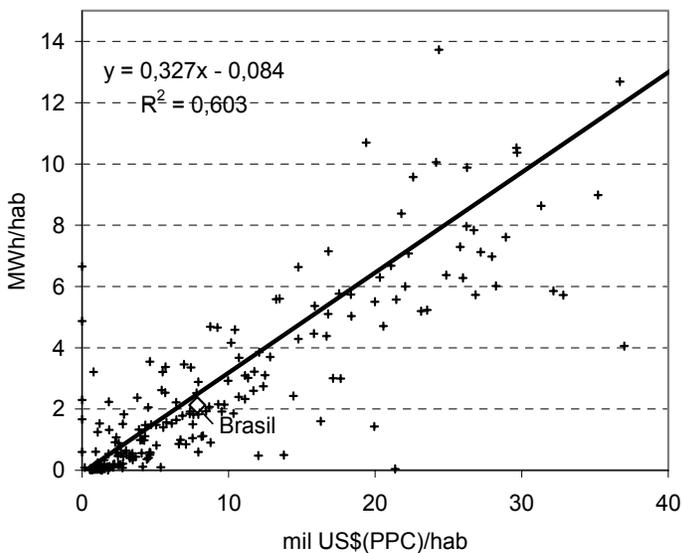
(Figura 4.2 continua da próxima página)

Eletric/hab e PIB.hab Ano 1990



(b)

Eletric/hab e PIB(PPC)/hab Ano 2004



(c)

Figura 4.2a, 4.2b e 4.2c: Valores de Consumo Energia Elétrica/habitante em função do PIB per capita (em paridade de poder de compra) para diversos países (Dados EIA/DOE)

A correlação entre os valores das duas razões para o conjunto de cerca de 200 países (198 em 2004) é bastante boa. Note-se ainda que a reta ajustada para 1990 é bastante próxima da correspondente ao ano 2004. Os valores para o Brasil foram destacados nos gráficos, podendo-se notar que para os anos de 1990 e 2004 os valores do País aproximaram-se da reta de ajuste.

Quando o conjunto é limitado aos países com mais de 10 milhões de habitantes, o ajuste torna-se melhor, como pode ser observado na Figura 4.3. A reta de ajuste mantém praticamente a mesma inclinação.

Deve-se notar que, para cada país, a curva energia/habitante e PIB/habitante é apenas uma representação (em escala diferente) da curva energia X PIB. Ao representar vários países, no entanto, tem-se a vantagem de poder comparar os dados considerando o estágio de crescimento econômico de cada país.

Eletricidade/hab e PIB(PPC)/hab Ano 2004

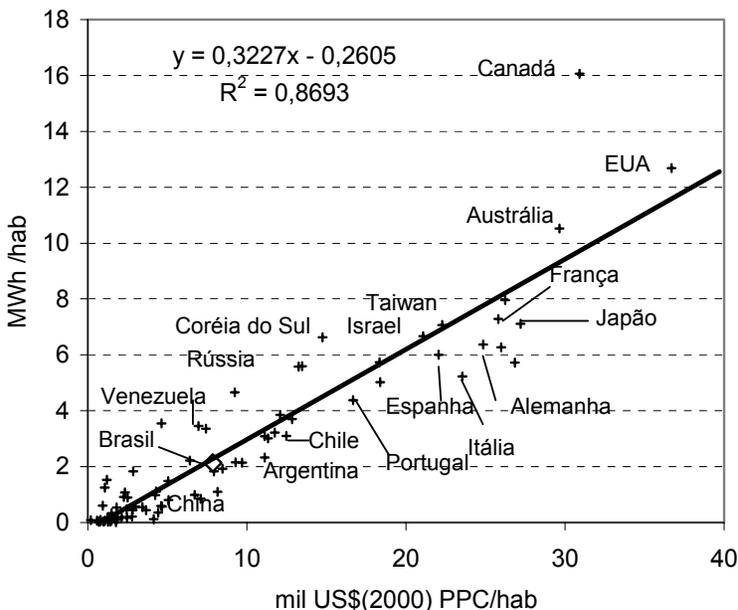


Figura 4.3: Energia Elétrica/PIB para países com população superior a 10 milhões de habitantes com indicação de alguns países.

A Figura 4.4 mostra o mesmo tipo de apresentação considerando as regiões mundiais; também são indicados os valores para o Brasil e Mundo.

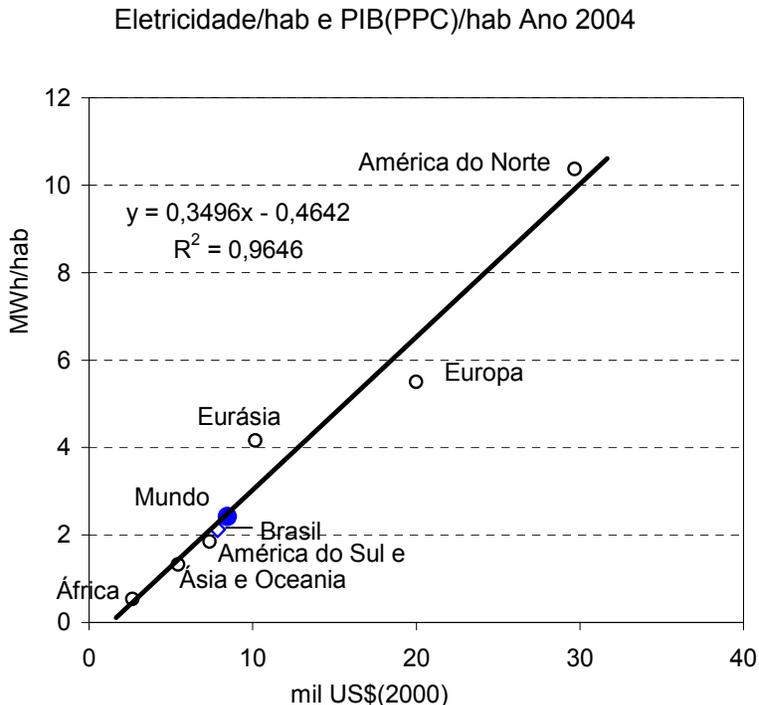


Figura 4.4: Energia Elétrica/PIB para as regiões mundiais comparadas com a do Brasil. Note-se que tanto em termos de PIB/habitante como em consumo de energia por habitante o Brasil está abaixo da média mundial.

O comportamento da razão energia/habitante na medida em que varia o PIB/habitante também pode ser observado para um país ou conjunto de países. Como as Figuras 4.2a, 4.2b e 4.2c mostraram, o comportamento para o conjunto de países não variou muito entre os anos estudados, notadamente entre 1990 e 2004. O comportamento dinâmico das duas variáveis de intensidade estudadas (eletricidade por PIB e por habitante) pode ser colocado em um gráfico. Também foram representados os dados projetados⁵.

⁵ Os valores do PIB em PPC para o período 1980 a 2004, para o qual se dispõe de avaliação por paridade de poder de compra, têm praticamente o mesmo comportamento relativo dos valores anuais do PIB em termos reais.

Os valores extrapolados continuariam abaixo da tendência mundial em 2004 (que coincide com a de 1990)⁶. Na Figura 4.5 estão representadas as duas escalas (PIB real em US\$ de 2000) e em poder de compra. A correspondência das duas escalas não é exata, mas a aproximação entre os valores lidos na escala superior e os observados é bastante boa.

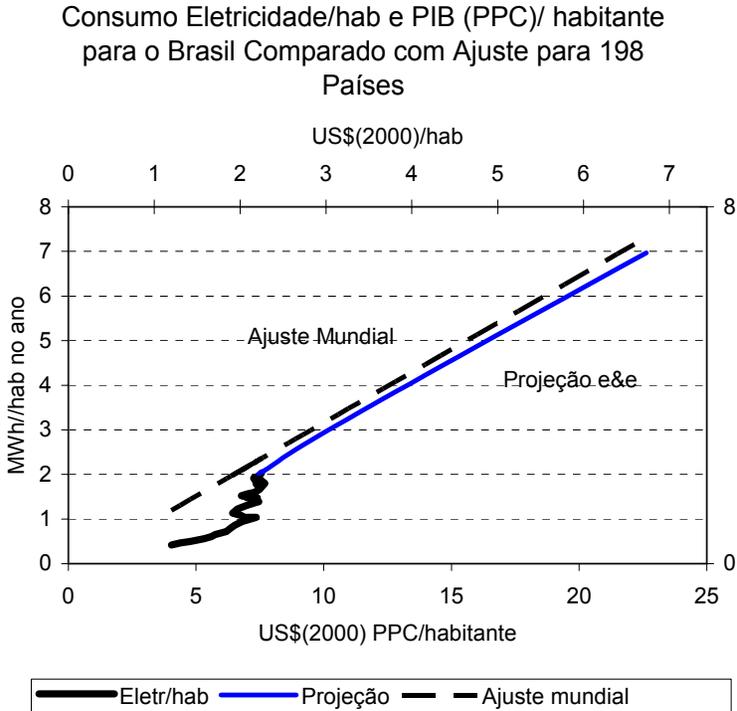


Figura 4.5: Evolução da razão energia elétrica/habitante e PIB/habitante das projeções da e&e. Os valores correspondentes aos valores reais do PIB expressos em dólares do ano 2000 são apenas boas aproximações.

Isto permite fazer uma extensão do conceito de paridade de poder de compra para o período 1970 a 1979 e para a projeção dos anos seguintes.

⁶ A disparidade entre taxas de câmbio em relação à paridade do poder de compra é uma realidade que persiste em vários países, não obstante a maior abertura econômica nos últimos tempos. É de se esperar, no entanto, que não sendo revertido o processo de internacionalização da economia, essa diferença venha a desaparecer. Em qualquer caso, no entanto, é o valor real do PIB que deve ser observado.

Nas Figuras 4.2 a 4.4, o bom ajuste por uma reta para países com rendas muito diferentes faz esperar que a intensidade de energia elétrica na geração do PIB não seja muito dependente da renda. O valor negativo do coeficiente linear em todos os ajustes indica, no entanto, que para níveis de renda muito baixos (onde a energia elétrica nem mesmo está disponível), deve-se esperar que o valor da razão energia elétrica/PIB cresça com o tempo nos países que hoje apresentam uma renda muito baixa.

Isto pode ser observado na Figura 4.6 que mostra, para o ano de 2004, a intensidade de energia elétrica para diversos países colocados em ordem ascendente de renda per capita. O gráfico foi obtido a partir do conjunto de dados disponível no portal EIA/DOE. Também se compara a razão consumo de energia elétrica/PIB em paridade de poder de compra do Brasil com os valores dessa razão para as Regiões Mundiais (Figura 4.7).

Consumo de Energia Elétrica/ PIB (PPC) - Dados 2004

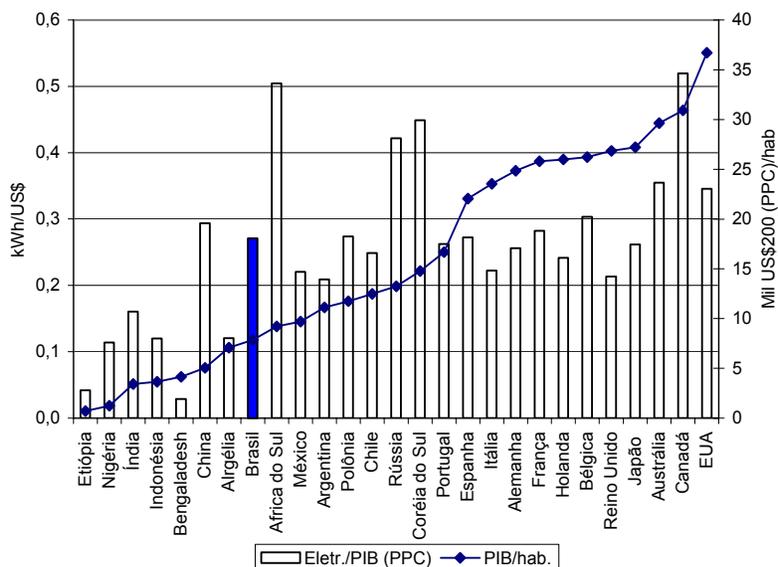


Figura 4.6: O comportamento da intensidade para diversos países mostra que, para os países que apresentam menor renda, a intensidade no uso de energia elétrica é menor (correspondendo à zona próxima à origem nos gráficos das Figuras 4.2 a 4.4); a partir do nível de renda em que está o

Brasil, no entanto, a intensidade energética passa a depender de características sociais e econômicas do país e de sua opção energética.

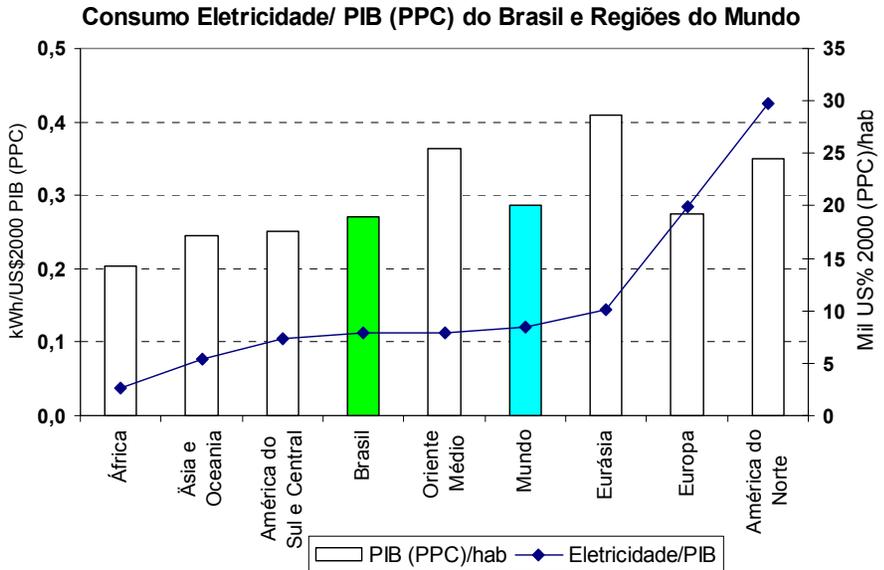


Figura 4.7: O comportamento da intensidade elétrica para as regiões mundiais (dados de 2004) mostra que a intensidade de energia elétrica do Brasil já está próxima a da Europa.

No agrupamento por região, ademais do comportamento já observado para os países, ficam evidentes algumas características interessantes das regiões: os países do Oriente Médio apresentam uma grande intensidade energética (cuja causa não foi identificada), a Eurásia, onde predominam países da extinta União Soviética, apresenta alta intensidade energética que pode ser decorrente da ineficiência econômica do regime anteriormente vigente. No entanto, deve-se lembrar que a abertura econômica trouxe àqueles países uma brutal queda no denominador (PIB) com conseqüente aumento da razão representada. É sabido que a queda na produção não conduz a uma redução correspondente no consumo de energia pelas ineficiências resultantes da baixa taxa de uso e pela própria inércia do consumo. A Europa revela-se uma região rica, mas que apresenta um coeficiente energia elétrica/ PIB bastante inferior ao da América do Norte sendo, inclusive, inferior à média mundial. A intensidade do uso da energia elétrica no Brasil já está quase no nível europeu.

Para a projeção do consumo elétrico no Brasil, é importante saber como se comporta este parâmetro ao longo do tempo, principalmente em países desenvolvidos. Com efeito, as Figuras 4.6 e 4.7 mostram as intensidades de uso da eletricidade para

diferentes estágios de desenvolvimento na atualidade, mas para um único ano.

No Brasil o crescimento do consumo da energia elétrica vem, há décadas, superando o do PIB, como mostra a Figura 4.8 (aumento da razão consumo eletricidade/PIB). Esta Figura é uma das que servem para orientar a escolha dos parâmetros de projeção no programa usado neste trabalho. As opções de projeção sugerem (por comparação com outros países) uma tendência à saturação desse crescimento como indicado na figura abaixo.

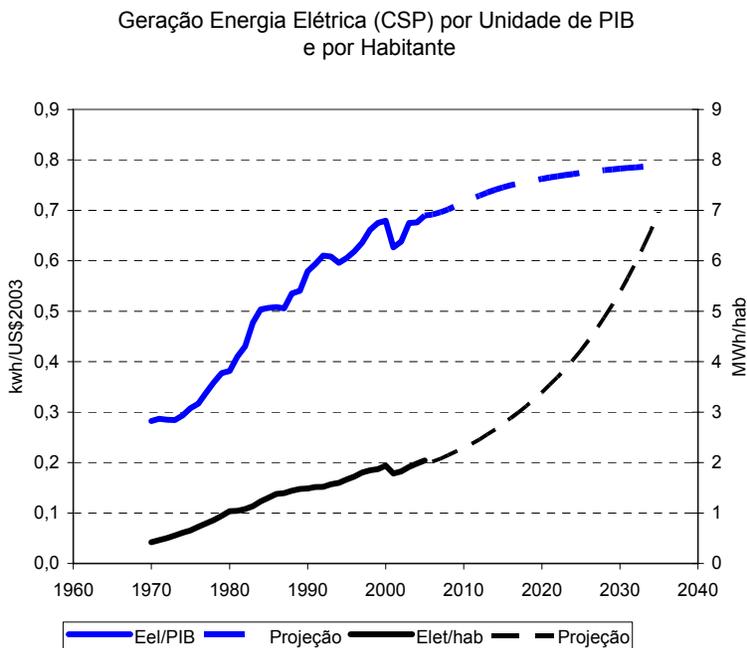


Figura 4.8: Evolução da intensidade elétrica por produto e por habitante e extrapolações consideradas.

Note-se que se as projeções supõem uma saturação da energia por unidade PIB; no entanto, a intensidade energia/habitante ainda estaria longe da saturação. Este comportamento (de certa forma inesperado) é coerente com o mostrado na Figura 4.3 onde não se observa esgotamento do consumo de eletricidade por habitante no nível mundial⁷.

⁷ A energia elétrica é por excelência a forma adequada às aglomerações urbanas já que a poluição local é quase nula. O gás natural canalizado

Na Figura 4.9, também usando o conjunto de dados da EIA/DOE, mostra-se a evolução da intensidade elétrica na economia para as diversas regiões do globo.

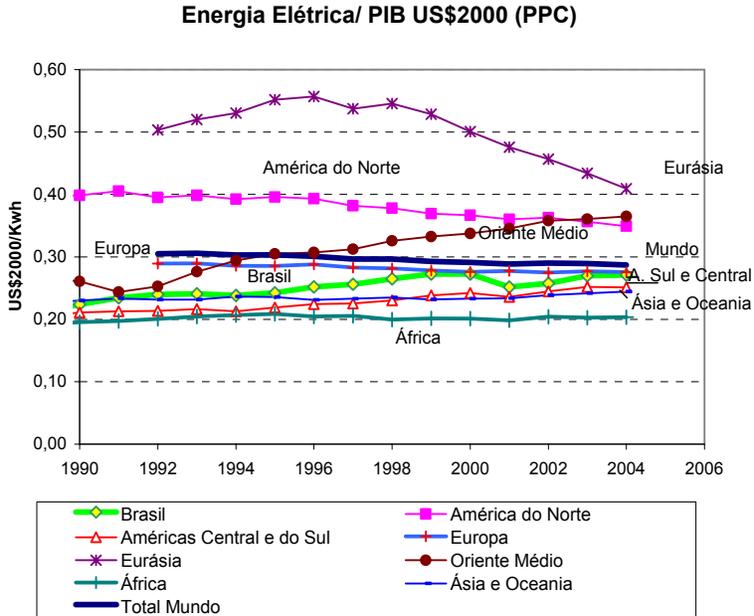


Figura 4.9: Razão Energia Elétrica/ PIB para as diversas regiões e a do Brasil que é praticamente constante ao longo do período para o mundo (levemente decrescente)

A Figura 4.9 mostra uma certa convergência das diversas regiões: A América do Norte e Eurásia vêm reduzindo sua intensidade elétrica enquanto a América do Sul e Central (inclusive o Brasil) aumentaram esta intensidade, sendo que o Oriente Médio já ultrapassou a média mundial. África, Ásia e Oceania têm mantido suas intensidades sendo que a da Europa caiu ligeiramente acompanhando a média mundial. O comportamento verificado

(também um combustível urbano) apareceu, nas últimas décadas, como concorrente da eletricidade em algumas de suas aplicações locais, ou associado a ela na cogeração. Para o futuro, com o esperado esgotamento do petróleo e mesmo do gás natural, a eletricidade é o vetor natural das energias nuclear, eólica, geotérmica e da biomassa, bem como o de uma eventual retomada do carvão mineral. Isto pode abrir novos espaços para a expansão do uso da energia elétrica.

reforça a hipótese de que a intensidade energética tende a se manter aproximadamente constante ao longo dos próximos anos.

5 - Comparação com as Projeções da EPE e da WWF

É interessante ressaltar que os cenários macroeconômicos de referência da EPE e da e&e são bastante semelhantes⁸, mas não idênticos, como pode ser observado na Figura 5.1. Em particular, o crescimento dos primeiros anos (que resultam do Plano 2015) é superior, no caso da EPE, ao do período 2015 a 2020. Os valores da e&e são praticamente idênticos aos da EPE para o ano 2000 e maiores deste ano em diante.

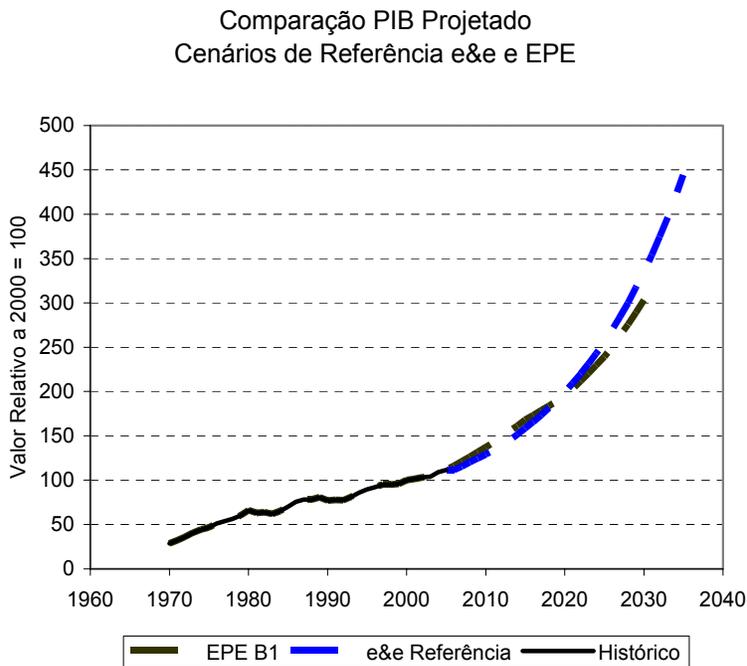


Figura 5.1: Comparação entre os cenários econômicos de referência da e&e e EPE (B1).

As hipóteses de base e a metodologia das duas avaliações são bastante semelhantes. Este trabalho serve, portanto, de teste de consistência para as projeções da EPE e para considerar com

⁸ A coincidência vem de premissas semelhantes sendo que o cenário da e&e é fundamentalmente o de estudo anterior publicado na e&e No 49 e precede o da EPE.

agilidade outras hipóteses. As projeções no Plano 2030 consideram explicitamente uma parcela de conservação de energia considerada viável pela equipe que elaborou o estudo.

Os valores do PIB para os cenários de referência dos dois estudos já foram mostrados graficamente e estão resumidos na Tabela 5.1. Os resultados da demanda de energia elétrica também são semelhantes, como pode ser observado na Figura 5.2. O diferencial observado vem fundamentalmente das hipóteses de conservação adicionadas recentemente ao trabalho da EPE e da diferente evolução do PIB. Note-se, ainda que o valor correspondente daquele trabalho não inclui o consumo no setor energético que, em 2005, foi cerca de 6% do consumo total.

Comparação Consumo de Energia Elétrica Projetado Cenários de Referência e&e e EPE

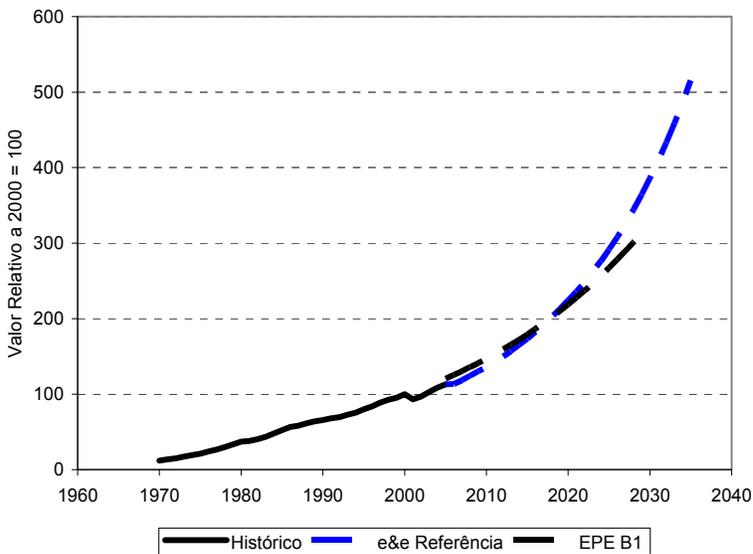


Figura 5.2: Resultados para a demanda de energia elétrica (nível do consumo final) das projeções dos cenários básicos da EPE e e&e.

No presente trabalho, a conservação é levada em conta quando se toma como paradigma nas projeções futuras países desenvolvidos onde existe forte preocupação com a conservação de energia (Europa Ocidental e Japão). Assim, a conservação foi implicitamente considerada tanto na parte da energia total como na da eletricidade, não havendo necessidade de outros ajustes.

O estudo já referido, patrocinado pela WWF, que contou com a participação de várias conceituadas entidades ligadas à conservação de energia ou a energias alternativas, apresenta resultados bastante discrepantes dos dois outros aqui abordados, tendo sido gerada alguma polêmica entre os autores dos estudos da EPE e da WWF.

O comportamento do valor do consumo de energia elétrica/PIB (expresso em PPC) em função do PIB/habitante é mostrado na Figura 5.3 para as projeções e&e, EPE e para o estudo da WWF.

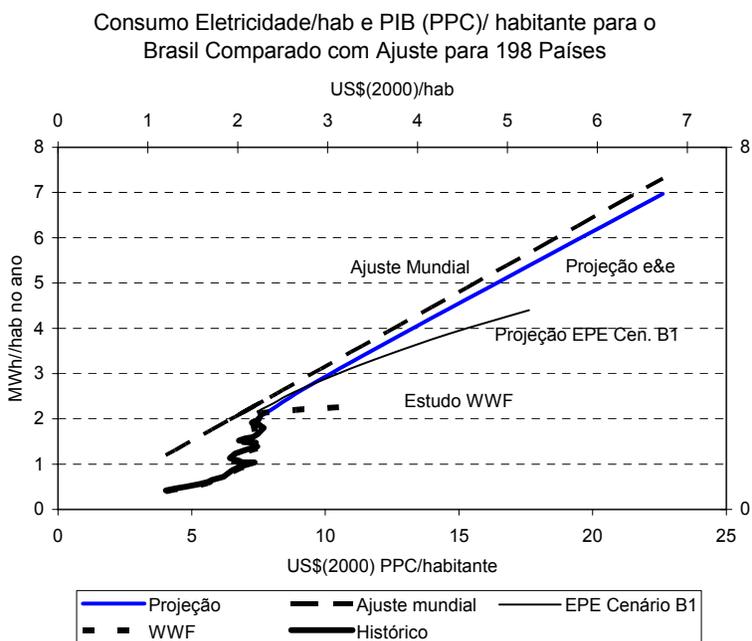


Figura 5.3: Projeções de energia elétrica/habitante, comparadas com a tendência mundial.

Deve-se assinalar que os horizontes de projeção são diferentes: no presente estudo é 2035, no da EPE 2030, e no da WWF 2020. A projeção da e&e já é inferior ao do atual padrão mundial e se afasta gradualmente dela, a da EPE afasta-se um pouco mais desse padrão enquanto a da WWF diverge completamente dele ao supor que um importante incremento do PIB/habitante será conseguido praticamente mantendo constante o consumo per capita de eletricidade.

Também é interessante comparar o comportamento da variável energia elétrica/ produto para os referidos estudos, como é mostrado na Figura 5.4.

Consumo Energia Elétrica/ PIB PPC US\$2000

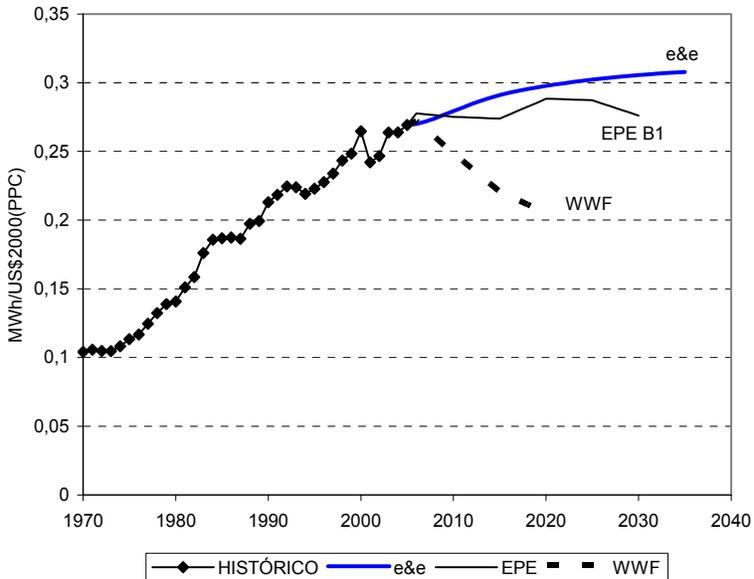


Figura 5.4: Consumo energia Elétrica/ PIB nos três estudos considerados.

A comparação mostra que a projeção da EPE fundamentalmente mantém a razão energia elétrica/PIB observada nos últimos anos enquanto a da e&e admite a continuação da tendência de um moderado aumento da intensidade do uso da energia elétrica com tendência à saturação após 2035. O valor da WWF é em 2020 inferior em 14% ao valor verificado por ocasião do “apagão” de 2001.

O resultado mostrado na Figura 5.5 resulta da limitação da participação da eletricidade em 33%. Já os resultados da WWF são bastante difíceis de reproduzir no programa já que o mesmo leva em conta a inércia do sistema.

A Tabela 5.1 compara os valores das projeções de PIB e consumo de energia elétrica adotando-se a intensidade de uso da eletricidade correspondente à participação de 33% da energia elétrica no total em energia equivalente (valores revistos) e os anteriores. Note-se que os valores intermediários não foram

fornecidos pela EPE sendo deduzidos a partir dos gráficos e de taxas de crescimento (fornecidos os valores extremos 2000 e 2030)⁹. Para a WWF usou-se o valor para 2020 do consumo de eletricidade sendo os valores intermediários interpolados para os gráficos. A taxa de crescimento de consumo de eletricidade do estudo da WWF seria de 1,7% ao ano para um crescimento do PIB (o mesmo suposto pela EPE) de 3,8% ao ano.

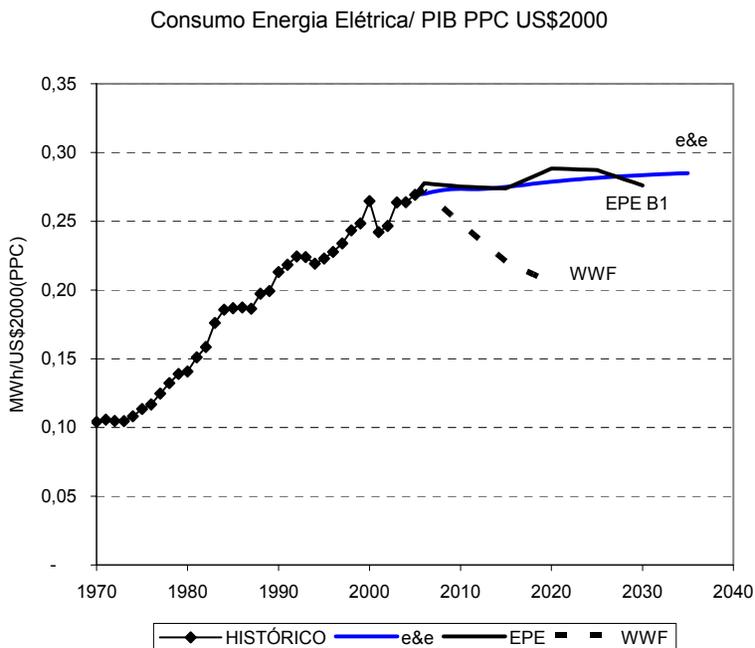


Figura 5.5: Simulação do consumo de energia elétrica da EPE com o programa da e&e e da WWF alterando-se o parâmetro de participação futura da energia elétrica no consumo total. Esta aproximação deu origem aos valores revistos da Tabela 5.1

⁹ Os valores para eletricidade da EPE correspondem ao consumo sem o setor energético e seriam cerca de 6% superiores aos da tabela (consumo final de 1110 TWh em 2030).

Tabela 5.1: Comparação de Resultados e&e (originais e revistos), EPE e WWF

| | | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
|--------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PIB e&e | (2000=100) | 100 | 111 | 129 | 158 | 200 | 256 | 335 | 444 |
| PIB EPE | (2000=100) | 100 | 111 | 137 | 168 | 195 | 239 | 303 | |
| Eletric e&e ¹ | TWh | 332 | 375 | 451 | 576 | 743 | 966 | 1280 | 1710 |
| Eletric e&e ^r | TWh | 332 | 375 | 441 | 544 | 695 | 900 | 1188 | 1582 |
| Eletric EPE | TWh | 321 | 388 | 471 | 575 | 703 | 859 | 1046 | |
| Eletric.WWF | TWh | | 388 | | | 500 | | | |
| Taxas de Crescimento | | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2005 | 2005 |
| | | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2020 | 2030 |
| PIB e&e | % ano | 2,2% | 3,0% | 4,2% | 4,7% | 5,1% | 5,6% | 4,0% | 4,5% |
| PIB EPE | % ano | 2,2% | 4,2% | 4,2% | 3,0% | 4,2% | 4,9% | 3,8% | 4,1% |
| Eletric e&e ¹ | % ano | 2,5% | 3,7% | 5,0% | 5,2% | 5,4% | 5,8% | 4,7% | 5,0% |
| Eletric e&e ^r | % ano | 2,5% | 3,3% | 4,3% | 5,0% | 5,3% | 5,7% | 4,2% | 4,7% |
| Eletr. EPE | % ano | 3,8% | 4,0% | 4,1% | 4,1% | 4,1% | 4,0% | 4,0% | |
| Eletric.WWF | % ano | | | | | | | 1,7% | |

e&e¹ – Valores Originais; e&e^r Valores Revistos

6 - Conclusão

As projeções e&e e da EPE são concordantes dentro da incerteza esperada neste tipo de estudos, mas divergem bastante do estudo da WWF. A hipótese alternativa da e&e, mostrada na Tabela 5.1, tem premissas energéticas praticamente coincidentes com as da EPE, divergindo ligeiramente no que concerne ao cenário econômico.

A redução do desperdício de energia elétrica e a mudança do perfil industrial e agrícola brasileiro, excessivamente voltado para a exportação de produtos básicos e intermediários de baixo valor agregado, é desejável sob todos os pontos de vista. A inércia observada no comportamento do parâmetro consumo de energia elétrica/ produto em outros países faz duvidar de mudanças bruscas nesta razão. Além disto, o Brasil está longe de ser um país moderno, sendo o acesso da população à energia elétrica limitado e, em alguns locais, ainda inexistente. Também deve ser considerado que, com a escassez de combustíveis fósseis, o uso

de energia elétrica em muitas atividades como, por exemplo, o transporte de carga e passageiros deve se intensificar.

O estudo patrocinado pela WWF apresenta conclusões coerentes com o objetivo das instituições que a ela se associaram e representa uma importante contribuição para a mensuração do potencial de economia de energia existente. No entanto, a velocidade das mudanças sugeridas parece pouco provável no horizonte estudado. Basta lembrar que se supõe reduzir a intensidade do uso da energia elétrica de coeficientes próximos aos da Europa (0,27 kWh/US\$) e aos da África (0,20 kWh/US\$) nos próximos quinze anos e crescendo o PIB a cerca de 4% ao ano.

Se o suprimento da eletricidade for planejado em função de economias de difícil ou longa realização, o resultado pode ser um sério prejuízo à capacidade de crescimento do País.

Além disso, ao contrário de previsões anteriores, a taxa de crescimento considerada nos estudos da EPE (e da e&e) é muito inferior à taxa almejada pelo Governo e não parece restar no atual planejamento margem de segurança para reduzir a potência instalada sem risco de desabastecimento nos próximos anos,

Texto para Discussão:

Cana-de-Açúcar: A Melhor Alternativa para Conversão da Energia Solar e Fóssil em Etanol (*)

C. ANDREOLI¹, S. P. DE SOUZA²

¹Pesquisador, Embrapa Soja, C.P 231, Londrina, PR. Email: andreoli@cnpso.embrapa.br

²Estudante do Curso de Engenharia Ambiental, UFPR, Curitiba, PR. Email: sica_ps_foz@yahoo.com.br

RESUMO: - O Brasil e os Estados Unidos são líderes mundiais na produção de etanol, utilizando como matéria prima o açúcar e o milho, respectivamente. O objetivo deste trabalho foi comparar vários parâmetros da cana-de-açúcar e milho, principalmente, o balanço energético para converter açúcar de cana e milho em etanol, bem como mostrar uma planta futura de biocombustível para a indústria brasileira. Para cálculo do balanço energético da cana foram utilizados os dados da UNICA, da ORPLANA e das Usinas da Região de Pitangueiras, SP e para milho utilizaram-se os dados de Pimentel e Patzek (2005) e Hill et al (2006). O balanço de energia para converter o milho em etanol é negativo (1,29:1), ou seja, para cada 1 kcal de energia fornecida pelo etanol, gasta-se 29% a mais de energia fóssil para produzir o álcool, enquanto o balanço energético da cana é positivo (1:3,24), para cada 1 kcal de energia consumida para produção de etanol, há um ganho de 3,24 kcal pelo etanol produzido. Além disso, a cana produz três vezes mais álcool por área do que o milho. A cana gasta quatro vezes menos energia do que o milho, 1,6 bilhões de kcal para a cana contra 6,6 bilhões para o milho. O custo de produção do etanol de cana é U\$0,28/L e de milho é de U\$0,45/L. A redução de gás efeito estufa (GEE) na produção e combustão de etanol de cana-de-açúcar foi de 66%, comparada com 12% para o etanol de milho. A indústria de álcool americano somente é viável devido ao subsídio de U\$4,1 bilhões para a produção de milho e etanol.

(*) Trabalho apresentado na Conferência Internacional de AgroEnergia, de 11 a 13 de dezembro de 2006, Londrina, PR.

Introdução

As plantas utilizam a luz solar, através da fotossíntese, para fixar CO₂ atmosférico, numa vasta produção de biomassa. Entretanto, ainda se usa uma pequena proporção desse carbono fixado para produzir combustíveis, fibras e material de construção. A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L., família Poaceae), uma planta C4 altamente eficiente, pode armazenar cerca de 1% da radiação incidente em biomassa por ano. Ultimamente, devido a dois fatores – aumento da emissão de CO₂, esgotamento das reservas de petróleo e, conseqüentemente, aumento do seu preço, observa-se um avanço nos programas de P&D para melhorar a produção de biomassa e energia, bem como a matéria prima para indústria química como parte de uma economia sustentável.

O Brasil e os Estados Unidos são líderes mundiais na produção de etanol, utilizando como matéria prima o açúcar e o milho, respectivamente. O Brasil representa uma participação mundial de 50% nas exportações de etanol, principalmente para a Índia, o Japão e os Estados Unidos.

Com as leis americanas para banir o aditivo MTBE (metil-tércio-butil éter) na mistura de gasolina, em 1999, e a lei *Renewable Fuel Standard* (RFS), assinada pelo Presidente Bush, em agosto de 2005, a produção de álcool que era de 5,0 bilhões de litros, em 1999, passou para 16 bilhões de litros, em 2005. Pela lei RFS, os Estados Unidos deverão produzir 7,5 bilhões de galões (28 bilhões de litros), em 2008. Estima-se que, se os países da Europa, os Estados Unidos e o Japão adotassem uma mistura de 10% de etanol na gasolina, seria necessário um adicional de 60 bilhões de litros de álcool para 2007.

O objetivo deste trabalho foi comparar vários parâmetros da cana-de-açúcar e do milho, principalmente o balanço energético e ambiental para converter açúcar de cana e milho em etanol, bem como mostrar uma planta futura de biocombustível para a indústria brasileira.

Material e Métodos

Os dados de produção, produtividade e rendimento industrial de cana foram obtidos da UNICA e ORPLANA (2005) e de milho do USDA, SHAPOURI et al. (2002) e SHAPOURI et al. (2006). Para cálculo do balanço de energia de cana, os dados de produção de etanol foram os das Usinas da Região de Pitangueiras

e de milho utilizaram-se os dados de PIMENTEL e PATZEK (2005). Para estimar as economias de GEE na produção e combustão de cada biocombustível *au lieu* do combustível fóssil, nós calculamos a economia de GEE referente ao ciclo de vida dos combustíveis fósseis (i.e., o ganho de energia em produzir biocombustível) e, então, adicionamos a esta a emissão líquida liberada na fazenda (HILL et al. 2006).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se alguns parâmetros comparativos na produção de etanol de milho, nos Estados Unidos, e de cana-de-açúcar, no Brasil. Apesar do incentivo à produção de etanol de milho nos EUA, apoiado por forças políticas, algumas associações de classe e inclusive o USDA, cientistas da Universidade de Cornell e de Berkeley têm demonstrado que, tanto do aspecto energético como do ambiental, a produção de etanol-milho não é sustentável, drenando U\$4,1 bilhões pagos em subsídios para produção do milho.

O balanço de energia para converter o milho em etanol é negativo (1,29:1), ou seja, para cada 1 kcal de energia fornecida pelo etanol, são gastos 29% a mais de energia fóssil para produzir álcool (PIMENTEL e PATZEK, 2005). O balanço energético da cana é positivo (1:3,24); para cada 1 kcal de energia consumida, para produção de etanol, há um ganho de 3,24 kcal pelo etanol produzido, além disso se produz três vezes mais álcool por área com a cana do que com o milho. Isso significa que se 100% do milho dos Estados Unidos fosse utilizado para produção de etanol, isto atenderia apenas 6% da necessidade de substituição do petróleo. Entretanto, HILL et al. (2006) relatam que os biocombustíveis produzidos de milho e soja são viáveis do ponto de vista econômico, energético e ambiental. O ganho de energia foi de 1:1.25 para o milho e 1:1,93 para a soja e a redução de emissão de gás estufa foi de 12% para a produção e a combustão do etanol e 41% para o biodiesel, o que justifica o esquema de produção futura de biocombustíveis no Brasil (Figura 1).

Uma planta de Biocombustível do FUTURO

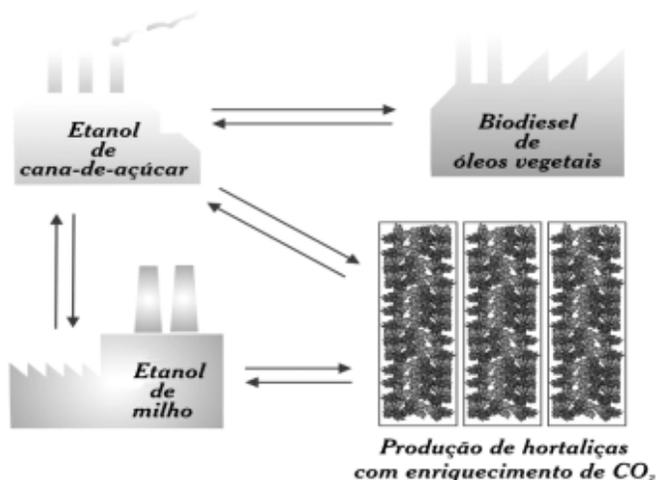


Figura 1: Esquema ilustrativo de uma matriz energética futura de biocombustível no Brasil. O bagaço de cana serve de fonte de calor para a indústria de etanol-milho e para a de biodiesel. O etanol é utilizado para reação de transesterificação na produção de biodiesel e o CO₂ liberado na produção de etanol pode ser reciclado na produção de hortalças ou na fábrica de refrigerantes e/ou água gasosa. O biodiesel produzido será utilizado no transporte da cana (lavoura-usina).

Outro aspecto importante é o gasto total de energia fóssil na indústria para converter os açúcares na mesma quantidade de etanol. A cana gasta quatro vezes menos energia do que o milho, 1,6 bilhões de kcal para a cana contra 6,6 bilhões para o milho (Tabela 1). Além de ressaltar para o fato que os custos de produção do álcool de cana são muito mais baratos do que os de milho (Tabela 1), sem levar em consideração o subsídio pago aos produtores de milho e aos usineiros americanos. O custo de produção de etanol de cana é muito inferior ao de milho, U\$0,28/L contra U\$0,45/L. Relativo aos combustíveis fósseis, a emissão de gases efeito estufa foi reduzido em 66% com a produção e

combustão de etanol de cana-de-açúcar e 12% com o etanol de milho (Figura 2).

Tabela 1. Comparação entre a produção de etanol de milho nos Estados Unidos e de cana-de-açúcar no Brasil.

| Parâmetro | Unidades | Cana-de-açúcar | Milho |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| Produção [§] | milhões t | 386,5 | 282,0 |
| Rendimento | t/ha | 90,0 | 8,1 |
| Energia Exigida | kcal x1000 | 10.509 | 8.115 |
| Energia entrada: | kcal | 1: 4,60 | 1: 3,84 |
| Produção de | litros/ha | 8.100 | 3.000 |
| Produção de | litros/ t | 90 | 371 |
| Taxa de | kg/ 1000L | 11.110 | 2.690 |
| Gasto de Energia | kcal/ 1000L | 1.518.000 | 6.597.000 |
| Produção Total | Bilhões (L) | 15,8 | 17,2 |
| Balanço de | kcal input: output | 1:3,24 | 1:1,29 |
| Custo de [¶] | US\$/L | 0,28 | 0,45 |
| Preço de Venda | US\$/ L | 0,42 | 0,92 |
| Número de | unidade | 140 | 101 |
| Subsídio | US\$ bilhões/ano | – | \$4,1 |

[§] 50% da produção da cana é destinada para a produção de álcool no Brasil e 20% do milho nos Estados Unidos.

[¶] Novas unidades: 89 no Brasil e 40 nos Estados Unidos.

O balanço de energia do etanol de cana-de-açúcar é positivo e de milho é negativo

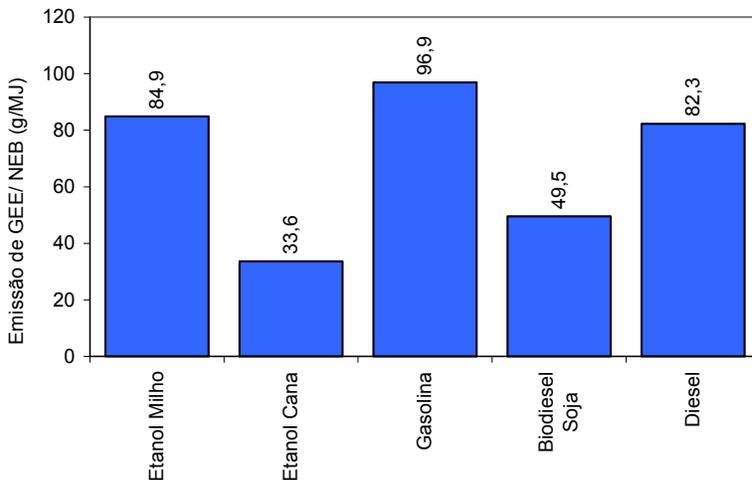


Figura 2. Emissão de gás efeito estufa (GEE equivalente a g CO₂/MJ) durante a produção e combustão de biocombustíveis comparado com a gasolina e o diesel (milho e soja dados de Hill et al. 2006).

Os biocombustíveis, para serem alternativas viáveis, devem apresentar um alto ganho de energia líquida, ter benefícios ecológicos, ser economicamente competitivo e produzir em grandes escalas sem prejudicar o abastecimento de alimentos. Portanto, pode-se concluir de todos os parâmetros analisados na Tabela 1, de longe, a cana-de-açúcar ainda é a melhor alternativa para produção de etanol. Além da energia química-etanol, a cana-de-açúcar diversifica a matriz energética, com a produção de energia elétrica e calor através do bagaço, reduzindo o uso de energia fóssil e a poluição ambiental, além da possibilidade do aproveitamento da palhada e dos ponteiros.

O cenário futuro mostra que somente os países consumidores de energia, Estados Unidos, Japão e Europa, vão precisar importar mais de 10 bilhões de litros de etanol até 2011/12. Se uma tonelada de cana produz 88 litros de etanol, precisaria adicionar mais de 110 milhões de t de cana para atender o mercado futuro, o que acrescentaria mais 1,2 milhões de hectares. A UNICA prevê um crescimento da produção de 6% a 7% anualmente, chegando a uma produção de 560 milhões de t de cana, em 2010/11.

A Figura 1 mostra uma planta de produção de biocombustível do futuro, acoplando a produção de etanol de cana

com a produção de etanol de milho, na entressafra, e de biodiesel de óleos vegetais. O excesso de bagaço seria utilizado como fonte de calor. Na conversão de açúcares a etanol, há a liberação de 33% de CO₂, que seriam reciclados diretamente na produção de hortaliças de alto valor agregado. O biodiesel produzido seria utilizado na própria usina para transporte de cana e derivados a custo bem inferior do que o diesel.

Conclusão

A cana-de-açúcar, de longe, do ponto de vista econômico, energético e ambiental é a melhor alternativa para a produção de biocombustível.

Referências Bibliográficas

- HILL, J.; NELSON, E.; TILMAN, D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. **PNAS**, v. 103, p. 11206-11210, 2006.
- PIMENTEL, D.; PATZEK, P. Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; Biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural Resources Research**. v. 14, n. 1, p. 65-76, 2005.
- SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J.A.; WANG, M. The energy balance of corn ethanol: an update: USDA, Office of Energy and New Uses, Agricultural Economics. Report No. 813, 14 p. 14, 2002,
- SHAPOURI, H. , SALASSI, M., FAIRBANKS, J.N. The economic feasibility of ethanol production from sugar in the United States. Report of the USDA, p. 62p. Julho de 2006.

Opinião:**D. Avani Caggiano e o Aprova Brasil**

Carlos Feu Alvim
feu@ecen.com

A avaliação do ensino público fundamental (Prova Brasil) feita pelo INEP/MEC e a análise dos casos de sucesso feita pelo MEC e UNICEF (ver em <http://www.unicef.org.br>) revelaram algumas surpresas no atacado como o mal desempenho das escolas de São Paulo, o estado mais rico do Brasil. Também revelaram algumas surpresas no varejo ao identificar ilhas de excelência em lugares insuspeitados do País. O Sistema quis saber a causa do sucesso dessas escolas e avaliou o que nelas fazia a diferença. O item mais importante (32 em 33 escolas) foi o **professor**.

Fui da geração em que o ensino fundamental no Brasil era quase inteiramente estatal e gratuito, como continua acontecendo na quase totalidade dos países desenvolvidos e os que estão alcançando o desenvolvimento. Por circunstâncias familiares (pai funcionário do Banco do Brasil), fiz minha escola primária (quatro primeiros anos da escola fundamental) em cidades quase isoladas do interior do País (um ano em Patos de Minas e três em Irtati, no Paraná). Nesta última, um grande “Grupo Escolar” atendia a quase totalidade da clientela local. O avental branco uniformizava um pouco o traje das mais variadas classes sociais ficando a diferença maior entre a vestimenta dos alunos por conta dos sapatos (ou a falta deles).

Tive, na média, muito boas professoras. Por circunstâncias especiais, em parte ligadas a uma avaliação semelhante à atual, D. Avani Caggiano passou a simbolizar para mim esta figura de professora dedicada e competente que fez diferença em toda minha longa vida estudantil.

Segundo me lembro, as escolas do Estado (inclusive algumas particulares) participavam de uma avaliação no nível municipal, regional (no caso em Ponta Grossa) e estadual (realizada em Curitiba). Era a chamada Maratona Educacional (ou do Conhecimento?) patrocinada pela Caixa Econômica do Estado. O Grupo Escolar Duque de Caxias conquistou em 1954 dois primeiros lugares (a competição era por série) no nível Regional.

Um aluno da D. Avani conquistou o primeiro lugar na final em Curitiba.

Quando vi o resultado do concurso atual fiquei pensando que talvez ainda existam por esse imenso Brasil outras D. Avani e posso imaginar a injeção de ânimo que devem estar experimentando o pessoal docente, pais e alunos dessas humildes escolas que se destacaram na “Prova Brasil” e que talvez nunca imaginaram poder se comparar (muito menos superar) escolas em locais muito mais ricos e com muito mais recursos.

D. Avani não era, como acontecia naquela época, a filha de família de classe média que exercia a única profissão que lhes era permitida. Era de família proletária, casada com um modesto alfaiate do interior e seu salário certamente era importante no sustento da família.

Como alguns alunos e professores trazíamos de casa sua merenda e aproveitávamos parte do intervalo “recreio” para conversar um pouco enquanto merendávamos. Eram tempos de muita controvérsia política e eu repetia as “verdades” udenistas¹⁰ que eram consenso em toda minha tradicional família mineira: Getúlio era ditador, corrupto e demagogo. Sem me contrariar de frente, D. Avani me falou da importância das coisas que ele havia feito para gente como os de sua família, do Getúlio da previdência e do salário mínimo, do Presidente que apoiava os trabalhadores. Naturalmente ela não me convenceu, mas talvez para compreender o que ela me dizia, escutei Getúlio dirigindo-se aos “trabalhadores do Brasil” no Primeiro de Maio daquele ano pelas ondas curtas da Rádio Nacional. Continuei a ler, com interesse um pouco inusitado para minha idade (10 anos) as reportagens sobre o “mar de lama” que envolvia o Catete e, um pouco mais tarde, sobre os capangas de sua guarda pessoal que teriam assassinado o Major Vaz em atentado contra o jornalista Carlos Lacerda. Quando Getúlio “deixou a vida para entrar na História”, acompanhei com sinceridade a dor dela pela perda do seu Presidente.

D. Avani era do tipo de professora que não só ensinava tudo que sabia mas acompanhava seus alunos em suas dúvidas. Não tinha respostas prontas ou evasivas, ia buscar as soluções e estimulava os alunos a fazê-lo. Lembro-me que muitas vezes fui procurar em casa (na enciclopédia que poucos tinham) ou nas páginas do “Tesouro da Juventude” uma resposta para questões pendentes.

¹⁰ Adeptos da União Democrática Nacional (UDN), o partido conservador.

Em uma dessas conversas de recreio descobrimos juntos porque tinha falhado uma demonstração do “Anel de Gravesand” por onde era possível fazer passar, depois de aquecido o anel, uma bola metálica que antes não passava por ele. A demonstração prática havia falhado, segundo deduzimos, porque bola e anel haviam sido aquecidos juntos e não só o anel havia dilatado mas a bola também. O Grupo Escolar não tinha o equipamento e ela só sossegou quando conseguiu que a professora de ciências o conseguisse de novo emprestado. Como havíamos suposto aquecendo só o anel a bola passava, se o fogareiro fosse colocado com a bola sobre o anel os dois se dilatavam e a bola não passava.

Meu pai foi transferido e Irati ficou na lembrança. Um dia quis refazer o contacto e mandei uma carta para a Professora Avani Caggiano, Irati, Paraná. Confiei no seu prestígio de professora e a carta chegou a seu destino. Fiquei sabendo que era merecedora de minhas boas recordações: com sacrifício havia se formado no curso superior de Matemática, seus filhos cursavam as universidades e ela seguia, em outro nível, sua luta de professora que nunca deixara apagar essa chama que faz do ensinar mais que uma simples profissão.

Voltando ao “Prova” e “Aprova Brasil”. Deve-se dizer que eles têm pelo menos os seguintes méritos: o primeiro deu continuidade a um processo de avaliação iniciado no governo anterior que foi modificado mas não interrompido, o segundo investiga aquilo que dá certo e tenta compreender as causas desse surpreendente sucesso. Sou dos que acreditam que temos mais a aprender com nossos aparentemente poucos acertos que com nossos muitos erros.

Neste Primeiro de Janeiro ouvi do Presidente Lula que 60% dos recursos FUNDEB serão aplicados na melhoria de salários e na formação do professor e que “Para que o Brasil tenha uma educação verdadeiramente de qualidade, serão necessários professores bem remunerados, com sólida formação profissional, condições adequadas de trabalho e permanente atualização”.

Início de ano e de Governo, não custa reincidir na esperança. D. Avani e seus alunos certamente agradecem pela lembrança de que o professor é importante e que essa importância deva ter também um reconhecimento concreto.

Apoio:



Revista *Economia e Energia* *e&e* *Economy and Energy*
Editor Chefe: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com]

Organização Economia e Energia - e&e - OSCIP
Diretora Superintendente: Frida Eidelman [frida@ecen.com]

Apoio:

**Ministério do
Desenvolvimento, Indústria e
Comércio Exterior**

**Ministério da
Ciência e Tecnologia**



Remetente:

Revista Economia e Energia

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro
CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ