


[BUSCA](#)
[CORREIO](#)
[DADOS ECONÔMICOS](#)
[DOWNLOAD](#)
[e&e ANTERIORES](#)

e&e No 21

Frota e Consumo de Veículos Leves no Brasil
O Futuro do Carvão Vegetal na Siderurgia
Sinopse Energética
Vínculos e&e

Acompanhamento Econômico:

Reservas

Dívida Pública

Energia:

Equivalências

Glossário

Dados históricos

Para Download

Balanco Energético 1999

Livro de Visitas



Guestbook

<http://ecen.com>

Seminário

Millennium:

Prospectiva e

Estratégia para a Era da Nova Economia,

VISITAS

ACONSELHADAS

Frota e Consumo de Veículos Leves no Brasil

A frota de veículos no Brasil é um elemento fundamental para a avaliação do consumo de combustíveis e sua emissão. A evolução da frota futura tem importância para o dinâmico setor automobilístico e grande repercussão a montante e a jusante desse setor. Entre as repercussões a jusante estão o consumo de energia e, conseqüentemente, a influência nas emissões geradoras do efeito estufa. Foi estimada a frota existente e futura, associada a um cenário econômico de referência. Também foi estimado o consumo em energia equivalente à gasolina. O estudo faz parte de um projeto com o MCT e PNUD de avaliação de emissões e está associado ao desenvolvimento pela **e&e** de uma metodologia para a avaliação da Matriz Energética Nacional e de uma Matriz de Emissões associada ao uso da energia.

O Futuro do Carvão Vegetal na Siderurgia

O carvão vegetal é usado preponderantemente na produção de ferro-gusa e aço. As usinas integradas tendem, na atualidade, a utilizar o coque de carvão mineral. Tem-se informação de que a usina a carvão vegetal da Belgo-Mineira, em Monlevade-MG, está em vias de desativar os altos fornos a carvão vegetal em favor de um único alto-forno a coque. A se confirmar a tendência, o carvão vegetal ficará confinado ao mercado de produtores independentes de ferro-gusa, à produção de ferro-ligas em algumas regiões onde existem ainda reservas de florestas plantadas ou de matas nativas exploráveis sob o regime de manejo, e à complementação da sucata nos fornos elétricos a arco. (Revisão de Artigo do No 20)

Sinopse

2000 - Ano Base - 1999

A Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia Publica anualmente, em adiantamento ao Balanço Energético Nacional, uma sinopse com os principais dados energéticos do País

INFORME POLÍTICO – ECONÔMICO SOBRE O BRASIL

Uma visão argentina do Brasil (em espanhol)

BIBLIOTECA VIRTUAL DE ENERGIA

REDE BRASILEIRA DE INFORMAÇÃO EM ENERGIA

Graphic Edition/Edição Gráfica:

MAK

Editoração Eletrônica

Revised/Revisado:

Sunday, 28 August 2005

**BUSCA****CORREIO****DADOS ECONÔMICOS****DOWNLOAD****e&e ANTERIORES****e&e No 21**Apoio: **MCT** Ministério da Ciência e Tecnologia

Frota e Consumo de
Veículos Leves no
Brasil
O Futuro do Carvão
Vegetal na
Siderurgia
Sinopse Energética
Vínculos e&e

FROTA E CONSUMO DE VEÍCULOS LEVES NO BRASIL

Acompanhamento**Econômico:****Reservas****Dívida Pública****Energia:****Equivalências****Glossário****Dados históricos****Para Download****Balço****Energético 1999****Livro de Visitas**

Guestbook

<http://ecen.com>**Equipe e&e**Responsável: *Carlos Feu Alvim**feu@ecen.com***Resumo**

A frota de veículos no Brasil é um elemento fundamental para a avaliação do consumo de combustíveis e sua emissão. A evolução da frota futura tem importância para o dinâmico setor automobilístico e grande repercussão a montante e a jusante desse setor.

Entre as repercussões a jusante estão o consumo de energia e, conseqüentemente, sua influência nas emissões geradoras do efeito estufa. Foi estimada a frota existente e futura, associada a um cenário econômico de referência. Também foi estimado o consumo em energia equivalente à gasolina. O estudo faz parte de um projeto com o MCT e PNUD de avaliação de emissões e está associado ao desenvolvimento pela **e&e** de uma metodologia para avaliação da Matriz Energética Nacional e de uma Matriz de Emissões associada ao uso da energia.

1 - Comentários sobre a Metodologia

É **e&e** realizou estudo sobre o comportamento da frota para o MCT e PNUD. O objetivo desse trabalho é descrever a metodologia e os resultados de um módulo relativo ao comportamento dos meios de transporte para ser usado na avaliação do consumo energético e emissões.

No futuro este módulo estará integrado aos outros: um módulo econômico e um setorial que possibilitarão associar o resultado de diferentes cenários ao consumo de energia e emissões. Por ora, é possível estabelecer a relação entre os dados do crescimento econômico e o consumo de energia, usando seus resultados nas projeções do consumo de energia e emissões do efeito estufa.

Objetivamos, portanto, alcançar um modelo suficientemente flexível para estudar várias

alternativas na área energética e sua repercussão sobre as emissões. Buscamos também encontrar, no decorrer do tempo, grandezas conservativas ou de comportamento previsível que vinculem o uso da energia com a atividade econômica.

O presente trabalho se encaixa em um conjunto mais geral, em construção, que busca conectar cenários econômicos a cenários energéticos e deduzir suas conseqüências sobre as emissões. O uso da energia equivalente visa, justamente, fornecer o instrumento para analisar essas alternativas.

A introdução do conceito de energia equivalente torna as relações energia/produto menos dependentes do grau de desenvolvimento do país, conforme mostramos em artigo anterior. Isto torna possível a comparação com a situação de outros países para orientar as projeções.

2 – Projeção Baseada em Dados Globais.

Como estamos tratando, no momento, de setores individualizados embora abrangentes, torna-se impositiva a abordagem partindo do consumo global para encontrar coerência com um cenário econômico. A abordagem permite, no entanto, (como esperamos demonstrar) avaliar repercussões de medidas específicas sobre o comportamento global.

A Figura 1 mostra a evolução do parâmetro Energia Equivalente / PIB entre 1970 e 1998 que se mostra adequada a extrapolações, acumulando uma variação inferior a 30% no período.

Para sua projeção, o programa fornece uma comparação entre os valores obtidos para outros países em diferentes estágios de crescimento. Os dados são os mencionados em artigo anterior e consideram os valores do PIB tendo em vista os dados sobre a paridade do poder de compra – PPC, geralmente, conhecida sob a sigla em inglês PPP (purchasing-power parity). Os valores avaliados para os outros países em energia equivalente foram calculados a partir de rendimentos de referência citados no BEU brasileiro, conforme descritos neste trabalho. Os dados foram aplicados a setores econômicos de alto nível de agregação e para combustíveis também agrupados.

Energia Equivalente / PIB

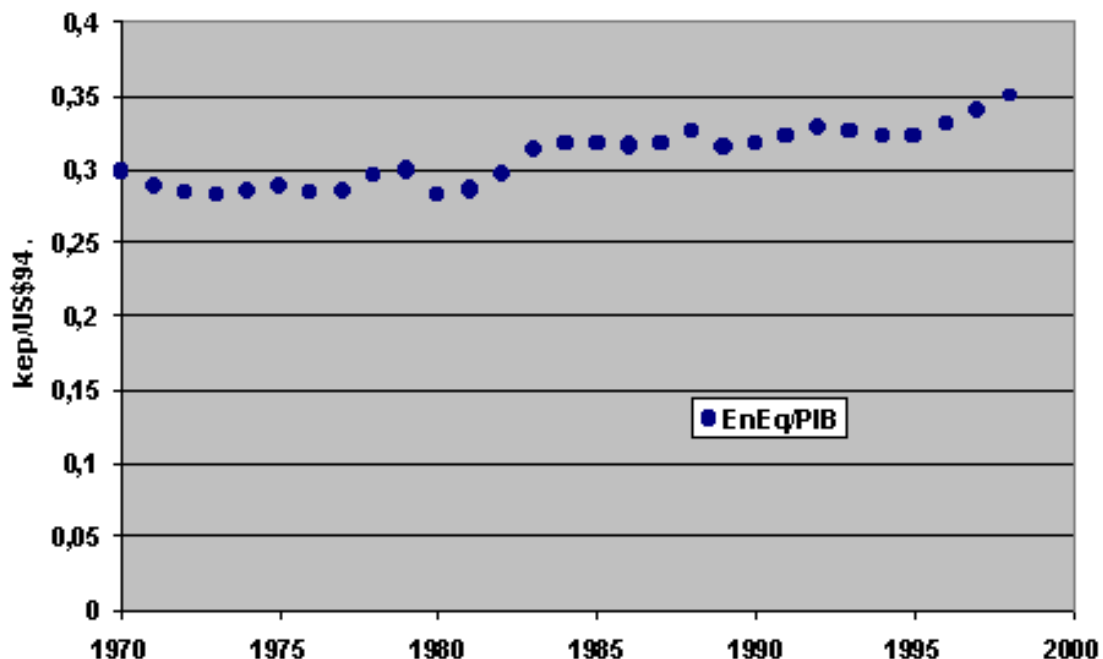


Figura 1 Resultados para o Brasil da razão Energia Equivalente / PIB, mostrando que esta razão é "bem comportada" ao longo do período e propícia a extrapolação.

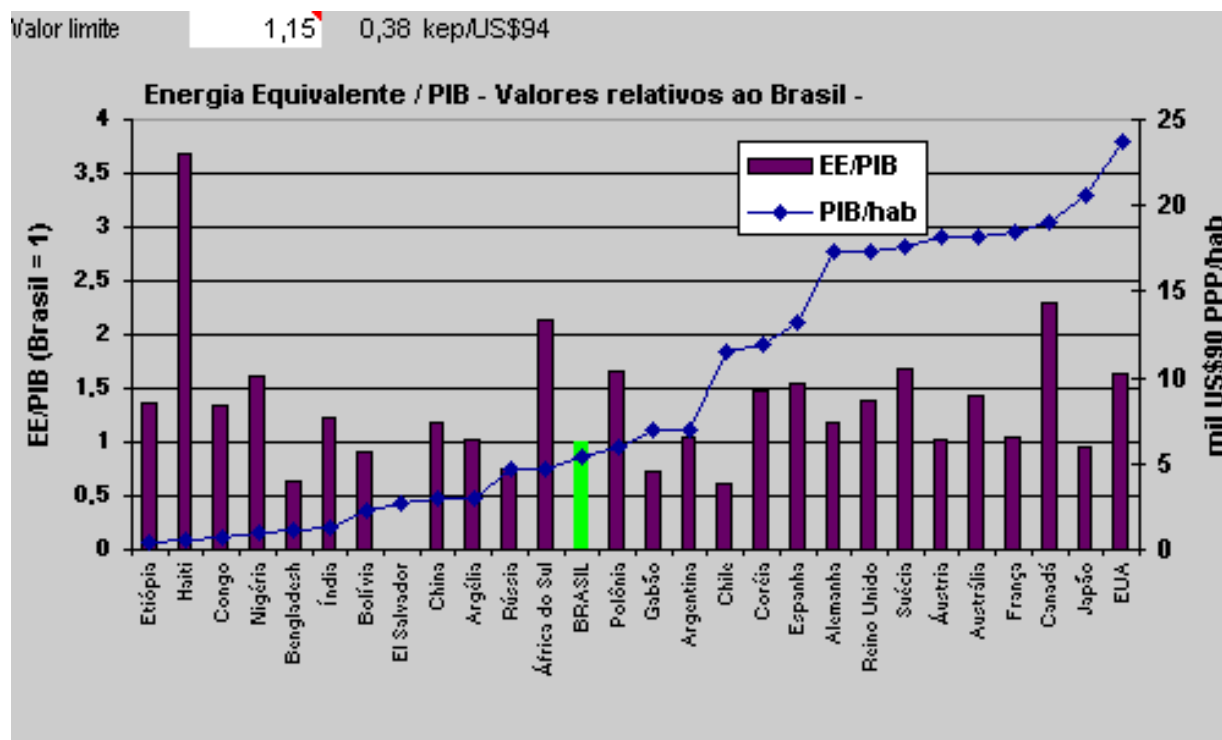


Figura 2 - Visão parcial de tela de opção do programa (em elaboração). A comparação entre os vários países visa orientar a escolha do "Valor Limite," para o qual tenderia a razão energia equivalente/PIB. Este valor deve ser introduzido, levando em consideração o valor para o Brasil no ano em estudo. No caso apresentado na tela, o valor sugerido é 1,15 e corresponde a 0,38 kep/US\$94.

A projeção deste parâmetro, já integrada com o módulo macro econômico, é feita com a ajuda de telas que orientam a escolha dos parâmetros a serem projetados com dados

históricos. No caso, são exibidos, ainda na tela, os dados da relação energia equivalente/ PIB para um conjunto de países, cujos níveis de renda foram os mais variados possíveis.

No Gráfico da Figura 2 os países estão orientados em ordem crescente do PIB (PPC) em US\$90/hab. Para evitar problemas de conversão, os valores são dados relativos ao valor deste parâmetro para o Brasil no ano da comparação (1996).

Pode-se notar para todos os valores que, ao contrário dos índices energia final/PIB, não existe um comportamento sistemático onde a intensidade energética é justamente maior em países mais pobres. Isto se deve a sobrevalorização de energias tradicionais, como a lenha, já discutida anteriormente. Permanece, por outro lado, uma diferença nítida entre países, como os EUA e Canadá, altamente intensivos no uso de energia e os países da Europa Ocidental e do Japão, que são menos intensivos no uso de energia. O Brasil encontra-se, nesta análise em posição relativamente confortável.

Para a projeção global a mesma tela apresenta, como mostramos na Figura 3, os valores médios para o parâmetro a ser projetado de alguns grupos de países. Eles servem de valores de referência para intensidades máximas de energia que atingiria o Brasil. No caso, escolhemos o valor médio para países da Europa e Japão (1,15 do Brasil em 1996)

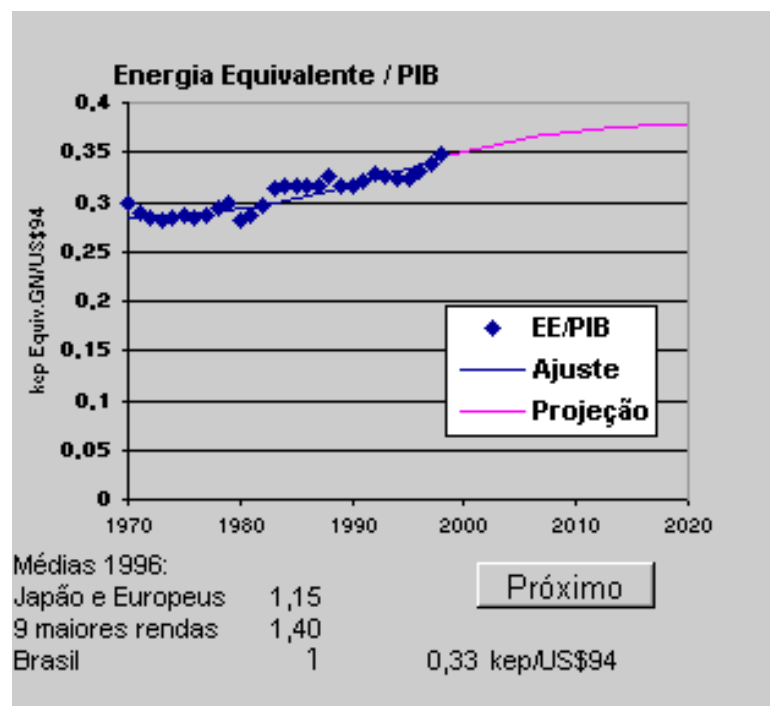


Figura 3: Tela para projeção de energia equivalente/PIB (apresentada juntamente com a da figura anterior). São indicados os valores de referência.

O programa projeta então, com base nos valores do PIB calculados no módulo macroeconômico, o consumo de energia nos próximos 20 anos como é mostrado na Figura 4. Também estão resumidas as taxas de crescimento para os períodos de referência. A projeção da demanda de energia equivalente e do PIB também é mostrada na Figura 4 juntamente com os valores históricos, a partir de 1970. O programa indica,

na planilha, as taxas de crescimento para períodos determinados.

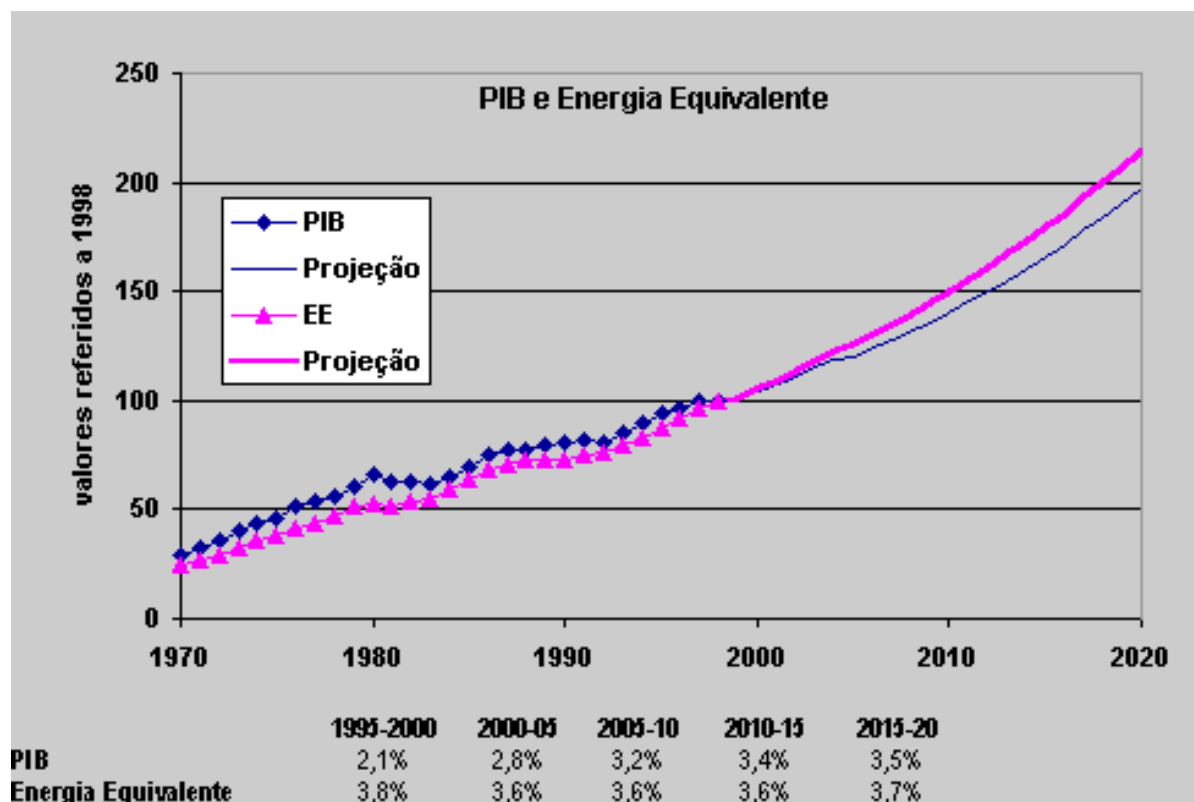


Figura 4 - Projeção do consumo de energia e de PIB com as taxas de crescimento indicadas. Os valores são referentes a 1998.

3 - Projeções para o Setor Transporte

As projeções do consumo de energia para o Setor Transportes devem se acoplar aos outros módulos. Nesse setor específico utilizamos, especialmente, os dados macroeconômicos e os referentes à frota.

Em nossa metodologia, tratamos de fazer uma projeção global para a energia assim como o fizemos para a economia. No caso econômico, as atividades específicas estarão limitadas ao envoltório e, o crescimento de cada setor será tratado como participação no total. No caso da projeção energética, esta é só uma primeira aproximação, já que os parâmetros globais podem estar influenciados, por exemplo, por escolhas no crescimento relativo dos setores envolvidos.

Através de um processo iterativo será considerado o novo cenário setorial (ou regional, segundo a abordagem) e modificados os parâmetros de entrada no ajuste (por exemplo, intensidade energética futura). Com base neste novo cenário geral e nas participações setoriais resultantes da primeira iteração serão recalculados os dados globais e setoriais. Nova iteração será realizada se for julgada necessária.

No presente estágio apenas dois setores estão sendo tratados: um relacionado à oferta (termoelétricas) e outro, relacionado à demanda, (transportes rodoviário, objeto desse trabalho). A etapa iterativa deve esperar uma rodada global.

Por necessidades determinadas pelo comportamento passado, o tratamento será diferente para o setor transporte coletivo e de cargas e para o de transporte individual. No caso do primeiro, ele será tratado como uma participação no consumo global e não seria necessária esta iteração. Para a maioria dos setores, como o do transporte individual, haveria necessidade de uma iteração global que acabaria afetando o conjunto. Pode-se usar, por enquanto, como controle, a participação desse setor no conjunto. Isto serviria para preencher a necessidade de iteração mencionada anteriormente.

4 - Projeção do Transporte Coletivo e de Cargas

Na Figura 5 estamos considerando as participações dos transportes coletivo de carga e a do individual no consumo global de energia, expressa em energia equivalente. A participação dos transportes no consumo global será tomada diretamente nas projeções. A dos transportes individuais será usada como controle.

Apenas de passagem é interessante marcar a participação importante do transporte no uso da energia (cerca de 1/3 da energia equivalente). Por outro lado, cabe realçar a grande participação do transporte individual – que atende cerca de 20% da população – e que é responsável por 2/3 do combustível consumido no transporte de cargas e passageiros em todas as outras modalidades de transporte (aéreo, ferroviário, hidroviário e rodoviário).

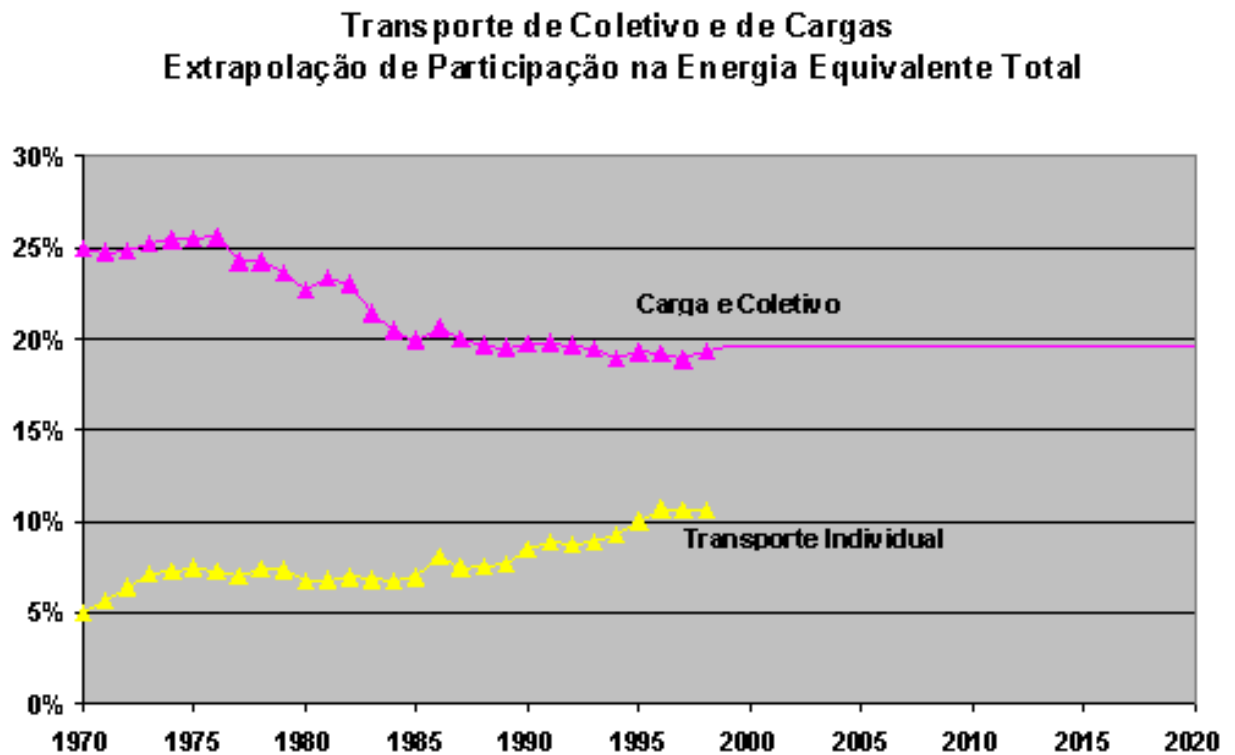


Figura 5 - As participações do transporte coletivo e de carga são extrapoladas segundo sua participação nos últimos 15 anos. As do transporte Individual serão usadas para controle.

Como primeira hipótese, estamos supondo que a participação predominante do transporte rodoviário não se modifique. Como foi visto anteriormente, esta participação cresceu no passado e atingiu cerca de 91%. As conseqüências, em termos de consumo energético e emissão, de uma possível reestruturação do setor transportes é um dos objetivos desse trabalho e será feita, no final, na comparação de alternativas.

5 - Participação dos Combustíveis em Outras Modalidades de Transporte

A participação de combustíveis nas outras modalidades é feita de uma forma preliminar. Sua análise completa e a de outros setores será feita no âmbito do trabalho da Matriz Energética. Mesmo de uma forma preliminar e considerando que o transporte rodoviário corresponde a 90% do gasto de combustíveis é interessante uma projeção que não esteja longe da realidade para as outras modalidades.

A variedade de combustíveis usados nas outras modalidades de transporte foi reduzida nos trinta anos acompanhados pelo Balanço Energético Nacional. Como nos países desenvolvidos, não parece existir nenhuma mudança notável nestas modalidades, optamos, conseqüentemente, por uma continuação das tendências observadas quanto a participação dos energéticos nas outras modalidades de transporte.

A participação das diversas modalidades foi tomada como a média dos três últimos anos. O transporte ferroviário absorveu, nos anos de 1996 a 1998, cerca de 2,1% do montante de energia equivalente do transporte de cargas e passageiros.

A participação histórica em energia equivalente dos diversos energéticos no Setor Ferroviário é mostrada na Figura 6 e a projeção correspondente a uma participação de 40% da eletricidade em 2020. A concorrência na projeção é suposta entre a eletricidade e o óleo diesel. O valor da participação da eletricidade é introduzido de forma exógena.

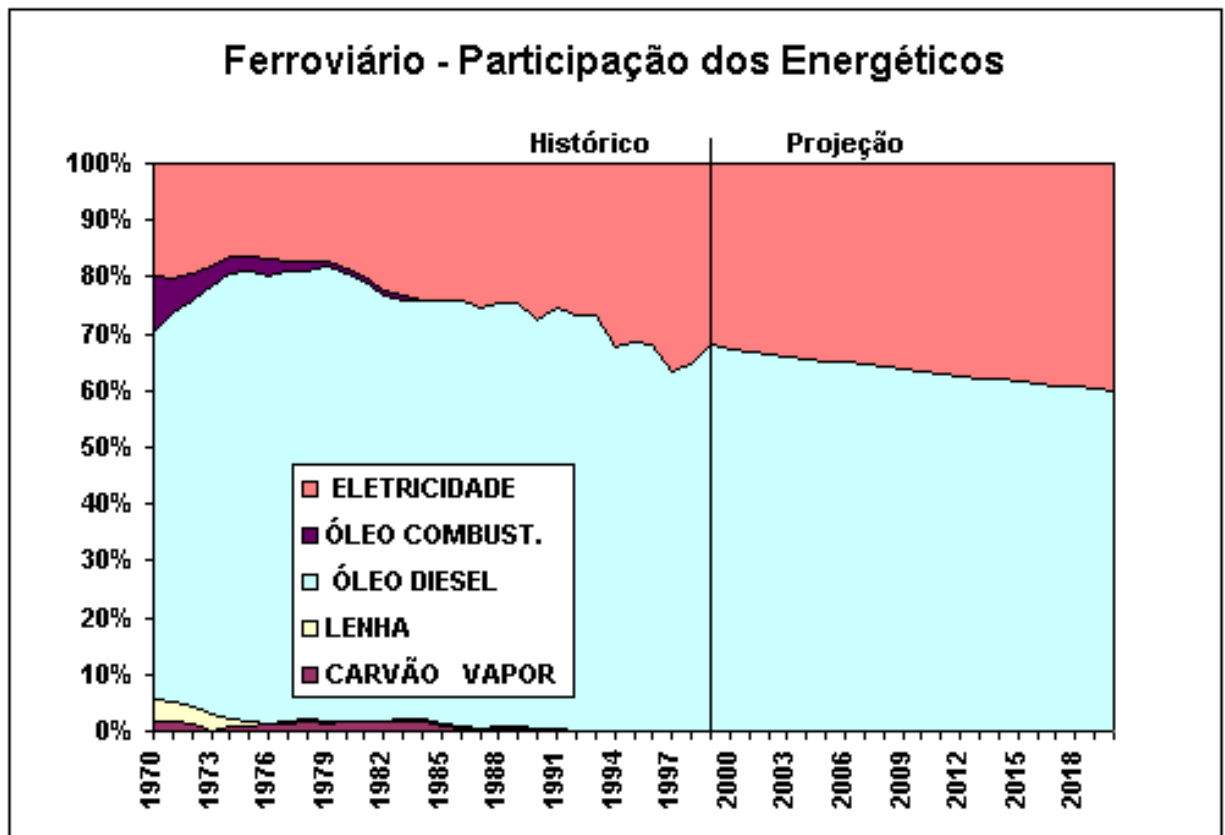


Figura 6: Participação energética histórica e projetada para a modalidade ferroviária.

A manutenção da participação do transporte ferroviário no total pode parecer muito conservativa, mas representaria uma inversão da tendência de decréscimo absoluto no consumo de energia que vinha se observando como pode ser visto no gráfico da Figura 7. A retomada pode ser coerente com alguma revitalização proveniente da privatização do setor que se encontrava, absolutamente, abandonado nos últimos anos.

Uso de Energia Equivalente no Transporte Ferroviário

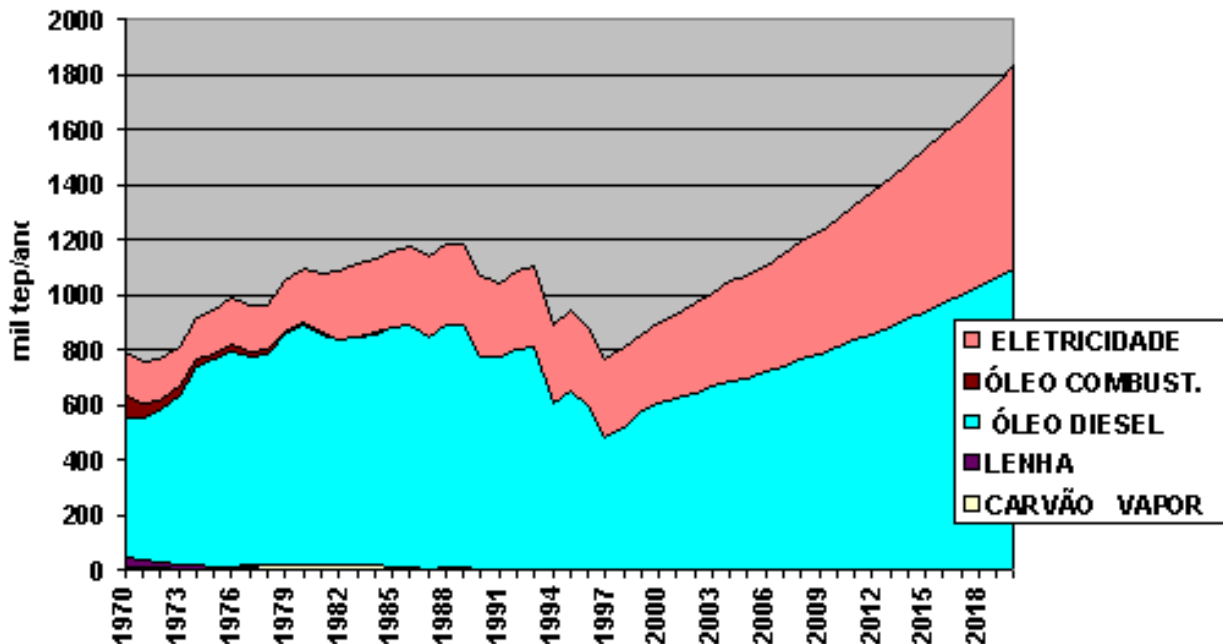


Figura 7: Uso de energia equivalente no transporte ferroviário, valores históricos até 1998 e projetados nos anos seguintes.

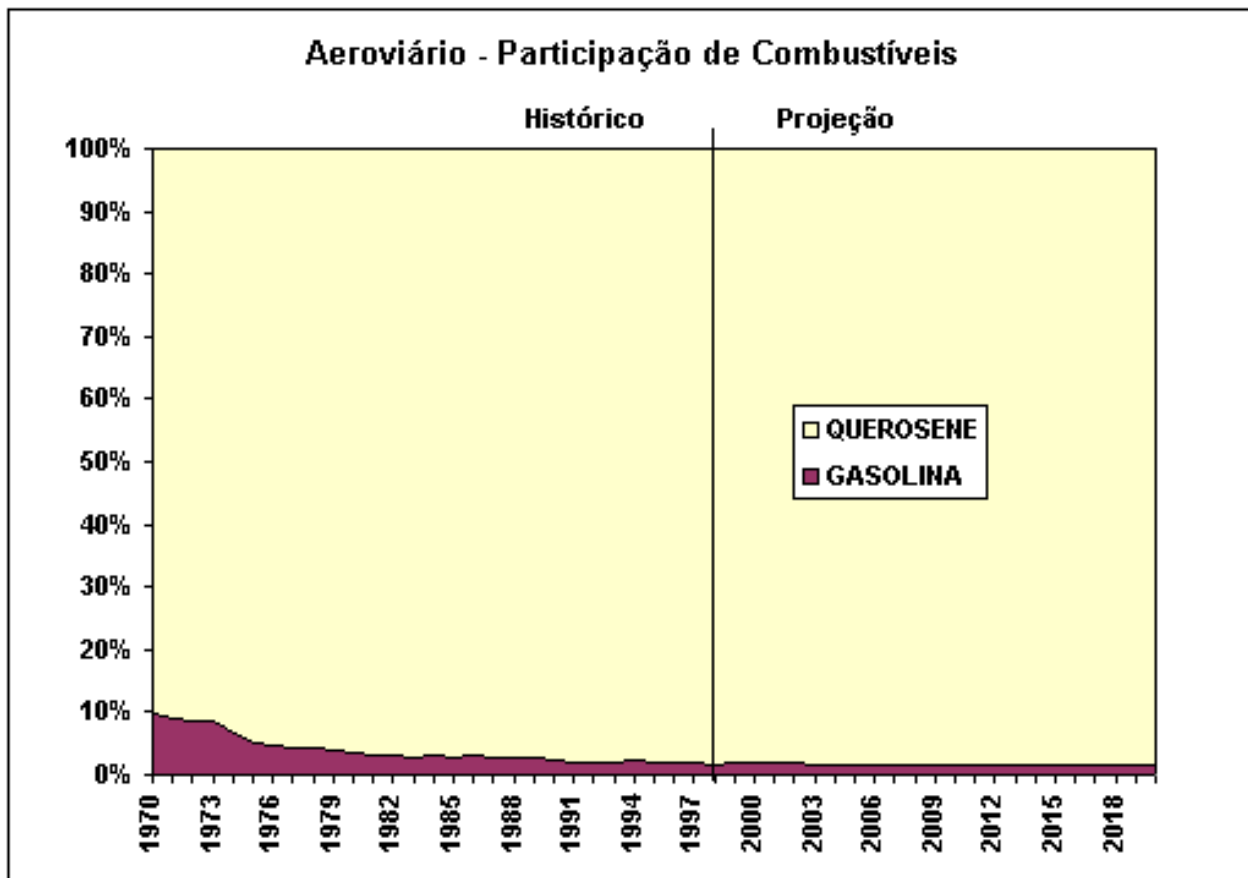


Figura 8: Participação de combustíveis no transporte aéreo.

As Figuras 8 e 9 mostram a projeção histórica e a suposta para o uso de energia equivalente no transporte hidroviário e aéreo

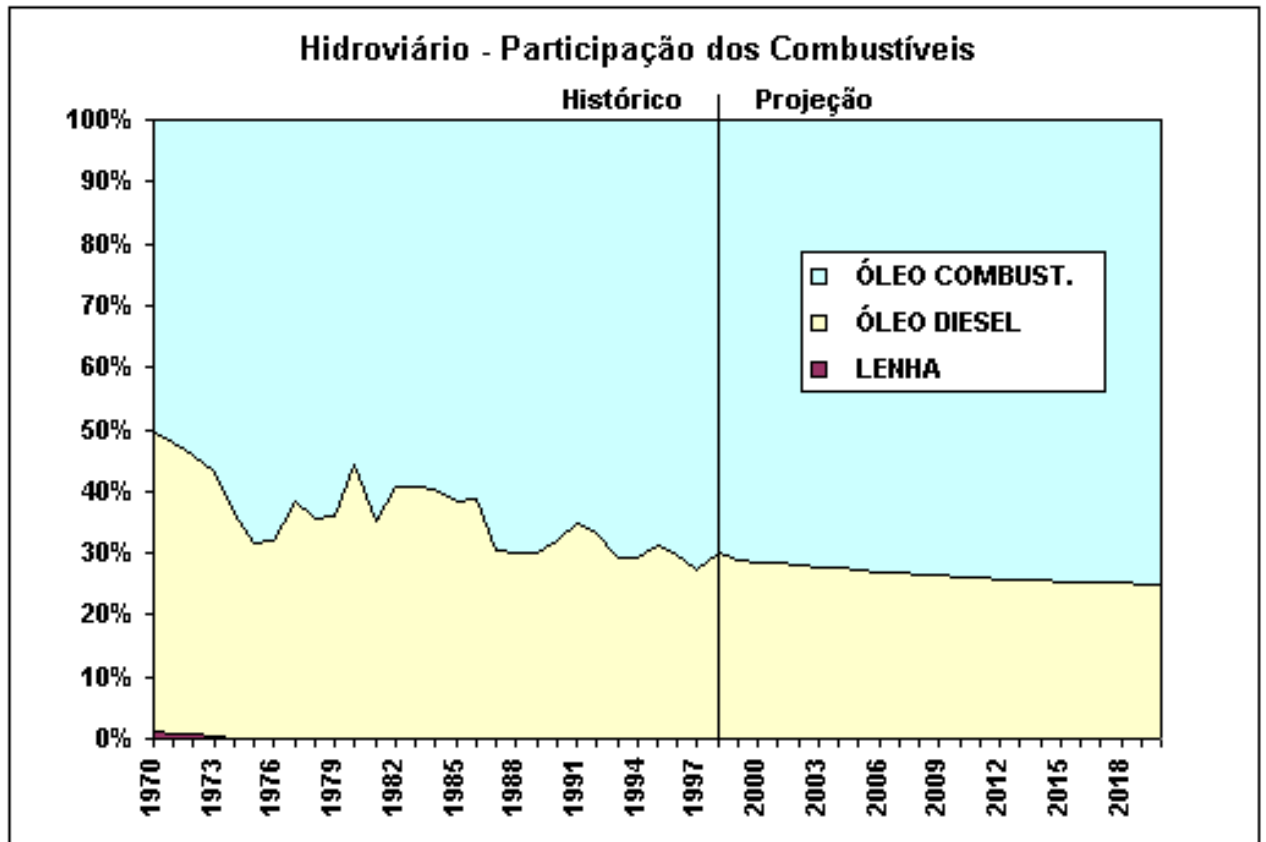


Figura 9: Participação de combustíveis no transporte hidroviário projetado para uma participação de 25% do óleo diesel.

Para se ter uma idéia da evolução do consumo no transporte rodoviário é necessário recorrer ao módulo físico, onde se estuda o comportamento da frota de veículos que condiciona o consumo de combustíveis.

6-Transporte Rodoviário Coletivo e de Carga

O transporte coletivo e de carga, como comentamos anteriormente, sofreu forte influência da "dieselização" da frota, provocada pela diferenciação do preço do diesel em relação ao da gasolina no primeiro choque de petróleo. O favorecimento do diesel foi mantido ainda com a implantação do PROÁLCOOL.

Esta diferenciação tem tornado inviável qualquer substituição do diesel. As alternativas que surgiram – álcool e gás natural – em que pese alguns estímulos se dirigem para a gasolina. Devemos assinalar que o diesel é um motor mais eficiente e, favoreceu, como veremos, a redução da emissão de CO₂. Existem limitações na estrutura de refino que devem ser consideradas. Este problema ameaçou chegar no ponto crítico, mas a redução da participação do álcool carburante, a partir de 1986, eliminou o problema no horizonte próximo.

No consumo assinalado como transporte de carga está alocado todo o diesel rodoviário e a fração de consumo de gasolina e álcool anidro na mistura, usado em caminhões e ônibus. Foi considerado o efeito da frota remanescente na avaliação da contribuição do ciclo Otto, no transporte de cargas.

A contribuição do álcool hidratado foi avaliada e é praticamente desprezível. O uso de gás natural carburante no futuro será considerado apenas para veículos de passageiros.

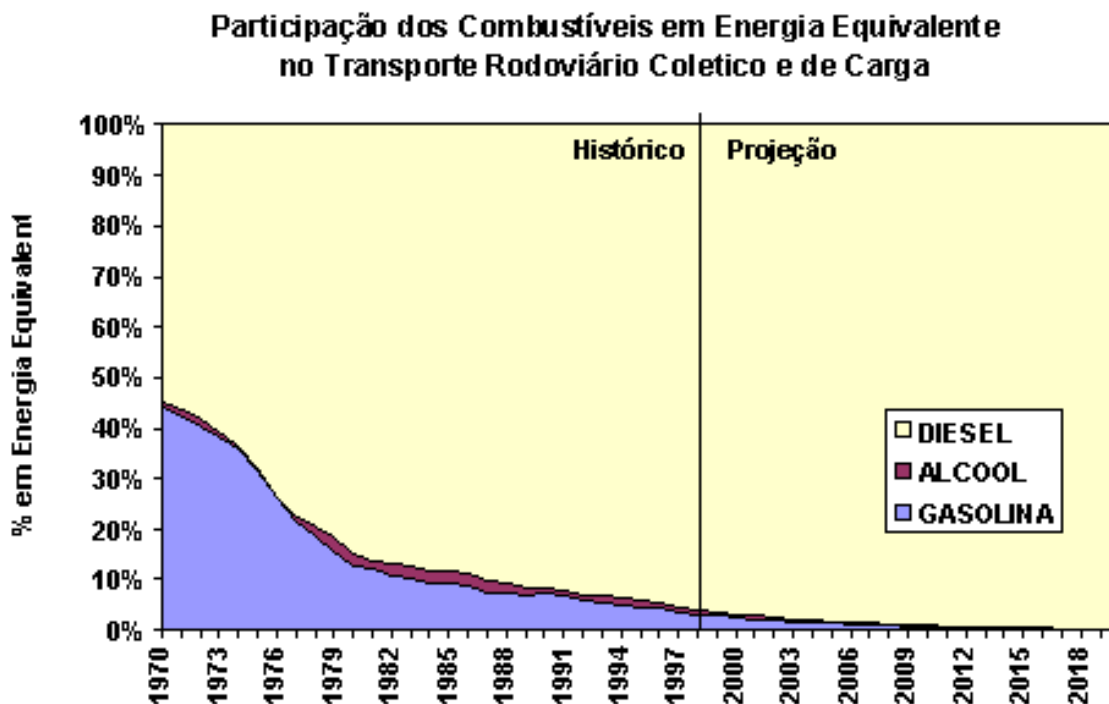


Figura 10: Participação dos combustíveis no Transporte Coletivo e de Carga. Note-se a drástica redução da participação dos combustíveis do ciclo Otto.

7 - Frota X Consumo de Combustíveis

As estatísticas sobre o comportamento da frota são precárias e requerem avaliações baseadas na venda e sucata de veículos. O esforço anterior ajuda quando se quer fazer projeções.

Vimos que foi possível, a partir de informações sobre o total da frota por categoria fornecidos pelo DENATRAN e da idade média dos veículos, propor curvas de sucata diferenciadas por tipo de veículo. Também foi possível avaliar a evolução da frota, sua composição e idade.

O uso dos dados de frota só são úteis para projeção de uso de energia e de emissões, quando se consegue acoplar as projeções de frota com o consumo de energia. Os consumos médio por tipo de veículo são praticamente desconhecidos no Brasil. Também existem poucas informações sobre a variação do consumo com o tempo.

Pode-se tirar vantagem das bruscas variações na composição da frota (diesel substituindo gasolina e álcool substituindo gasolina e vice-versa) para tentar obter alguns desses parâmetros.

Se classificarmos os veículos em pesados (caminhões e ônibus) e leves (automóveis e comerciais leves) podemos, em primeira aproximação, tomar o consumo por veículo do ciclo diesel, como o do veículo pesado, e do ciclo Otto, como dos veículos leves.

A avaliação, entretanto, não é tão simples, porque existe um considerável número de comerciais leves a diesel e alguns veículos de carga, remanescentes, a gasolina.

Além disso, o consumo por veículo sofre variações com a atividade econômica que não são imediatamente acompanhadas por variações correspondentes da frota. Existe, ainda, uma variação dos veículos no tempo que influem no consumo específico.

Em princípio, trabalhar com energia equivalente introduz uma grande facilidade já que o consumo esperado (em kep de energia equivalente por quilômetro) de um veículo semelhante movido a diesel, gasolina, álcool ou gás natural deve ser o mesmo.

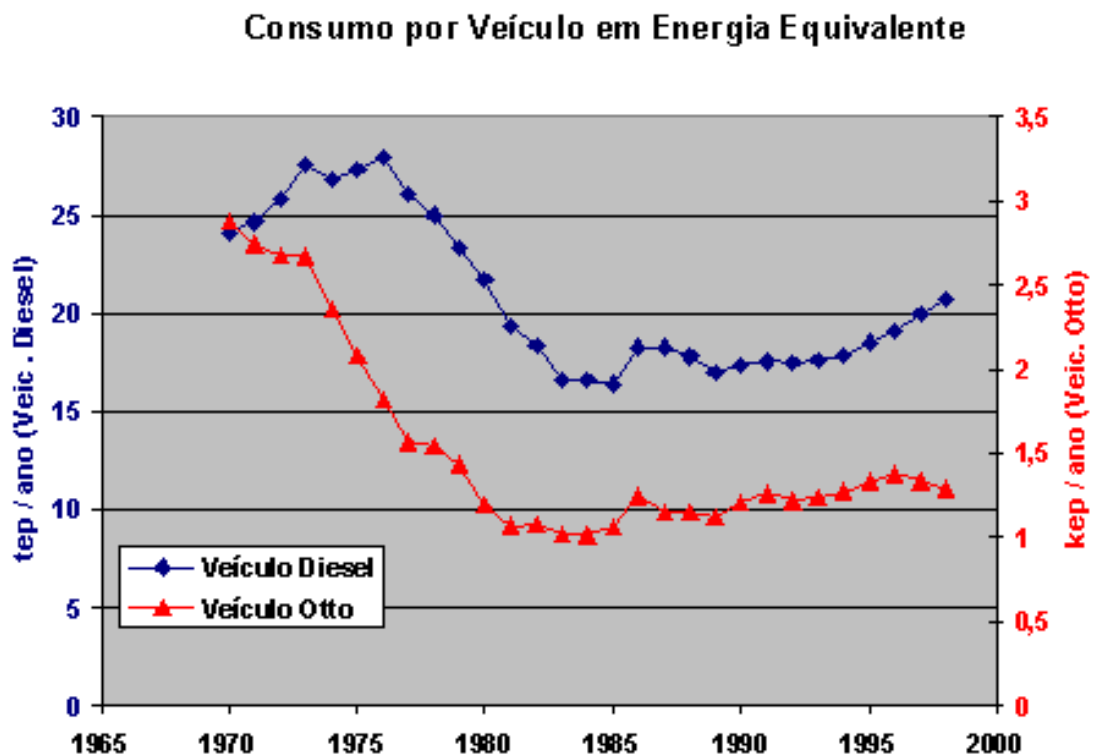


Figura 11: Consumo em energia Equivalente e por veículo. As duas curvas dão uma falsa sensação de melhoria de eficiência já que o consumo por veículo do ciclo diesel caiu pela introdução de um maior número de comerciais leves e, os do ciclo Otto, pela eliminação dos caminhões a gasolina.

Não obstante, com a introdução de veículos mais leves, o consumo de veículo diesel permanece ainda bastante superior, (da ordem de 20 tep / veículo ano), ao dos veículos (predominante leves) do ciclo Otto 1,25 tep /ano.

As mudanças de estrutura da frota do ciclo Otto é bem mostrada na Figura 12, e as do ciclo Diesel na Figura 13

Evolução do Perfil da Frota Otto

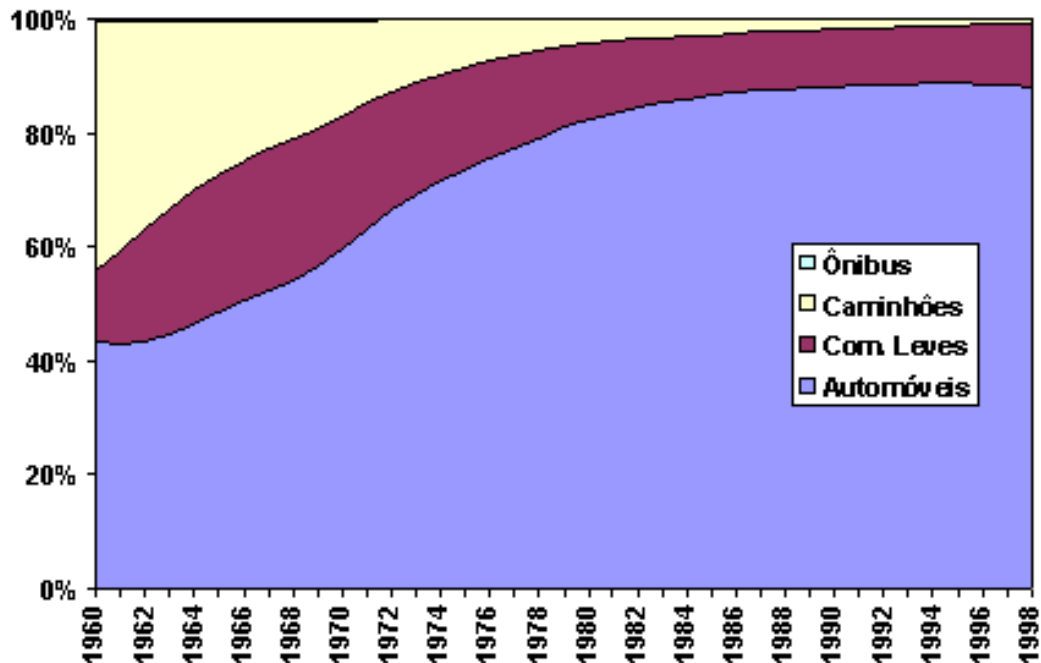


Figura 12: Os automóveis aumentaram consideravelmente a participação na frota Otto e na geral. Os caminhões a gasolina (ou álcool) praticamente não existem mais.

Veículos Diesel - Composição da Frota

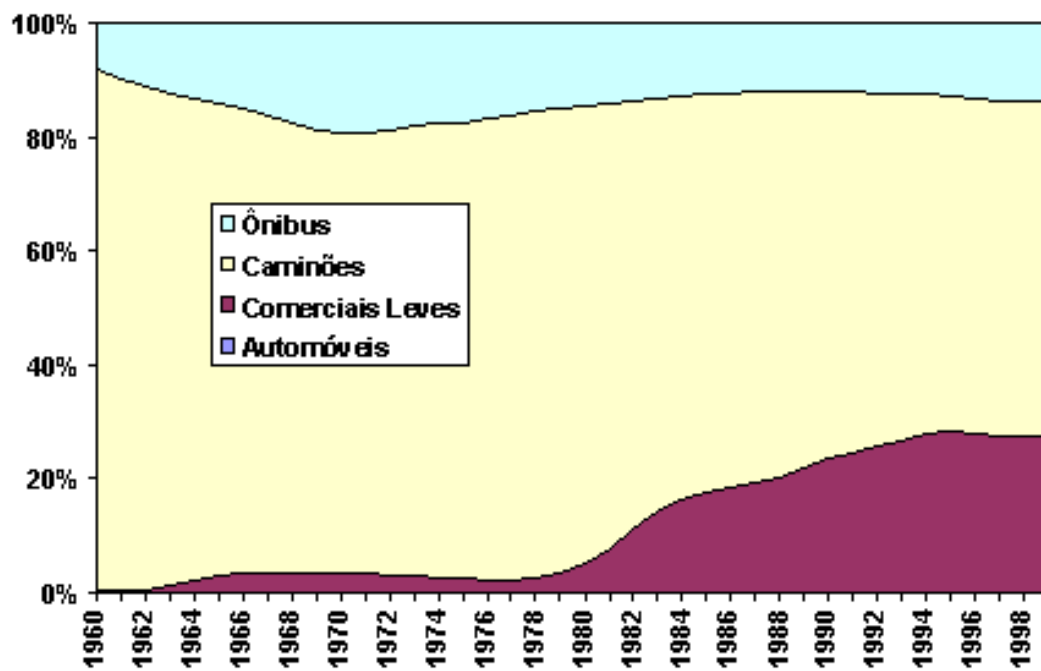


Figura 13-Mudança no perfil da frota diesel com a introdução dos comerciais leves

Pode-se tentar estabelecer a correspondência entre o consumo de um caminhão do ciclo

Otto (de médio porte) em relação aos veículos leves. Podemos imaginar que um veículo pesado consuma, anualmente, um volume de combustível x vezes maior que um veículo leve. Se na transição multiplicarmos o número de veículos pesados por x acharíamos a frota em "veículos leve equivalente". Isto foi feito para a frota Otto (gasolina nos anos da transição). Usando um valor 9 obtém-se o resultado mostrado na Figura 14 que indica um consumo por "veículo leve equivalente," aproximadamente constante.

O valor de 1,25 tep/ano é representativo do consumo de um veículo leve. O consumo de um caminhão leve seria 9 vezes superior. Esses consumos podem ser considerados diretamente em gasolina (ou gás natural). Para os demais combustíveis deve-se usar as equivalências indicadas. (1 tep de óleo diesel equivale a 1,517 tep de gasolina e 1 tep de álcool hidratado equivale a 1 tep de álcool hidratado que por sua vez, equivale a 1,37 tep de gasolina).

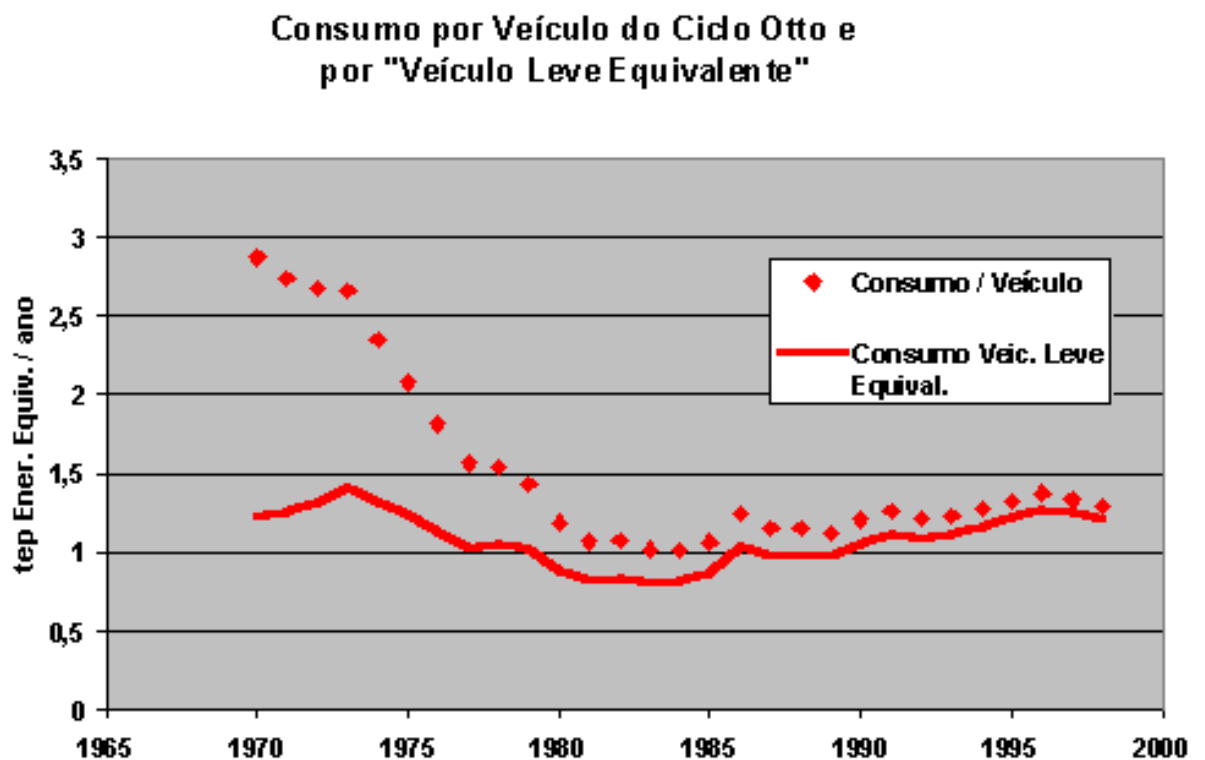


Figura 14. Fazendo-se um veículo pesado equivaler a 9 leves consegue-se uma curva de consumo por veículo que reproduz melhor as variações esperadas, devidas ao nível de atividade econômica.

Usando esta relação foi possível discriminar o consumo de veículos pesados do de veículos leves. Encontramos que o consumo, em energia equivalente, com veículos de carga era cerca de 5% em 1970. Foi baseado nesta relação de consumo é que se pôde chegar aos resultados mostrados na Figura 11. Os valores obtidos a partir dos dados da Figura 9 correspondem a uma superestimação do consumo com veículos leves já que não levam em conta a trajetória ascendente da frota leve na década de 70, retardada pela crise do petróleo do início da década de oitenta.

Também é possível extrair dos dados de consumo do álcool hidratado a evolução do consumo com a idade média da frota. Este comportamento é mostrado na Figura 5.

Naturalmente existem outros fatores que influenciam o consumo, inclusive a composição da frota com o passar dos anos. O comportamento da variação do consumo com a idade nas extrapolações foi considerado seguindo a reta ajustada para os dados do álcool. Admitiu-se um valor mínimo de 0,5 tep/ano por veículo.

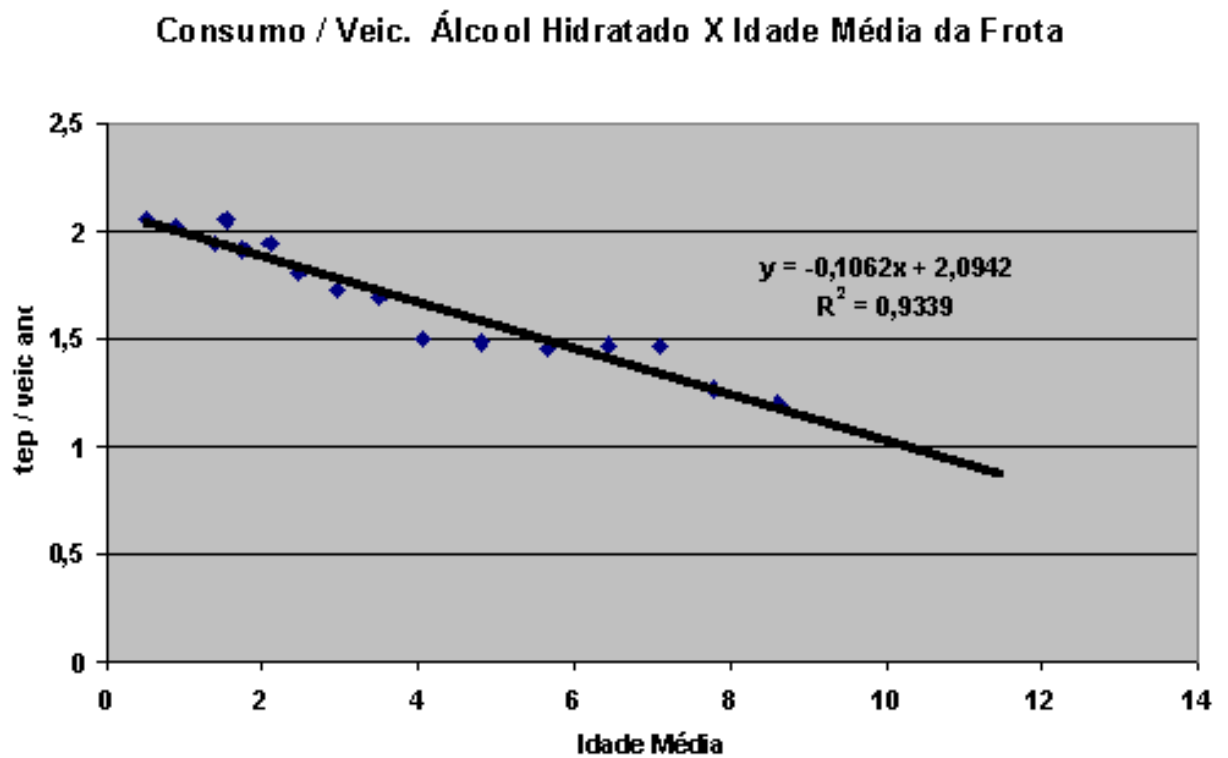


Figura 15: Consumo por veículo em energia equivalente para veículos a álcool, em função da idade média da frota.

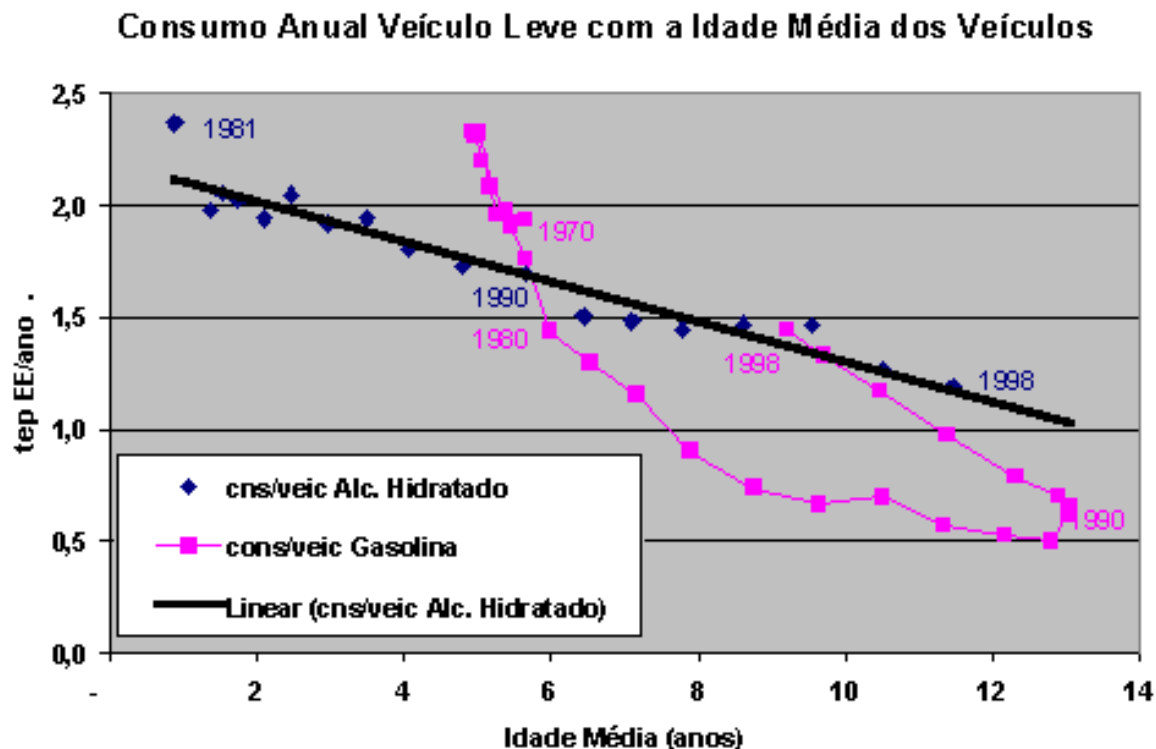


Figura 16 - Consumo anual de veículo em função da idade média para veículos leves a álcool e a gasolina.

A relação pode ser testada com os veículos a gasolina cuja idade média oscilou, nas mencionadas décadas, em virtude da renovação ou não da frota. Neste caso houve também mudanças na composição da frota. O resultado pode ser visto na Figura 16 para os quase 30 anos da série.

Pode-se observar, historicamente, a trajetória de encurtamento da idade e aumento do consumo dos veículos a gasolina quando era grande a entrada de veículos na década de setenta. Na segunda metade dessa década, começou a cair o consumo por veículo (aumento do preço da gasolina e deslocamento dos comerciais leves de maior tonelagem para o diesel) que prosseguiu com o aumento da idade dos veículos que envelheceram devido à redução das vendas (substituição pelo álcool e queda global das vendas). Na década de noventa, recuperam-se as vendas de carro a gasolina e as globais, reduzindo-se a idade média e aumentando o consumo por veículo. Observa-se uma certa histerese no comportamento da curva. O valor mínimo de 0,5 tep/litro para extrapolações surge do observado para os veículos a gasolina.

8 - Projeção da Frota

È de se esperar que o número de carros por habitante seja uma função da renda per capita. Outros fatores como distribuição de renda, preço do veículo em relação aos salários, condições de financiamento, preço de combustíveis devem ser também relevantes.

Frota por habitante e renda per capita tendem a crescer ao longo do tempo embora o PIB per capita no Brasil tenha passado por algumas oscilações no período considerado. Tendo a frota uma inércia maior que o PIB, não se pode esperar uma correlação perfeita ao longo do tempo. Parece também interessante observar, além da trajetória no tempo, a correlação destas duas grandezas em outros países para um mesmo ano.

Para isso, dadas as notórias diferenças entre o poder de compra e os valores do PIB per capita passando pelas taxas de câmbio, é necessário expressá-lo em PPP.

Os valores do PIB per capita para os diversos países são os publicados pelo Banco Mundial e os valores da Frota para os diversos países os publicados pela ANFAVEA.

Os valores do PIB per capita estão em paridade de poder de compra (ou aquisitivo) em dólares americanos de 1995. O valor do PIB/hab para o Brasil em 1995 de 5400 US\$/hab foi corrigido, para os demais anos, pelo deflator específico do PIB. Este deflator e a população são os fornecidos pelo IBGE. Os valores para o Brasil e alguns países do mundo são mostrados na Figura 16, 17 e 18.

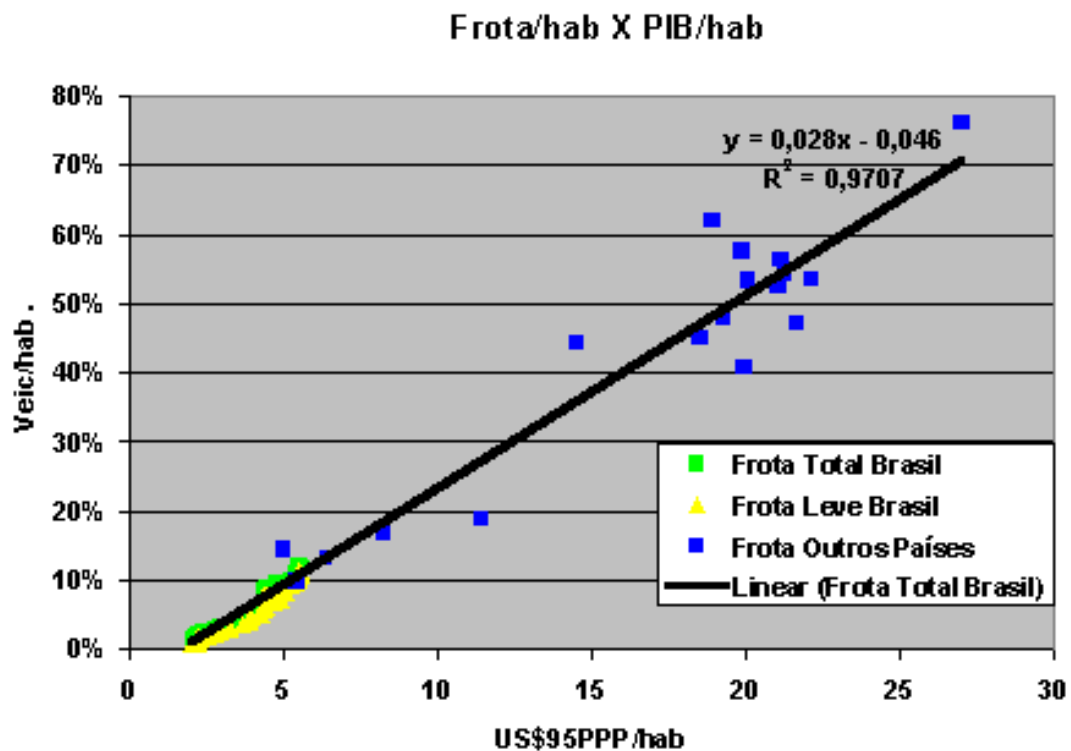
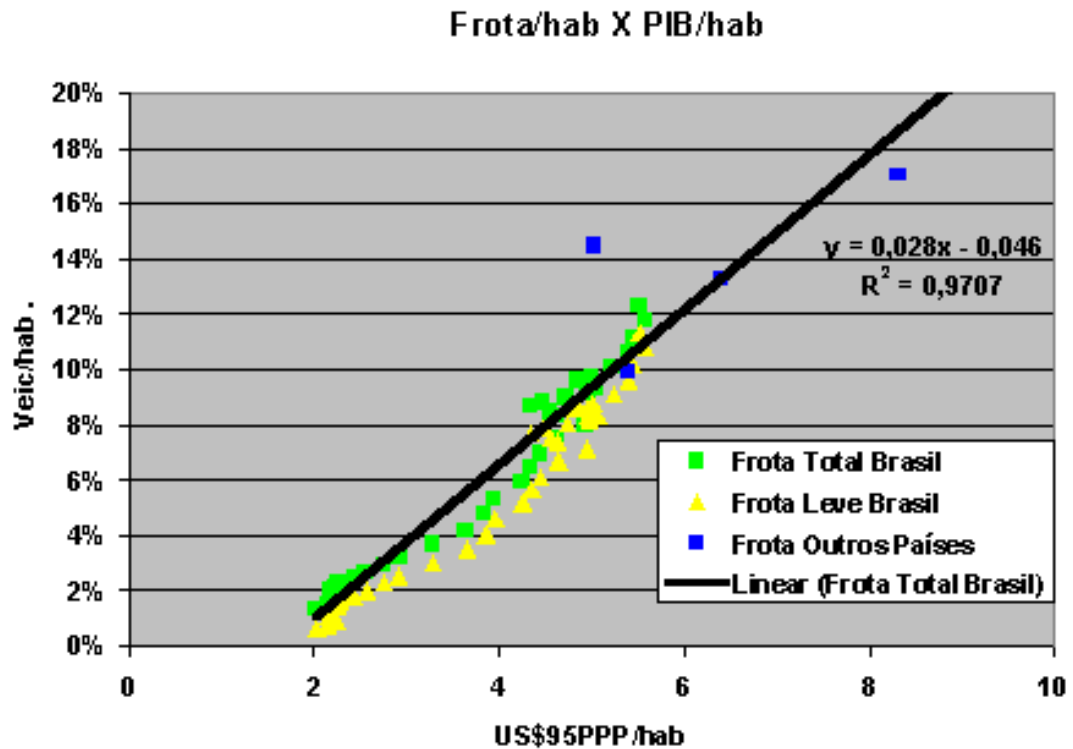


Figura: 16



Figuras 16 a e b. As figuras mostram, para o Brasil e alguns países do mundo os dados de PIB/hab e frota/hab para diversos países do mundo. Uma reta foi ajustada aos dados da frota total brasileira e aos dos demais países e serviu para projetar o crescimento futuro da frota. Deve-se notar o bom ajuste entre os dados de outros países e os brasileiros. No caso do Brasil o período da década de setenta (de maior crescimento per capita) o crescimento da frota/hab apresentou algum retardo em função do PIB/hab.

A participação dos veículos leves na frota brasileira cresceu extraordinariamente no período. Para o futuro foi suposto que corresponderia a 93% do total.

Participação leves (automóveis + comerciais leves Otto) na Frota Total

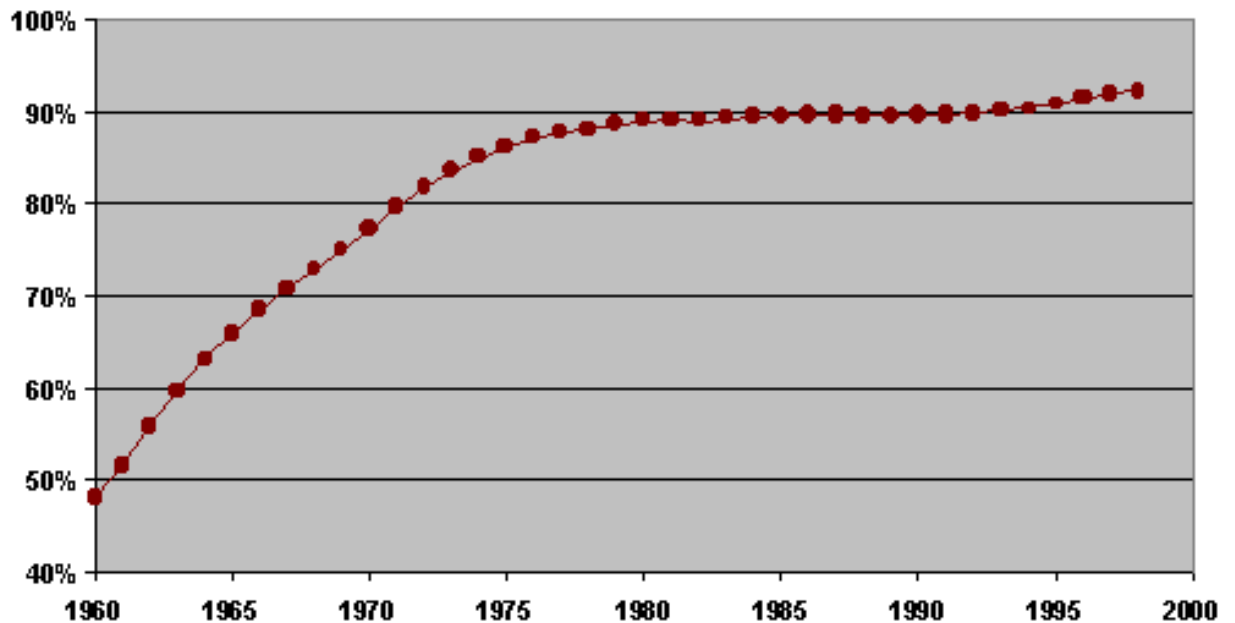


Figura 17: A participação dos veículos leves - majoritariamente destinada ao transporte individual de passageiros - aumentou significativamente nas décadas de sessenta e setenta.

9 - Projeção da Frota Leve e seu Consumo

A Figura 18 mostra a evolução da Frota total e leve por habitante, verificada e projetada. Os dados do ajuste correspondente à figura anterior são mostrados aplicando-se os coeficientes da reta aos dados verificados do PIB/hab. O crescimento percentual esperado para a frota total, em função dos crescimentos do PIB/hab deduzidos no módulo macroeconômico, foram extrapolados para o da frota leve, supondo-se constante sua participação na total.

Evolução da Frota

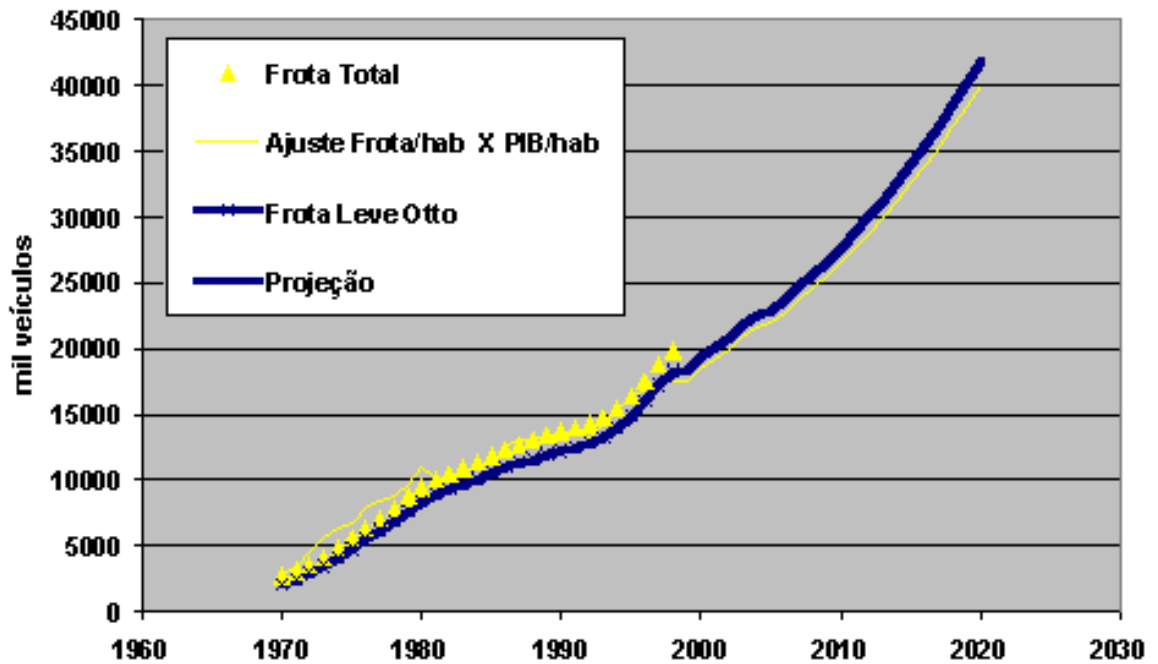


Figura 18: Evolução da frota total e leve, ajustada em função dos coeficientes obtidos na figura anterior e usa projeção baseada na evolução projetada para o PIB/hab no módulo macroeconômico.

Consumo Frota Otto Leve

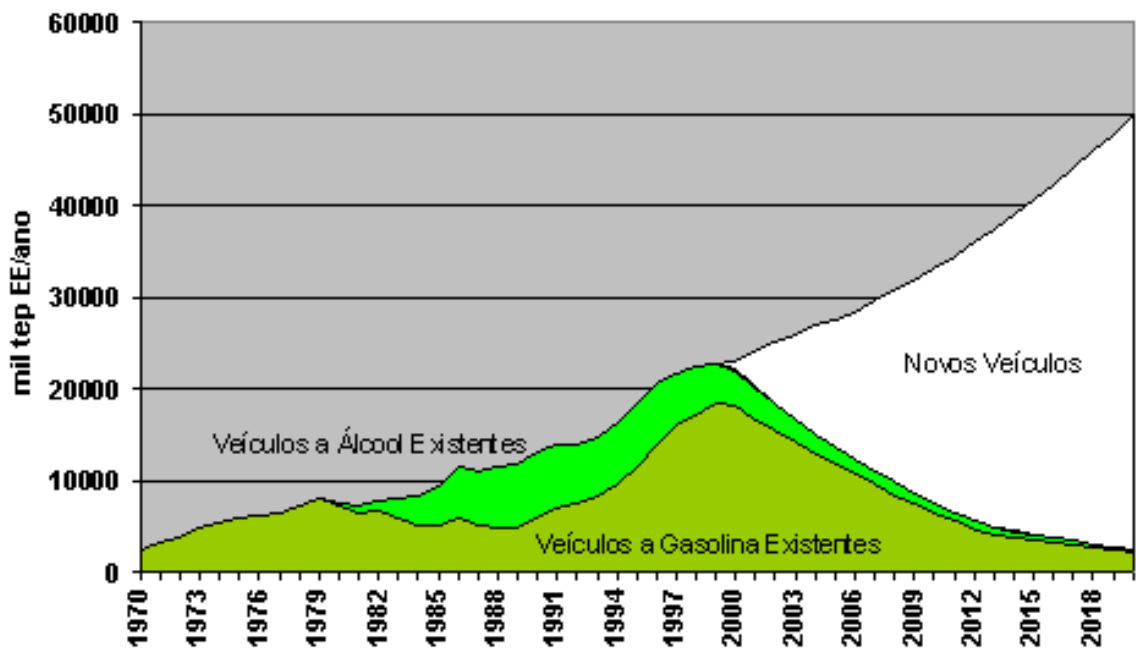


Figura 19: Evolução do consumo dos veículos existentes até 1999 e sua projeção baseada nos valores para a frota, mantido o consumo médio dos últimos anos.

Com a projeção da frota e admitindo-se o consumo por veículo de 1,25 tep de energia

equivalente (em GN ou gasolina) por veículo e considerada a frota remanescente após 1999 tendo em vista o sucataamento esperado. Obtém-se os valores mostrados no gráfico da Figura 19. Para a frota remanescente foi considerado o efeito da idade média crescente dos veículos no consumo.

10- O Consumo de combustíveis no Transporte

O consumo da frota é considerado em energia equivalente e o consumo efetivo de combustíveis depende da distribuição da venda de veículos entre os diversos tipos, além de fatores conjunturais. Não foram consideradas conversões para os veículos antigos embora possível em situações muito vantajosas de preço de combustível ou de falta de disponibilidade do combustível.

Para uma situação inercial de venda de 10000 veículos a álcool/ano, participação crescente mas modesta do GN chegando a 1% do total e mantida a taxa de mistura álcool anidro na gasolina de 1998. O consumo de combustíveis seria o indicado na Figura 20. Este é apenas um dos cenários possíveis e será usado nas comparações.

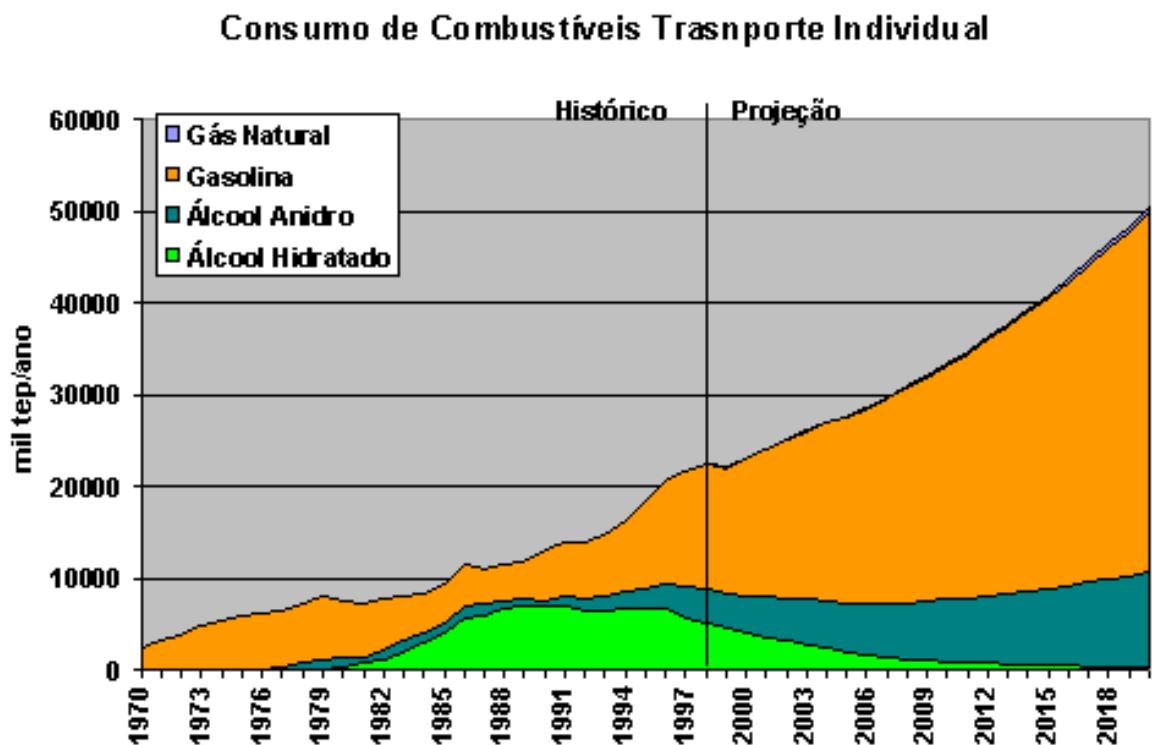


Figura 20: Participação histórica e "inercial" projetada no consumo de combustíveis nos veículos leves (prioritariamente destinado ao transporte individual) do ciclo Otto.

Acrescentando esses valores aos já avaliados a partir das hipóteses expostas no capítulo 4 do presente trabalho, obtém-se os dados da Figura 21. de consumo combustíveis no Setor Transportes

Energia Equivalente no Setor Transporte por Combustível

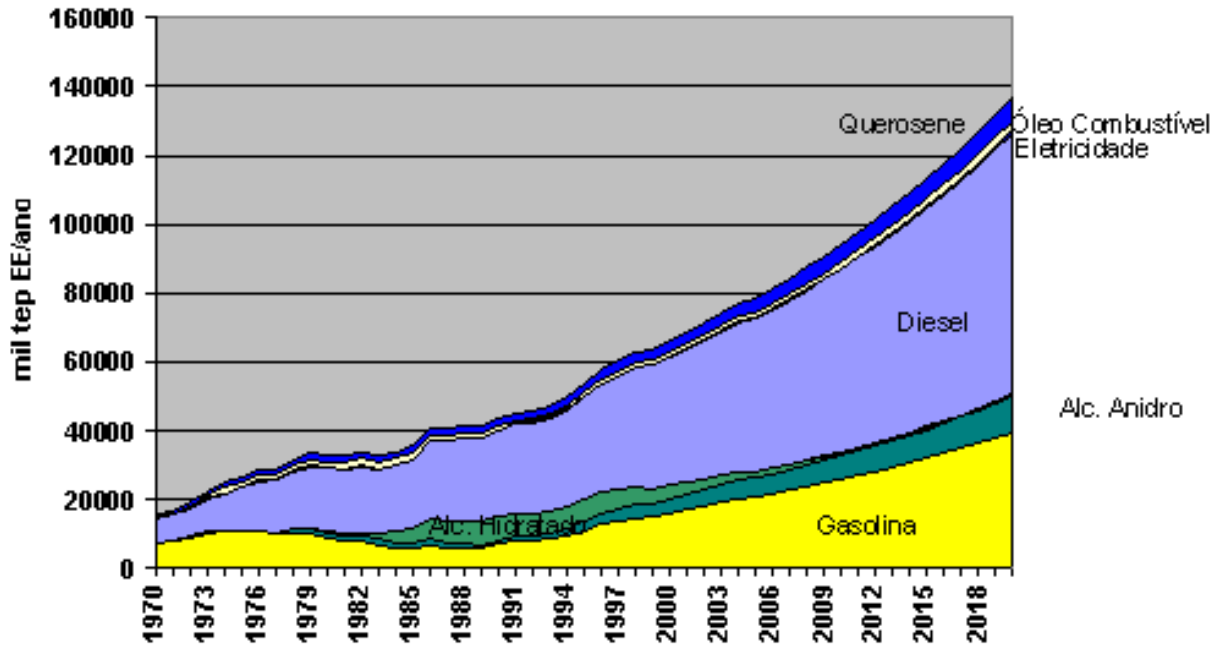


Figura 21: Evolução do consumo de combustíveis em todas as modalidades de transporte, hipótese "inercial" de participação dos combustíveis e das modalidades de transporte.

Energia Equivalente no Transporte por Combustível

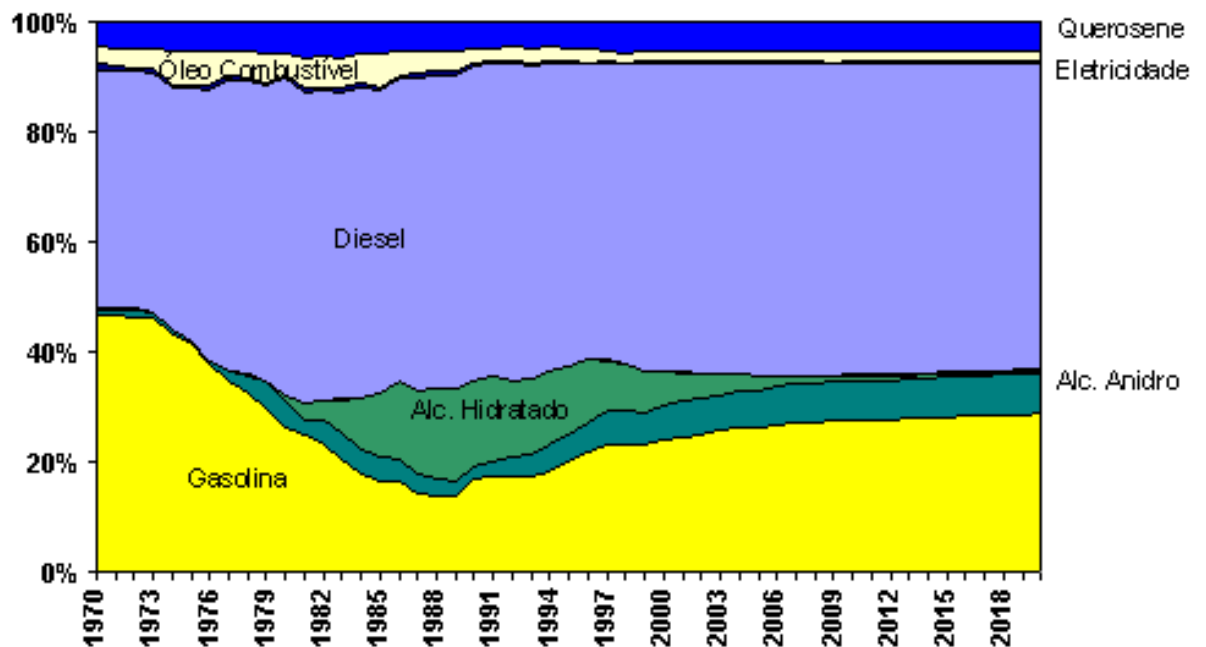


Figura 22: Participação dos combustíveis no consumo para o Setor Transportes.

Os valores aqui obtidos correspondem a um cenário de venda de veículos e a um cenário econômico determinado. A metodologia permite analisar com facilidade diferentes cenários econômicos e diferentes formas de atender a energia equivalente.



O FUTURO DO DO CARVÃO VEGETAL NA SIDERURGIA

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO E CONSUMO DO CARVÃO VEGETAL

Frota e Consumo de Veículos Leves no Brasil
O Futuro do Carvão Vegetal na Siderurgia
Sinopse Energética
Vínculos e&e

Omar Campos Ferreira
omar@ecen.com

Acompanhamento

Econômico:

Reservas

Dívida Pública

Energia:

Equivalências

Glossário

Dados históricos

Para Download

Balanco

Energético 1999

Livro de Visitas



Guestbook

<http://ecen.com>

Mostrou-se no N° 20 da **e&e** que o carvão vegetal é usado preponderantemente na produção de ferro-gusa e aço. As usinas integradas tendem, na atualidade, a utilizar o coque de carvão mineral. Tem-se informação de que a usina a carvão vegetal da Belgo-Mineira, em Monlevade-MG, está em vias de desativar os altos fornos a carvão vegetal em favor de um único alto-forno a coque. A se confirmar a tendência, o carvão vegetal ficará confinado ao mercado de produtores independentes de ferro-gusa, à produção de ferro-ligas em algumas regiões onde existem ainda reservas de florestas plantadas ou de matas nativas exploráveis sob o regime de manejo, e à complementação da sucata nos fornos elétricos a arco.

O estudo sobre o mercado de ferro primário citado anteriormente mostra, entretanto, que o carvão vegetal poderia sustentar um esforço de exportação de ferro-gusa para uso em fornos elétricos, cuja demanda mundial deverá crescer para atingir a 63 milhões de toneladas em 2.010. Os dados sobre o sistema integrado biomassa-tubos sem costura, a seguir, foram obtidos da referência (1).

A madeira para a produção do carvão provém de uma plantação de 58.000 ha, com várias espécies de eucalipto (*E. Camaldulensis*, *Cloesiana*, *Urophylla* e *Pellita*) selecionadas como bem adaptáveis ao clima e solo da região de Noroeste de Minas Gerais. Modernas práticas de silvicultura foram observadas com os objetivos de preservar parte do cerrado nativo e a fauna, produzindo carvão de boa qualidade e a custos convenientes. A fotografia seguinte mostra uma plantação da Mannesmann Florestal S. A , vendo-se ilhas de mata nativa ligadas por corredores ecológicos que facilitam o trânsito de animais de grande porte e preservam pássaros e insetos que atuam como controladores biológicos de pragas. A produtividade alcançada nas plantações antigas é de 9 t/ha.a de madeira seca e de 14 t/ha.a nas mais recentes que utilizam mudas melhoradas. Espera-se atingir a 18 t/ha.a com o emprego de clones já disponíveis comercialmente (1).

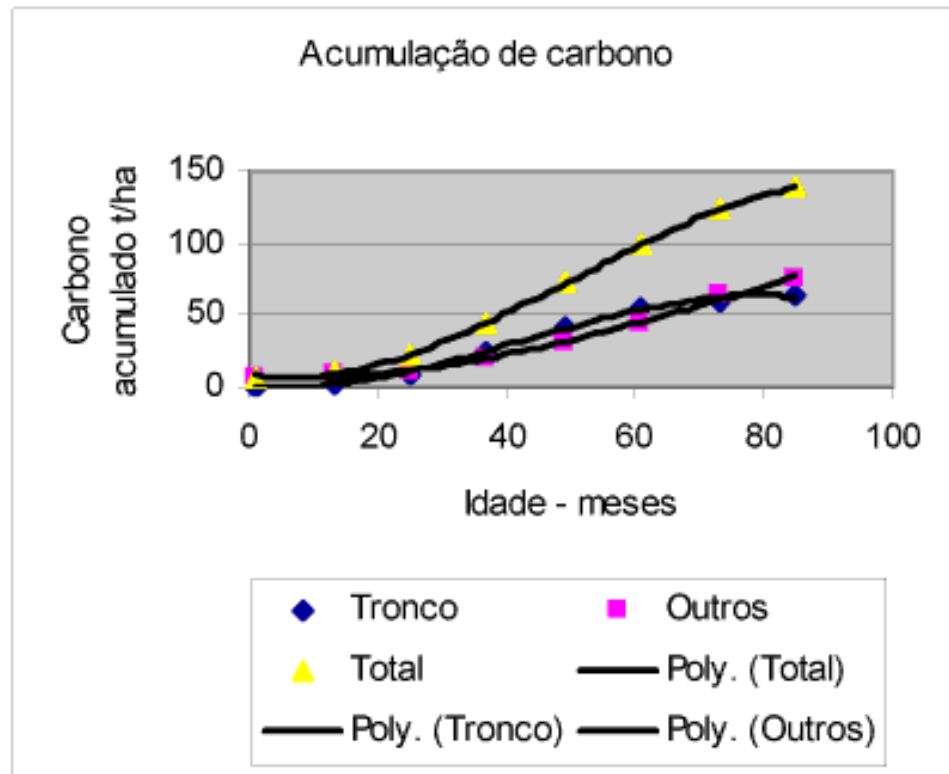


INVENTÁRIO DE CARBONO.

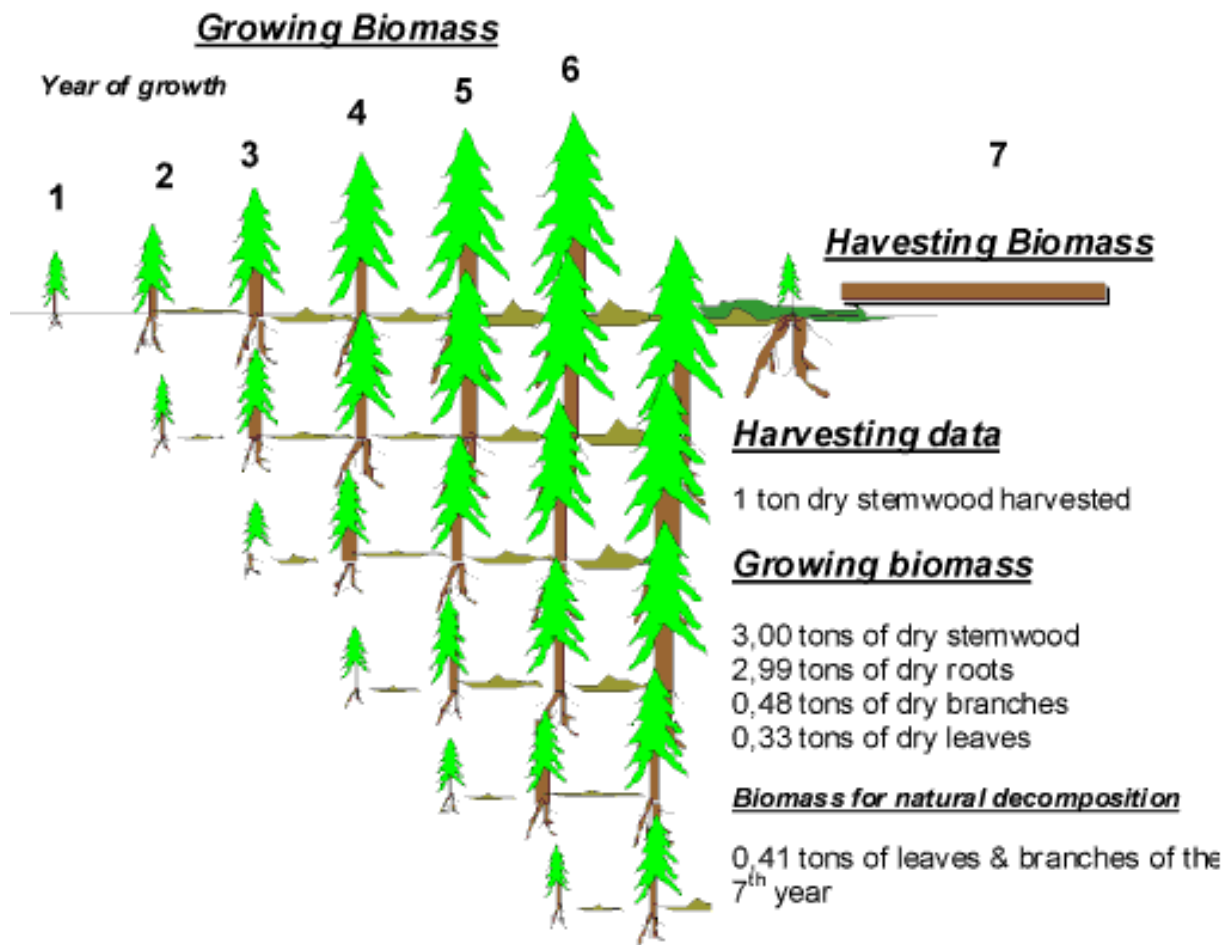
Na prática atual, o eucalipto é cortado no 7^o, 14^o e 21^o anos sem a necessidade de replantio (rebrotas). Assim, mantém-se um estoque permanente de madeira em pé, enquanto perdura a produção da siderúrgica, correspondente aos 6 anos de crescimento da planta. Realizado o corte, as raízes, galhos menores e folhas são deixados no local, constituindo um estoque adicional de carbono. Os cálculos de inventário de carbono são feitos com base na cinética de desenvolvimento da planta (1) e na análise elementar da madeira (2).

Análise elementar da madeira (% de massa seca)

Carbono	Oxigênio	Hidrogênio	Nitrogênio	Cinzas	Água
47,0	41,0	5,7	0,3	0,8	20,0



O gráfico mostra que a massa de carbono contida no tronco, na época do corte (entre 72 e 84 meses) é aproximadamente igual à massa contida nas demais partes da árvore. A figura seguinte mostra esquematicamente o balanço de massa no processo (1).



Inventário de carbono (por tonelada de tronco abatido, base seca)

	Biomassa	Carbono	CO ₂	O ₂
Tronco abatido	1,00	0,47	1,73	1,26
Troncos acumulados em 6 anos	3,00	1,41	5,19	3,77
Raízes, 7 ^o ano	2,99	1,40	5,13	3,73
Galhos acum. 6 anos	0,48	0,23	0,83	0,60
Folhas acum. 6a	0,33	0,17	0,62	0,45
Estoque total	6,80	3,21	11,76	8,56

A tabela acima mostra que, para cada tonelada de carbono posto em circulação no processo produtivo, a plantação armazena 6,8 t de carbono nos troncos em desenvolvimento e nas partes não processadas.

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PRODUÇÃO DO CARVÃO

VEGETAL.

O cálculo da massa de gases emitidos é feito a partir da análise elementar dos gases não condensáveis, representando 25% da massa de madeira seca carbonizada, reproduzida abaixo (2)

Gases não condensáveis (% de massa)

Hidrogênio	0,63	Metano	2,43
CO	34,0	Etano	0,13
CO ₂	62,0		

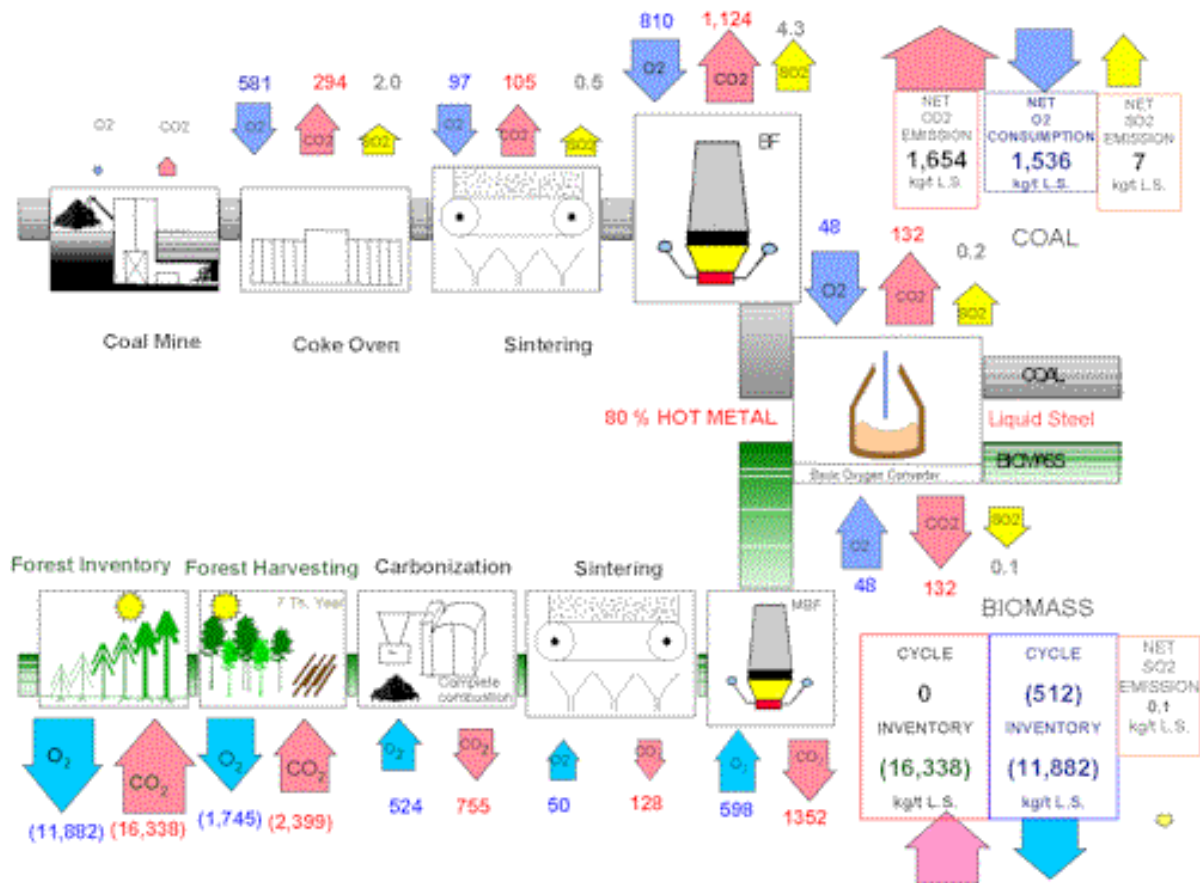
Os parâmetros de conversão , já apresentados no Relatório Parcial, são os seguintes:

- Densidade aparente da madeira (eucalipto) empilhada = 0,62 t/st
- Densidade aparente do carvão a granel = 0,25 t/m³
- Rendimento da carbonização (m³ carvão/st) (3) = 0,50 m³ / st
- Consumo específico de carvão na redução (3) = 2,9 m³ / t gusa

Em unidades métricas, 1 t de ferro-gusa requer 0,725 t de carvão vegetal, produzido a partir de 3,6 t de madeira.

Na prática atual, 5% da massa de madeira enforada é queimada para aquecer a carga do forno. A composição da fumaça liberada nesta fase não é conhecida. Considerando a pequena massa queimada, supõe-se a conversão completa do carbono em CO₂ equivalente

Com estes dados, a emissão calculada para a produção do carvão vegetal é mostrada a seguir:



EMISSÃO NA PRODUÇÃO DO CARVÃO VEGETAL.		
INSUMO	PRODUTO	EMISSÃO
0,05 t madeira	calor	CO ₂ 0,086 t
0,95 t madeira	0,19 t carvão	CO ₂ 0,147 t
		CO 0,081 t
		CH ₄ 0,006 t
		C ₂ H ₆ < 0,001t

EMISSÃO NA REDUÇÃO DO MINÉRIO DE FERRO EM FERRO-GUSA.

Referindo a emissão a 1 t de madeira enforada e levando em conta a perda de 10% do carvão (4) no manuseio e no transporte, a massa de carvão que entra no alto-forno é 0,17 t. O consumo específico de carvão é de 2,9 m³ / t gusa (5) ou 0,725 t carvão / t gusa, de forma que a massa de gusa produzida por tonelada de madeira enforada é de 0,23 t. O teor típico de carbono no ferro-gusa é de 4,3% em massa.

Com estes dados, o balanço de carbono na redução é o apresentado a seguir:

BALANÇO DE CARBONO NA REDUÇÃO

Entrada de carbono 0,17 t de carvão com 86% de carbono fixo	0,146 t
Saídas de carbono 0,23 t gusa	0,010 t
Gás de alto-forno (balanço)	0,136 t

A composição do gás de alto-forno a carvão vegetal e a emissão gasosa por tonelada de madeira enforada estão apresentadas na tabela a seguir:

Emissão gasosa na redução com carvão vegetal por tonelada de madeira enforada

Gás	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
% massa	28,8	20,3	0,3	0,4	50,1
Massa - t	0,039	0,028	0,408x10 ⁻³	0,54x10 ⁻³	0,068

EMISSÃO TOTAL NA PRODUÇÃO DO CARVÃO E NA REDUÇÃO.

Na tabela a seguir estão consolidadas as emissões relevantes na produção do carvão e na redução do minério de ferro por tonelada de madeira enforada.

Gás	CO ₂	CO	CH ₄
Produção do carvão	0,233 t	0,081	0,006
Redução	0,039	0,028	< 0,001
Total	0,272	0,109	0,006

É útil exprimir a emissão por tonelada de ferro-gusa produzido que se mostra na tabela seguinte:

Gás	CO ₂	CO	CH ₄
Emissão / t de gusa	1,18	0,47	0,026

EMISSÕES COMPARADAS NO CICLO COMPLETO DE PRODUÇÃO DE AÇO COM COQUE DE CARVÃO MINERAL E COM CARVÃO VEGETAL.

A produção de aço compreende a redução do minério (alto-forno) e a descarbonetação do ferro primário (forno básico a oxigênio). O diagrama a seguir (R), referente à rota de produção da MANNESMANN S.A., apresenta uma comparação das emissões de CO₂ no

ciclo com coque e com carvão vegetal. Os dados referem-se a usina utilizando no alto-forno 80% de sinter de finos de minério de ferro e 20% do minério de granulado e 20% de sucata no forno básico a oxigênio.

Figura co2

Para comparar os resultados dos cálculos mostrados anteriormente com os do trabalho acima (1), as emissões de gases são expressas em massa de carbono contido, visto que o mesmo não discrimina os compostos de carbono emitidos, e limitar a comparação às etapas de carbonização e de redução.

Massas de carbono contido:

Este relatório :	Massa contida no CO ₂ = 1,18 t x 12/44 = 0,322 t
	Massa contida no CO = 0,47 t x 12/28 = 0,202 t
	Massa total = 0,522 t

Trabalho acima

	Massa total = 2,11 t x 12/44 = 0,575 t
--	--

A diferença relativa entre os dois resultados é da ordem de 10%, o que pode ser explicado pela adoção de índices diferentes, já que a dispersão de valores mencionados nos trabalhos consultados supera a diferença.

Os autores do trabalho concluem que a análise comparada das rotas a coque e a carvão vegetal endossa a proposta de estabelecimento de crédito internacional, ou bônus, pelo seqüestro de carbono e pela regeneração de oxigênio. Conforme se vê no diagrama apresentado, a rota coque libera 1,65t de CO₂ e fixa 1,536 t de O₂ por tonelada de aço produzido, ao passo que a rota a carvão vegetal seqüestra 16,336 t de CO₂ e regenera 1,536 t de O₂ por tonelada de aço produzido, no ciclo completo desde a plantação do eucalipto até a produção do aço. Em adição, a rota a coque libera 7 kg de óxido de enxofre (SO₂), emissão esta praticamente ausente na rota a carvão vegetal.

A questão em exame comportaria estudos mais refinados, incluindo, do lado do carvão vegetal, análise dos insumos energéticos diretos (acionamento de máquinas usadas na moderna indústria do carvão vegetal, p. ex.) e indiretos (energia empregada na extração e beneficiamento dos nutrientes aplicados na assistência à floresta plantada, p. ex.). Estudo deste tipo foi aplicado à produção do álcool da cana de açúcar, mostrando que a eficiência exergética da fase industrial é da ordem de grandeza dos melhores processos industriais, enquanto que a eficiência na fase agrícola, considerada a fatalidade da incidência da radiação solar na terra e do ciclo hidrológico, ou seja, não se atribuindo custo exergético à energia solar e à chuva, supera os 400% (6).

Observe-se que a redução em forno elétrico, com carga mista de ferro-gusa de carvão vegetal e sucata, reduziria a emissão na proporção da sucata empregada. Todavia, esta vantagem só é real se a eletricidade for de origem renovável (hidroelétrica ou termo

elétrica a biomassa), visto que a eficiência dos melhores ciclos termodinâmicos ainda é da ordem de 50%, ou seja, para produzir 1 kWh de eletricidade é necessário empregar, no mínimo, 1.900 kcal que os países industrializados obtêm da conversão de combustíveis fósseis, com emissão de gases de efeito estufa, conforme apresentado em trabalho anterior (e&e).

As considerações acima mostram as condições singulares do Brasil para liderar um movimento no sentido do estabelecimento do sistema de bônus pelo seqüestro do carbono e concomitante regeneração do oxigênio, evitando o apelo à energia núcleo-elétrica, de riscos tão ou mais graves que os representados pelo uso de combustíveis fósseis. Um estudo econômico, empregando o conceito de energia equivalente ou, melhor ainda, o conceito de exergia, permitiria quantificar o valor do bônus. Trata-se de trabalho de grande fôlego, muito além das dimensões deste relatório.

CONCLUSÕES.

As condições de produção e de uso do carvão vegetal na siderurgia examinadas neste trabalho indicam que a indústria de carvão pode atingir a plena maturidade, em função da prevista elevação do preço do petróleo que puxaria os preços dos demais vetores energéticos. Estudos internacionais consultados consideram possível o retorno a economia energética baseada no carvão mineral para produzir combustíveis líquidos sintéticos (7).

Da mesma forma que o álcool combustível, o carvão vegetal concorre com um combustível-reductor fóssil, de custo forçosamente inferior e que, por sua vez, concorre com outro combustível fóssil, o gás natural, cujo uso vem ganhando impulso devido às suas múltiplas aplicações. Assim, o carvão vegetal deve ser considerado por suas vantagens ecológicas e sociais, de vez que o setor emprega numerosa mão de obra pouco qualificada, ocupa terras de valor marginal, por serem pouco adequadas à produção agrícola, além de gerar renda em regiões onde as alternativas de emprego não são particularmente favoráveis ao trabalhador. O potencial de seqüestro de carbono e de regeneração do oxigênio, aliado à melhor qualidade do gusa de carvão vegetal como fonte de metal virgem para os fornos elétricos a arco, qualifica este combustível como fator de motivação para as negociações internacionais relacionadas com o clima global.

PROGRAMA DO CARVÃO VEGETAL.

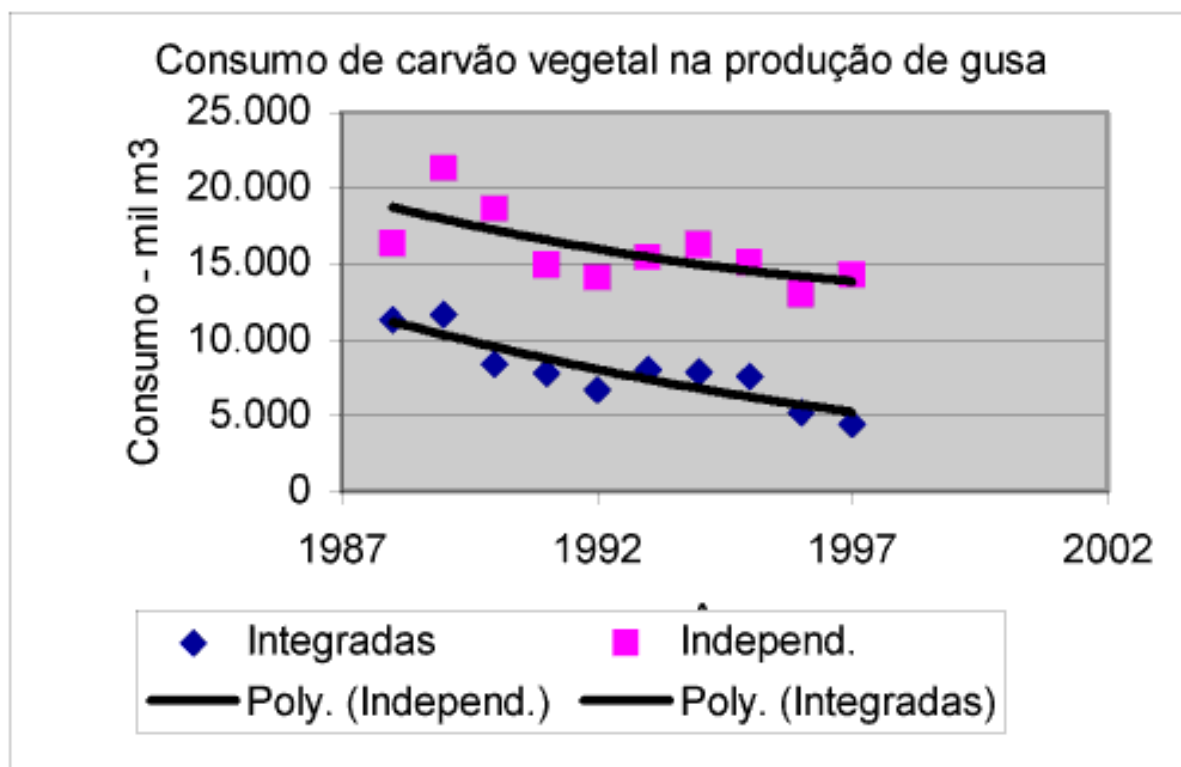
Em meados da década de 70, a Fundação João Pinheiro, órgão ligados à secretaria do Planejamento do Governo de Minas Gerais, definiu um programa de estudos e de pesquisas visando a caracterização do carvão vegetal, a otimização do processo de carbonização e o melhoramento dos fornos usados no setor. A entidade executora do programa foi a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC - que operou em articulação com o Instituto Estadual de Florestas. O CETEC desenvolveu os trabalhos de laboratório (análises da madeira e do carvão, ensaios de friabilidade, determinação do poder calorífico), estudos econômicos sobre a produção da madeira e do carvão e formulou projetos de Normas Técnicas propostos à Associação Brasileira de Normas Técnicas. Várias reuniões técnicas foram promovidas pelo CETEC com a participação de empresas siderúrgicas (ACESITA, MANNESMANN, BELGO-MINERIA, entre outras) e de

fabricação de equipamentos.

Um programa de formação de pessoal foi estabelecido entre a Universidade Federal de MG (Departamento de Engenharia Metalúrgica) e a ACESITA, resultando em enfoque especial para o carvão vegetal nos trabalhos de dissertação (12 dissertações apresentadas entre 1981 e 1998, com maior concentração na década de 80, relacionadas com modelamento matemático de processos, diagnóstico energético, tratamento térmico, injeção de finos de carvão, produção do sinter, mistura de coque e carvão vegetal, etc.). Uma coletânea de trabalhos apresentados está na série Publicações Técnicas do CETEC (n^o04 a 08) que se constitui importante fonte de consulta no tema.

A ACESITA operou, nesse período, uma bateria de fornos de carbonização experimentais, complementando os recursos do CETEC e da UFMG. Realizou ainda experimentos com motores Otto e Diesel usando gás de carvão (gasogênio), com resultados considerados satisfatórios na ocasião. Pesquisou ainda o uso do carvão vegetal em motores de bombas de irrigação e em grupo motor-gerador. Não foram realizados ensaios de emissão pelos motores, visto não estar estabelecida, na época, a legislação pertinente.

Passados os efeitos dos choques do petróleo, as pesquisas foram sendo gradativamente abandonadas e o Programa do Carvão Vegetal seguiu uma trajetória parecida com o do Programa do Álcool. Na atualidade, poucas empresas de siderurgia integrada ainda consideram esta alternativa ao coque, entre elas a MANNESMANN. O consumo de carvão pelos produtores independentes de ferro-gusa, mostrado no gráfico abaixo, também apresenta tendência de queda.



REFERÊNCIAS.

1- CO₂, O₂ AND SO₂ OVERAL BALANCE FOR THE IRON AND STEEL PRODUCTION THROUGH THE USE OF BIOMASS OR COAL BASED INTEGRATED PROCESSES. Ronaldo Santos Sampaio e Maria Emília Antunes Resende

2 - PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL. Publicação Técnica n. 8 - CETEC - 1982

3 - COMPETITIVIDADE E PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA MINEIRA DE FERRO- GUSA. SINDIFER / FIEMG - 1997

4 - STATE OF THE ART REPPORT ON CHARCOAL PRODUCTION IN BRASIL. FLORESTAL ACESITA S. A - 1982

5 - ANUÁRIO ABRACAVE (vários anos)

6 - ANÁLISE EXERGÉTICA DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA DE AÇÚCAR. Otávio de Avelar Esteves - Dissertação de Mestrado - CCTN/UFMG - 1995

7 - ENERGY IN A FINITE WORLD. International Institute for Applied Systems Analysis - 1981

8 - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Ministério das Minas e Energia - 1999

Sinopse 2000

Ano Base - 1999

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME Secretaria de Energia

Tabelas	Gráficos
Dados Gerais - [Tabela]	
Energia / PIB / População - [Tabela]	Oferta Interna de Energia - [Gráfico]
Oferta Interna de Energia por Fonte - (%) - [Tabela]	Oferta Interna de Energia por Fonte - [Gráfico]
Oferta e Demanda de Energia - 10^3 tep - [Tabela]	Produção de Energia Primária (10^6 tep) - [Gráfico]
Consumo Final de Energia por Fonte - % - [Tabela]	Consumo Final de Energia por Fonte - % - [Gráfico]
Consumo Final de Energia por Setor - % - [Tabela]	Consumo Final de Energia por Setor - % - [Gráfico]
Consumo Final de Energia - [Tabela]	Consumo Final de Derivados de Petróleo - % - [Gráfico]
	Consumo Final de Eletricidade - % - [Gráfico]
Oferta de Eletricidade por Fonte - TWh - [Tabela]	Oferta de Eletricidade - % - [Gráfico]
Capacidade Instalada de Geração - MW - [Tabela]	Eficiência Energética - Resultados do Procel - [Tabela]
Indicadores de Emissão de CO2 - [Tabela]	

Nota: Nesta Sinopse, o fator de conversão para tep de hidráulica e eletricidade corresponde à equivalência térmica de geração: $1MWh = 3132 Mcal = 0,29 tep$

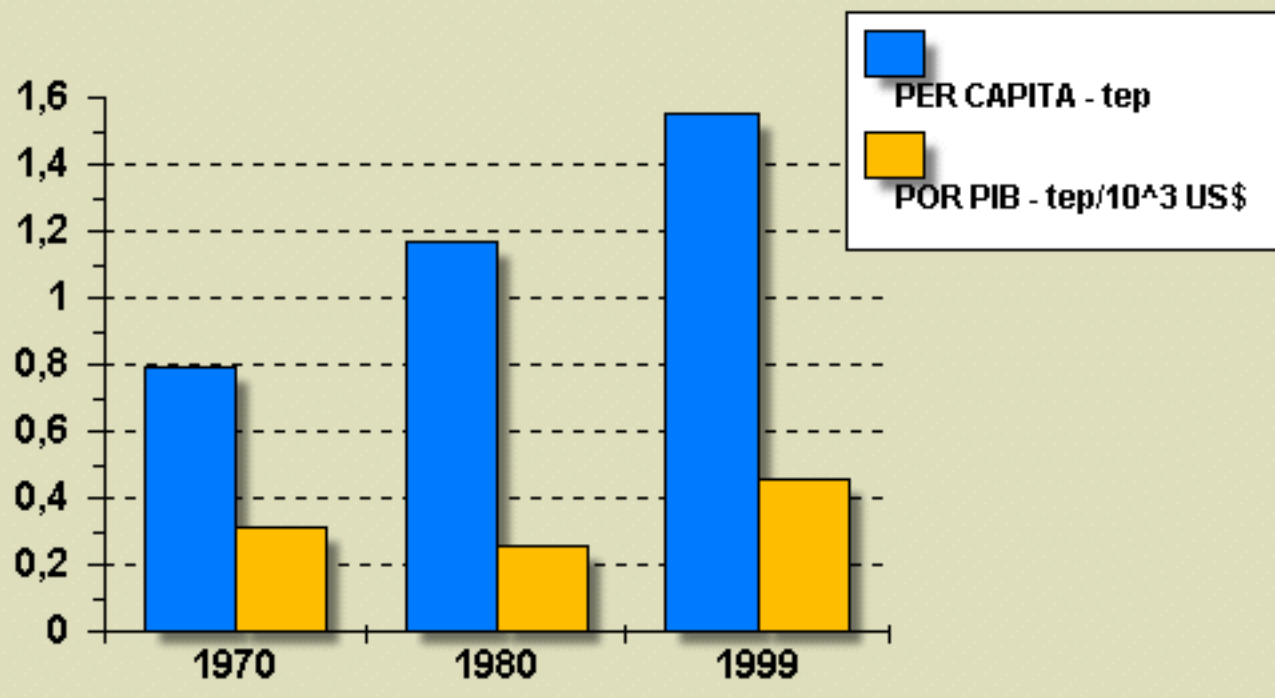
DADOS GERAIS	UNIDADE	1998	1999	%
PRODUÇÃO DE PETRÓLEO(+LGN)	10 ³ b/d	999	1126	12,7
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	TWh	322	332	3,3
IMPORTAÇÃO TOTAL DE ENERGIA	10 ³ bep/d	1382	1194	-13,6
EXPORTAÇÃO TOTAL DE ENERGIA	10 ³ bep/d	135	136	0,3
CONSUMO TOTAL				
DERIVADOS DE PETRÓLEO	10 ³ bep/d	1697	1725	1,7
GASOLINA E ÁLCOOL	10 ³ b/d	551	535	-2,9
ÓLEO DIESEL	10 ³ b/d	600	611	1,8
ÓLEO COMBUSTÍVEL	10 ³ b/d	236	223	-5,7
QUEROSENE DE AVIAÇÃO	10 ³ b/d	66	61	-6,3
ELETRICIDADE TOTAL	TWh	307	315	2,5
ELETRICIDADE INDUSTRIAL	TWh	136	138	1,5
ELETRICIDADE RESIDENCIAL	TWh	79	81	2,4
ELETRICIDADE COMERCIAL	TWh	42	44	4,8
GÁS NATURAL	10 ⁶ m3/d	18,4	21,2	15,3
RESERVA TOTAL DE PETRÓLEO(+)				
GÁS NATURAL(+LGN)	10 ⁹ bep	17,3	17,1	-1,0
PREÇOS MÉDIOS - US\$(1993)				
PETRÓLEO (CIF)	/b	11,7	16,8	43,6
GASOLINA	/bep	148,9	184,3	23,8
ÓLEO DIESEL	/bep	64,3	72,9	13,4
ÓLEO COMBUSTÍVEL	/bep	26,8	34,8	29,9
ÁLCOOL	/bep	194,7	162,2	-16,7
GÁS NATURAL INDUSTRIAL	/bep	20,7	21,1	1,9
LENHA	/bep	16,3	19,6	20,2
CARVÃO VEGETAL	/bep	19,0	18,5	-2,6
ELETRICIDADE RESIDENCIAL	/bep	258,4	270,0	4,5
ELETRICIDADE INDUSTRIAL	/bep	112,0	116,1	3,7
PRODUÇÃO				
FERRO-GUSA E AÇO	10 ⁶ t	25,8	25,0	-3,1
FERRO-LIGAS	10 ⁶ t	0,7	0,8	8,9
ALUMÍNIO	10 ⁶ t	1,2	1,2	2,5
CIMENTO	10 ⁶ t	39,9	40,3	0,8
PRODUTOS QUÍMICOS	10 ⁶ t	28,5	30,8	8,0
PAPEL E CELULOSE	10 ⁶ t	13,2	14,1	6,8
RESIDÊNCIAS COM ELETRICIDADE (*)	%	93,0	94,9	2,0
RESIDÊNCIAS COM GLP E GÁS DE CIDADE(*)	%	96,4	96,5	0,1
NOTA: bep = barril equivalente de petróleo		b/d = barril por dia		
(*) inclui a área rural da Região Norte (dados revistos)				

[\[Volta \]](#)

ENERGIA / PIB / POPULAÇÃO					
ESPECIFICAÇÃO	1970	1980	1990	1998	1999
POPULAÇÃO - 10 ⁶	93	119	145	161	163
PIB - 10 ⁹ US\$(1999)	166	380	445	552	557
PER CAPITA - 10 ³ US\$	1,78	3,20	3,07	3,43	3,42
OFERTA INTERNA DE ENERGIA - 10⁶tep	74,0	139,2	187,3	250,0	253,4
PER CAPITA - tep	0,79	1,17	1,29	1,55	1,55
POR PIB - tep/10 ³ US\$	0,45	0,37	0,42	0,45	0,45
CONSUMO FINAL DE ENERGIA - 10⁶tep	69,2	127,7	169,4	228,2	231,1
PER CAPITA - tep	0,74	1,07	1,17	1,42	1,42
POR PIB - tep/10 ³ US\$	0,42	0,34	0,38	0,41	0,41
OFERTA DE ELETRICIDADE - TWh	46	139	249	361	372
PER CAPITA - kWh	491	1169	1723	2242	2282
POR PIB - Wh/US\$	275	366	561	654	668

[\[Volta \]](#)

OFERTA INTERNA DE ENERGIA

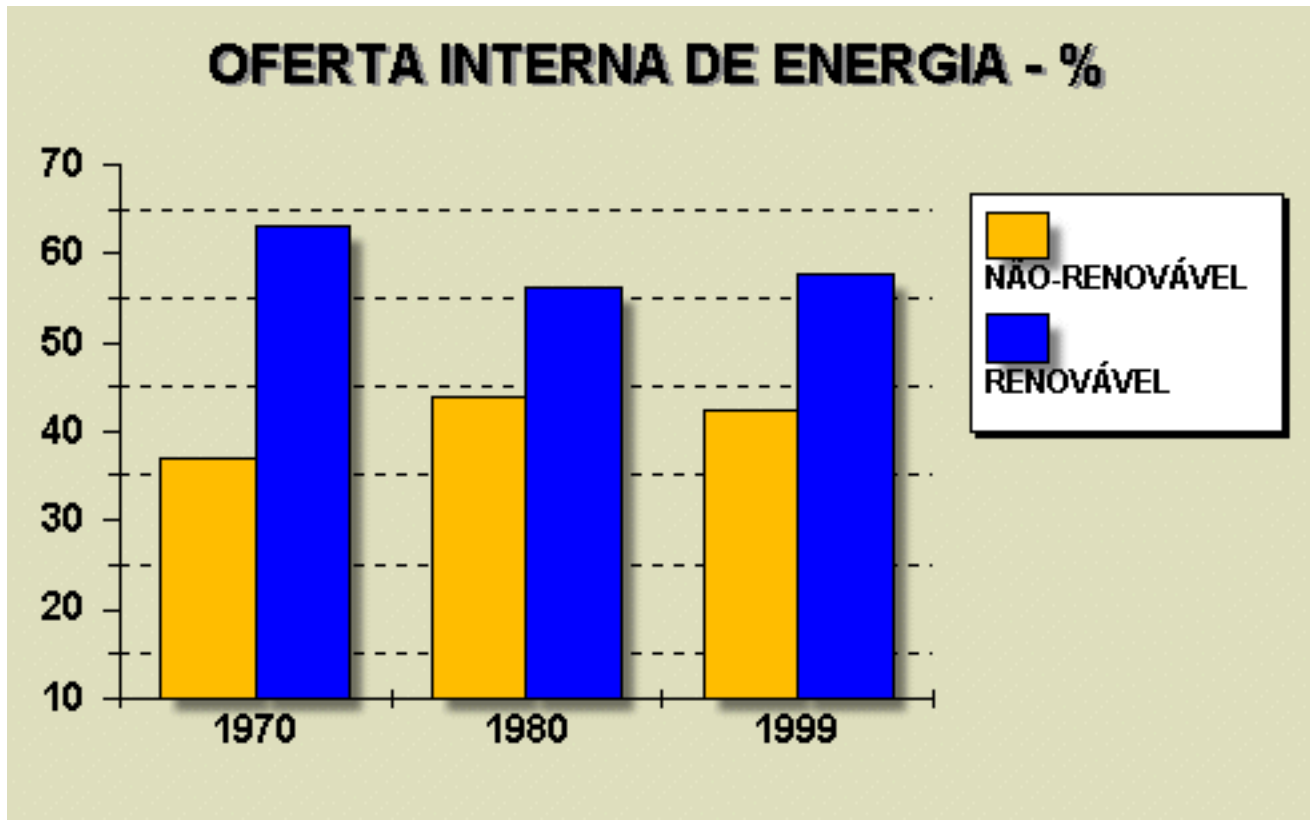


[\[Volta \]](#)

OFERTA INTERNA DE ENERGIA POR FONTE - %

FONTE	1970	1980	1990	1998	1999
TOTAL - 10³ tep	74032	139223	187261	250056	253352
NÃO-RENOVÁVEIS	36,9	44,0	37,8	42,0	42,3
PETRÓLEO E DERIVADOS	33,5	39,0	30,2	33,8	33,8
GÁS NATURAL	0,2	0,8	2,3	2,7	3,0
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	3,2	4,2	5,0	4,9	5,0
OUTRAS	0,0	0,0	0,3	0,6	0,5
RENOVÁVEIS	63,1	56,0	62,2	58,1	57,7
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE	15,6	26,8	36,1	38,4	38,1
LENHA E CARVÃO VEGETAL	42,5	22,0	15,0	8,4	8,4
PRODUTOS DA CANA	4,8	6,5	9,9	9,9	9,7
OUTRAS	0,3	0,7	1,1	1,4	1,5

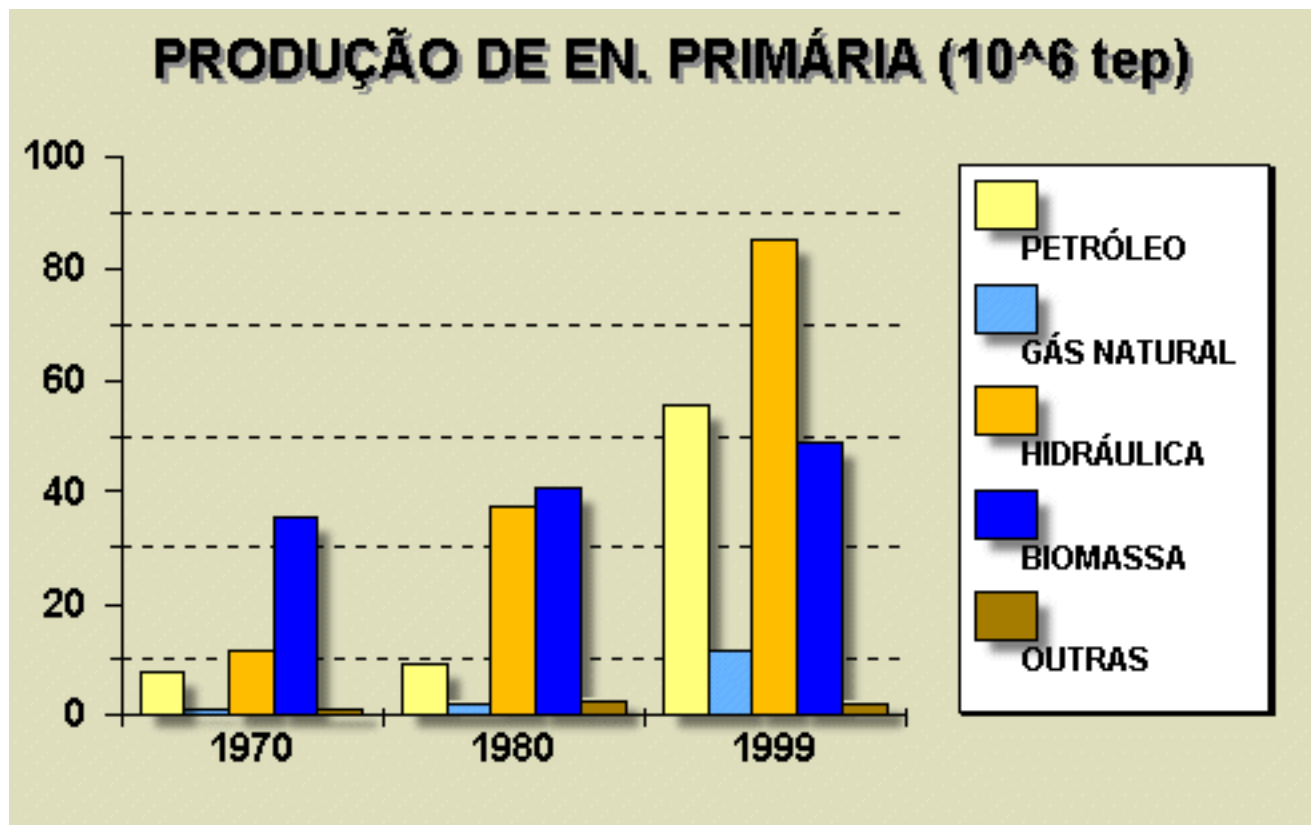
[\[Volta \]](#)



[\[Volta \]](#)

OFERTA E DEMANDA DE ENERGIA - 10³ tep					
FLUXO	1970	1980	1990	1998	1999
OFERTA INTERNA DE ENERGIA	74032	139223	187261	250056	253352
PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA(+)	57060	91608	149074	195524	202741
CARVÃO MINERAL	1095	2436	1878	2030	2043
PETRÓLEO	8009	9083	31906	49571	55252
GÁS NATURAL	1224	2134	6077	10443	11517
URÂNIO	0	0	47	23	0
HIDRÁULICA	11542	37383	59945	84526	84936
BIOMASSA(1)	35210	40772	48221	48931	48993
IMPORTAÇÃO(+)	19674	49410	47896	69262	59682
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	1511	3667	7825	10599	10142
PETRÓLEO E DERIVADOS	18363	45743	31791	41851	37638
GÁS NATURAL	0	0	0	0	343
URÂNIO	0	0	0	5312	6
ELETRICIDADE	0	0	7698	11429	11559
BIOMASSA	0	0	584	91	194
EXPORTAÇÃO(-)	972	2165	4899	6780	6798
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	0	0	0	0	0
PETRÓLEO E DERIVADOS	966	1912	4897	6702	6549
GÁS NATURAL	0	0	0	0	0
URÂNIO	0	0	0	0	0
ELETRICIDADE	6	62	2	2	2
BIOMASSA	0	191	0	76	247
VARIAÇÃO DE ESTOQUE, NÃO-APRO-VEITADA E REINJEÇÃO	-1950	170	-3612	-7970	-2473
PERDAS E AJUSTES	4866	11521	17961	21648	22266
PERDAS NA TRANSFORMAÇÃO(-)	2705	5571	7815	4734	4426
PERDAS NA TRANSM. E DISTRIBUIÇÃO(-)	2160	5892	9933	16613	17399
AJUSTES ESTATÍSTICOS	-1	-58	-213	-501	-441
CONSUMO FINAL DE ENERGIA(-)	69166	127702	169418	228208	231086
1) inclui lenha, lixo, bagaço, carvão vegetal, álcool e outros resíduos vegetais					

[\[Volta \]](#)

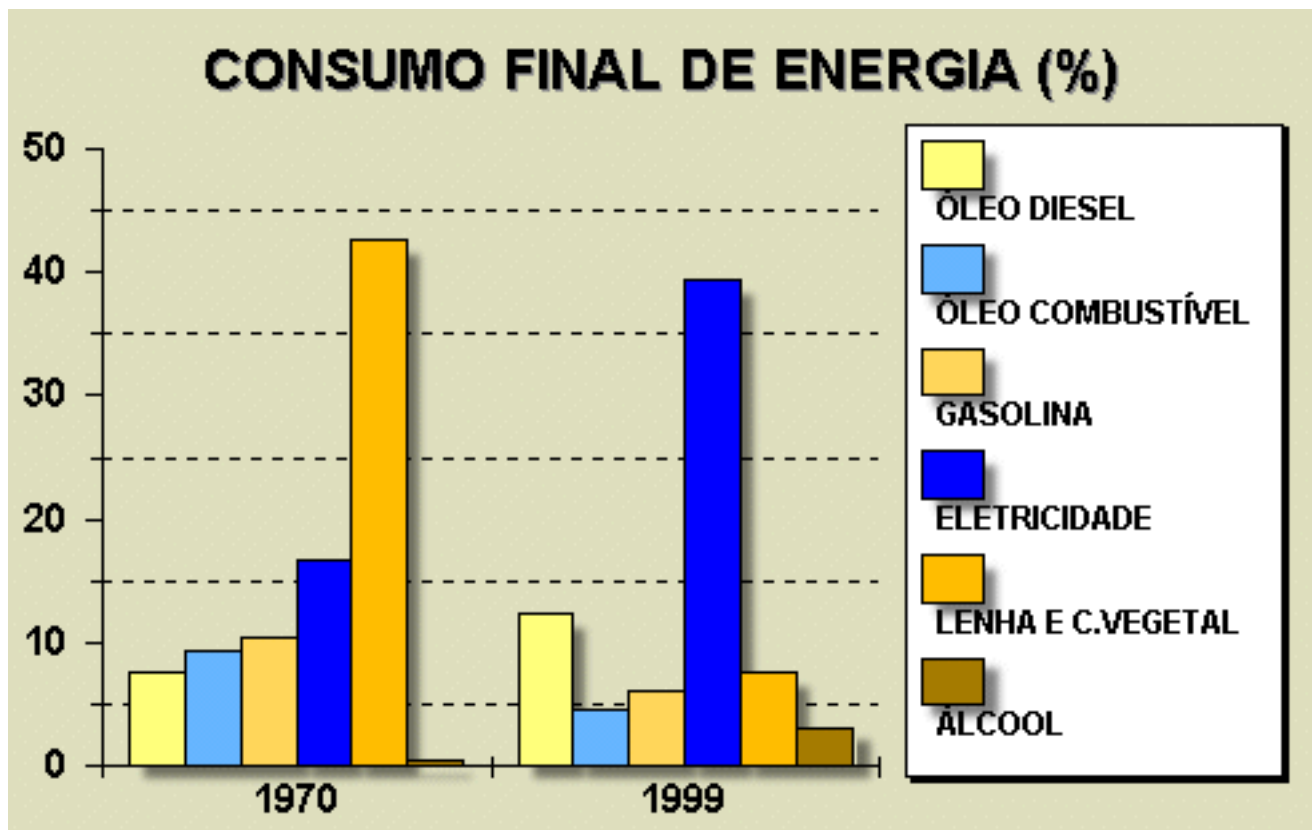


[\[Volta \]](#)

CONSUMO FINAL DE ENERGIA POR FONTE - %

FONTE	1970	1980	1990	1998	1999
TOTAL - 10³ tep	69166	127702	169418	228208	231086
ÓLEO DIESEL	7,6	12,1	12,0	12,3	12,3
ÓLEO COMBUSTÍVEL	9,4	12,5	5,6	5,2	4,5
GASOLINA	10,5	6,8	4,3	6,4	6,0
GÁS NATURAL	0,1	0,7	1,8	2,2	2,4
ELETRICIDADE	16,6	27,9	37,3	39,0	39,5
CARVÃO MINERAL	2,4	3,7	4,5	4,4	4,1
LENHA E CARVÃO VEGETAL	42,7	20,2	12,6	7,5	7,5
ÁLCOOL	0,4	1,3	3,6	3,2	3,1
OUTRAS	10,2	15,1	18,2	19,8	20,6

[\[Volta \]](#)

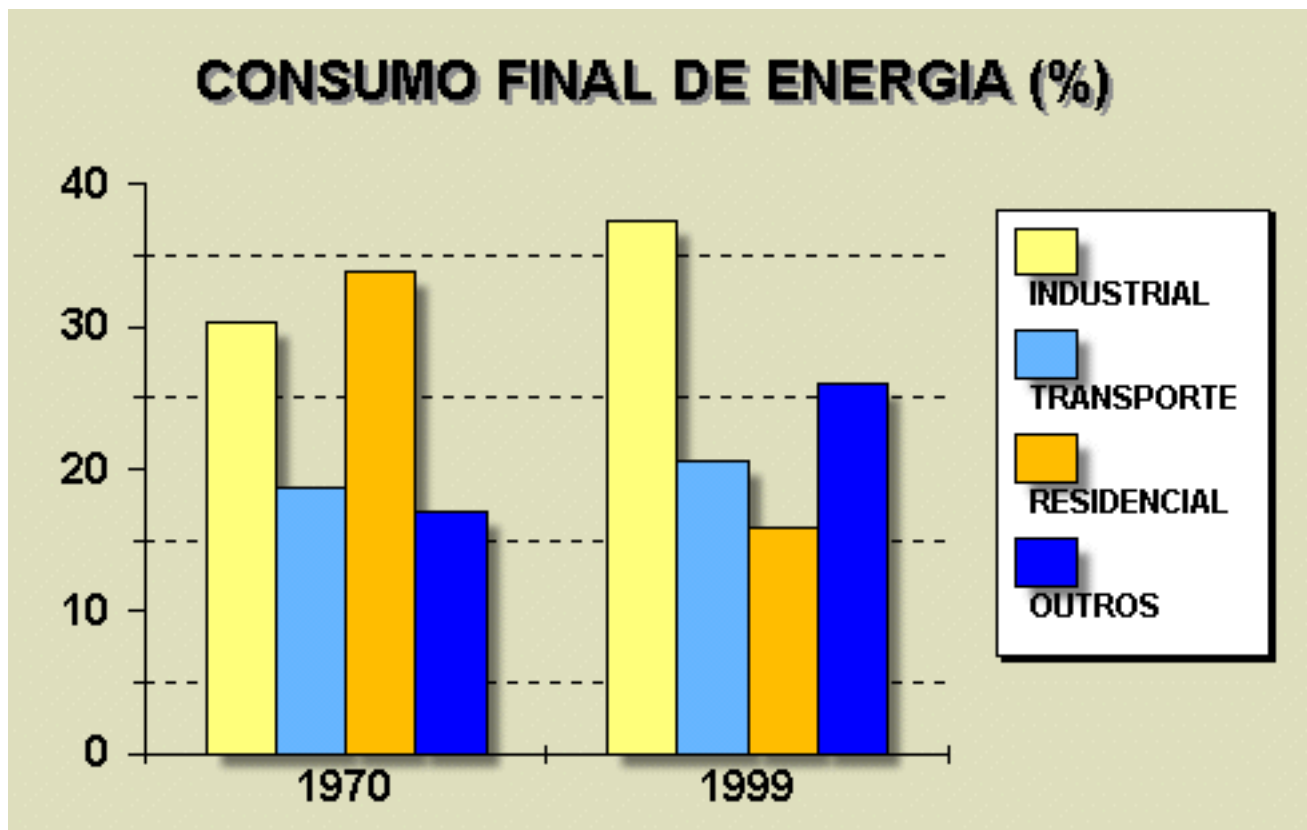


[\[Volta \]](#)

CONSUMO FINAL DE ENERGIA POR SETOR - %

SETOR	1970	1980	1990	1998	1999
TOTAL - 10³ tep	69166	127702	169418	228208	231086
INDÚSTRIA	30,2	39,8	38,8	37,0	37,4
DA QUAL: ENERGO-INTENSIVA	17,3	22,7	23,1	21,3	21,5
TRANSPORTE	18,8	19,8	19,1	21,2	20,6
RESIDENCIAL	34,0	19,9	16,4	15,7	15,9
COMÉRCIO E SERVIÇOS	4,4	6,2	7,8	9,3	9,6
USO NÃO-ENERGÉTICO	2,1	4,3	5,7	5,6	5,6
SETOR ENERGÉTICO	2,8	5,2	7,8	7,0	6,7
OUTROS	7,7	4,8	4,5	4,2	4,2

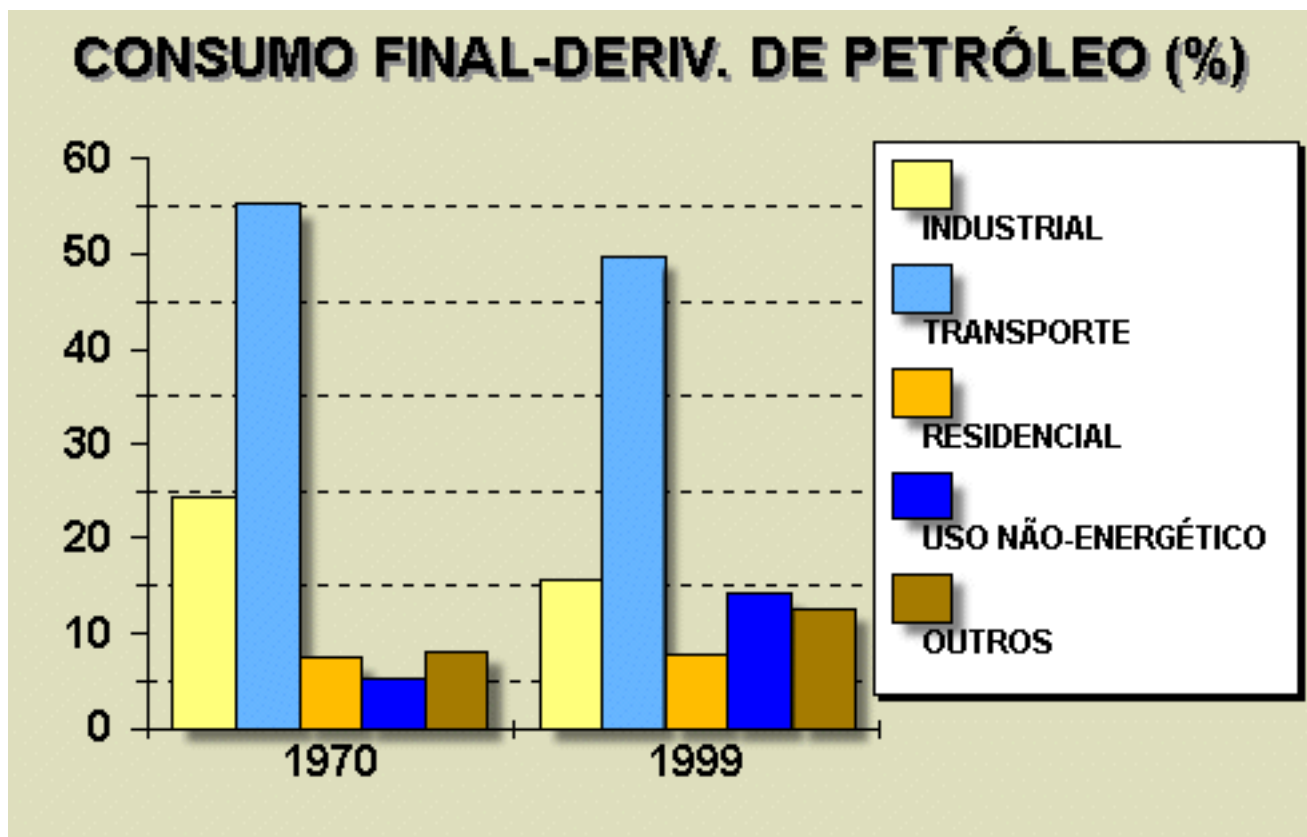
[\[Volta \]](#)



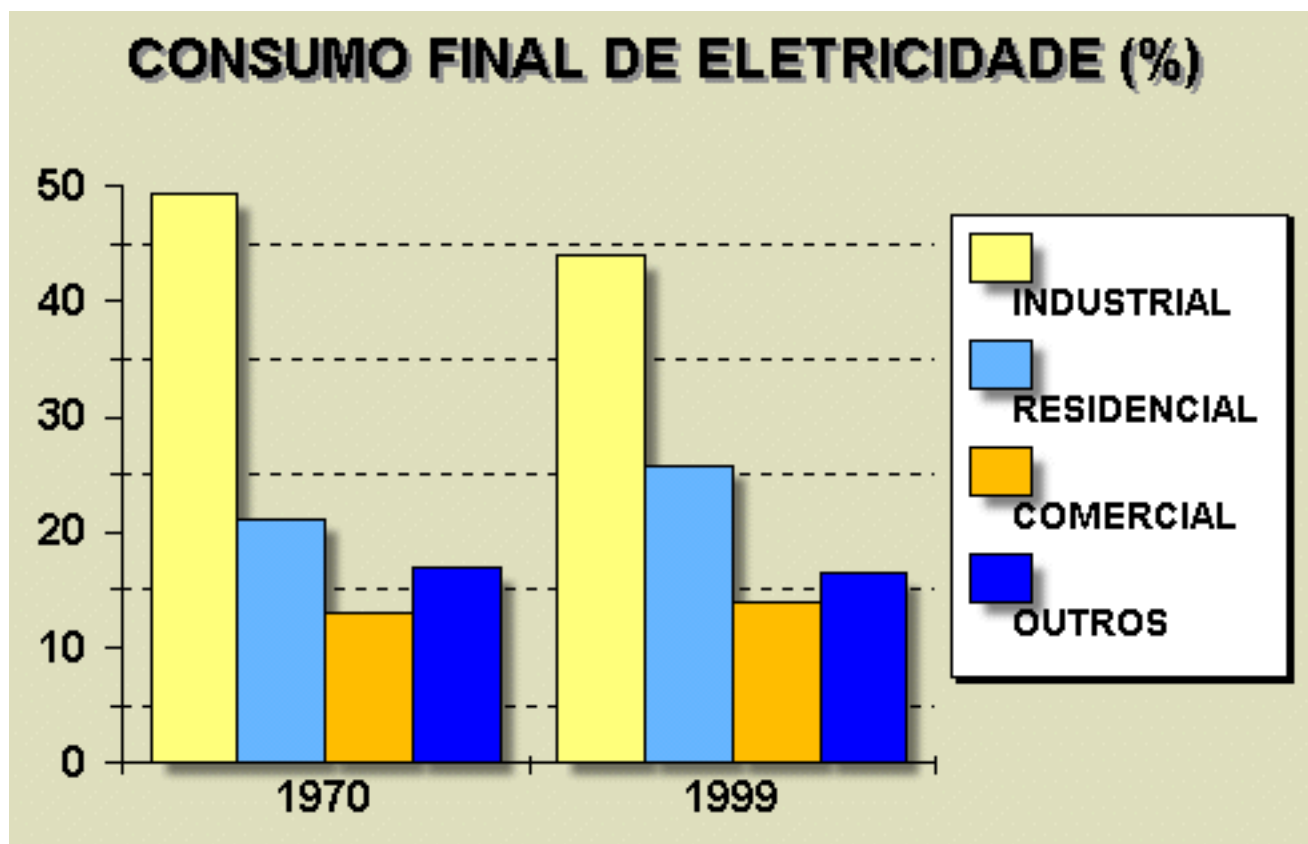
[\[Volta \]](#)

CONSUMO FINAL DE ENERGIA - %					
 FONTE E SETOR	1970	1980	1990	1998	1999
T O T A L - 10⁰³ tep	69166	127702	169418	228208	231086
CARVÃO MINERAL - 10⁰³ tep	1546	4457	7413	9990	9570
INDUSTRIAL	96	97	98	98	100
USO NÃO-ENERGÉTICO	4	3	2	2	0
DERIVADOS DE PETRÓLEO - 10⁰³ tep	22975	52001	55728	81128	81100
INDÚSTRIA	24	28	15	16	16
DA QUAL: ENERGO-INTENSIVA (2)	14	15	9	10	10
TRANSPORTE	55	46	47	51	50
RESIDENCIAL	7	6	9	8	8
USO NÃO-ENERGÉTICO	5	9	15	14	14
SETOR ENERGÉTICO	5	6	6	5	5
OUTROS(1)	3	6	8	7	7
GÁS NATURAL - 10⁰³ tep	69	860	3015	4965	5488
INDÚSTRIA	4	36	44	54	55
TRANSPORTE	0	0	0	2	2
RESIDENCIAL	0	0	0	2	1
USO NÃO-ENERGÉTICO	4	45	29	16	13
SETOR ENERGÉTICO	91	19	26	25	28
OUTROS(1)	0	0	0	1	1
ELETRICIDADE - 10⁰³ tep	11503	35584	63121	89039	91262
INDÚSTRIA	49	56	52	44	44
DA QUAL: ENERGO-INTENSIVA (2)	28	32	31	26	25
RESIDENCIAL	21	19	22	26	26
COMERCIAL	13	11	11	14	14
SETOR ENERGÉTICO	5	3	3	3	3
OUTROS(1)	11	11	12	13	13
BIOMASSA - 10⁰³ tep	33073	34800	40141	43086	43666
INDÚSTRIA	25	35	41	47	49
DA QUAL: ENERGO-INTENSIVA (2)	5	13	20	16	17
TRANSPORTE	0	4	14	15	15
RESIDENCIAL	58	45	21	15	15
SETOR ENERGÉTICO	0	6	16	17	15
OUTROS(1)	16	11	7	6	6
(1) Público e Agropecuário (2) Inclui: cimento, metalurgia, química e papel e celulose					

[\[Volta \]](#)



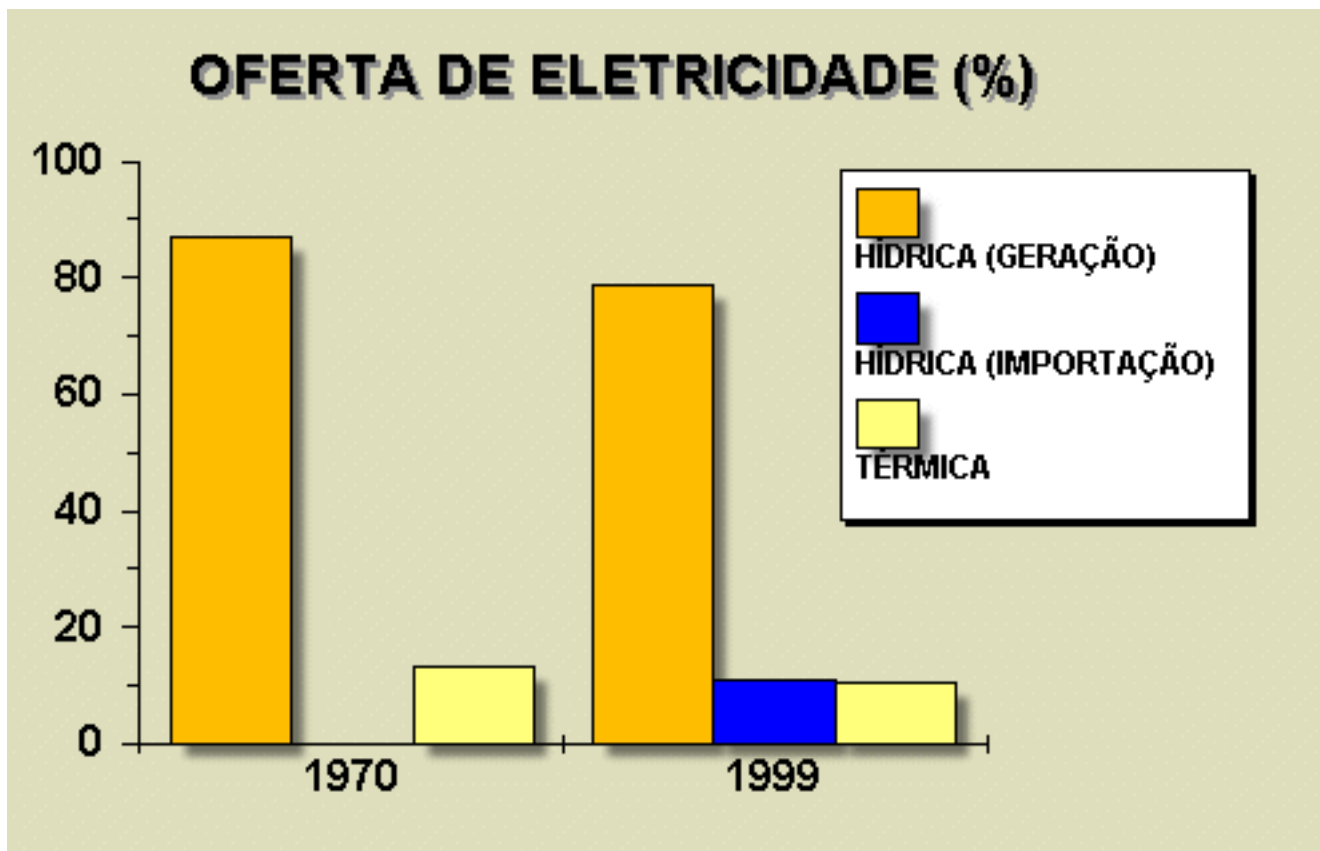
[\[Volta \]](#)



[\[Volta \]](#)

OFERTA DE ELETRICIDADE POR FONTE - TWh					
FONTE	1970	1980	1990	1998	1999
TOTAL	45,7	139,2	249,4	361,1	372,2
CARVÃO MINERAL	1,4	2,6	2,8	5,3	8,2
DERIVADOS DE PETRÓLEO	3,7	5,2	5,3	11,4	13,7
GÁS NATURAL	0,0	0,0	0,7	1,2	2,0
URÂNIO	0,0	0,0	2,2	3,3	4,0
HIDRO	39,8	128,9	206,7	291,5	292,9
OUTRAS	0,8	2,6	5,1	9,1	11,5
IMPORTAÇÃO LÍQUIDA	-0,0	-0,2	26,5	39,4	39,9
DO QUAL: GERAÇÃO PÚBLICA	42,0	131,0	210,9	301,2	308,4

[\[Volta \]](#)



[\[Volta \]](#)

CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO - MW

ESPECIFICAÇÃO	1970	1980	1990	1998	1999
TOTAL	11048	33472	53050	65209	68181
HIDRO	8835	27649	45558	56759	58998
CENTRAIS PÚBLICAS	8480	27081	44934	55857	58086
AUTOPRODUTORES	355	568	624	902	912
TERMO	2213	5823	7492	8450	9183
CENTRAIS PÚBLICAS	1619	3484	4827	5455	5874
Eficiência média - %	24	27	26	24	27
AUTOPRODUTORES	594	2339	2665	2995	3309
Eficiência média - %	31	39	37	38	38

[\[Volta \]](#)

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - RESULTADOS DO PROCEL					
ESPECIFICAÇÃO	1986-93	1994	1995	1998	1999
REDUÇÃO DE CARGA NA PONTA (MW)	149	70	103	398	392
ENERGIA TOTAL ECONOMIZADA(GWh/ano)	930	344	572	1900	2100
USINA EQUIVALENTE	220	80	135	394	436

[\[Volta \]](#)

INDICADORES DE EMISSÃO DE CO2 - Ano de referência: 1997					
ESPECIFICAÇÃO	BRASIL	EUA	JAPÃO	AMÉRICA*	MUNDO
t CO2 / hab	1,8	20,5	9,3	2,2	4,0
t CO2 / tep de Oferta Interna de Energia	1,8	2,5	2,3	2,0	2,4
t CO2 / 10 ³ US\$(85) de PIB	0,52	0,83	0,35	0,77	0,90
t CO2 / km ² de superfície	35	595	3107	48	113
* América Latina					

[\[Volta \]](#)

Para sugestões ou mensagens
patusco@mme.gov.br

[\[Volta \]](#)