

Anexo 4 - Projeção de Demanda de Energia e da Geração Elétrica em Unidades de Serviço Público (Resultados)

O Conceito de Energia Equivalente

As fontes energéticas classificadas como **primárias** são os produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha e outros.

Boa parte dos produtos primários, como o petróleo, passa por um processo de transformação que os convertem em formas mais adequadas para os diferentes usos nos **centros de transformação**

No caso do petróleo, os centros de transformação são as refinarias, onde são obtidos produtos de uso direto, como a gasolina, o óleo diesel, o querosene, o gás liquefeito e outros, que são classificados como **energia secundária**.

Energia final designa a energia tal como é recebida pelo usuário nos diferentes setores, seja na forma primária, seja na secundária. Os balanços energéticos se estruturam de tal forma que se discrimina a energia como:

Primária => Perdas na Transformação + Final;

sendo que a energia final inclui a fração da energia primária de uso direto e a secundária.

Para converter a energia chamada final na forma em que ela é usada, passa-se ainda por um processo que implica em perdas, sendo necessário considerar uma eficiência de uso ou rendimento. Denomina-se rendimento a razão entre essa energia na forma que é usada, denominada **energia útil**, e a energia final.

Na elaboração de um balanço de energia útil é necessário dispor, para cada setor, da energia final utilizada por fonte energética. Para cada uma das fontes é necessária a distribuição pelos diferentes usos e a dos rendimentos em cada um desses usos. Desta forma, a soma dos valores em energia útil tem a vantagem de levar em conta os diferentes rendimentos, para um mesmo uso, dos diferentes energéticos.

A utilização da soma, em energia útil, das parcelas representando os diferentes usos, apresenta, no entanto, o inconveniente de uma valorização que depende do tipo de uso. Por exemplo, um combustível, como a lenha, é usado para gerar calor de processo em uma indústria com eficiência, digamos, de 75%. O óleo diesel é usado, na mesma indústria, para gerar força motriz com uma eficiência de 30%. Quando somados os dois combustíveis, na forma de energia útil, eles aparecem com um fator de mérito que não corresponde à sua potencialidade. Com efeito, o óleo diesel poderia ser usado, com uma eficiência superior à lenha, para calor de processo e, quando usado como força motriz, também apresentaria uma eficiência bastante superior a que seria obtida através da lenha em uma máquina a vapor.

Ou seja, não obstante a sua maior potencialidade, ou por causa dela, a energia final do diesel aparece multiplicada por 0,30 e a da lenha por 0,75.

Para levar em conta essas diferenças utilizamos, além do conceito de energia útil, o conceito de **energia equivalente**. Neste conceito, a eficiência de cada fonte de energia é comparada, **para o mesmo uso**, com a eficiência de uma fonte de referência.

Na maioria dos casos foi usado como referência o gás natural. No exemplo citado, a lenha, o carvão mineral, o óleo combustível – e eventualmente o próprio óleo diesel – seriam comparados, para geração de calor, com o gás natural, neste uso. Para uso motriz, o diesel também seria comparado com o gás natural, utilizado para a mesma finalidade.

No caso mencionado, seria considerada para o gás natural uma eficiência de 85% na geração de calor e de 25% como força motriz. As equivalências obtidas seriam mais independentes da forma de uso:

1 tep de lenha -> 0,88 tep de GN (geração de calor)

1 tep de diesel -> 1,2 tep de GN (força motriz)

Ou seja, o rendimento para um energético qualquer é sempre comparado com o rendimento do energético de referência para o mesmo uso.

A escolha do gás natural como energético de referência se deve à sua ampla flexibilidade de uso nos setores industrial, residencial, comercial e, quando disponível, no agrícola; para todas aplicações como fonte térmica. Para o setor transporte (uso motriz) seria mais lógico usar um combustível líquido de amplo uso (diesel ou gasolina). Cabe ressaltar que a gasolina apresenta, no Balanço de Energia Útil Brasileiro, o mesmo rendimento que o gás natural (GN) no uso rodoviário. Optamos então pelo uso da gasolina como combustível de referência, expressando o resultado em "equivalente ao GN". Nos usos específicos de eletricidade, usamos, para expressar a energia equivalente, procedimento análogo ao utilizado no Balanço Energético Nacional BEN, para contabilizar a energia hidráulica, que é valorizada com base na energia térmica necessária para gerar um kWh de energia elétrica.

Todos os valores de energia são expressos em toneladas equivalentes de petróleo. Esta unidade é usada, praticamente, em todos os balanços energéticos, por isso preferimos mantê-la em vez de criar uma tonelada equivalente de GN, ou metro cúbico equivalente de GN.¹

A expressão dos valores em energia equivalente considera a capacidade de substituição dos combustíveis que não muda com a unidade usada para contabilizá-los. Ou seja a relação entre as quantidades físicas entre equivalentes dos combustíveis em

¹ A mudança recentemente adotada no Balanço Energético Nacional do MME considera os valores em poder calorífico inferior (PCI) e toma 1 tep = 10000 Mcal. Estamos convencendo chamar essa equivalência de "tep novo". A equivalência anterior, que estamos nos referindo como "tep antigo", considerava os poderes caloríficos superiores (PCS) e 1 tep = 10800 Mcal. Os valores em energia equivalente não são alterados em virtude da adoção de valores "redondos" para tep novo. Eles sofrem, no entanto, influência das mudanças do valor dos PCI do energético e do GN em relação aos mesmos valores em PCS.

e o de referência (GN) não é alterada. No entanto, o valor em “tep equivalente de gás natural” muda por um fator constante. Na atual versão do programa, as tabelas geradas ainda consideram os valores para tep antigo.

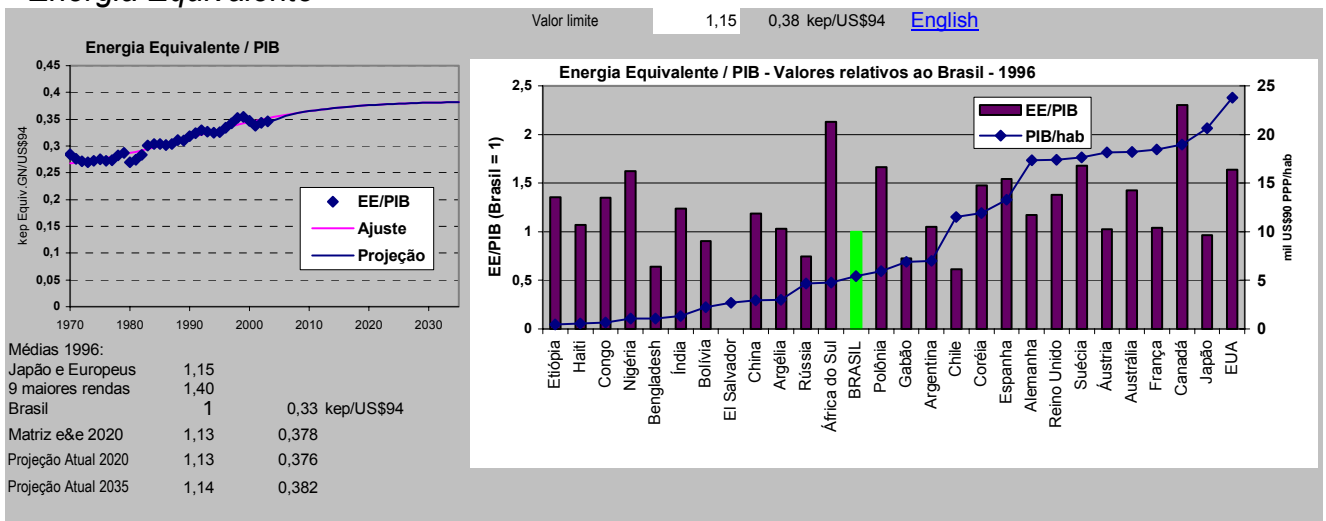
Para converter os dados de energia final em energia equivalente, a e&e elaborou um balanço de energia equivalente que parte de um balanço energético ampliado (49 Energéticos X 46 Contas), fornecido pelo MME, que possibilita obter para cada ano o consumo final em energia equivalente. Este programa foi usado para obter os dados de energia equivalente usados.

Demanda para Cenário de Referência

Para estimar a demanda em energia equivalente e a demanda em eletricidade, foi utilizado um programa de cálculo que é uma simplificação do usado anteriormente pela e&e para estimar a Matriz Energética e de Emissões para 2020. As telas do programa são apresentadas a seguir com comentários sucintos sobre o procedimento:

Estima-se o valor Energia Equivalente/PIB para o período. A projeção para o ano final é feita baseada nos valores históricos do Brasil e na comparação entre o Brasil e outros países. As telas abaixo mostram o processo de eleição dos valores.

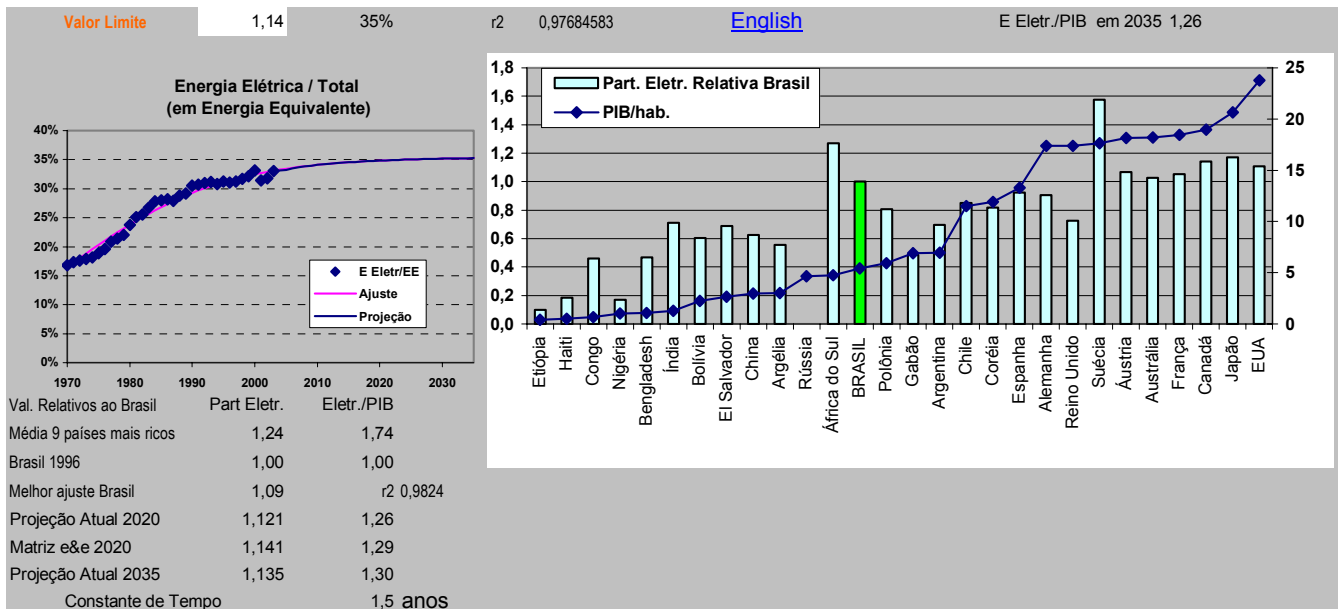
Energia Equivalente



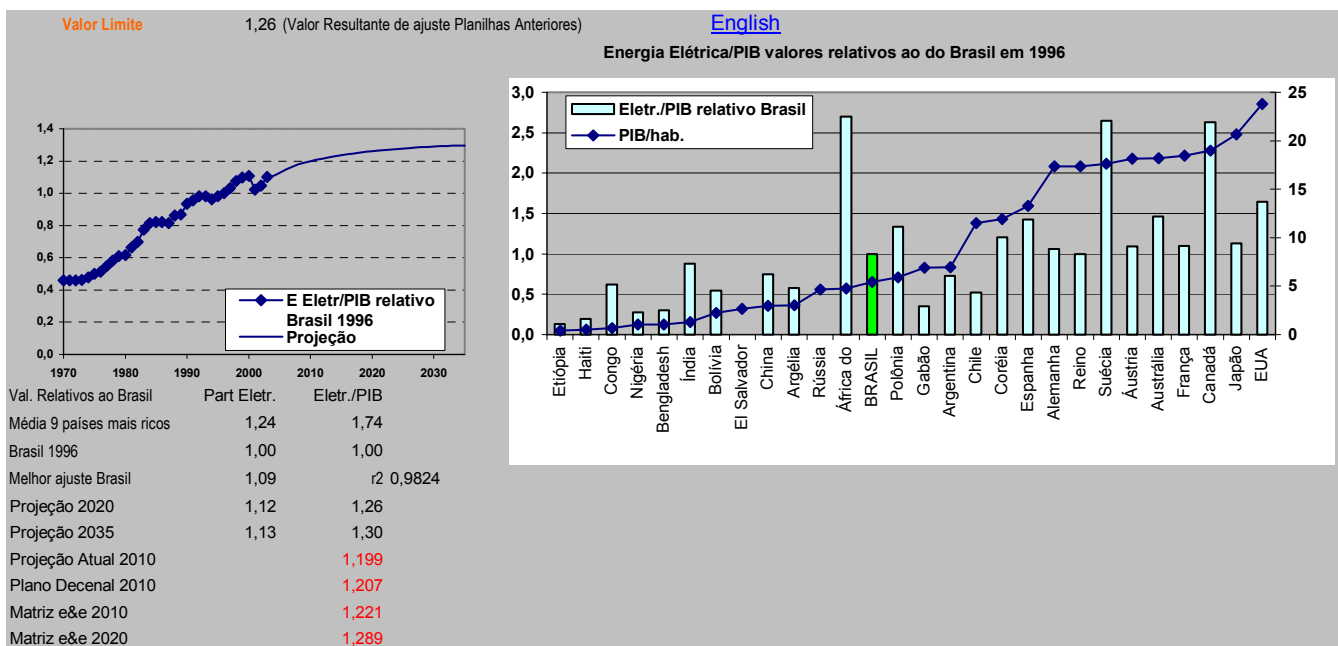
O valor escolhido como limite, no horizonte 2035, corresponde, em 1996, a média dos países europeus e Japão, cujo consumo era 15% superior ao do Brasil por unidade de produto. Outros valores de referência são indicados na tela. A escolha corresponde a uma hipótese conservativa, já que países como Canadá e EUA apresentam um consumo específico bastante superior.

Energia Elétrica

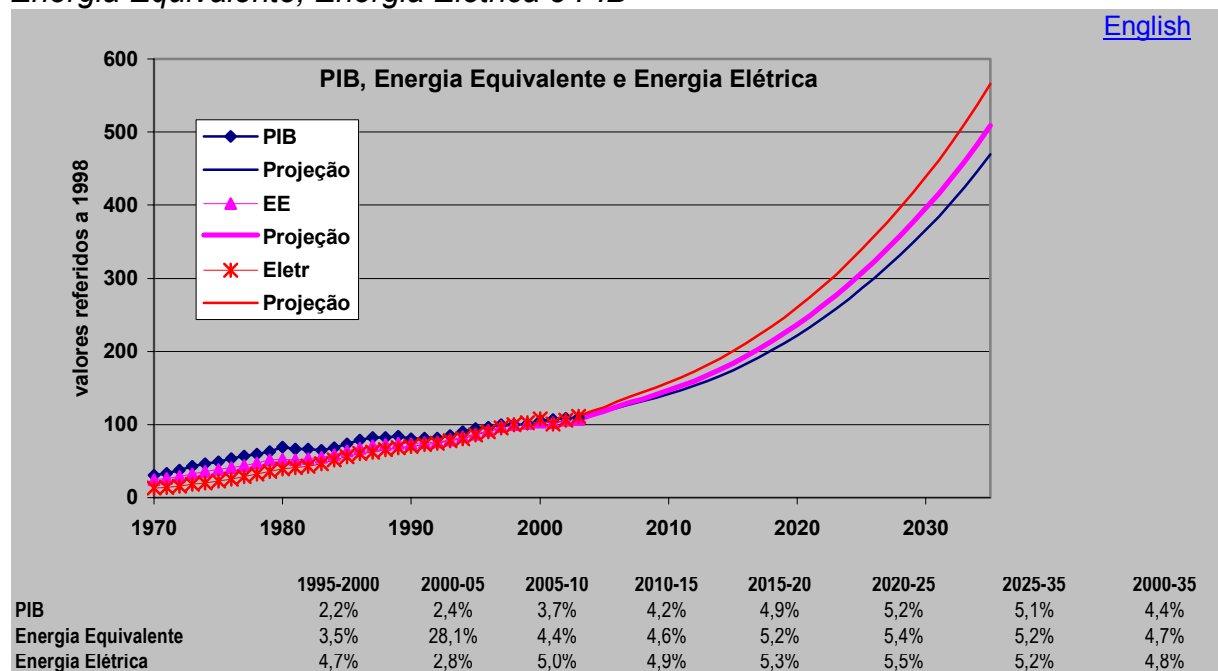
A participação da energia elétrica vem crescendo no Brasil e no exterior. O Brasil já tem uma participação relativamente alta de eletricidade na matriz. O melhor ajuste para o Brasil é uma participação máxima 9% superior à atual. Considerou-se um valor de 1,14 (14% superior) devido às hipóteses feitas para a economia.



A razão eletricidade/PIB é mostrada na Figura seguinte. Para 2020 ela é ligeiramente inferior à projetada anteriormente pela e&e para o Brasil (Matriz e&e 2020). e 20% superior ao valor de 1996, conforme indicado na planilha. Os valores encontrados para 2010 são ligeiramente inferiores aos do Plano Decenal correspondente àquele ano; os valores para 2020 são ligeiramente inferiores ao estudo da matriz e&e para 2020.



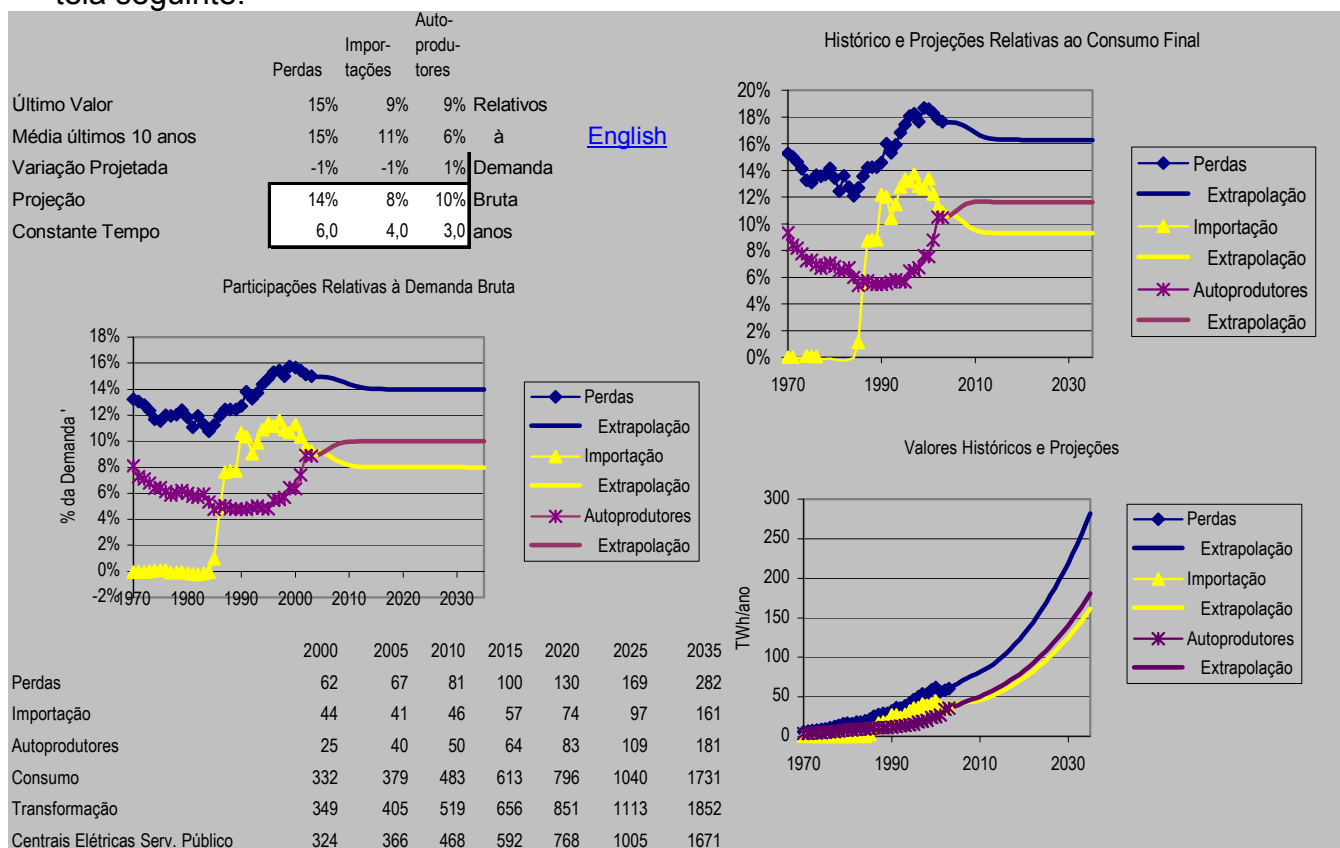
Energia Equivalente, Energia Elétrica e PIB



O crescimento do PIB, da demanda de energia expressa em energia equivalente e da energia elétrica são mostrados na tela acima. As taxas de crescimento dessas variáveis são mostradas na tabela correspondente.

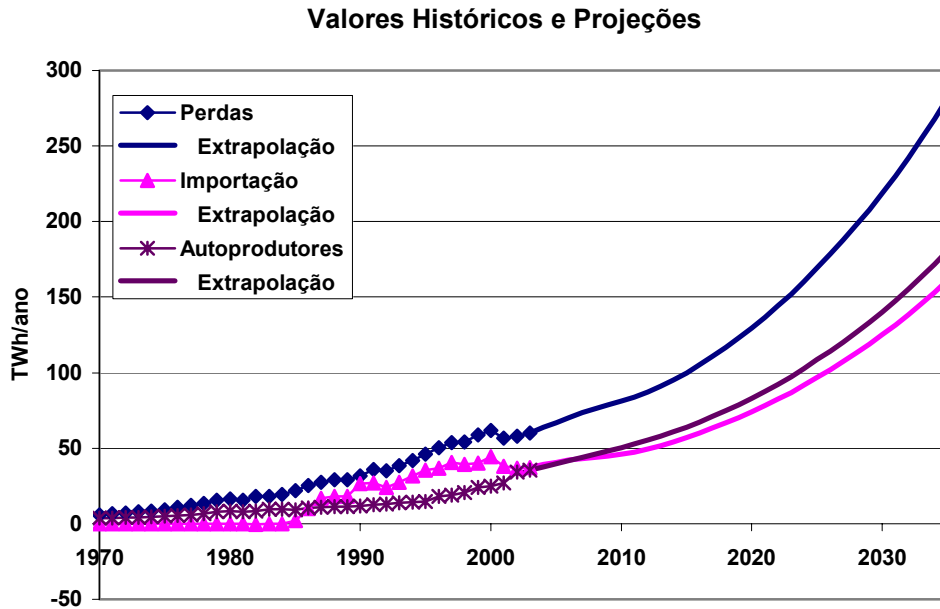
Perdas, Importações e Auto-produtores

Os valores das perdas, participação de auto-produtores e importação são projetados na tela seguinte:



Foi suposta uma redução do percentual de perdas e de importação e um incremento na participação de autoprodutores em virtude das possibilidades de cogeração (principalmente com gás natural)

Os valores históricos e as projeções são mostrados na tela e destacados na tabela e figura a seguir. A tela seguinte mostra o gráfico da demanda histórica e projetada de eletricidade.



Demanda de energia em Centrais de Serviço Público – Histórico e Projeção

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2035
Perdas	62	67	81	100	130	169	282
Importação	44	41	46	57	74	97	161
Autoprodutores	25	40	50	64	83	109	181
Consumo	332	379	483	613	796	1040	1731
Transformação	349	405	519	656	851	1113	1852
Centrais Elétricas Serv. Público	324	366	468	592	768	1005	1671

