



**PIM
ES
PIMES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

A AMPLIAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA ENTRE 1970 E 2009

LAÉRCIO TAVARES DE ARAÚJO NETO

Recife, Dezembro de 2011



Universidade Federal de Pernambuco
Centro De Ciências Sociais Aplicadas
Departamento De Economia
Programa De Pós-Graduação Em Economia

Laércio Tavares de Araújo Neto

“A AMPLIAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA ENTRE 1970 E 2009”

*Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em
Economia da Universidade Federal de Pernambuco (PIMES-UFPE)
como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Economia.*

Orientador: Prof. Dr. Ecio de Farias Costa

Recife, Dezembro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DE:

LAÉRCIO TAVARES DE ARAÚJO NETO

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o Candidato Laércio Tavares de Araújo Neto **APROVADO**.

Recife, 15/03/2012

Prof. Dr. Écio de Farias Costa
Orientador

Prof. Dr. Tiago Farias Sobel
Examinador Externo/Fundação Joaquim Nabuco

Prof. Dr. Emanuel de Souza Barros
Examinador Externo/UFPE/Campus do Agreste

Dedico essa dissertação a minha família.

Agradecimentos

Agradeço a todos da família, amigos e companheiros de trabalho, sem os quais não seria possível alcançar meus objetivos e que viveram comigo os anseios e problemas no decorrer da produção da presente dissertação.

A Écio e Valfrido, meus orientadores, que me ajudaram a manter a calma e organizar meus pensamentos em momentos de dúvidas e, sem dúvida, contribuíram para a melhor disposição deste trabalho. Agradeço ainda a meu primo, Ricardo, pela grande ajuda na estruturação do texto e aperfeiçoar modos de organização do trabalho, de modo que a exposição do mesmo fosse feita da melhor maneira possível.

Agradeço principalmente a meus pais e meu irmão, que estiveram comigo durante os períodos mais críticos e que enfrentaram o desafio de me dar um suporte emocional necessário para transcorrer.

Tenho muito que agradecer também a meus amigos que mantiveram a amizade e o relacionamento ativos, mesmo percebendo o distanciamento e isolamento que a produção do trabalho demandava de mim, associado ao nível de estresse como consequência do mesmo. Àqueles que me deram força e que me estimularam a não desistir, tenho uma grande gratidão.

Resumo

A consolidação da Matriz Energética Brasileira teve seu início na década de 1970, onde grandes investimentos davam partida a uma longa jornada em direção à diversificação, autossuficiência e segurança energética nacional. Esses investimentos foram possíveis devido a uma série de acontecimentos históricos e situações internas, ao colocar em risco o fornecimento e a eficiência energética do país. O Brasil segue, quatro décadas após a década de 1970, como referência no âmbito energético, seja no setor petrolífero no desenvolvimento de tecnologia de extração de petróleo em águas profundas, como no desenvolvimento de novas tecnologias, tal como o etanol da cana-de-açúcar, e aproveitamento do potencial hidráulico nacional. Nesse sentido, propõe-se discutir essa evolução e os fatores que a possibilitaram, abrindo espaço para projeções futuras.

Palavras-chave: Fontes de Energia, Segurança Energética, Matriz Energética Brasileira

Abstract

The consolidation of Brazilian Energy Matrix began on the 1970's, when high investments started a long journey towards diversification, self-sufficiency and national energy security insurance. These investments were possible due to a number of historic facts and internal situations that placed national energy supply and efficiency in risk. Brazil leads, four decades after the 1970's, as a reference in energy environment, on the oil sector as creating high technology on deep water extraction, as well as in developing new fuels and technology, the sugar cane ethanol for example, and great domestic use of it's potential hydraulic power. Therefore, it is proposed a discussion over this development and facts that made it possible, making room for future projections.

Keywords: Energy Sources, Energy Security, Brazilian Energy Matrix

Lista de Figuras

Figura 1 - Evolução de cada Fonte Primária no Período de 1970 a 2009.....	26
Figura 2 - Evolução da concentração da matriz energética brasileira.	26
Figura 3 - Evolução da Produção Interna de Petróleo / Importação do Petróleo / Preço do Petróleo (1970/1979).....	30
Figura 4 - Evolução das reservas de petróleo e do preço internacional do petróleo (1970-1989).....	31
Figura 5 - Evolução das reservas de petróleo (1990-1999).....	32
Figura 6 - Evolução das reservas de petróleo (2000-2009).....	34
Figura 7 - Evolução das reservas de gás natural e do preço internacional do petróleo (1975-1989).....	36
Figura 8 - Evolução da Produção de Produtos da Cana, Preço Internacional de Petróleo e Importação de Petróleo (1970/1985).....	49
Figura 9 - Evolução da Produção de Produtos da Cana e Preço Internacional de Petróleo (1985-2002)	51
Figura 10 - Evolução da Produção de Produtos da Cana e Preço Internacional de Petróleo (2003-2009)	52
Figura 11 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1970-1975).....	54
Figura 12 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1975-1980).....	56
Figura 13 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1980-1990).....	57
Figura 14 - Evolução da Produção Hidráulica e População Residente (1980-1990).....	58
Figura 15 - Evolução da Produção Hidráulica, Lenha e Produtos da Cana (1990-2000).....	59
Figura 16 - Evolução da Produção Hidráulica e Produtos da Cana (2000-2009)	60

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Evolução da Produção Interna de Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (1070-1979).....	29
Tabela 2 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total e Grau de dependência (1980-1989) ..	31
Tabela 3 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (1990-1999) .	33
Tabela 4 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (2000-2009) .	34
Tabela 5 - Produção interna de gás natural e percentual sobre o total de produção interna (1970-1979)	36
Tabela 6 - Produção interna de gás natural e percentual sobre o total de produção interna (1980-1989)	37
Tabela 7 - Produção interna de gás natural, percentual sobre o total de produção interna e reserva de gás natural em cada ano (1990-1999).....	39
Tabela 8 - Produção interna, percentual sobre o total de produção interna e reserva, importação e participação na oferta interna total do gás natural em cada ano (2000-2009)	40
Tabela 9 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 80	43
Tabela 10 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 90	44
Tabela 11 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 2000	44
Tabela 12 - Produção interna e importação de urânio (1996-2009), com percentual total sobre produção interna e importação total.....	45
Tabela 13 - Evolução da produção de biomassa (produtos da cana + lenha) pelas décadas e seu percentual da Produção Interna de Energia	46
Tabela 14 - Evolução da produção de lenha pelas décadas e seu percentual da Produção Interna de Energia	46
Tabela 15 - Crescimento de Produtos da Cana de 1970 a 1985	48
Tabela 16 - Crescimento de Produtos da Cana de 1985 a 2002	50
Tabela 17 - Crescimento de Produtos da Cana de 2003 a 2009	52
Tabela 18 - As dez maiores usinas em operação, região e potencia	53
Tabela 19 - Produção hidráulica de 1970-1973 com percentual do total.....	54
Tabela 20 - Produção hidráulica de 1970-1980 com percentual do total.....	55
Tabela 21 - Produção hidráulica de 1980-1990 com percentual do total.....	57
Tabela 22 - Produção hidráulica de 1990-2000 com percentual do total.....	59
Tabela 23 - Produção hidráulica e produtos da cana de 2000-2009 com percentual do total, e taxa de crescimento anual.....	60
Tabela 24 - Produção interna de outras fontes, e percentual total sobre produção interna 1970-1990	64
Tabela 25 - Produção interna de outras fontes e percentual total sobre produção interna 1990-2002	65
Tabela 26 - Produção interna + percentual total sobre produção interna 2003-2009	65
Tabela 27 - Índice C4 dos anos 1970, 1980, 1990 e 2009	66
Tabela 28 - Índice de concentração Hhi dos anos 1970, 1980, 1990 e 2009	67

Sumário

1	Introdução.....	10
1.1	Problemática e Justificativa	13
1.2	Objetivos da Pesquisa	15
	Objetivo Geral.....	15
	Objetivos Específicos.....	16
1.3	Metodologia e Dados.....	16
1.4	Estrutura da Dissertação	18
2	Referencial Teórico.....	19
2.1	A Vantagem Absoluta e a Vantagem Comparativa.....	19
2.2	Revisão Literária e Bibliográfica	20
3	Evolução da Matriz Energética Brasileira.....	22
3.1	Uma visão geral.....	22
3.2	O Petróleo	27
3.3	O gás natural	35
3.4	A energia do Urânio	41
3.5	A Biomassa e os Produtos da Cana	45
3.6	A energia Hidráulica.....	52
3.7	Outras Fontes	61
3.8	Nível de concentração da Matriz Energética	65
4	Considerações Finais.....	68
	Referências	71
	Anexo A – Compilação dados de produção interna por fonte.....	76
	Anexo B – Compilação dados importação por fonte.....	78
	Anexo C – Compilação dados secundários diversos	80

1 Introdução

A energia faz parte da vida em sociedade desde os primórdios da história humana. Mesmo antes do surgimento da energia elétrica ou do descobrimento de combustíveis como o petróleo, a lenha era a locomotiva da geração de energia primária no mundo. Com o estabelecimento do motor a vapor, a lenha perdeu seu lugar de fonte principal na utilização industrial para dar lugar ao modelo energético do carvão. Esse modelo possibilitou o incremento no processo produtivo, intensificando a indústria e dando início à primeira Revolução Industrial na Inglaterra (RIZZO e PIRES, 2005). Principalmente a partir da Revolução Industrial, a função da energia e suas fontes passa a ser percebida como intrínseca na competitividade econômica e tecnológica das nações. A estabilidade na utilização de fontes básica de energia foi dando espaço para a constante busca por inovações tecnológicas e científicas capazes de aperfeiçoar a utilização do insumo ou criar novos processos de geração energética.

No estudo do setor energético é preciso compreender a diferença entre fontes de energia renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis são aquelas que advêm de insumos cuja disponibilidade é limitada, ao contrário das renováveis que possuem disponibilidade renovável, seja através da nova produção de insumos ou por ser gerada de recursos de constante disponibilidade. De acordo com a Agência de Administração de Energia dos Estados Unidos (EIA), energia renovável pode ser definida como “fontes de energia que são naturalmente repostas, mas de fluxo limitado. São virtualmente inesgotáveis na duração, porém limitadas na quantidade de energia que dispõem por unidade de tempo” (EIA, s/d)¹. Ainda de acordo com a EIA, “as fontes não-renováveis são assim classificadas porque não podem ser repostas naturalmente (feitas novamente) em um período curto de tempo” (EIA, s/d)².

As fontes de energia podem também ser divididas com relação à sua produção, sendo fontes primárias ou secundárias de energia. As primárias são aquelas cuja produção é direta do recurso energético em seu estado natural, anterior a transformações ou conversões humanas. A produção de energia primária engloba a produção energética para todas as formas

¹ Tradução do autor. No original lê-se: “Energy sources that are naturally replenishing but flow limited. They are virtually inexhaustible in duration but limited in the amount of energy that is available per unit of time” (EIA, s/d).

² Tradução do autor. No original lê-se: “These energy sources are considered nonrenewable because they can not be replenished (made again) in a short period of time” (EIA, s/d).

de uso, incluindo o abastecimento para nova produção energética de outras fontes (UN, 2011). As fontes energéticas primárias a serem utilizadas nesse trabalho são as mesmas consideradas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a saber, o petróleo, o gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico, urânio, hidráulica, lenha, produtos da cana e outras fontes primárias (EPE, 2010). Dividindo estas fontes em renováveis e não renováveis teremos o petróleo, gás natural, carvão vapor, carvão metalúrgico e urânio como não renováveis, contrastando com a energia hidráulica, lenha, produtos da cana e outras fontes primárias como renováveis. Dentre as fontes do grupo classificado como “Outras Fontes”, estão inclusas “o vento (energia eólica), sol (energia solar), mar, geotérmica (calor existente no interior da Terra), esgoto, lixo e dejetos animais, entre outros.” (ANEEL, 2008, p. 77). No presente trabalho, a análise desse grupo será limitada à energia eólica, como grande representante.

As fontes de energia secundárias ou derivadas são aquelas geradas a partir das fontes primárias, através de transformação com ação do homem. Aqui podem ser classificadas como secundárias, também conforme considerado pela EPE, gasolina, GLP, nafta, querosene, gás de cidade, coque de carvão mineral, urânio contido no UO₂, eletricidade, carvão vegetal, álcool etílico, anidro e hidratado, outras secundárias de petróleo, produtos não energéticos de petróleo e alcatrão (EPE, 2010).

No presente trabalho serão consideradas as fontes primárias de energia, de modo a facilitar o entendimento e restringir a quantidade de informação para um resultado de pesquisa mais satisfatório.

O consumo de energia no mundo está em constante crescimento a taxas que variam em cada país. Nos industrializados essa taxa de crescimento no consumo é menor que nos países em desenvolvimento, principalmente nos emergentes, devido à grande demanda da indústria nascente e em vias de desenvolvimento. Agregado à maior demanda energética, o avanço tecnológico traz também um melhor aproveitamento na geração, otimizando a eficiência global de conversão de energia e minimizando o processo de perdas conversão (GOLDEMBERG, 2000). Segundo Goldemberg e Moreira (2005, p.215), a utilização de “fontes de energia e de tecnologias modernas de uso final levou a mudanças qualitativas na vida humana, proporcionando tanto o aumento da produtividade econômica quanto do bem-estar da população”

De modo a garantir que o suprimento energético capaz de proporcionar tais mudanças qualitativas na vida humana, bem como dar pilares para o desenvolvimento econômico, surgiu o conceito de segurança energética. O primeiro conceito de segurança energética foi gerado à

partir do colapso das duas crises do petróleo na década de 1970 e com a interrupção do abastecimento desse insumo. Ambas as crises tiveram origem em conflitos na região do Oriente Médio. A primeira crise aconteceu em 1973 quando eclodiu a Guerra do Yom Kippur, e segundo Santana (2006), foi usada como mecanismo para despertar a consciência moral do mundo diante do conflito contra Israel. Foi, portanto, como forma de responder ao apoio dos países ocidentais a Israel, que os países da OPEP, em sua grande maioria árabes, decidiram reduzir a oferta, gerando um aumento expressivo no preço do petróleo (RIZZO e PIRES, 2005). Em um segundo momento, em 1979, ocorreu um conflito entre Iraque e Irã, gerando novos aumentos e instabilidade no mercado mundial.

“Nas últimas décadas a segurança no suprimento de energia está associada às perspectivas de esgotamento das reservas de petróleo nas próximas décadas e a elevação dos preços do mercado dos combustíveis fósseis em consequência dos problemas políticos e sociais nas principais regiões produtoras. (...) A inserção de recursos complementares na matriz energética de um país, com a adoção de fontes renováveis, deve minimizar os impactos causados por crises internacionais que afetam o mercado de combustíveis fósseis ou instabilidades na geração hidroelétrica em épocas de estiagem.” (MARTINS e GUARNIERI e PEREIRA, 2008, p. 1304.1-1304.2).

No decorrer dos anos o conceito de segurança energética, anteriormente associado somente ao suprimento contínuo e seguro do petróleo importado, foi evoluindo de maneira a envolver ainda questões mais completas. Vários fatores como o controle de desastres naturais, a estabilidade de preços e questões ambientais e sustentáveis foram incluídos no significado do termo, sem enfraquecer seu caráter econômico e estratégico (SENHORAS et al, 2011). Com isso, a expressão gira em torno principalmente da diversificação do suprimento energético, seja ela através de fornecimento interno ou importado. Apesar da conceituação geral de segurança energética recair sobre o fornecimento de insumos suficientes a preços razoáveis, atualmente a interpretação deste termo varia de acordo com o perfil do país estudado, e está intimamente ligado também com políticas estratégicas de estrutura para o crescimento econômico do país (BARROS, 2007). A respeito disso, Yergin (2006) comenta que para os países em desenvolvimento, por exemplo, a estabilidade no fornecimento de energia está intimamente ligada em como mudança nos preços de insumos importados irá afetar na sua balança de pagamentos.

Existem muitos estudos para apontar os melhores caminhos para garantir a segurança energética de um país. Na grande maioria deles, estão presentes pontos como a diversificação da matriz energética, pesquisas em melhoria na eficiência e o desenvolvimento de novas tecnologias (GOLDEMBERG, 2000).

“Para enfrentar esse desafio e aproveitar essa oportunidade, é necessário orientar e catalisar esforços de investidores, empreendedores e consumidores do setor energético, visando uma adequada interação entre esses atores. Nesse sentido, é fundamental a contribuição das instituições e equipes responsáveis pelo planejamento energético nacional, antecipando as situações, mapeando as alternativas, sugerindo estratégias, enfim, norteando as decisões.” (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 48).

No mesmo sentido que a maioria dos países, o Brasil segue seu caminho na busca pela segurança energética com políticas públicas associadas a investimentos privados e sua grande potencialidade na geração. A história da energia no Brasil esteve muito atrelada à dependência externa com relação ao petróleo, e produção de energia primária interna basicamente concentrada no uso da lenha. Os grandes alicerces da política desse setor no Brasil, desde a década de 70 foram a busca pela autossuficiência em petróleo e a diversificação da matriz nacional, consolidando a produção interna e diversificando o fornecimento internacional. Durante as quatro décadas seguintes, o Brasil conseguiu descentralizar sua matriz energética, conforme foi comprovado no presente trabalho, anunciar sua autossuficiência em petróleo e ter a posição de destaque em tecnologias de extração de petróleo, gás natural e da produção de combustíveis alternativos. Para entender como essa evolução foi possível foi preciso analisar o desenvolver de cada fonte detalhadamente, atentando-se para acontecimentos e fatos marcantes para o setor e suas implicações para o país.

1.1 Problemática e Justificativa

Tendo em vista o crescimento que a economia brasileira vem tendo nos últimos anos, e conseqüentemente, sua crescente demanda por energia para manutenção contínua desse desenvolvimento, faz-se imprescindível ampliar a matriz nacional. Assim sendo, é importante descobrir como ocorreu a evolução da consolidação desse setor no Brasil. Agregado a isso, questiona-se os fatores que possibilitaram investimentos maiores nesse setor, frente aos acontecimentos históricos no respectivo período. Nesse sentido, procura-se abrir espaço para futuras pesquisas acerca do potencial energético brasileiro e sua possível consolidação para o futuro.

Levando em consideração a importância do setor energético para o desenvolvimento de qualquer economia, busca-se a origem e os fatores que possibilitaram ou influenciaram no fortalecimento da matriz energética brasileira atual. Percebe-se uma clara tendência à diversificação e consolidação da produção interna total de energia primária no transcorrer do período estudado, a saber, de 1970 a 2009. Nesse sentido, é importante ressaltar quais fatores

domésticos e internacionais podem ter contribuído nessa direção e qual o grau de importância que cada fator desempenhou, considerando seu impacto nos dados recolhidos.

A atual situação da matriz energética primária doméstica é fruto de investimentos internos tendo em vista a segurança energética nacional, considerando a ameaça das instabilidades de preço e suprimento internacional do mercado petrolífero. A motivação econômica e estratégica para a diversificação da matriz energética interna é estabelecida pelos altos custos internacionais, grande dependência externa e instabilidade no suprimento, assim como pelo potencial de geração do território brasileiro para algumas fontes.

É preciso, entretanto, ressaltar que, por serem investimentos de longo prazo e, considerando a alta volatilidade do preço internacional de petróleo, a ampliação da matriz energética sofre períodos de investimentos puramente estratégicos, e não economicamente atrativos de ponto de vista de vantagens comparativas. Não é possível o desenvolvimento de uma solução substituta imediata enquanto o produto cuja substituição é almejada está com altos preços, sem considerar que este pode sofrer variações de preço que o tragam de volta ao patamar de mais vantajoso.

Nesse sentido, é imprescindível a análise de alguns dos fatores que influenciaram no desenvolvimento da matriz energética total e específica das fontes cujo crescimento foi mais expressivo, assim como ressaltar a importância de cada fator no processo evolutivo. O período estudado foi escolhido estrategicamente para demonstrar a evolução em diferentes ambientes para o setor energético.

A década de 70 é de grande importância e embrionária para a consolidação de programas e investimentos para as fontes de energia primária que atualmente apresentam maior resultado. É também imprescindível a contemplação dos períodos onde o mundo sofreu os dois grandes choques do petróleo, que originaram muitas das políticas de ampliação das fontes de suprimento energético de vários países.

“O incentivo do governo Geisel à criação de fontes alternativas de produção de energia, de modo a diminuir a dependência do petróleo, foi um dos fatos mais positivos da conjuntura internacional desfavorável da época. Dessa forma, um dos principais efeitos benéficos da crise energética, no médio e longo prazo, foi a capacitação nacional para a extração e o refinamento de petróleo pela Petrobrás” (SANTANA, 2006 p. 176).

Já os anos 80 foram marcados por uma baixa queda nos preços internacionais do barril de petróleo, que contrastaram com a década anterior. Será demonstrado que alguns programas foram desacelerados com essa redução no preço do suprimento internacional, além da menor disponibilidade de recursos para o setor. Ainda nessa década também é preciso

destacar o acontecimento do acidente de Chernobyl que afetou o setor energético no mundo inteiro, com a paralisação ou cancelamento de investimentos no setor nuclear.

Na década de 90 pode-se ressaltar a Guerra do Golfo, que afetou, mesmo que com menor gravidade que os choques do petróleo, o mercado energético internacional. No Brasil nesse período foram concluídas algumas obras de grande importância para o setor energético interno, apesar da desaceleração nos investimentos decorrentes da menor disponibilidade de capital.

No início dos anos 2000 o Brasil sofreu com um choque de fornecimento de energia elétrica que despertou o país para uma maior necessidade na retomada de investimentos no setor. Atrelado ao crescimento econômico mundial, baixo valor do dólar e instabilidades nos maiores países produtores, o preço do barril do petróleo dispara outra vez e o país volta a direcionar seus investimentos para alternativas diretas e indiretas para esse produto. O desenvolvimento de novas tecnologias permite o país a retomar programas anteriormente abandonados, e dar uma nova vida a fontes de grande potencial.

“O debate sobre o aumento da segurança no fornecimento de energia, impulsionado pelos efeitos de ordem ambiental e social da redução da dependência de combustíveis fósseis, contribui para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis. Nessa agenda, o Brasil ocupa posição destacada em função da sua liderança nas principais frentes de negociação e da significativa participação das fontes renováveis na sua matriz energética.

O Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, 43,9% da Oferta Interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto a média mundial é de 14% e nos países desenvolvidos, de apenas 6%.” (LOBÃO; S/d. s.pag).

Destacando os fatores relevantes para essa consolidação, pode-se abrir espaço para conhecer as condições de desenvolvimento do potencial energético do país.

1.2 Objetivos da Pesquisa

Objetivo Geral

Identificar e Analisar os fatores domésticos e internacionais que contribuíram para o investimento na diversificação e estruturação da matriz energética primária no Brasil no período de 1970 a 2009, seja no fomento do setor petrolífero, ou no desenvolvimento de novas fontes primárias de energia. Nesse sentido, pretende-se estudar a dinâmica do setor energético nacional e seu desenvolvimento nas quatro décadas estudadas. É preciso ressaltar, porém, que não faz parte do objetivo questões técnicas e ambientais constantemente presentes

em discussões sobre o referido tema. Busca-se o estudo do caso com relação a fatores puramente econômicos e estratégicos das políticas nacionais de modo a garantir a segurança energética frente às dificuldades enfrentadas.

Objetivos Específicos

Discutir a diversificação da matriz energética, demonstrando a redução do índice de concentração de fontes primárias ao longo dos anos, como meio para garantir a segurança energética brasileira.

Demonstrar a evolução de cada matriz e investimentos específicos, associados a acontecimentos importantes do setor energético.

Indicar, através de uma análise descritiva, a importância de cada fator estudado na ampliação da matriz energética primária brasileira, bem como no desenvolvimento de fontes específicas.

1.3 Metodologia e Dados

Neste trabalho foi utilizada a pesquisa exploratória, com base em dados e informações históricas e atuais. Dessa maneira, estabeleceu-se um procedimento baseado principalmente na pesquisa bibliográfica proporcionando maneiras de definir e solucionar problemas que ainda não foram por completo contextualizados (MARCONI; LAKATOS, 2007).

Pretendeu-se ainda, tomando como base a pesquisa histórica, perceber o contexto em que se encontra o mercado energético brasileiro. A pesquisa histórica é aquela que busca analisar e sintetizar os fatos relatados referentes a acontecimentos do passado (RICHARDSON, 1999). De acordo com Helmstadter (apud RICHARDSON, 1999), os objetivos básicos da pesquisa histórica são o registro fiel do passado e a contribuição para a solução de problemas atuais. No registro fiel do passado, pode-se desenvolver com um acontecimento passado ou o evoluir de um acontecimento através do tempo (RICHARDSON, 1999). No âmbito do trabalho proposto, foram localizados acontecimentos históricos marcantes que desencadearam na situação da matriz energética primária brasileira atual. Para isso, foram utilizadas fontes tanto a nível internacional (com os acontecimentos extraterritoriais que tiveram alguma repercussão no setor energético nacional), quanto internos que proporcionaram o estabelecimento da corrente realidade energética brasileira.

A revisão da literatura sobre o tema é de fundamental importância, uma vez que é através dessa literatura que será feita a análise dos dados secundários recolhidos. Foram utilizados livros, artigos e publicações acerca do referido tema, ou de partes importantes para a composição do trabalho. A maioria dos artigos foram encontrados publicados na internet, sempre se atentando para a confiabilidade do mesmo ao checar a publicação em revistas e periódicos conhecidos. Os relatórios e publicações foram recolhidos de *sites* oficiais de ministérios e agências reguladoras, cuja credibilidade é concedida oficialmente.

Para proceder com uma análise mais concreta da evolução da matriz energética brasileira no período estudado, foram coletados dados secundários de informações importantes para esse tema. Os dados secundários coletados foram os seguintes: (i) produção interna de cada fonte energética primária; (ii) importações de cada fonte energética primária; (iii) reservas energéticas domésticas das fontes mensuráveis; (iv) preço internacional do petróleo; (v) produto interno bruto brasileiro; (vi) população residente. Esses dados foram coletados de *sites* e publicações de órgãos públicos ou organizações privadas competentes, a saber, o Balanço Energético Nacional de 2010 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), de publicações do Ipea Data e de artigo da Inflation Data. Alguns desses dados foram localizados em mais de uma fonte, porém foi selecionado o que melhor se aplicava para o trabalho em questão, uma vez que alguns eram incompletos com relação ao período de tempo solicitado. É importante mencionar ainda que os dados de reserva energética foram utilizados como reservas totais, considerando provadas e estimadas, conforme publicação da EPE. É válido ressaltar ainda que, alguns dos dados referentes à reserva não possuíam amplitude histórica desejada. Com isso, foi considerado que a reserva do ano mais próximo se entendia a 1970, como forma de completar as tabelas com informações mais próximas da realidade.

A partir desses dados, foram elaboradas análises conjuntas, utilizando conceitos econômicos e estatísticos. Também foram utilizados gráficos e tabelas, de elaboração própria ou coletadas de outros trabalhos, a fim de demonstrar o comentado.

Com base nos dados referentes à produção interna de cada fonte energética primária, foi analisada ainda a evolução do índice de concentração referente à produção de energia primária no Brasil. Foram utilizados os índices de concentração C4 e HHi (Herfindahl-Hirshman Index), que foram criados para medir a concentração de mercado de determinado setor. A concentração de mercado é medida pela fatia de mercado que cada empresa possui sobre aquele setor. Sendo assim, o índice C4 coleta dados das 4 principais empresas daquele setor e destaca em relação à participação de todas as empresas, demonstrando desse modo o

quão concentrado está aquele mercado. Já o índice HHI é mais completo e trabalha com dados de fatias de todas as empresas de determinado nicho. É encontrada a potência quadrada de cada parcela de participação das empresas que compõem o setor e somado o valor final. Nesse sentido, quanto maior for a participação de poucas empresas em detrimento de muitas com menor participação, maior será o resultado e conseqüentemente maior será o nível de concentração. Em um segmento pouco concentrado, várias empresas detêm uma pequena parcela do mercado, fazendo com que a soma de suas potências dê um valor menor (SCHMIDT e DE LIMA, 2002).

A adaptação desse conceito ao nível de concentração da matriz energética não foi encontrada em nenhuma publicação anterior. O processo foi testado e os resultados satisfatórios, considerando que a análise dos dados não contrastava com o processo de medição do nível de concentração energética. A partir dessa análise, é possível comprovar o quanto a matriz energética de nosso país foi diluída ao longo dos anos e mensurar, de certa maneira, a segurança energética do país.

1.4 Estrutura da Dissertação

Essa dissertação é subdividida em 4 partes. A presente introdução remete à problemática e a justificativa do presente trabalho, contextualizando o trabalho e destacando a importância do mesmo, além de destacar o objetivo geral e os secundários da dissertação, direcionando o desenrolar do trabalho para o cumprimento de suas metas. Ainda na introdução é analisada a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos. No segundo capítulo discorre-se sobre o referencial teórico utilizado no trabalho, apontando para as vantagens absoluta e comparativas e a revisão bibliográfica na qual o trabalho foi embasado, de modo a sustentar a teoria e praticidade dessa dissertação. Já o capítulo 3 mostra a análise dos dados secundários recolhidos em paralelo com um histórico de acontecimentos e investimentos importantes do setor energético brasileiro, de modo a demonstrar de maneira geral e individualmente para cada fonte destacada, sua importância no desenvolvimento da matriz energética nacional e comprovar a diversificação da mesma. Posteriormente, no capítulo seguinte, são apontadas as considerações finais da dissertação seguidas das referências e apêndices.

2 Referencial Teórico

2.1 A Vantagem Absoluta e a Vantagem Comparativa

A teoria clássica do comércio internacional está fundamentada no princípio da vantagem comparativa. Para entender a vantagem comparativa deve-se antes deixar claro o conceito de vantagem absoluta.

Quando comparada a eficiência de dois ou mais países com relação à produção de determinado bem, aquele que possui maior eficiência deve especializar-se nesse bem, enquanto os demais países devem importar esse bem. Portanto os países devem especializar-se naqueles bens que possuem maior eficiência e trocar o excedente através do comércio internacional. Sendo assim, a produção total dos bens seria maximizada. Adam Smith, seguido por outros economistas clássicos, acreditava que o comércio deveria ser livre, sem intervenção estatal, e que, assim sendo, o mercado, através da vantagem absoluta, proporcionaria o uso mais eficiente dos recursos. Atenta-se, entretanto, que haveria ressalvas à política de livre comércio, a saber, quanto à proteção de indústrias de relevante importância para a defesa nacional (SALVATORE, 2007).

Percebe-se, porém, que ocorrerão situações onde nações serão mais eficientes que outras em vários bens e o princípio da vantagem absoluta será falho para apontar a necessidade de comércio entre esses países. Coube, portanto, a David Ricardo, introduzir o conceito de vantagem comparativa, com o fim de estabelecer os ganhos do comércio mesmo quando uma nação possui vantagem absoluta para todos os bens estudados, em relação a outra nação. Sendo assim, “mesmo que uma nação seja menos eficiente do que a outra nação (apresente uma desvantagem absoluta em relação à outra nação) na produção de ambas as mercadorias, ainda assim existirá uma base para o comércio mutuamente benéfico” (SALVATORE, 2007, p.23). Nesses casos, o país que possui desvantagem absoluta nos dois bens possuirá vantagem comparativa no bem onde sua desvantagem absoluta é menor, e conseqüentemente deve produzir esse bem. Adotando a vantagem comparativa a produção de ambos os bens será otimizada, uma vez que os países não precisam utilizar de parte dos recursos escassos para produzir mercadorias com as quais não detêm vantagem comparativa, pois maximizarão a utilidade dos recursos se direcionarem para aquelas mercadorias cuja produção é mais eficiente em seu país.

Aplicando as teorias acima explicadas ao tema proposto neste trabalho, atenta-se para a vantagem absoluta detida pelos produtores e exportadores tradicionais de petróleo com relação aos demais países. Nesse sentido, não caberia aos demais países investir na produção de petróleo, uma vez que não detêm vantagem absoluta nessa mercadoria; sendo mais eficiente a importação. Ressalta-se, contudo, a exceção explícita na proteção de “indústrias importantes para a defesa nacional”. Com a importância da segurança energética para a economia de um país, pode-se interpretar o setor de suprimento energético como fundamental e estratégico e, portanto, alheio à aplicação da vantagem absoluta e comparativa como instrumento para reger o comércio internacional sem intervenção estatal. Fundamentado nessa exceção, o governo brasileiro, mesmo sem vantagem comparativa ou absoluta com relação ao petróleo com os países tradicionalmente produtores, protegeu através de políticas comerciais e fomentou o investimento no setor energético para a ampliação da matriz energética doméstica, seja no setor petrolífero, seja no desenvolvimento de bens substitutos no âmbito de outras fontes energéticas primárias.

2.2 Revisão Literária e Bibliográfica

No sentido de oferecer o melhor embasamento teórico e bibliográfico para o presente trabalho, partiu-se para uma pesquisa literária exaustiva de diversos autores que versaram sobre temas específicos ou trataram do assunto no geral. Procurou-se, além de textos e dados oficiais, artigos e publicações independentes que terminam por gerar uma literatura de base para a elaboração do trabalho científico. É importante destacar que muitos dos trabalhos pesquisados foram somente parcialmente utilizados, devido à presença de questões ambientais, técnicas, e da constante mistura entre fornecimento de energia geral e energia elétrica. Estas informações são, sem dúvidas, importantes para o desenvolver das pesquisas científicas acerca do tema proposto, porém, fogem dos objetivos principais e terminam por confundir as informações. Alguns dos dados apresentados por artigos foram confrontados com dados oficiais e descartados, devido à não conformidade com os dados oficiais secundários recolhidos.

Vários autores tratam do tema da segurança energética e, apesar de algumas diferenças, tendem a seguir a mesma linha de pensamento com relação à diversificação da matriz energética. Goldemberg e Moreira (2005), por exemplo, mostra claramente que é mais interessante para um país apoiar-se em mais de uma fonte de energia para se proteger de potenciais instabilidades de determinada fonte. Além disso, acrescentam que o

direcionamento da matriz energética de cada país depende também da disponibilidade de recursos para aquela fonte. Como exemplo disso, citam o Brasil, e demonstram que “é compreensível a grande participação da hidroeletricidade – já que o Brasil é um dos países mais ricos em água e recursos energéticos – e a modesta contribuição do carvão – já que o país dispõe de poucas reservas e elas são de baixa qualidade” (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p.217). Já Senhoras et al (2011), faz uma análise da evolução do conceito de segurança energética, passando por conceitos restritos ao atual, mais amplo. Há ainda outros autores que acrescentam a esse conceito a questão ambiental.

A reação do Brasil nos períodos de choque do petróleo foi também um grande tema de discussão literária com os autores estudados. Enquanto Rizzo e Pires (2005) destacam principalmente a diversificação da matriz energética nesse período, Santana (2006) chama atenção para a aproximação do Brasil com os países do Oriente Médio para adquirir tecnologia e desenvolver a extração própria de petróleo. São diferentes perspectivas que não se chocam, para analisar o mesmo período.

Para buscar apoio frente à confrontação de dados com acontecimentos internacionais, foram pesquisados em Tolmasquim et al (2007), Goldemberg(2000 e 1998) parte da história da evolução da matriz energética brasileira.

Também como aporte internacional de grande referência para o trabalho proposto, foram apreciadas publicações e entrevistas de Daniel Yergin (2006 e 2007) que, como co-fundador do centro de pesquisa energética de Cambridge (“Cambridge Energy Research Associates”) e autor de diversos livros no setor energético, dão embasamento teórico internacional ao tema.

3 Evolução da Matriz Energética Brasileira

3.1 *Uma visão geral*

No início da década de 70 o Brasil era um dos maiores importadores de óleo entre os países em desenvolvimento. Os dois choques de petróleo (1973 e 1979) obrigaram o governo a mudar radicalmente sua política externa em direção a uma maior aproximação dos países do Oriente Médio, de modo a garantir o fornecimento desse insumo e, ao mesmo tempo, adquirir tecnologia para o desenvolvimento da produção doméstica e ampliação da sua matriz energética.

A Guerra do Yom Kippur em 1973 foi a grande responsável por quadruplicar o preço do barril do petróleo. Visando despertar a atenção internacional frente ao conflito com Israel, o mundo árabe, através da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), anunciou aumentos no preço e redução no fornecimento do petróleo.

Nesse período o governo brasileiro foi marcado pelo incentivo ao desenvolvimento de fontes alternativas ao petróleo, de modo a diminuir a dependência desta fonte. Paralelamente, ocorreu também uma grande busca e investimentos por parte da Petrobrás para o suprimento da demanda interna através de petróleo brasileiro. Devido ao alto preço do petróleo, a busca por novos poços e a exploração de poços de maior dificuldade tornou-se viáveis.

“Além disso, observou-se, no plano diplomático, o aumento da integração econômica e do conhecimento logístico e operacional do mercado árabe. A transformação do terceiro mundo em parceiro comercial do país impulsionou a reavaliação das prioridades internacionais da agenda diplomática” (SANTANA, 2006, p.176).

Já em 1979 o choque do petróleo se deu devido à Revolução no Irã e ao conflito Irã e Iraque. Tendo em vista o declínio das reservas de petróleo acumuladas desde a crise de 1973, e considerando que o Iraque respondia por metade das importações brasileiras de petróleo, o medo de uma cessão de fornecimento desse produto tomou conta do governo brasileiro.

Nessa segunda crise do petróleo o Brasil já havia iniciado a direcionar suas políticas para a diversificação da estrutura energética do país, com a criação de programas e investimentos importantes em outras fontes e avanços no setor de petróleo doméstico. No âmbito de novas fontes, por exemplo, usinas hidrelétricas e nucleares foram construídas, como será destacado mais detalhadamente ao longo deste trabalho; foi lançado o Programa Nacional do Álcool, o Proálcool; e a viabilidade de novas fontes foi estudada. O

desenvolvimento do setor petrolífero próprio foi possível também devido à aproximação do governo brasileiro com os países da OPEP. Essa aproximação comercial e diplomática tornou viável a troca e aquisição de tecnologia e “know how” para a área, na qual o Brasil, até então, não detinha tanto destaque.

“É importante esclarecer que em meio aos choques do petróleo o governo brasileiro também procurou diminuir a dependência externa por meio das seguintes medidas: aumento da oferta de energia hidroelétrica (Itaipu e Tucuruí); implantar novas usinas termo-nucleares (Angra II e III); intensificar as pesquisas petrolíferas na Plataforma Continental (bacia de Campos); e incentivar o uso de álcool como combustível (Proálcool)” (RIZZO; PIRES, 2005, p.96).

Desse modo, pode-se perceber que períodos de instabilidade de preços do petróleo, como fonte energética essencial, são momentos onde os Estados dependentes buscam alternativas e investem nos próprios recursos de substituição desses insumos. Portanto, “um dos principais efeitos benéficos da crise energética, no médio e longo prazo, foi a capacitação nacional para a extração e o refinamento de petróleo pela Petrobrás” (RIBEIRO, 2006 p. 176).

“A valorização das cotações do barril de petróleo, principalmente a partir da crise dos anos 70, fez com que novos produtores ingressassem nesse mercado, uma vez que os valores recebidos com a venda compensavam os investimentos necessários à exploração e prospecção” (ANEEL, 2008, p. 110).

Ainda no final da década de 70, outro grande acontecimento internacional disseminou a dúvida sobre a segurança e viabilidade de uma das fontes alternativas ao petróleo e seus derivados. Em março de 1979, um acidente na usina nuclear de Three Mile Island, nos Estados Unidos, deixou todo o mundo na incerteza da segurança na utilização de energia nuclear. Alguns anos após acidente norte-americano, em 1986, outro acidente nuclear de maiores proporções chocou o mundo e desencadeou em paralisação de diversos programas nucleares, inclusive no Brasil. O acidente de Chernobyl, Ucrânia, aconteceu em Abril de 1986 e ocasionou a morte de milhares de pessoas.

Outros eventos internacionais também tiveram certa influência na matriz energética brasileira, além dos dois choques de petróleo e acidentes destacados acima. Ainda no contexto do petróleo, por exemplo, tivemos a Guerra do Golfo (1990) que colocou em evidência que as nações consumidoras não estavam imunizadas contra as instabilidades do fornecimento internacional de petróleo. Com o envolvimento do Iraque e do Kuwait, ambos grandes produtores de petróleo, o abastecimento mundial foi posto em risco mais uma vez (RIZZO; PIRES, 2005).

Os acontecimentos do setor energético que influenciaram nas políticas desse setor não foram restritos ao âmbito internacional, internamente, por exemplo, o Brasil vivenciou um

período de crise energética no início dos anos 2000, questionando a real eficiência da matriz energética nacional e impulsionando os investimentos na reestruturação da mesma.

A busca por segurança energética do governo brasileiro, desde os momentos de crise do petróleo, propiciou não somente uma estabilidade maior frente ao suprimento energético nacional, mas também uma posição de destaque no âmbito do desenvolvimento tecnológico na área. O país é hoje exemplo no setor de extração de petróleo a grandes profundidades. As recentes descobertas de campos de petróleo na camada do pré-sal colocam o Brasil em um patamar maior no âmbito dos países produtores de petróleo³.

Devido ao grande potencial brasileiro na utilização do movimento das águas para geração de energia, a maior parte da energia elétrica consumida no país é produzida através desse recurso. Em 2008, aproximadamente 75,68% da energia elétrica fornecida no Brasil vem das hidrelétricas. Além disso, de acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil só utiliza 30% do seu potencial hidráulico (ANEEL, 2008).

“Entre outros fatores, porque reduz a dependência do suprimento externo e, em conseqüência, aumenta a segurança quanto ao abastecimento de um serviço vital ao desenvolvimento econômico e social. No caso dos potenciais hídricos, a esses argumentos favoráveis, somam-se outros dois: o baixo custo do suprimento na comparação com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural, por exemplo) e o fato de a operação das usinas hidrelétricas não provocar a emissão de gases causadores do efeito estufa” (ANEEL, 2008, p. 54).

Com esse pensamento o governo brasileiro continua investindo no potencial energético hidráulico brasileiro. Como exemplo disso, pode-se citar as usinas de Jirau e Belo Monte, que estão em fase de construção e devem aumentar de maneira expressiva a participação hidráulica na matriz energética nacional.

A biomassa e os biocombustíveis têm ganhado papel de extrema importância no contexto de geração de energia elétrica e combustível para o setor de transportes. As usinas termoelétricas movidas à biomassa atuam, do mesmo modo que as de petróleo, como complementares para a geração de energia elétrica. A ampla variedade dos insumos utilizados na geração de energia através da biomassa no Brasil é muito importante para garantir a segurança no fornecimento. Por isso, no Brasil existem usinas abastecidas por licor negro, madeira, biogás, casca de arroz e bagaço de cana. Dentre essas, destaca-se o bagaço de cana

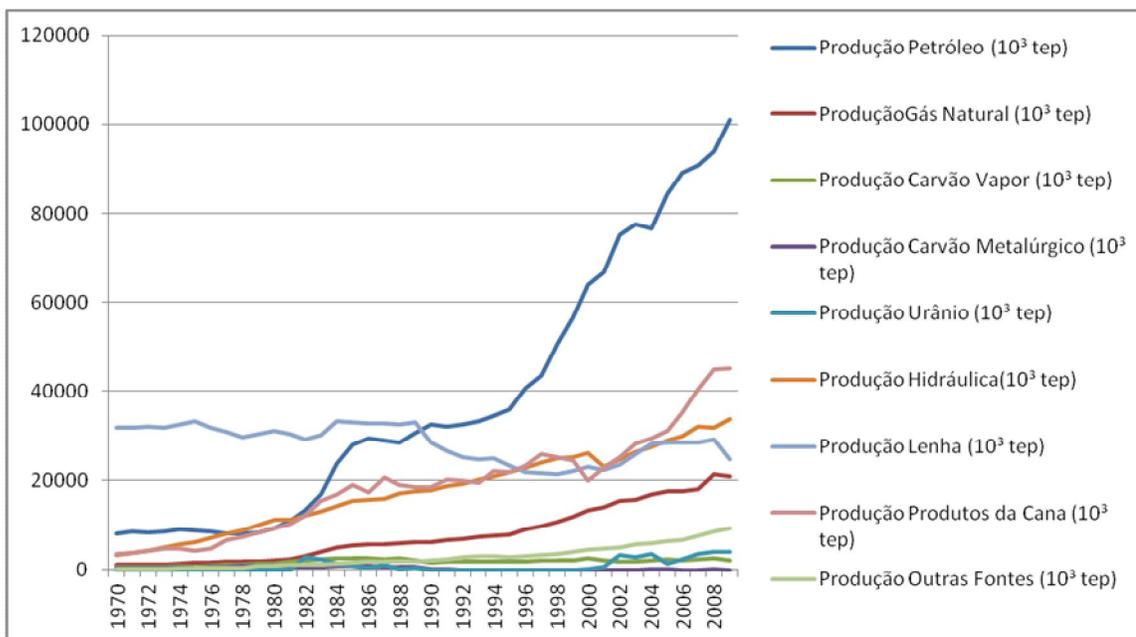
³ Sobre o tema, a Agência Nacional de Energia Elétrica afirma que “No primeiro semestre de 2008, a Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras), controlada pelo Governo Federal, anunciou a descoberta de um campo de petróleo na camada pré-sal (abaixo da camada de sal) na Bacia de Santos, litoral brasileiro... A expectativa é de que todo o pré-sal tenha mais de 30 bilhões de barris... as descobertas na camada pré-sal da Bacia de Santos colocam o Brasil, que durante anos buscou a auto-suficiência no recurso, no mesmo nível dos grandes produtores mundiais” (ANEEL, 2008, p.107).

de açúcar, devido ao seu grande potencial no território brasileiro, não somente pelas condições naturais propícias, mas também pela experiência histórica no cultivo desse produto. Outro fator importante no cultivo da cana de açúcar é que, além da utilização do bagaço para a geração de energia elétrica nas usinas termoelétricas, a produção do etanol como combustível tem sido uma alternativa à utilização dos produtos derivados de petróleo (ANEEL, 2008).

Os efeitos da expansão e diversificação da matriz energética brasileira, que foi iniciada no aperto da década de 70, são sentidos atualmente não somente na composição energética, como no desenvolvimento de políticas direcionadas nesse sentido. O Brasil conta com o maior potencial hidrelétrico do mundo, com um nível de aproveitamento já expressivo, além de potencialidades também no montante a outras fontes renováveis tais como a energia eólica, solar e os biocombustíveis. Além disso, as reservas domésticas de petróleo e gás natural continuam em expansão e com processos de extração cada vez mais avançados. A evolução da matriz energética de fontes primárias, em produção doméstica, pode ser analisada através da Figura 1.

“A matriz energética brasileira é a mais renovável do mundo. Enquanto os países desenvolvidos utilizam 14% de fontes renováveis em suas matrizes, o Brasil utiliza 45%, e deve elevar esse patamar a quase 47%, conforme previsão do Plano Nacional de Energia 2030. Os programas de álcool, biodiesel e de incentivo às fontes alternativas de energia consolidam-se num momento de crescimento sustentável da economia. Nesse contexto, a matriz energética brasileira passa por profundas e promissoras mudanças. Não sem motivo o governo federal está investindo cada vez mais em pesquisa, em novas tecnologias, em geração e distribuição de energia” (LOBÃO, s/d).

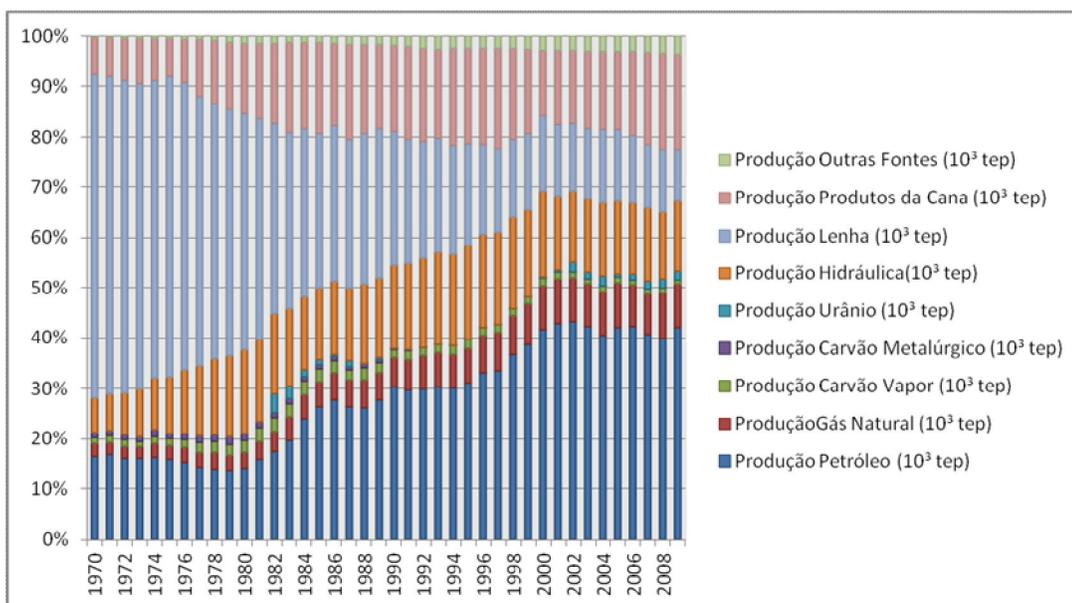
Figura 1 - Evolução de cada Fonte Primária no Período de 1970 a 2009



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

É possível ainda perceber essa desconcentração da matriz energética nacional na Figura 2, com a grande perda de espaço da lenha para a evolução do petróleo, energia hidráulica e produtos da cana, principalmente.

Figura 2 - Evolução da concentração da matriz energética brasileira.



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

3.2 O Petróleo

A produção de petróleo nacional não pode ser dissociada da história da Petrobrás. A criação da Petrobrás ocorreu em Outubro de 1953, com o projeto de lei devidamente sancionado pelo então presidente Getúlio Vargas. Com o objetivo de executar tarefas do setor petrolífero no país e possibilitar a independência econômica, sua instalação se deu no ano seguinte, assumindo o Conselho Nacional de Petróleo de duas refinarias (Mataripe na Bahia e Cubatão em São Paulo). Neste mesmo ano, a Petrobrás marcou seu primeiro ano de operação sendo responsável pela produção de 1,7% do consumo de petróleo nacional.

Durante a década de 60 a Petrobrás iniciou a busca por poços de petróleo pelo território nacional e plataforma continental, ainda com pouco sucesso. A primeira refinaria construída pela Petrobrás também foi inaugurada nessa década, a Refinaria Duque de Caxias. Também seguindo a linha de investimentos na segunda década de atuação da Petrobrás, foi criada o Cenpes (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento), com o objetivo de proporcionar um avanço tecnológico e científico para o setor. Já no final da década, em Sergipe, a Petrobras encontrou petróleo no mar, na região do Campo de Guaricema. A extração de petróleo em águas brasileiras foi primeiramente contestada, pois a tecnologia para esse tipo de extração ainda era cara e, levando em considerando o baixo preço do barril de petróleo importado da época, esse tipo de investimento não apontava ganhos no curto prazo. A Petrobrás, porém, era movida pela necessidade de investimentos estratégicos, uma vez que a segurança energética brasileira naquele período estava fortemente sujeita a instabilidades internacionais, já que a grande maioria do petróleo consumido era importada (PETROBRAS, s/d).

“Aspectos internacionais, ligados à importação e à exportação de energia, também requerem o estabelecimento de políticas na área de planejamento. Por exemplo, decisões sobre as vantagens em produzir energia no país ou importá-la, não se fazem, em geral, presentes no planejamento energético” (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p. 224).

Nos primeiros anos da década de 70 a economia brasileira passava por um crescimento excepcional, o que gerou um aumento na demanda de derivados de petróleo, e de consumo energético em geral. No objetivo de controlar e assegurar o suprimento nesse desenvolvimento a Petrobrás cria a Petrobrás Distribuidora, responsável por comercializar, distribuir e industrializar derivados de petróleo e outros produtos. A empresa ganhou destaque e já em 1975 ocupava a liderança no mercado brasileiro desse setor (PETROBRAS, s/d).

Com a primeira crise do petróleo, em 1973, a Petrobrás teve seu primeiro grande desafio frente à necessidade de alternativas para o suprimento energético brasileiro. Foi

estimulado a redução no consumo de derivados, aumento da atividade de extração de petróleo nacional e estímulo a fontes alternativas, como o uso do álcool carburante como combustível automotivo, com a criação do Programa Nacional do Álcool. Além disso, considerando que não conseguiria restringir totalmente os efeitos da crise a Petrobrás procurou manter o bom relacionamento com os países produtores da OPEP, de modo a garantir que o suprimento não fosse tão prejudicado (PETROBRÁS, s/d).

“Nesse momento de crise, no qual o preço do petróleo estava alto, a melhor alternativa foi continuar investindo na exploração do mar. Ao aumentar a produção nacional, o Brasil dependeria menos de importar um produto caríssimo, conseguindo também, aumentar suas reservas, o que tornaria possível aumentar suas exportações” (PETROBRÁS, s/d).

Os resultados da intensa corrida contra a dependência de petróleo externo rendeu frutos ainda na década de 70. Já em 1974 foi descoberta a Bacia de Campos, na costa do estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Essa província se torna de grande importância para o setor petrolífero brasileiro, já que era responsável por mais de 80% da produção nacional. A exploração comercial desta bacia ocorreu em 1977. Nos anos posteriores foram descobertos novos campos que atraíram atenção dos investimentos para essa área (PETROBRÁS, s/d).

Ao longo da década de 70 a Petrobrás procurou investir em desenvolvimento de tecnologias para se firmar como empresa de referência no ramo energético. Foram lançados ainda programas de proteção ao meio ambiente, como de controle de emissão de gases poluentes, reflorestamento, etc. (PETROBRAS, S/d).

Para demonstrar o nível de dependência externa que o Brasil vivia na década de 70, analisa-se a Tabela 1 mostrando o percentual da produção interna de petróleo em detrimento da produção interna total de energia primária no Brasil. Esse valor não chega a 17% durante os 10 anos analisados. Em comparação, coloca-se o percentual da oferta interna de petróleo (produção interna somada com importação) em detrimento da oferta interna total de energia primária no Brasil. Esse valor chega a ser 51% em 1979, demonstrando que o volume de importações de petróleo eleva essa fonte à posição de mais importante fonte primária do Brasil nesse período. Ressalta-se ainda que o volume de importação de petróleo chegou a responder, em 1979 a mais de 80% da oferta interna total de petróleo, uma dependência quase que total de fornecedores estrangeiros.

Tabela 1 - Evolução da Produção Interna de Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (1970-1979)

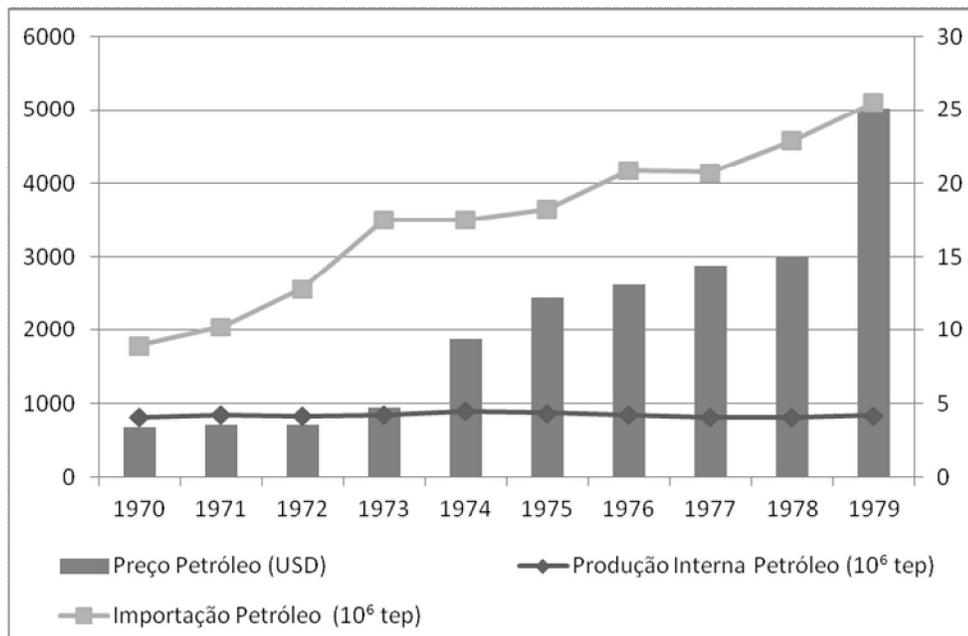
Ano	Produção Interna Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Produção Interna	Importação Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Oferta Interna	Grau de dependência externa
1970	8160,72	16,44%	17845,05	37,73%	68,62%
1971	8521,00	16,88%	20434,56	40,14%	70,57%
1972	8313,08	16,04%	25706,19	43,11%	75,56%
1973	8453,46	16,08%	35000,20	48,88%	80,55%
1974	8969,47	16,24%	35077,19	48,09%	79,64%
1975	8727,47	15,71%	36528,48	48,07%	80,72%
1976	8472,59	15,17%	41767,38	50,33%	83,14%
1977	8177,13	14,17%	41477,17	48,68%	83,53%
1978	8154,34	13,90%	45810,67	50,38%	84,89%
1979	8419,00	13,56%	51000,36	51,11%	85,83%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Nesse período, é notada ainda que a produção interna de petróleo mantém-se basicamente estável, não ultrapassando os 9000 10³ tep. Em comparação com a evolução do preço do barril de petróleo no período, não se percebe mudanças no curto prazo, nem quanto à produção interna nem com relação às importações (apesar da mesma apresentar uma pequena desaceleração à partir de 1973). Essas informações podem ser melhor visualizadas na

Figura 3. É importante ressaltar que os investimentos nesse setor requerem o desenvolvimento de pesquisas e grandes obras, não podendo ter uma resposta imediata ao encarecimento do produto fornecido.

Figura 3 - Evolução da Produção Interna de Petróleo / Importação do Petróleo / Preço do Petróleo (1970/1979)

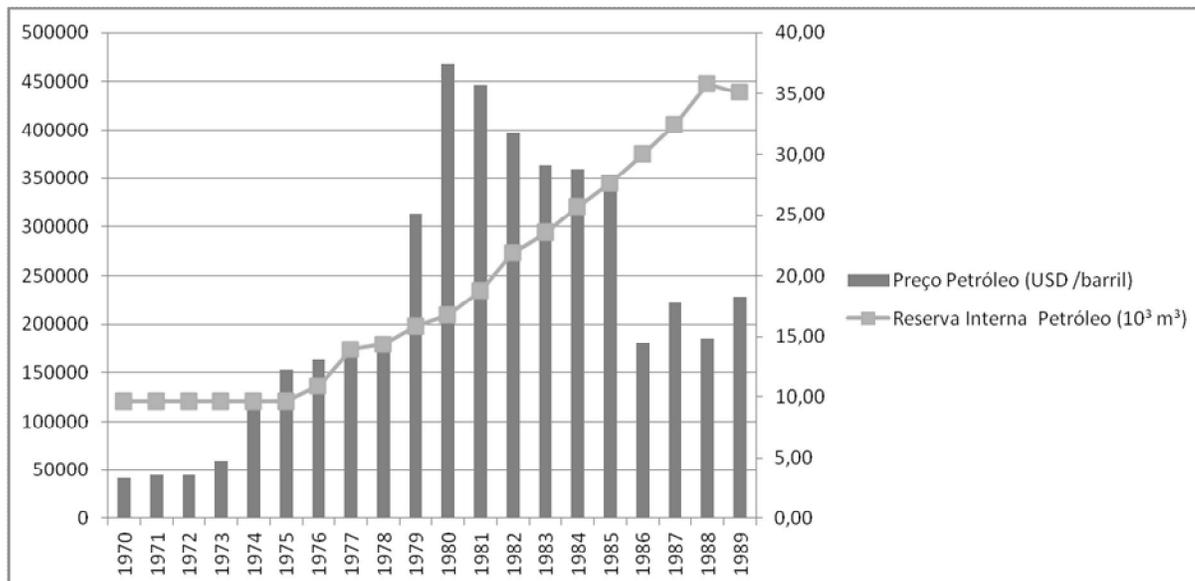


Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (INFLATIONDATA, 2011)

Mais uma crise do petróleo em 1979 estimulou a Petrobrás a seguir buscando desenvolver o setor petrolífero brasileiro. Em 1984 o Brasil fez sua primeira descoberta de campos de petróleo em águas profundas, com o Campo de Albacora. Ainda em meados da década de 80 novas descobertas tanto em água quanto na Amazônia já apontavam para volumes de petróleo que poderiam levar o país à autossuficiência. Porém, eram precisos altos investimentos e tecnologia de ponta para a exploração dessas reservas (PETROBRÁS, S/d).

Essas descobertas que começaram a acontecer principalmente após os dois choques do petróleo aumentavam as reservas comprovadas do país, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Evolução das reservas de petróleo e do preço internacional do petróleo (1970-1989).



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (INFLATIONDATA, 2011)

Os investimentos e pesquisas dos anos 70 começam a fazer efeito na década de 80 e a produção interna de petróleo cresce aceleradamente, enquanto as importações oscilam por alguns anos, mas terminam por reduzir na média do período. A produção interna de petróleo chega a ter um crescimento anual de 40% em 1984, ano este que coincide com o início da operação da plataforma fixa de Garoupa. O grau de dependência externa cai nesse período de aproximadamente 82% em 1980, para menos de 50% em 1989. Essas informações podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total e Grau de dependência (1980-1989)

Ano	Produção Interna Petróleo (10³ tep)	Participação do Petróleo na Produção Interna	Importação Petróleo (10³ tep)	Participação do Petróleo na Oferta Interna	Grau de dependência externa
1980	9255,90	13,94%	44311,26	46,97%	82,72%
1981	10928,31	15,84%	43263,19	46,96%	79,83%
1982	13338,14	17,39%	40944,02	44,97%	75,43%
1983	16910,56	19,61%	37389,46	42,54%	68,86%
1984	23711,53	23,87%	33387,33	41,27%	58,47%
1985	28079,55	26,25%	28007,83	39,79%	49,94%
1986	29432,80	27,70%	30915,07	42,08%	51,23%
1987	29103,89	26,37%	31810,47	40,79%	52,22%

1988	28447,67	26,19%	32796,40	41,30%	53,55%
1989	30623,41	27,60%	30439,89	41,13%	49,85%

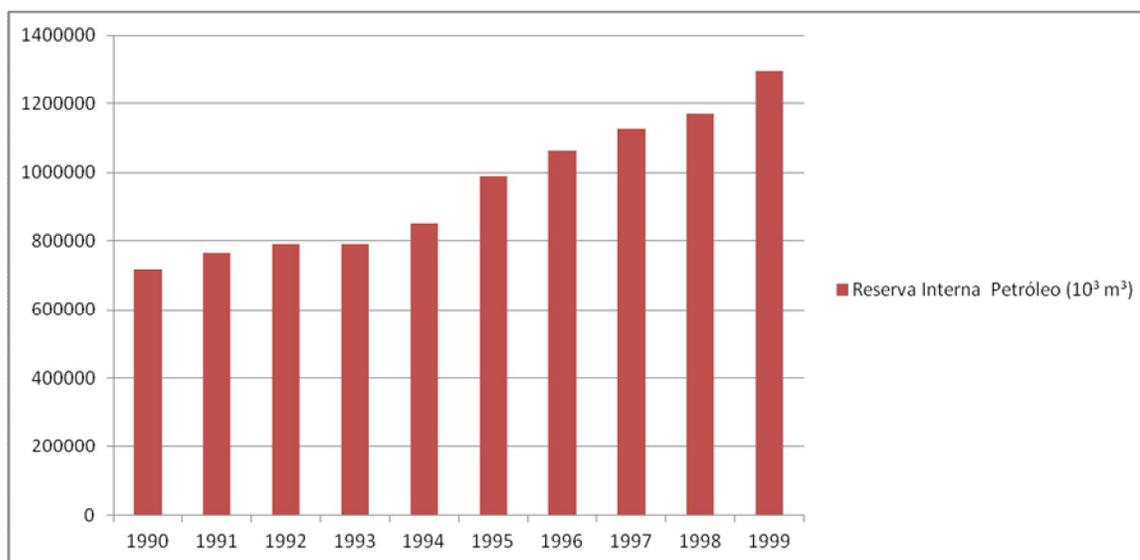
Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

No final da década de 80, o país se viu na necessidade de começar a operar na produção de petróleo em águas profundas. Não havendo tecnologia disponível para esse tipo de operação, foi criado o Procap – Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas, com o audacioso objetivo de desenvolver esse tipo de tecnologia. O projeto obteve grande sucesso até os dias atuais, quando é referência em exploração de petróleo em águas profundas (PETROBRÁS, S/d).

Durante a década de 90 a Petrobrás continua a produzir e desenvolver tecnologia para o setor e obtém reconhecimento internacional através do “OTC Distinguished Achievement Award” na Offshore Technology Conference. Em 1997 o monopólio estatal do petróleo exercido pela Petrobrás nas 4 décadas anteriores é quebrado (PETROBRÁS).

Nessa década as reservas provadas de petróleo aumentam cerca de 80% nos 10 anos, saindo de 717516 10³ m³ em 1990, para 1296273 10³ m³, conforme aponta a Figura 5. Evolução das reservas de petróleo (1990-1999) Erro! Fonte de referência não encontrada., garantindo o potencial petrolífero brasileiro e dando margem para maiores investimento na exploração.

Figura 5 - Evolução das reservas de petróleo (1990-1999)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Nos anos 90 o grau de dependência externa cai ainda mais e atinge o valor mínimo de cerca de 30%, em 1999 como pode ser observado na Tabela 3. As importações mantêm a

tendência de queda e a produção interna assume um grau cada vez mais acelerado de crescimento, atingindo um crescimento anual de 16% em 1998.

Tabela 3 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (1990-1999)

Ano	Produção Interna Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Produção Interna	Importação Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Oferta Interna	Grau de dependência externa
1990	32549,99	30,24%	29464,01	42,89%	47,51%
1991	32117,29	29,57%	27110,21	41,22%	45,77%
1992	32466,50	29,96%	27321,69	41,70%	45,70%
1993	33169,35	30,25%	26201,20	41,23%	44,13%
1994	34446,23	29,98%	28488,38	41,47%	45,27%
1995	35775,63	30,98%	25983,95	41,12%	42,07%
1996	40521,37	33,00%	29407,16	42,87%	42,05%
1997	43589,59	33,43%	29761,64	41,20%	40,57%
1998	50512,05	36,54%	28504,80	43,48%	36,07%
1999	56612,27	38,67%	24168,78	44,78%	29,92%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Ao longo dos anos 2000 a Petrobrás desenvolve cada vez mais sua estrutura de perfuração de poços de grande profundidade no mar, até que em 2006 atinge o patamar da autossuficiência na produção de petróleo e gás. É importante destacar que a autossuficiência apontada pela Petrobrás não significa que o país reduz a zero o nível de importação de petróleo e gás. Conforme demonstrado nos dados de importação de petróleo, o Brasil continua importando cerca de 19000 10³ tep em 2009, aproximadamente 2000 10³ tep a mais que em 1970. Porém, mesmo com mais importações atinge um patamar de dependência externa de somente 16%, respaldado no grande aumento da produção interna, conforme apresentado na Tabela 4.

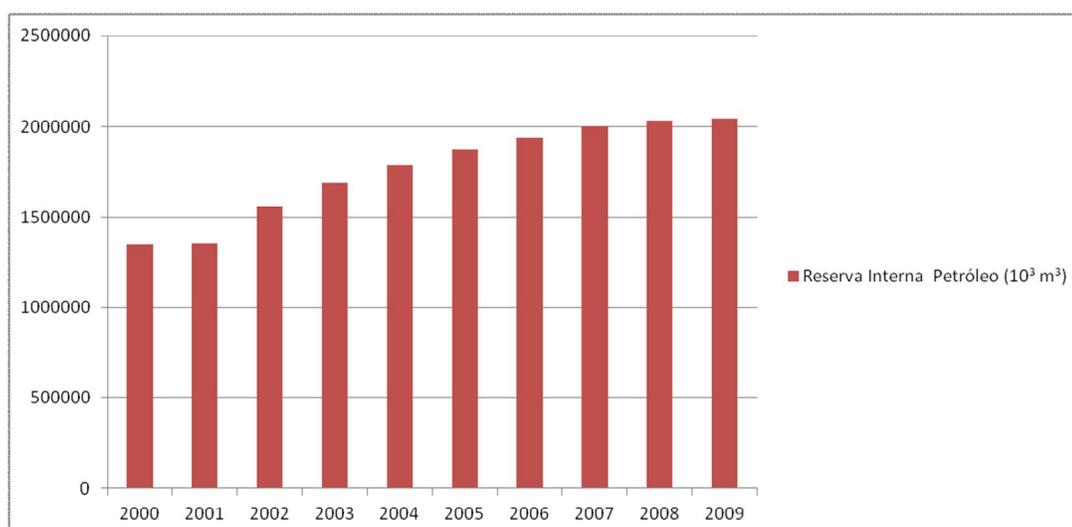
Tabela 4 - Evolução da Produção Interna Petróleo, Percentual sobre Produção Interna Total, Importação, Percentual sobre oferta interna total, e Grau de dependência (2000-2009)

Ano	Produção Interna Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Produção Interna	Importação Petróleo (10 ³ tep)	Participação do Petróleo na Oferta Interna	Grau de dependência externa
2000	63848,77	41,64%	20537,29	45,31%	24,34%
2001	66742,36	42,68%	21569,77	45,70%	24,42%
2002	75123,63	43,07%	19720,91	44,72%	20,79%
2003	77580,24	42,14%	17727,08	43,64%	18,60%
2004	76641,22	40,29%	23258,02	43,15%	23,28%
2005	84300,10	42,04%	17673,76	42,24%	17,33%
2006	89214,49	42,12%	17284,69	42,67%	16,23%
2007	90765,49	40,58%	21515,04	41,93%	19,16%
2008	93999,88	39,74%	19688,67	40,91%	17,32%
2009	101032,89	41,91%	19367,91	43,40%	16,09%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Em 2007 foi anunciada a descoberta de grande concentração de petróleo e gás na região do pré-sal, na Bacia de Santos. Com essa descoberta, as reservas brasileiras podem aumentar significativamente (em torno de 50%). O petróleo localizado nessa região teve sua produção efetivada em 2009 e devido às suas características (óleo leve) divergentes da maioria do produzido no Brasil, pode ajudar a reduzir ainda mais o nível de importação de petróleo e gás estrangeiro (PETROBRÁS, S/d). A Figura 6 aponta o crescimento das reservas comprovadas de petróleo na década de 2000.

Figura 6 - Evolução das reservas de petróleo (2000-2009)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

3.3 O gás natural

O gás natural é uma das mais versáteis fontes de energia por sua capacidade de suprir diversos segmentos da economia como indústria, comércio, serviços e uso doméstico. Sua utilização pode gerar ainda fontes secundárias similares àquelas derivadas do petróleo, porém com menor agressão ao meio ambiente. Durante muito tempo o gás natural, cujas reservas são geralmente associadas ao petróleo, foi considerado um problema que acarretava maiores custos para a extração do fósfil líquido. (ANEEL, 2008). Sua utilização, assim como outras fontes, se restringia apenas a certo tipo de geração energética, como no Brasil, cuja utilização até os anos 80 era restrita basicamente ao suprimento energético das plataformas de extração de petróleo (BARUFI et al, 2006).

A partir da década de 80, o consumo de gás natural entrou em expansão e essa fonte energética passou a assumir o posto de combustível fósfil com maior nível de crescimento na produção energética mundial. Sua utilização, porém é restrita principalmente devido à dificuldade de transporte desse insumo, tanto na necessidade de construção de dutos especiais, quanto na produção de GNL (gás natural liquefado) (ANEEL, 2008).

No Brasil, durante toda a década de 70, apesar dos dois choques do petróleo e das demais medidas para a diversificação e consolidação da matriz energética nacional, o investimento no gás natural veio tardio. A agenda do governo não vislumbrava a exploração do gás natural doméstico ou a importação do gás natural de outros parceiros como saída para a segurança energética do país. Na realidade, conforme já mencionado anteriormente no presente trabalho, o conceito de segurança energética surgido nesse mesmo período, estava ligado basicamente ao suprimento autossuficiente e não percebia a possibilidade na diversificação das importações. Por esse motivo, negociações com parceiros comerciais como a Bolívia, que posteriormente foram desenvolvidas, tiveram, nesse período, efeitos limitados (BARUFI et al, 2006).

“As escolhas energéticas brasileiras dos anos 1970/80 privilegiaram principalmente o aproveitamento dos recursos domésticos. Naquela época, o sentimento de insegurança energética veio acompanhando de estratégias com forte conteúdo nacionalista. Não se poderia esperar algo diferente de uma ditadura militar. O Brasil voltou-se para políticas que privilegiaram a auto-suficiência energética, incluindo: (i) o crescimento da exploração e produção de petróleo doméstico; (ii) a construção de grandes hidroelétricas, com sua integração através de um sistema interligado de transmissão cobrindo as principais regiões do país; (iii) o programa nuclear (que visava a construção de grandes termelétricas operando na base); e (iv) o programa do álcool combustível.” (BARUFI et al, 2006, p.186).

Durante a década de 70, portanto, o Brasil teve crescimento discreto da produção interna de gás natural, com a produção anual não superando $2000 \cdot 10^3$ tep e o percentual sobre o total oscilando entre 2 e 3%, conforme demonstra a Tabela 5. A importação nesse período foi nula.

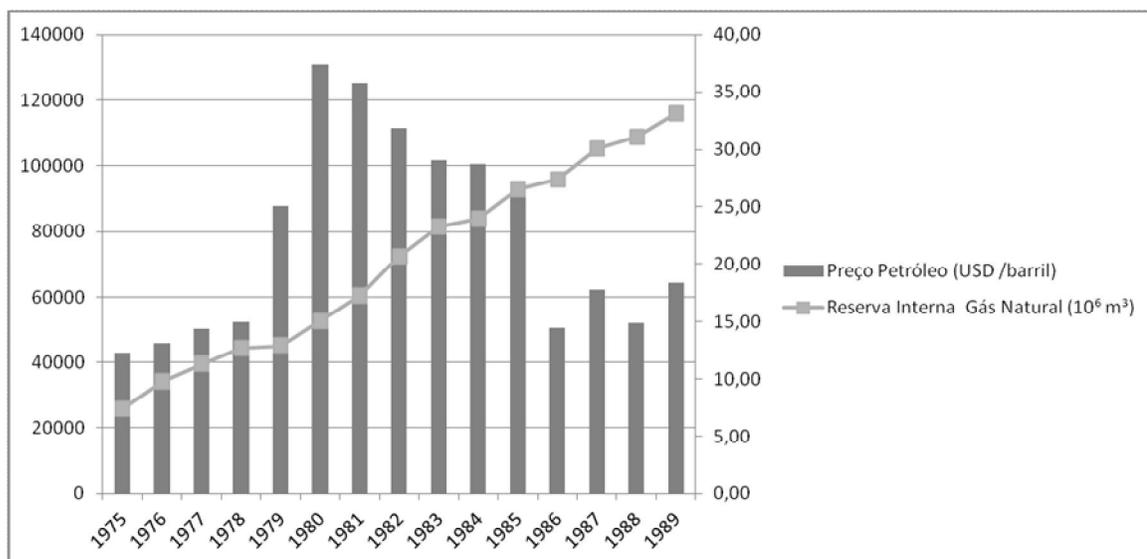
Tabela 5 - Produção interna de gás natural e percentual sobre o total de produção interna (1970-1979)

Ano	Produção Interna Gás Natural (10^3 tep)	Participação do Gás Natural na Produção Interna
1970	1254,65	2,53%
1971	1169,29	2,32%
1972	1231,82	2,38%
1973	1171,27	2,23%
1974	1476,99	2,67%
1975	1612,98	2,90%
1976	1629,85	2,92%
1977	1794,63	3,11%
1978	1918,70	3,27%
1979	1884,95	3,04%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

A ampliação das reservas mensuradas de gás natural brasileiras pode ser percebida já no final da década de 70 e esse crescimento tomou maiores proporções na década seguinte, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 - Evolução das reservas de gás natural e do preço internacional do petróleo (1975-1989).



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (INFLATIONDATA, 2011)

Nos anos 80 a produção interna de gás natural, impulsionada pela expansão das descobertas de reserva, como a Bacia de Campos, atrelado principalmente à exploração de

petróleo, teve um crescimento maior que na década anterior. A Tabela 6 aponta o crescimento da produção interna e sua participação na produção total, que cresceu de 3,30% para 5,46% em 10 anos.

“O consumo de gás natural foi desprezível até a década de 80, quando suas reservas provadas mais do que duplicaram. O consumo ampliou-se em mais de seis vezes: a indústria é o principal setor consumidor; em nível residencial ainda é incipiente, mas tende a aumentar nos próximos anos.” (GOLDEMBERG, 1998, p.10).

Tabela 6 - Produção interna de gás natural e percentual sobre o total de produção interna (1980-1989)

Ano	Produção Interna Gás Natural (10 ³ tep)	Participação do Gás Natural na Produção Interna
1980	2188,69	3,30%
1981	2456,69	3,56%
1982	3007,59	3,92%
1983	3983,32	4,62%
1984	4865,74	4,90%
1985	5426,56	5,07%
1986	5643,94	5,31%
1987	5738,24	5,20%
1988	6005,41	5,53%
1989	6059,84	5,46%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Enquanto nos 10 anos da década de 70 essa produção cresceu 50%, na década de 80 a produção de gás natural quase triplicou, passando de aproximadamente 2180 10³ tep para mais de 6000 10³ tep em 1989.

“Desde 1980, o gás natural aumentou sua participação nas fontes primárias de energia (FPE) do Brasil, crescendo a uma taxa anual de quase 13%. O desenvolvimento da produção doméstica de gás, geralmente, dependente da exploração e da produção associadas de petróleo. No entanto, o aumento do desenvolvimento de toda a indústria de gás natural exige maiores investimentos em infra-estrutura para transportar gás importado e o produzido na plataforma continental (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p.217).

Somente no início da década de 90 que o Brasil passou a implementar uma política de produção e importação de petróleo que resultou em impactos mais positivos para essa fonte. No mesmo período, o país passava por mais um período de crise no fornecimento de petróleo com a Guerra do Golfo Pérsico (1990/1991). O conflito no Iraque afetava diretamente o fornecimento brasileiro, já que este era um dos grandes parceiros comerciais para o abastecimento do petróleo nacional (BARUFI et al, 2006).

“Nessa época, o Brasil começou a alterar a sua “dialética da segurança energética”, deixando de focar estritamente no conceito de segurança energética como sinônimo de “auto-suficiência energética”, para promover a integração energética regional

como um substituto da sua dependência externa energética global. Assim, a Petrobras diversificou suas importações de petróleo, priorizando fornecedores tais como Argentina, Venezuela, Nigéria e Angola. As importações de eletricidade do Paraguai continuaram a aumentar na medida em que novas turbinas de Itaipu Binacional eram comissionadas. As importações de carvão para o setor siderúrgico também cresceram, incluindo a Colômbia e a África do Sul como fornecedores. É dentro desse quadro que se pode interpretar a decisão brasileira de construir o gasoduto interligando o Brasil com a Bolívia.” (BARUFI et al, 2006, p.189-190).

É importante demonstrar que as ações direcionadas ao suprimento internacional do gás natural (principalmente à partir do gasoduto com a Bolívia) não distorcem do conceito atualizado de segurança energética. Na medida em que se busca o suprimento contínuo a preços razoáveis, e é possível o estabelecimento de um contrato de fornecimento contínuo a melhores tarifas em países vizinhos, essa medida é perfeitamente atrelada à busca por segurança energética.

“(…) à medida que o comércio mundial cresce e o Brasil aumenta sua participação relativa nele, é preciso pensar se a busca por fontes nacionais ainda continuará sendo válida no futuro. Dessa forma, se o Brasil evitar importações de energia, ele poderá estar se afastando da otimização energética e pagando um preço maior para usar seus recursos naturais comparado com o de outros países” (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005, p.217).

Nesse sentido, o Brasil iniciou as negociações para o gasoduto Bolívia-Brasil em 1992, ainda com o presidente Collor. O gasoduto previa o investimento de US\$ 2 bilhões em 3150 quilômetros, cuja capacidade de transporte era de 30 milhões de metros cúbicos de gás por dia. Sua operação comercial datou do ano de 1999, mesmo ano que os dados secundários apontam para o início da importação dessa fonte energética (BARUFI et al, 2006).

Na década de 90 o a produção interna de gás natural teve grandes crescimentos, atingindo cerca de 8% da produção interna de fontes primárias do país. Da produção de cerca de 6200 10³ tep em 1990, cresceu para quase 12000 10³ tep, um crescimento de aproximadamente 90%. As reservas comprovadas do país continuaram crescendo durante esse período, apesar desse crescimento ter sido em menor proporção. Essas informações podem ser comprovadas na Tabela 7. Vale ressaltar ainda que as importações dessa fonte permaneceram nulas até o ano de 1999, quando o gasoduto entrou em operação.

Tabela 7 - Produção interna de gás natural, percentual sobre o total de produção interna e reserva de gás natural em cada ano (1990-1999)

Ano	Produção Interna Gás Natural (10 ³ tep)	Participação do Gás Natural na Produção Interna	Reserva Interna Gás Natural (10 ⁶ m ³)
1990	6232,55	5,79%	172018
1991	6548,20	6,03%	181523
1992	6924,40	6,39%	192534
1993	7300,59	6,66%	191071
1994	7698,63	6,70%	198761
1995	7896,16	6,84%	207964
1996	9088,27	7,40%	223562
1997	9752,32	7,48%	227650
1998	10708,20	7,75%	225944
1999	11809,99	8,07%	231233

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

A partir de 2000, a análise da participação do gás natural na matriz energética Brasileira tem que ser feita de duas óticas diferentes. Devido ao grande incremento e participação da importação, principalmente a partir do novo gasoduto com a Bolívia, deve ser analisado tanto a produção interna quanto a oferta interna, considerando também as importações. Tanto as importações quanto a produção interna de gás natural nesse período cresceram em quase todos os anos, com exceção de 2009, como mostra a Tabela 8. As reservas internas nesse período cresceram em todos os anos. Enquanto a produção interna de gás natural chegou aos 9% da produção interna total do Brasil, em 2008, a oferta interna de gás natural representou mais de 11% da oferta interna de energia do país. Nesse sentido, percebe-se na **Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)** o grande peso das importações na análise dessa fonte.

Tabela 8 - Produção interna, percentual sobre o total de produção interna e reserva, importação e participação na oferta interna total do gás natural em cada ano (2000-2009)

Ano	Produção Interna Gás Natural (10 ³ tep)	Participação do Gás Natural na Produção Interna	Reserva Interna Gás Natural (10 ⁶ m ³)	Importação Gás Natural (10 ³ tep)	Participação Gás Natural na Oferta Interna
2000	13184,74	8,60%	220999	1944,90	8,12%
2001	13894,45	8,88%	219841	4053,42	9,29%
2002	15410,16	8,84%	244547	4722,83	9,49%
2003	15681,46	8,52%	245340	4448,40	9,22%
2004	16852,20	8,86%	326084	7115,68	10,35%
2005	17575,31	8,76%	306395	7917,85	10,56%
2006	17582,06	8,30%	347903	8614,32	10,50%
2007	18024,59	8,06%	364991	9093,92	10,13%
2008	21398,32	9,05%	364236	9986,15	11,29%
2009	20987,19	8,70%	366467	7517,84	10,28%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Foi nesse período ainda que ocorreu a crise energética e diplomática entre o Brasil e a Bolívia, seu principal fornecedor de gás natural. Entre os anos de 2005 e 2006, com a chegada ao poder do presidente boliviano Evo Morales, houve mudanças no âmbito da negociação do gás natural importado desse país, com a nacionalização do petróleo e gás natural do país, e o aumento de 50% do preço dos produtos exportados. Esse acontecimento alertou o país para a segurança no fornecimento a preços razoáveis desse produto, e estimulou o investimento e desenvolvimento da produção interna para alcançar a autossuficiência (BARUFI et al, 2006). Com isso, a Petrobrás, única companhia autorizada a operar na exploração e transporte de gás natural no Brasil, seja ela sozinha ou em parceria público-privada, passou a tomar medidas para o desenvolvimento do setor interno de modo que a dependência desse produto seja reduzida.

“A empresa está antecipando investimentos programados para as Bacias de Campos, Santos e Espírito Santo. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) vem aumentando o foco em áreas com potencial de gás natural nas rodadas de licitações que promove. Essas medidas indicam que se consolida, entre os formuladores da política energética brasileira, o objetivo de se buscar a auto-suficiência brasileira também em gás natural.” (BARUFI et al, 2006, p.185).

As últimas descobertas de campos de exploração de gás natural e a inauguração de mais um gasoduto de extrema importância, contribuíram para o estável crescimento da produção de gás natural do país nos últimos anos. Alguns dos campos com grande potencial de exploração são os campos de Júpiter e de Mexilhão, cujas capacidades estimadas podem vir a conferir a autossuficiência de gás natural ao Brasil. Já na bacia de Urucu, também com uma grande reserva de gás natural já tem sua distribuição iniciada pela operação do gasoduto

Urucu-Coari-Manaus, de 383 km de extensão, com uma capacidade de fluxo de 253 mil m³/dia. (PETROBRAS, 2009).

3.4 A energia do Urânio

A energia obtida através do átomo de urânio, energia nuclear, é conhecida desde a década de 40, mas aparece como fonte primária da matriz energética mundial a partir da década de 60, se mostrando como outra fonte não-renovável que propõe a redução da dependência de combustíveis fósseis. Até o fim dos anos 70 a geração de energia à partir do urânio cresceu rapidamente no mundo. Porém, principalmente após os anos de 1979 e 1986, apesar da baixa emissão de gás carbônico (CO₂), os acidentes de Three Mile Island e Chernobyl põem em dúvida a segurança desse tipo de energia. Além disso, o processo de geração de energia através do urânio é semelhante ao processo de elaboração e produção da bomba nuclear, colocando em dúvida se a finalidade do país é realmente a geração de energia ou a atividade bélica (ANEEL, 2008).

Até 2007, o Brasil é apontado como o sétimo maior detentor de reservas de urânio do mundo, possibilitando o caminho para esse tipo de tecnologia cuja matéria-prima essencial é de alta disponibilidade no país. Apesar das grandes reservas, o Brasil possui geração moderada desse tipo de fonte, em comparação com o resto do mundo (ANEEL, 2008).

Apostando na diversificação da matriz energética, não somente através de fontes renováveis, o governo brasileiro partiu para o estabelecimento de parcerias com países que já detinham tecnologia para geração de energia através do urânio. Nesse sentido, foram buscados acordos, seja de somente implantação, seja de absorção de tecnologia, a fim de introduzir as primeiras usinas nucleares no Brasil. A operação do setor energético nuclear brasileiro é de responsabilidade da Eletrobrás Eletronuclear.

A construção da primeira usina nuclear brasileira, chamada de Angra 1, foi iniciada em Março de 1972, tendo sua operação comercial autorizada em 1984 e finalmente sua operação plena em 1985. Com uma área construída de mais de 33 mil metros quadrados, Angra 1 possui uma potência elétrica de 657 MW. O reator desta usina é do tipo PWR (água pressurizada), que é o tipo de reator nuclear mais utilizado no mundo. Essa usina foi adquirida sem a previsão de transferência de tecnologia, através de um processo chamado de turn key, onde a obra é entregue pronta para o contratante, de tecnologia norte-americana em condições para o pleno funcionamento. Entretanto, a experiência adquirida no processo operacional e comercial da usina, deu à Eletrobrás Eletronuclear certo know how, experiência e aprendizado

no procedimento, e capacidade de gerar aperfeiçoamentos no processo da cadeia produtiva (ELETRONUCLEAR, s/d).

Em 1975 foi firmado o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, onde era prevista a transferência de tecnologia entre os países contratantes. Esse acordo proporcionou ao Brasil o desenvolvimento tecnológico próprio, adquirindo know how sobre todas as etapas da produção de combustível nuclear. Isso permitiu uma ampliação no desenvolvimento de pesquisas científicas nesse setor (ELETRONUCLEAR, s/d).

Também fruto do acordo com a Alemanha, e de modo a integrar à atual capacidade da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, foram iniciadas, em 1976, as obras da usina nuclear Angra 2, situada também no município de Angra dos Reis. Porém, na década de 80 o ritmo da construção dessa usina foi desacelerado devido à escassez de recursos disponíveis. Sua operação comercial foi datada dos anos de 2001. Através da área construída de mais de 90 mil metros quadrados, Angra 2 tem sua capacidade elétrica de 1350 MW. Do mesmo modo que Angra I, a segunda também produz através de um reator do tipo PWR (ELETRONUCLEAR, s/d).

Ainda com base no acordo de cooperação com a Alemanha, está em fase de construção a usina nuclear Angra 3. Similar à antecessora, essa usina também trabalha com reator do tipo PWR e tem uma capacidade geradora de 1405 MW. Porém, Angra 3 possui sistemas mais avançados e tecnologias de última geração, de modo a garantir um melhor aproveitamento e uma maior vida útil à usina. As obras para a terceira usina foram iniciadas em 1984, mas paralisadas desde 1986, devido à falta de recursos, altos custos, dúvidas quanto à conveniência dessa fonte e principalmente riscos de acidentes. Os riscos de acidentes foram destacados nesse ano devido ao segundo e maior acidente nuclear presenciado no mundo até aquela data. O acidente de Chernobyl ocorreu em 1986 na Ucrânia e ocasionou a morte de quase todos os trabalhadores da usina (ELETRONUCLEAR, 2011).

“Um dos fatores que mais influenciaram os governos de todo o mundo foram os dois acidentes ocorridos em usinas nucleares. O primeiro ocorreu em 1979, na usina americana de Three Mile Island (TMI). Mesmo não havendo vítimas, o acidente reanimou, quase instantaneamente, a oposição popular ao uso nuclear, dando origem a concepções errôneas sobre uma das maiores fontes de eletricidade nos Estados Unidos. O segundo acidente teve proporções maiores. O acontecimento foi em 1986, na cidade de Chernobyl. O fato trouxe espanto e medo à questão da energia nuclear. Os acidentes haviam mobilizado uma força contra o movimento nuclear, não só brasileiro, mas em todo o planeta, e com isso ficou inviável levar adiante, naquele momento, o Programa Nuclear Brasileiro (ELETRONUCLEAR, 2011).”

De modo a atender ao Plano Decenal de Energia (PDE 2007/2016), montado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), as obras da Usina de Angra 3 foram retomadas em

2010, com previsão de conclusão em 2015. Essa medida tem como objetivo a diversificação da matriz energética e a menor dependência de insumos energéticos externos (ELETRONUCLEAR, 2011). “O país apresenta duas vantagens competitivas nesse segmento: as boas reservas do mineral e o domínio da tecnologia de enriquecimento do urânio – que, no entanto, ainda não é aplicada em escala comercial” (ANEEL, 2008, p. 126).

No longo prazo, o Plano nacional de Energia (PNE 2030) que dá base ao governo na formulação de estratégias e planificação das políticas energéticas até 2030 propõe a construção de mais quatro a oito usinas nucleares, expandindo o potencial em 4000 MW. Nesse estudo, é apontada a necessidade de usinas no Nordeste e no Sudeste do país (ELETRONUCLEAR, 2011).

Analisando os dados referentes à produção de energia primária através do urânio, percebem-se suas primeiras utilizações na década de 80. Nota-se que a produção é reduzida após 1987, um ano depois do acidente de Chernobyl, até sua paralisação na década de 90. O percentual de energia primária gerada pelo urânio chega a alcançar 3,78% do total em 1982, conforme mostra Tabela 9.

Tabela 9 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 80

Ano	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Participação do Urânio na Produção Interna
1980	0,00	0,00%
1981	0,00	0,00%
1982	2899,77	3,78%
1983	2311,70	2,68%
1984	1399,19	1,41%
1985	1010,86	0,94%
1986	365,01	0,34%
1987	1151,49	1,04%
1988	182,50	0,17%
1989	354,87	0,32%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Durante toda a década de 90, a produção de energia de urânio só foi sentida, mesmo que em baixa escala, em 2 anos, a saber em 1990 e 1998, como demonstra a Tabela 10. Nos demais anos a produção permaneceu nula.

Tabela 10 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 90

Ano	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Participação do Urânio na Produção Interna
1990	50,70	0,05%
1991	0,00	0,00%
1992	0,00	0,00%
1993	0,00	0,00%
1994	0,00	0,00%
1995	0,00	0,00%
1996	0,00	0,00%
1997	0,00	0,00%
1998	23,32	0,02%
1999	0,00	0,00%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Finalmente nos anos 2000, a fonte teve uma nova retomada, principalmente a partir do início de operações de Angra 2, a atender parte da produção energética brasileira. Percebe-se, a partir da Tabela 11, que seu percentual não chega a 2% do total da produção nacional.

Tabela 11 - Produção interna de urânio e seu percentual na década de 2000

Ano	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Participação do Urânio na Produção Interna
2000	131,81	0,09%
2001	669,18	0,43%
2002	3335,11	1,91%
2003	2744,93	1,49%
2004	3569,49	1,88%
2005	1308,74	0,65%
2006	2337,94	1,10%
2007	3621,60	1,62%
2008	3950,47	1,67%
2009	4117,23	1,71%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Porém, se considerada a produção interna de urânio somada às importações dessa fonte, temos uma perspectiva diferente desde o ano de 1996 até 2009, conforme aponta a Tabela 12. Em 1997, por exemplo, chegamos a importar cerca de 8385 10³ tep de urânio, atingindo o equivalente a 4,71% do total da oferta interna de energia (produção interna mais importação de fontes primárias do país).

Tabela 12 - Produção interna e importação de urânio (1996-2009), com percentual total sobre produção interna e importação total

Ano	Oferta Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Importação Urânio (10 ³ tep)	Participação do Urânio na Oferta Interna
1996	163109,60	0,00	1409,33	0,86%
1997	178054,97	0,00	8384,99	4,71%
1998	181714,09	23,32	5413,24	2,99%
1999	180388,48	0,00	6,18	0,00%
2000	186227,44	131,81	618,48	0,40%
2001	193258,14	669,18	1632,39	1,19%
2002	212066,75	3335,11	3579,63	3,26%
2003	218412,46	2744,93	2154,95	2,24%
2004	231538,19	3569,49	506,89	1,76%
2005	241406,98	1308,74	5155,62	2,68%
2006	249599,95	2337,94	1984,81	1,73%
2007	267792,09	3621,60	2504,85	2,29%
2008	277887,67	3950,47	371,23	1,56%
2009	277391,15	4117,23	29,85	1,50%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

3.5 A Biomassa e os Produtos da Cana

A biomassa é classificada como qualquer matéria orgânica que possa ser utilizada para a geração de energia, seja para energia térmica, mecânica ou elétrica. Se considerarmos a biomassa em geral, a mesma representava aproximadamente 71% da produção interna do Brasil e em 2009 passa a ser responsável somente por cerca de 29%, conforme aponta a Tabela 13. Os insumos que dão origem à energia gerada podem ser classificados como florestal, agrícola e rejeitos urbanos e industriais (ANEEL, 2011). Como exemplo de origem florestal tem-se a lenha, que foi amplamente utilizada na matriz energética brasileira no início do período estudado e até 2009 ocupava o quarto lugar dentre as outras fontes. Já de origem agrícola pode ser citado o etanol, o biodiesel e a produção de energia elétrica através de bagaço da cana, por exemplo.

Tabela 13 - Evolução da produção de biomassa (produtos da cana + lenha) pelas décadas e seu percentual da Produção Interna de Energia

Ano	Produção Interna Lenha (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Participação da Biomassa na Produção Interna
1970	31851,53	3600,70	71,44%
1980	31083,35	9300,96	60,82%
1990	28536,79	18451,28	43,66%
2000	23054,15	19894,60	28,01%
2009	24609,43	45251,90	28,98%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Apesar da grande importância que a lenha ainda possui na matriz energética brasileira, sua utilização foi reduzida drasticamente ao longo do período estudado. Como pode ser percebido na Tabela 14, sua participação no total chegava a 64% em 1970, enquanto em 2009 representa apenas pouco mais de 10%, caindo da posição de primeira, entre as mais importantes, para a quarta.

Tabela 14 - Evolução da produção de lenha pelas décadas e seu percentual da Produção Interna de Energia

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Lenha (10 ³ tep)	Participação da Lenha na Produção Interna
1970	49627,37	31851,53	64,18%
1980	66404,44	31083,35	46,81%
1990	107632,24	28536,79	26,51%
2000	153333,80	23054,15	15,04%
2009	241099,74	24609,43	10,21%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Devido a esse decréscimo e sua menor importância na atual dimensão da economia brasileira, a lenha não será estudada a fundo como outras fontes. Essa redução na utilização deve-se em parte ao desenvolvimento de máquinas e equipamentos, principalmente no setor industrial, com um aproveitamento de outras fontes de energia mais eficientes.

O crescimento com relação à biomassa recai basicamente sobre o classificado como fonte primária “Produtos da Cana”. Essa fonte passa de inexpressiva para ocupar o posto de segunda fonte energética primária mais importante no país. Essa evolução só foi possível devido a programas de incentivo, avanços tecnológicos e investimentos tanto na produção do etanol combustível para o setor automotivo, quanto na utilização de produtos de cana para a cogeração de eletricidade (GOLDEMBERG, 2000).

Sem dúvida o etanol da cana-de-açúcar foi a fonte que teve o maior destaque no período estudado e que é, atualmente, considerado grande substituto aos derivados do petróleo cuja credibilidade é reconhecida, principalmente devido aos mais de 30 anos de experiência (YERGIN, 2007). Sua origem foi datada da década de 70, com a erupção das duas crises internacionais do petróleo.

Os países em desenvolvimento, dentre eles o Brasil, foram os mais afetados pela crise de petróleo de 1973, devido à baixa disponibilidade de recursos para adaptar-se a uma nova realidade. Os baixos preços anteriores à crise criaram uma dependência e um modelo de geração de energia basicamente voltado para esse insumo, abandonando projetos de desenvolvimento de outras fontes. Esse choque acarretou na busca por fontes de energia que pudessem ser realmente alternativas viáveis aos derivados do petróleo. Em 1975, o governo Geisel criou o Programa Nacional do Álcool, o Proálcool, visando à substituição dos produtos de petróleo por uma fonte renovável e menos suscetível a instabilidades externas. Primeiramente o álcool tinha a finalidade de ser adicionado à gasolina, de maneira que reduzisse o peso dos altos preços do barril de petróleo no produto final vendido.

Agregado ao programa, o governo estimulava a economia de combustível e constantes reajustes nos preços eram sentidos no mercado. Porém, somente no governo Figueiredo que o programa realmente se concretizou. Foram anunciadas novas instalações de usinas de etanol assim como houve uma maior organização da infraestrutura para dar respaldo a esse novo desafio.

"O álcool é a resposta brasileira à crise energética. Mais que solução para contingências externas, é o grande desafio da década de 1980 que a nação inteira terá de enfrentar e vencer" (FIGUEIREDO apud VEJA, 1979, s/pág).

Percebe-se essa resposta a partir da Tabela 15, onde houve um aumento mais discreto na produção de "Produtos da Cana" até 1976, passando de aproximadamente $3600 \cdot 10^3$ tep em 1970 para $4748 \cdot 10^3$ tep em 1976. Já após esse período, essa fonte começa a ganhar força e acelera de maneira mais rápida, atingindo o patamar de quase $20000 \cdot 10^3$ tep em 1985.

Tabela 15 - Crescimento de Produtos da Cana de 1970 a 1985

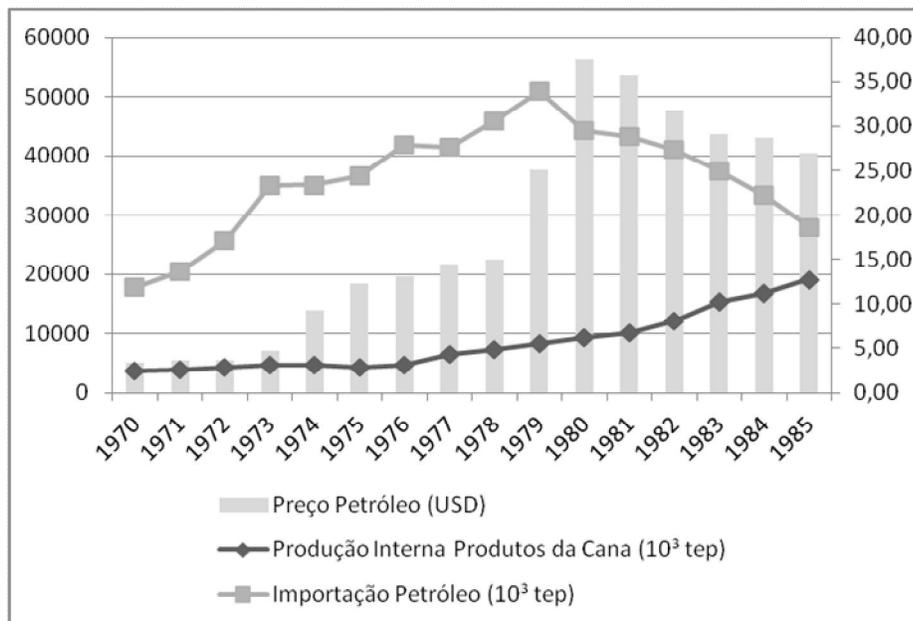
Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Participação Produtos da Cana na Produção Interna	Taxa de Crescimento Anual
1970	49627,37	3600,70	7,26%	-
1971	50472,17	3841,81	7,61%	6,70%
1972	51838,74	4298,39	8,29%	11,88%
1973	52582,84	4644,41	8,83%	8,05%
1974	55218,77	4618,65	8,36%	-0,55%
1975	55551,50	4179,51	7,52%	-9,51%
1976	55865,78	4748,01	8,50%	13,60%
1977	57703,98	6538,73	11,33%	37,72%
1978	58677,73	7321,94	12,48%	11,98%
1979	62103,05	8254,13	13,29%	12,73%
1980	66404,44	9300,96	14,01%	12,68%
1981	68980,69	10196,41	14,78%	9,63%
1982	76720,42	12139,97	15,82%	19,06%
1983	86216,83	15455,23	17,93%	27,31%
1984	99348,18	16792,92	16,90%	8,66%
1985	106989,97	19107,72	17,86%	13,78%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA, s/d)

Na Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA, s/d)

Figura 10 é possível perceber a movimentação das importações de petróleo e da produção interna da fonte primária “Produtos da Cana” em detrimento da variação do preço internacional do petróleo. Nota-se que, entre 1979 e 1980, quando o preço do petróleo atinge seu maior patamar no período, as importações de petróleo começam a cair, enquanto a produção interna de produtos da cana assume uma aceleração considerável.

Figura 8 - Evolução da Produção de Produtos da Cana, Preço Internacional de Petróleo e Importação de Petróleo (1970/1985)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

(INFLATIONDATA, 2011)

Nesse período o governo criou organismos para o início pleno do funcionamento do programa, a saber, o Conselho Nacional do Alcool - CNAL e a Comissão Executiva Nacional do Alcool – CENAL. Em meio às ações citadas acima, o mundo presenciou um novo choque do petróleo em 1979, e a alternativa proposta pelo governo destaca sua importância frente aos que desacreditavam nesse projeto. No início da década de 80 o mercado de automóveis brasileiros já sinalizava a força do álcool frente aos derivados de petróleo. O desenvolvimento dessa nova tecnologia agregava não somente na menor dependência do petróleo, mas criava postos de trabalho doméstico e diminuía a poluição causada pelos combustíveis fósseis. Para o governo, o Brasil estava enfrentando mais um obstáculo com grande sucesso e apostava principalmente no álcool como maior instrumento.

"Trabalho e criatividade são necessários na agricultura, onde o avanço decisivo será na produtividade. Na indústria, precisamos desbravar caminhos tecnológicos para modernizar e baratear a produção do álcool em sua dupla utilização: como fonte de energia e como matéria-prima para a indústria química. O problema do petróleo é mundial. O Brasil pode e precisa apresentar-se inovador e pioneiro, no contexto das nações, no uso de seus recursos naturais. Nesse processo, estaremos encontrando, também, novas fontes de riqueza, para benefício nosso e de toda a humanidade" (FIGUEIREDO apud VEJA, 1979, s/pág.).

A oscilação do mercado internacional de petróleo logo dava sinais de mudanças, quando em meados dos anos 80 esse produto sofre uma queda abrupta. Essa redução nos preços termina por ameaçar a competitividade do etanol nacional, além de sofrer com a

atratividade da alta nos preços de alimentos, em especial o açúcar. O álcool que inicialmente era subsidiado como indústria nascente, agora precisava desse incentivo para manter sua competitividade, mesmo já com certa maturidade no mercado nacional. Essa redução do preço internacional do petróleo coincide com a escassez de recursos públicos para o investimento e subsídio do etanol, resultando no não acompanhamento do crescimento pela produção. Essa instabilidade provocou também a redução na credibilidade do programa frente aos consumidores e usuários de automóveis movidos a álcool.

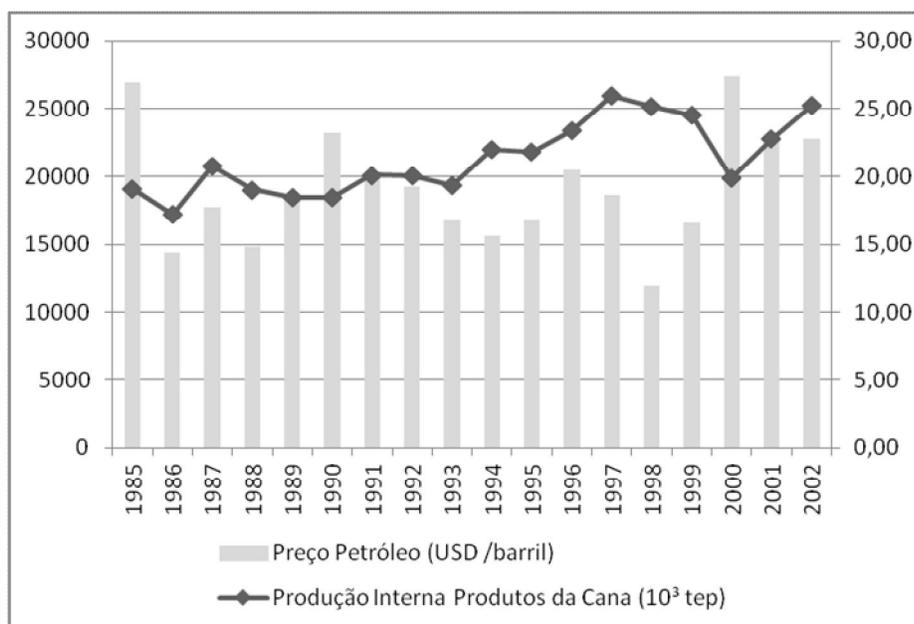
Os fatos acima expostos são claramente percebidos com os dados dessa fonte a partir de 1986, na Tabela 16, onde há uma oscilação de redução e aumento na produção interna. Essa oscilação caracteriza a falta de competitividade do produto frente aos derivados do petróleo que ganham força com a redução dos preços internacionais nesse período. Em seguida, na Figura 9, também pode ser analisada a variação da produção interna dos produtos da cana, frente às oscilações do preço do petróleo nesse período.

Tabela 16 - Crescimento de Produtos da Cana de 1985 a 2002

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Participação Produtos da Cana na Produção Interna	Taxa de Crescimento Anual
1986	106260,41	17256,55	16,24%	-9,69%
1987	110372,13	20771,60	18,82%	20,37%
1988	108630,34	19031,50	17,52%	-8,38%
1989	110960,70	18479,79	16,65%	-2,90%
1990	107632,24	18451,28	17,14%	-0,15%
1991	108621,25	20093,17	18,50%	8,90%
1992	108364,68	20063,84	18,52%	-0,15%
1993	109663,93	19377,64	17,67%	-3,42%
1994	114900,16	22009,85	19,16%	13,58%
1995	115496,47	21778,25	18,86%	-1,05%
1996	122788,59	23397,36	19,05%	7,43%
1997	130378,10	25939,07	19,90%	10,86%
1998	138244,23	25155,22	18,20%	-3,02%
1999	146410,44	24575,26	16,79%	-2,31%
2000	153333,80	19894,60	12,97%	-19,05%
2001	156386,41	22800,11	14,58%	14,60%
2002	174418,35	25271,78	14,49%	10,84%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA, s/d)

Figura 9 - Evolução da Produção de Produtos da Cana e Preço Internacional de Petróleo (1985-2002)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

(INFLATIONDATA, 2011)

Em 2003 foi introduzida no Brasil a tecnologia do automóvel bicompostível ou “flex”, movido a álcool ou gasolina. Essa nova tecnologia deu um grande incentivo à iniciativa privada a voltar a investir na produção do álcool, quase 30 anos após a criação do Proálcool. A aceitação dos carros bicompostíveis foi rápida e em poucos anos já atingia uma parcela muito significativa do mercado doméstico de automóveis.

Essa aceitação pode ser sentida através da análise dos dados do período entre 2003 e 2009, na Tabela 17 e **Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);**

(IPEADATA, s/d)

Figura 10. A produção energética interna referente aos produtos da cana, que permanecia oscilante desde a década de 80 passa a ter um crescimento rápido, de modo que passa de aproximadamente 28000 10³ tep em 2003 para mais de 45000 10³ tep em 2009.

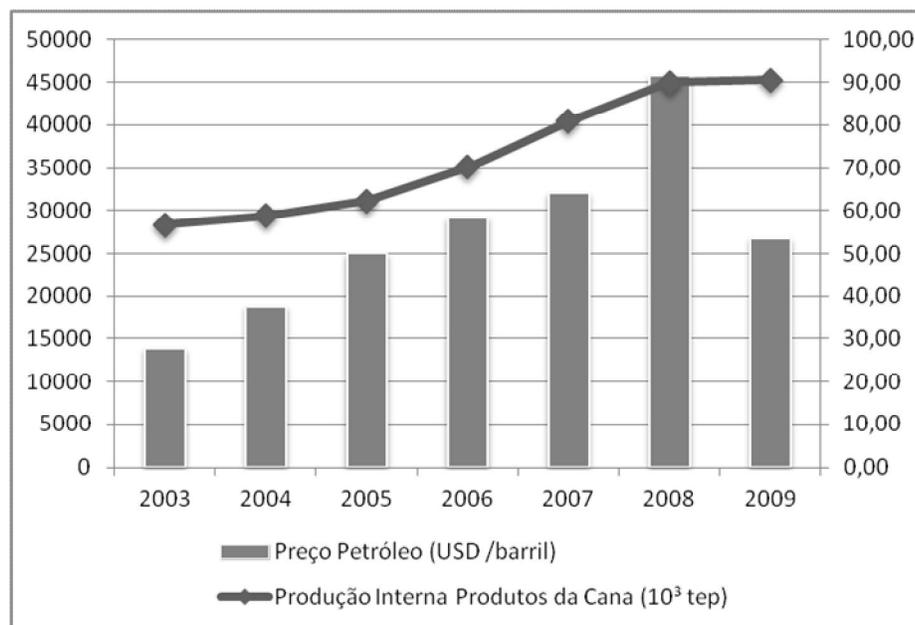
“Se considerarmos o consumo dos combustíveis por veículos leves, entre 1970 e 2007, constatamos que, com a utilização do álcool, tivemos uma economia efetiva acumulada de 854 milhões de barris equivalentes de petróleo, o que representa 15 meses da produção nacional de petróleo (1,9 milhões de barris/dia), ou, ainda a cinco anos do consumo de combustíveis em veículos leves no Brasil (LOBÃO; S/.d., s.pag.)”

Tabela 17 - Crescimento de Produtos da Cana de 2003 a 2009

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Participação Produtos da Cana na Produção Interna	Taxa de Crescimento Anual
2003	184096,91	28356,56	15,40%	12,21%
2004	190237,66	29385,40	15,45%	3,63%
2005	200522,50	31094,44	15,51%	5,82%
2006	211801,61	35133,23	16,59%	12,99%
2007	223678,85	40458,49	18,09%	15,16%
2008	236511,48	45018,52	19,03%	11,27%
2009	241099,74	45251,90	18,77%	0,52%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA, s/d)

Figura 10 - Evolução da Produção de Produtos da Cana e Preço Internacional de Petróleo (2003-2009)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (INFLATIONDATA, 2011)

3.6 A energia Hidráulica

Uma das fontes que ganha maior destaque na evolução da matriz energética brasileira no período estudado é a energia hidráulica. De 1970 até 2009 a produção interna de energia hidráulica cresce cerca de 10 vezes e representa hoje uma parcela significativa da produção energética total brasileira.

“Nos últimos 30 anos, também de acordo com levantamentos da IEA, a oferta de energia hidrelétrica aumentou em apenas dois locais do mundo: Ásia, em particular na China, e América Latina, em função do Brasil, país em que a hidreletricidade responde pela maior parte da produção da energia elétrica.” (ANEEL, 2008, p.52).

Durante as décadas de 70 e 80 várias usinas de grande porte foram construídas e a potência geradora hidrelétrica no Brasil sofreu um grande aumento. A construção das duas maiores usinas hidrelétricas do Brasil atualmente (Tucuruí e Itaipu), além de outras também de potência considerável, ocorre no início dos anos 70. Inclusive ressaltado na análise das empresas geradoras de energia responsáveis por essas usinas, esse período foi marcado pela primeira crise do petróleo e colapso do setor energético de muitos países.

Foram pesquisadas as usinas principais das maiores empresas geradoras de energia do país, focando nos períodos de construção, operação e na potência instalada de cada usina. Nesse sentido, pretende-se demonstrar o desenvolvimento dessa fonte de energia no Brasil e a importância dada a esse setor.

Tabela 18 - As dez maiores usinas em operação, região e potencia

Nome	Potência (kW)	Região
Tucuruí I e II	8370000	Norte
Itaipu (parte brasileira)	6300000	Sul
Ilha Solteira	3444000	Sudeste
Xingó	3162000	Nordeste
Paulo Afonso IV	2462000	Nordeste
Itumbiara	2082000	Sudeste
São Simão	1710000	Sudeste
Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia)	1676000	Sudeste
Jupiá (Eng ^o Souza Dias)	1551000	Sudeste
Porto Primavera (Eng ^o Sérgio Motta)	1540000	Sudeste

Fonte: ANEEL, 2008

Até o início da década de 70 o aproveitamento hidráulico para a geração de energia era pouco expressivo no Brasil. Poucas usinas com capacidade geradora considerável já estavam em operação, como as três primeiras usinas do Complexo Paulo Afonso, a saber, a Paulo Afonso I, II e III, com capacidade total de 1417 MW. A usina Luiz Carlos Barreto de Carvalho, de responsabilidade da empresa Furnas, também foi datada da década de 60 e sua capacidade total era de 1050 MW. Nesse sentido, nos 4 primeiros anos da década de 70, a energia hidráulica não chegava a 10% da produção interna brasileira, totalizando valores inferiores a $5000,00 \cdot 10^3$ tep, conforme mostra a Tabela 19.

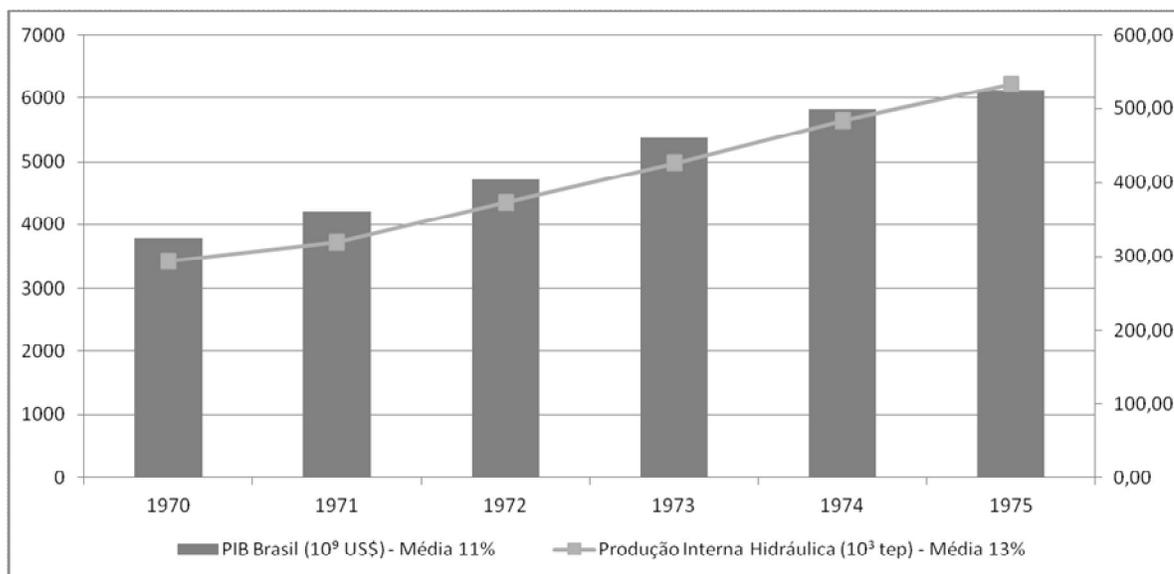
Tabela 19 - Produção hidráulica de 1970-1973 com percentual do total

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Participação Hidráulica na Produção Total
1970	49627,37	3421,52	6,89%
1971	50472,17	3713,63	7,36%
1972	51838,74	4356,82	8,40%
1973	52582,84	4976,55	9,46%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

Após a crise do petróleo de 1973, o país viu-se na necessidade de aumentar os investimentos no fornecimento energético interno e muitos projetos foram elaborados e aprovados. Nos cinco primeiros anos da década de 70, duas novas usinas, consideradas até então de grande porte, entraram em operação, a saber, a usina Engenheiro Souza Dias (Jupiá) em 1974, e a Marimbondo, em 1975, contando com 1551,2 MW e 1440 MW de potência instalada respectivamente. Esses investimentos são sentidos na matriz energética já que a produção hidráulica quase que dobra em apenas 5 anos (1970 a 1975), passando de aprox. 3421 para 6214 10³ tep. A taxa de crescimento da produção hidráulica no Brasil nesse período foi superior à taxa de crescimento do PIB do país, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1970-1975)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA; s/d)

A década de 70 foi, sem dúvidas, um dos períodos mais importantes para a consolidação da energia hidráulica no Brasil. Grandes projetos como Itaipu, São Simão, Sobradinho, Paulo Afonso IV, Itumbiara e Tucuruí tiveram sua construção iniciada nessa

década. Alguns desses projetos, porém, devido à sua grandiosidade e complexidade, somente entraram em operação vários anos após o início de sua construção. Até 1980, porém, teve sua operação iniciada usinas importantes como a hidrelétrica de Itumbiara, Apolônio Sales, Paulo Afonso IV, Sobradinho, Ilha Solteira, São Simão e Bento Munhoz da Rocha Netto. Juntas, essas usinas somaram à capacidade geradora do Brasil cerca de 13000 MW. Mais uma vez, em 5 anos, a produção de energia hidráulica no Brasil quase dobrou, saindo de cerca de 6214 para 11241 10^3 tep, chegando a ocupar, em 1980, o percentual de quase 17% do total de energia primária produzido no Brasil. Essas informações são destacadas na Tabela 20. Nesse período é destacado ainda o crescimento com relação ao PIB do país, conforme mostrado na

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

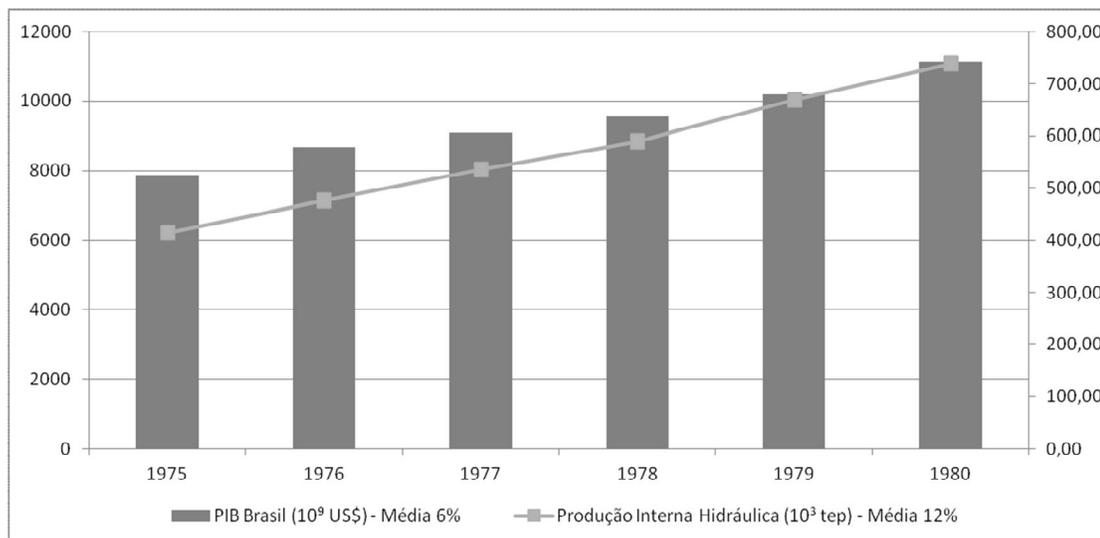
Figura 12.

Tabela 20 - Produção hidráulica de 1970-1980 com percentual do total

Ano	Produção Interna Total (10^3 tep)	Produção Interna Hidráulica (10^3 tep)	Participação Hidráulica na Produção Total	Taxa de Crescimento Anual
1970	49627,37	3421,52	6,89%	
1971	50472,17	3713,63	7,36%	8,54%
1972	51838,74	4356,82	8,40%	17,32%
1973	52582,84	4976,55	9,46%	14,22%
1974	55218,77	5646,13	10,23%	13,45%
1975	55551,50	6214,20	11,19%	10,06%
1976	55865,78	7127,67	12,76%	14,70%
1977	57703,98	8036,06	13,93%	12,74%
1978	58677,73	8832,62	15,05%	9,91%
1979	62103,05	10021,87	16,14%	13,46%
1980	66404,44	11081,57	16,69%	10,57%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

Figura 12 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1975-1980)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA; s/d)

O início dos anos 80 foi marcado pela operação parcial da maior hidrelétrica do Brasil até a atualidade, a Itaipu Binacional. O tratado de cooperação entre Brasil e Paraguai marcava a corrida de ambos os países, na década de 70, na fuga do desabastecimento de petróleo. A operação comercial de suas primeiras turbinas aconteceu em 1984, mas sua plena operação foi ser efetivada somente em 2007, com potência total instalada de 14000 MW. Sua paulatina expansão, aliada à falta de recursos disponíveis e desaceleração nos investimentos, resultou no menor destaque ao crescimento da energia hidráulica nesse período. Poucas outras usinas entraram em operação nesses 10 anos, como a usina de Emborcação, inaugurada em 1982 com 1192 MW e a usina de Luiz Gonzaga, iniciada em 1988, contando com 1479 MW. O período entre 1980 e 1990 foi de crescimento mais discreto da matriz hidráulica, apresentando crescimento um pouco maior que o do PIB e da população residente, oscilando seu percentual na produção total, conforme mostra a Tabela 21, **Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)**

Figura 13 e Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA; s/d)

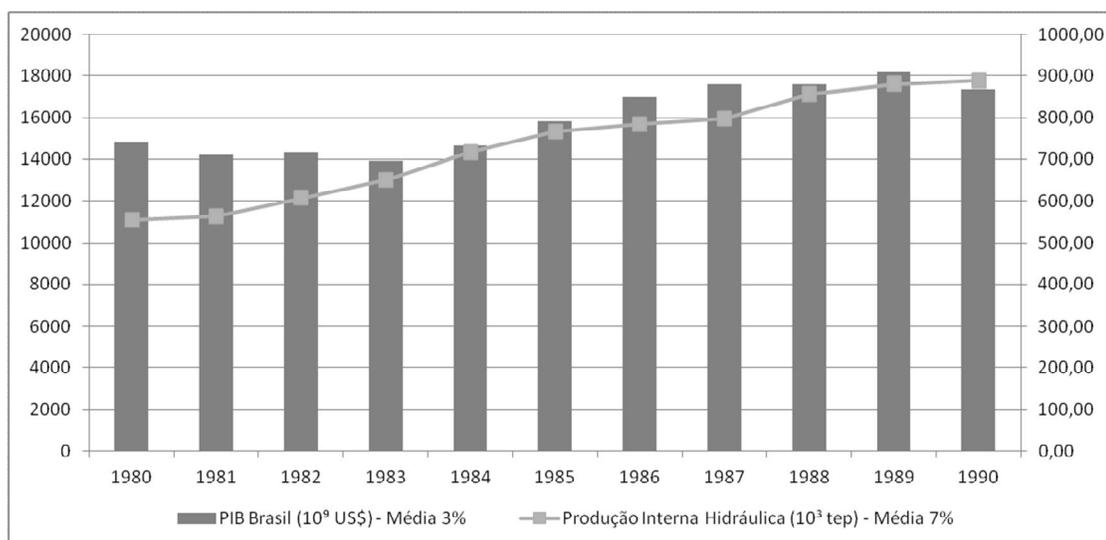
Figura 14.

Tabela 21 - Produção hidráulica de 1980-1990 com percentual do total

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Participação Hidráulica na Produção Total	Taxa de Crescimento Anual
1981	68980,69	11241,29	16,30%	1,44%
1982	76720,42	12132,50	15,81%	7,93%
1983	86216,83	13021,64	15,10%	7,33%
1984	99348,18	14321,27	14,42%	9,98%
1985	106989,97	15334,11	14,33%	7,07%
1986	106260,41	15681,76	14,76%	2,27%
1987	110372,13	15955,22	14,46%	1,74%
1988	108630,34	17115,15	15,76%	7,27%
1989	110960,70	17596,30	15,86%	2,81%
1990	107632,24	17769,78	16,51%	0,99%

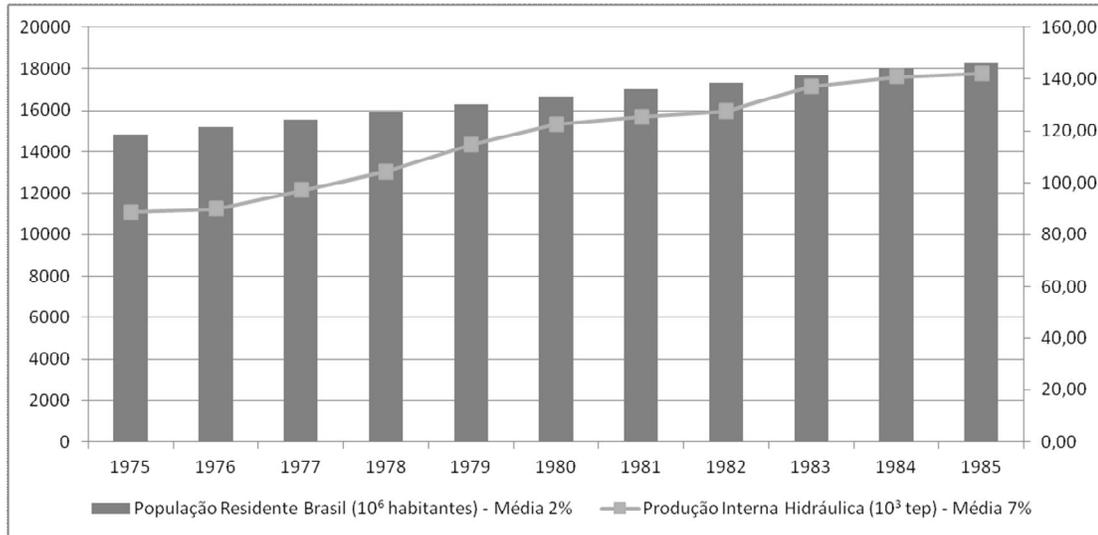
Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Figura 13 - Evolução da Produção Hidráulica e Produto Interno Bruto (1980-1990)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA; s/d)

Figura 14 - Evolução da Produção Hidráulica e População Residente (1980-1990)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010); (IPEADATA; s/d)

Os anos 90 revelaram uma média de crescimento da geração hidráulica discretamente maior que a média de crescimento do país, medida pelo PIB. Enquanto a produção de energia hidráulica cresceu a uma média de aproximadamente 4%, o PIB Brasileiro do período teve um crescimento médio de cerca de 3%. Esses dados são apresentados na Tabela 22. Dois dos grandes investimentos iniciados nos anos 70 e 80 iniciaram suas operações. Foram eles a usina hidrelétrica de Xingó, inaugurada em 1994 com 3162 MW de potência instalada, e Tucuruí, parcialmente inaugurada em 1992 (segunda etapa só seria concluída em 2007), com potencial de geração parcial de 4245 MW. Outras usinas com capacidade geradora considerável iniciaram suas operações nesse período, como a Serra da Mesa, com 1275 MW e a Governador Ney Aminthas de Barros Braga, com 1260 MW. No espaço do tempo aqui explorado, vale ressaltar que a energia hidráulica ultrapassa a produção de energia primária através de lenha e de produtos da cana, conforme demonstrado na **Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);**

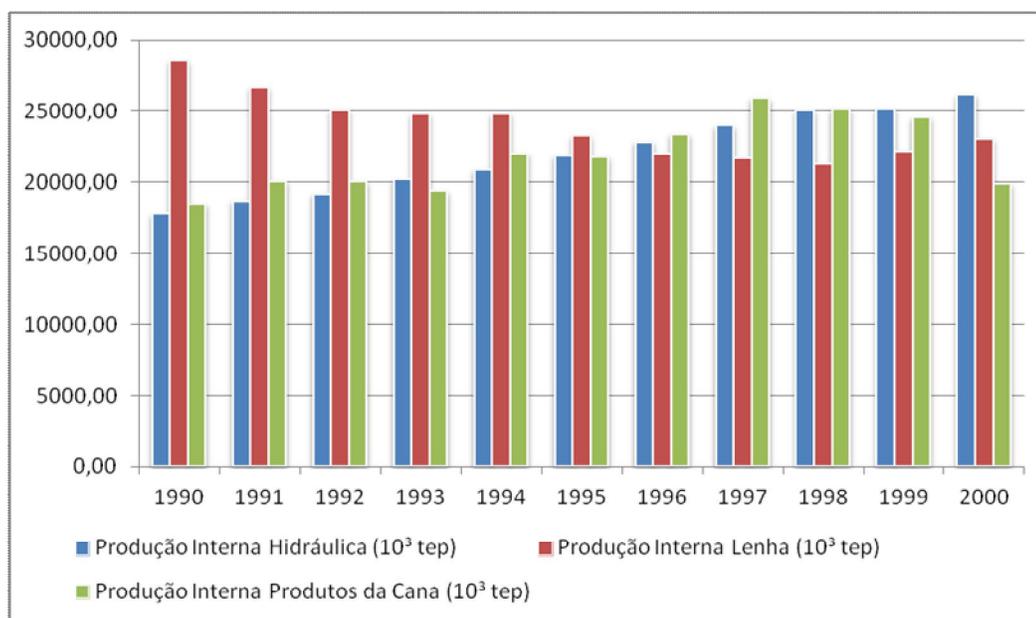
Figura 15.

Tabela 22 - Produção hidráulica de 1990-2000 com percentual do total

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Participação Hidráulica na Produção Total	Taxa de Crescimento Anual
1991	108621,25	18721,76	17,24%	5,36%
1992	108364,68	19199,82	17,72%	2,55%
1993	109663,93	20207,50	18,43%	5,25%
1994	114900,16	20864,28	18,16%	3,25%
1995	115496,47	21827,10	18,90%	4,61%
1996	122788,59	22846,99	18,61%	4,67%
1997	130378,10	23982,00	18,39%	4,97%
1998	138244,23	25056,31	18,12%	4,48%
1999	146410,44	25187,92	17,20%	0,53%
2000	153333,80	26168,19	17,07%	3,89%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010);

Figura 15 - Evolução da Produção Hidráulica, Lenha e Produtos da Cana (1990-2000)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

No início dos anos 2000 o país vive uma crise de energia elétrica, causado principalmente por períodos de estiagem e baixa na produção hidráulica, que afeta vários setores da economia. De 2000 para 2001 a produção hidráulica reduz pela primeira vez durante todo o período estudado. Esse fenômeno só volta a acontecer novamente em 2008, porém em menor quantidade. Essa crise energética proporcionou uma redução no crescimento do PIB do país, que reduziu da média de 4% para 1% no mesmo período. Também nesses 9 anos, o percentual de energia hidráulica na matriz energética total foi reduzido de 17% para

menos de 14%, principalmente devido ao rápido crescimento da produção de produtos da cana. Os dados citados podem ser melhor apreciados na Tabela 23 e na comparação feita com produtos da cana na **Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)**

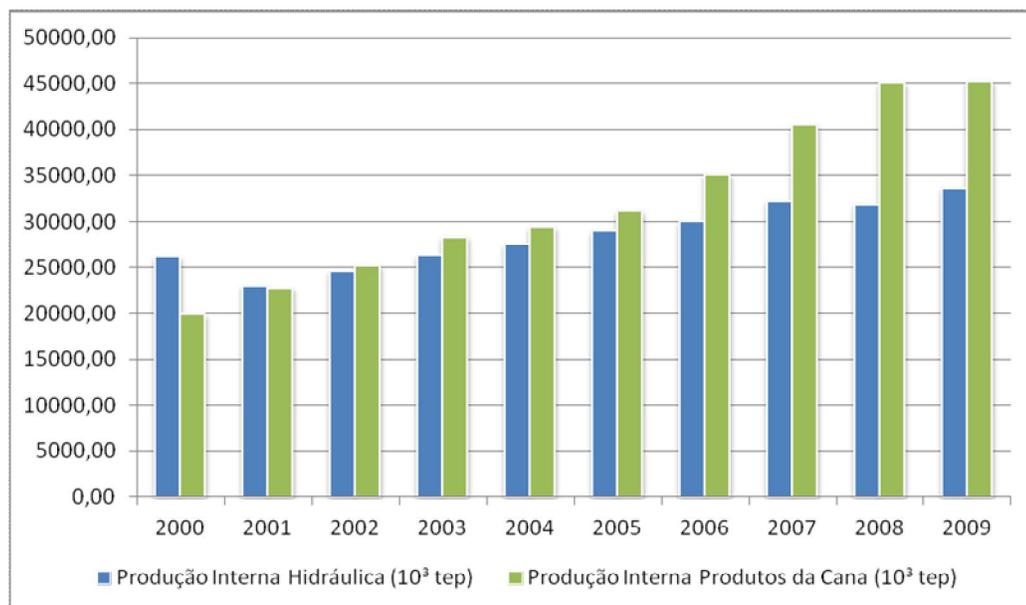
Figura 16. Nessa década entra em operação a usina de Porto Primavera, com capacidade geradora de 1540 MW, além da segunda etapa de Tucuruí, fechando o suprimento de 8370 MW.

Tabela 23 - Produção hidráulica e produtos da cana de 2000-2009 com percentual do total, e taxa de crescimento anual

Ano	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Participação Hidráulica na Produção Total	Taxa de Crescimento Anual - Hidráulica	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Participação Produtos da Cana na Produção Total	Taxa de Crescimento Anual - Cana
2000	26168,19	17,07%	3,89%	19894,60	12,97%	-19,05%
2001	23028,12	14,73%	-12,00%	22800,11	14,58%	-7,22%
2002	24594,07	14,10%	6,80%	25271,78	14,49%	2,83%
2003	26282,98	14,28%	6,87%	28356,56	15,40%	15,39%
2004	27588,53	14,50%	4,97%	29385,40	15,45%	19,57%
2005	29021,27	14,47%	5,19%	31094,44	15,51%	26,53%
2006	29997,27	14,16%	3,36%	35133,23	16,59%	42,96%
2007	32165,30	14,38%	7,23%	40458,49	18,09%	64,63%
2008	31781,85	13,44%	-1,19%	45018,52	19,03%	83,19%
2009	33624,97	13,95%	5,80%	45251,90	18,77%	84,14%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Figura 16 - Evolução da Produção Hidráulica e Produtos da Cana (2000-2009)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

O governo brasileiro continua com seus investimentos na energia hidráulica com grandes projetos em andamento. Dois desses grandes projetos estão compondo o Complexo Rio Madeira, a saber, a usina hidrelétrica de Jirau e a usina Santo Antônio. Com previsão para funcionamento já em 2012, Jirau ampliará a potência instalada do Brasil em aproximadamente 3300 MW e será uma das maiores usinas do Brasil. Já a usina de Santo Antônio tem sua operação prevista para 2015 com capacidade de produção de 3150 MW.

Outro investimento em grandes obras no setor energético de fonte hidráulica é a usina de Belo Monte, já em processo de início da construção. Assinado o contrato de concessão em Agosto de 2010, a usina contará com a potência máxima de 11000 MW, sendo 4000 MW como energia firme média (BELO MONTE, s/d). Ainda em processo de licitação está a usina hidrelétrica São Luiz dos Tapajós. A mesma será construída no rio Tapajós, no Pará, e quando concluída terá potência instalada de aprox. 6100 MW.

3.7 Outras Fontes

A classificação das demais fontes primárias sob uma única análise, em “Outras Fontes”, é feita devido à baixa significância de cada fonte individual no composto da matriz energética total. No período estudado a maior participação desse conjunto de fontes na matriz energética total foi menor que 4% em 2009. Por esse motivo, a desagregação de cada fonte primária que compõe esse grupo não é interessante. Além disso, a participação de cada fonte primária nesse grupo não é vislumbrada na coleta de dados secundários. Por esse motivo, a análise desse grupo focar-se-á na fonte de maior expressão de ponto de vista do desenvolvimento atual, a saber, a energia eólica.

O suprimento energético eólico é aquele obtido através da energia cinética provocado pela migração de massas de ar na superfície do planeta. Sua utilização atual está geralmente ligada à geração de energia elétrica, através do acionamento de rotor do aerogerador (ANEEL, 2008).

Devido aos altos custos no desenvolvimento das fontes classificadas como “Outras Fontes”, enquanto sua tecnologia ainda não está consolidada, seu desenvolvimento no Brasil e no mundo é geralmente ligado a programas de incentivo governamentais como subsídios diretos, desoneração fiscal e disponibilização de recursos (ANEEL, 2008).

Conforme ocorre com outras fontes de energia, o aproveitamento de energia eólica está estreitamente conectado com a existência de condições naturais específicas para sua aplicação. O potencial de geração de energia eólica brasileiro foi objeto de estudos de viabilidade e levantamentos desde a década de 70.

Na década de 1970 e até meados da década de 1980, após a primeira grande crise de preços do petróleo, diversos países – inclusive o Brasil – dispenderam esforços em pesquisa sobre utilização da energia eólica para a geração elétrica (DO AMARANTE et al, 2001, p.13).

Foi detectado que o país possui grande potencial energético eólico, devido às suas características específicas de volatilidade da velocidade de vento em determinadas áreas. Além disso, foi apontada a complementaridade da geração eólica, com relação à geração hidráulica, uma vez que a maior velocidade dos ventos costuma ser em períodos de estiagem. Dessa maneira, o fornecimento de energia hidráulica e eólica poderia ser complementar para o suprimento estável de energia do país (ANEEL, 2008).

Porém, somente após maiores pesquisas na área, nas décadas de 80 e 90, capaz de proporcionar tecnologias mais avançadas principalmente quanto ao melhor aproveitamento energético e redução gradual dos custos, essa fonte ganhou mais força no mundo e, conseqüentemente no Brasil (DO AMARANTE et al, 2001). As primeiras usinas eólicas do Brasil foram instaladas já na década de 90. A primeira turbina eólica instalada no Brasil entrou em operação em 1992, no arquipélago de Fernando de Noronha (PE) com a potência de 75 kW. Posteriormente, foram instaladas outras usinas também de pequeno porte, como a Central Eólica Experimental, em Gouveia (MG), com potência total de 1MW; a Central Eólica de Prainha no Ceará, com 10MW; e outras. Com essas usinas de pequeno porte, o país alcançou a potência total instalada de 22 MW em 2003 (ANEEL, 2008).

Esse total iria ser ampliado rapidamente nos anos seguintes devido a uma série de investimentos e incentivos governamentais que, agregados aos investimentos privados no setor, e a fatores internacionais, possibilitaram o crescimento acelerado.

Em 2003 foi criado o Proinfa, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, com o objetivo de aumentar a participação das fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) na matriz energética nacional, e, assim sendo, fortalecer a segurança energética do país ao mesmo tempo em que aquece a indústria e o mercado local (MME, 2011).

O programa prevê a implantação de 144 usinas, totalizando 3299,40 MW de capacidade instalada, sendo 1191,24 MW provenientes de 63 PCHs, 1422,92 MW de usinas eólicas, 685,24 MW de 27 usinas a base de biomassa. Toda essa energia

tem garantia de contratação por 20 anos pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás). (MME, 2011).

O processo de estagnação de investimento em fonte energéticas alternativas como a eólica no mercado europeu nos últimos anos, somado às prerrogativas do Proinfa com um índice de nacionalização de 60% do investimento, o Brasil vem recebendo cada vez mais indústrias do setor eólico. Até alguns anos atrás, a Alemã Wobben Windpower era a única indústria do setor presente no país. Porém, o grande potencial, aliado aos incentivos gerados pelo Proinfa atraíram grandes empresas do setor como a Alstom, a Gamesa, a Impsa, Suzlon, Vestas, Gestamp, GE Winds e Siemens (GWEC, 2011).

“No Brasil, a capacidade instalada ainda é muito pequena quando comparada aos países líderes em geração eólica. No entanto, políticas de incentivos estão começando a produzir os primeiros resultados e espera-se um crescimento da exploração deste recurso nos próximos anos. Para dar suporte a esse crescimento, torna-se necessário a formação de recursos humanos e o desenvolvimento de pesquisas científicas de âmbito nacional com o intuito de produzir e disponibilizar informações confiáveis sobre os recursos eólicos no território brasileiro. (MARTINS, et al, 2008, p.1304.2).

De acordo com o BIG (Banco de Informações de Geração) da ANEEL (2011), o país conta até 2011 com um total de 64 usinas eólicas instaladas, com a potência total instalada de 1.268.242,20 kW.

Analisando os dados da evolução da produção interna e importação das “Outras Fontes”, percebe-se que sua evolução foi lenta e ainda representa uma parcela muito pequena da matriz energética brasileira. Até a década de 90 a participação das Outras Fontes na Produção Interna não chega a 2%, conforme aponta a Tabela 24.

Durante a década de 90 até o ano de 2002, o crescimento das Outras Fontes permanece discreto, conforme já falado anteriormente que os investimentos ocorrem principalmente a partir dos anos 2000 e com a grande retomada principalmente nas fontes renováveis. O crescimento da década de 90, que mostra que foram necessários 11 anos para dobrar a produção, pode ser apreciado na Tabela 25.

Nota-se ainda que, a partir de 2003, o crescimento passa a ter uma maior aceleração que é, de certa maneira, suprimido em termos percentuais pelo crescimento da produção energética total. Em apenas 7 anos a produção de Outras Fontes praticamente dobra e chega a representar quase 4% da Produção Interna total brasileira, como aponta a Tabela 26. As importações dessas fontes de energia mantiveram-se nulas durante todo o período estudado.

Tabela 24 - Produção interna de outras fontes, e percentual total sobre produção interna 1970-1990

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Outras Fontes (10 ³ tep)	Participação Outras Fontes na Produção Interna
1970	49627,37	223,24	0,45%
1971	50472,17	232,82	0,46%
1972	51838,74	301,43	0,58%
1973	52582,84	310,58	0,59%
1974	55218,77	348,89	0,63%
1975	55551,50	362,61	0,65%
1976	55865,78	411,64	0,74%
1977	57703,98	470,39	0,82%
1978	58677,73	560,58	0,96%
1979	62103,05	821,72	1,32%
1980	66404,44	1009,94	1,52%
1981	68980,69	1094,36	1,59%
1982	76720,42	1168,81	1,52%
1983	86216,83	1194,26	1,39%
1984	99348,18	1425,18	1,43%
1985	106989,97	1583,09	1,48%
1986	106260,41	1769,69	1,67%
1987	110372,13	1861,58	1,69%
1988	108630,34	2001,77	1,84%
1989	110960,70	1997,72	1,80%
1990	107632,24	2126,36	1,98%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Tabela 25 - Produção interna de outras fontes e percentual total sobre produção interna 1990-2002

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Outras Fontes (10 ³ tep)	Participação Outras Fontes na Produção Interna
1991	108621,25	2338,32	2,15%
1992	108364,68	2745,35	2,53%
1993	109663,93	2984,49	2,72%
1994	114900,16	3004,31	2,61%
1995	115496,47	2923,41	2,53%
1996	122788,59	3087,96	2,51%
1997	130378,10	3283,45	2,52%
1998	138244,23	3449,10	2,49%
1999	146410,44	3969,54	2,71%
2000	153333,80	4438,59	2,89%
2001	156386,41	4630,78	2,96%
2002	174418,35	5049,94	2,90%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Tabela 26 - Produção interna + percentual total sobre produção interna 2003-2009

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Outras Fontes (10 ³ tep)	Participação Outras Fontes na Produção Interna
2003	184096,91	5662,83	3,08%
2004	190237,66	5860,42	3,08%
2005	200522,50	6319,71	3,15%
2006	211801,61	6753,79	3,19%
2007	223678,85	7675,71	3,43%
2008	236511,48	8475,41	3,58%
2009	241099,74	9236,72	3,83%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

3.8 *Nível de concentração da Matriz Energética*

Diante do exposto referente a cada uma das matrizes energéticas que tiveram maior significância na evolução da matriz energética brasileira, busca-se comprovar, através dos métodos de medição de concentração de mercado anteriormente apresentados, que o país conseguiu desconcentrar sua produção energética.

Utilizando o método C4, são recolhidas as participações das fontes que tiveram maior participação na produção brasileira nos anos estudados. Para calcular o C4, soma-se a

produção de cada uma das quatro maiores fontes de energia do ano, e divide-se o resultado pela produção total de energia daquele ano. O resultado dará o grau, de zero a um, onde quanto mais próximo de um, maior a concentração da matriz energética brasileira. Esse índice de concentração pode ser expresso em porcentagem ou número de zero a um.

Como temos muitas observações no período estudado, para facilitar a visualização, foram colocados os anos de 1970, 1980, 1990 e 2009 com seu respectivo C4. Analisando a Tabela 27, percebe-se que o índice de concentração C4 foi reduzido de 0,94 para 0,51, demonstrando que a produção interna de energia primária no Brasil foi diversificada durante esse período.

Tabela 27 - Índice C4 dos anos 1970, 1980, 1990 e 2009

Ano	C4
1970	94,78%
1980	80,80%
1990	65,96%
2000	53,67%
2009	51,63%

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Para comprovar a confiabilidade nesse resultado, foi apontado também o método HHi, de modo a ter uma visão mais completa do contexto total da matriz energética nacional. Para calcular o HHi, é preciso ter dados da produção energética de todas as fontes primárias e calcular sua importância com relação à produção total. Para isso, é dividida a produção individual de cada fonte pela produção interna total. Cada valor será sua participação individual na produção total, variando de zero a um. Feito isso, soma-se todas as participações individuais elevadas ao quadrado. O resultado será, da mesma maneira que o C4, de zero a um, onde o quão mais elevado, mais concentrada a matriz energética, se considerarmos a disposição em percentual.

As observações para esse índice foram feitas da mesma forma que a análise anterior de modo a facilitar a compreensão. Percebe-se, portanto, a partir da Tabela 28, que houve uma redução comprovada na concentração de fontes de energia na matriz energética nacional no período estudado, porém, que o índice de 1990 é um pouco menor que os de 2000 e 2009. Apesar disso, a redução do índice de concentração aponta claramente para a descentralização da matriz energética.

Tabela 28 - Índice de concentração Hhi dos anos 1970, 1980, 1990 e 2009

Ano	HHi ($S_{X_1}^2 + S_{X_2}^2 + S_{X_n}^2$)
1970	0,45
1980	0,29
1990	0,22
2000	0,25
2009	0,25

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados secundários (EPE, 2010)

Comprova-se pelos dois métodos acima utilizados, que, de fato, a matriz energética brasileira foi diluída entre mais fontes no período estudado. Considerando a estreita ligação entre a diversificação desse setor e a segurança energética, conforme apontado no início deste trabalho, é possível afirmar que o Brasil aumentou consideravelmente sua segurança energética no período estudado.

4 Considerações Finais

A partir dos dados e análises expostos ao longo deste trabalho, pode-se perceber a clara diversificação da matriz energética primária brasileira, apoiada em investimentos privados e principalmente do governo. Grande parte dessa nova política de investimento na diversificação e estruturação da matriz energética nacional teve origem na década de 70, onde o mundo inteiro passava por instabilidades do setor energético. Seguindo o raciocínio das políticas de fomentação de setores estratégicos, aliado com o potencial do país em algumas fontes de energia, o governo conseguiu reduzir o nível de dependência externa e ao mesmo tempo diluir a concentração da matriz energética nacional.

Aliado à fomentação da produção interna e estruturação e diversificação da sua matriz energética, o país pode avançar em termos de desenvolvimento econômico e qualidade de vida da sua população.

“O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso à rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica)” (ANEEL, 2008, p.39).

Percebe-se ainda que a busca da autossuficiência tem sua importância fundamental na política energética dos países, porém no ambiente mundial de globalização e de interdependência e comercialização entre nações com cada vez menos barreiras, a importação também é uma realidade e deve ser considerada. Essa realidade é sentida principalmente quando analisadas as fontes energéticas gás natural e petróleo. Para o gás natural, por exemplo, a busca da maior ampliação da produção interna aconteceu após conflitos gerados com a Bolívia que abalaram o acordo bilateral com aquele país e puseram em risco o fornecimento energético. Porém, grande parte do gás natural da Oferta Interna Energética do Brasil advém das importações através do gasoduto Bolívia-Brasil. Com relação ao petróleo, apesar de atingirmos a autossuficiência, parte do petróleo consumido no Brasil também é importado, tendo em vista principalmente questões de custo e tipo de petróleo.

Apesar do setor energético ser considerado como estratégico para o desenvolvimento do país, o mesmo não pode fechar-se para oportunidades internacionais, já que pode estar deixando de ser competitivo em detrimento de um nacionalismo exagerado. É preciso balancear os investimentos na produção interna, atentando para fontes com maior potencial de

competitividade, com a abertura comercial e considerando a importação como opção, para não isolar-se e perder espaço no mundo globalizado.

Das fontes renováveis, é chamada atenção para o importante crescimento da energia hidráulica e da biomassa, devido ao crescimento dos produtos da cana. O fomento do setor hidráulico foi possível graças ao grande potencial dessa fonte no Brasil, aos investimentos contínuos e específicos e à criação das empresas brasileiras geradoras de energia elétrica. O país representa hoje um exemplo em nível de aproveitamento de energia hidráulica e continua com vários projetos de desenvolvimento de hidrelétricas no Brasil. Com relação aos produtos da cana, a criação do Pró-Álcool da década de 70 foi um projeto pioneiro que levou o Brasil a criar o combustível com maior potencial de substituição dos derivados de petróleo do mundo, de acordo com Daniel Yergin (2007). Percebe-se uma clara inter-relação entre a criação desse programa, sua retração e sua nova retomada com o preço internacional do petróleo. Nesse sentido, fica claro que o governo está atento às dificuldades internacionais que podem ameaçar o crescimento da economia nacional e buscam alternativas capazes de amenizar esses efeitos.

Foram identificados fatores mensuráveis e acontecimentos externos que contribuíram positivamente ou negativamente para o investimento na diversificação e estruturação da matriz energética primária no Brasil no período estudado. Dentre estes, foram ressaltados o crescimento do PIB, da população e acontecimentos tais como os dois choques do petróleo, os acidentes nucleares de Three Mile Island e Chernobyl, a Guerra do Golfo, a crise energética do início dos anos 2000 e a crise da nacionalização do gás boliviano.

A diversificação da matriz energética foi discutida e comprovada a partir da demonstração da redução do índice de concentração em dois procedimentos diferentes, o C_4 e o HH_i , assim como através da análise dos dados. A discussão sobre a diversificação como forma de alcance da segurança energética foi levantada em publicações de especialistas e estudiosos do setor. É demonstrado que a diversificação é apontada como grande solução para a segurança energética pela grande maioria dos trabalhos estudados.

A evolução da matriz energética foi analisada passo a passo, destacando investimentos e incentivos para o setor pelo governo, associados muitas vezes a fatores externos que acarretaram na necessidade de tais investimentos. Principalmente com relação aos dois grandes choques de petróleo da década de 70, é demonstrado que grande parte dos investimentos e programas de consolidação da matriz energética nacional surgiram nesse período de dificuldades. Como exemplos claros disso, estão a criação do Pró-álcool, a busca

por petróleo em território nacional, a construção de grandes usinas hidrelétricas como a de Itaipu, o diálogo com outros países para a transferência de tecnologia nos setores de energia nuclear e de petróleo e o início dos estudos de viabilidade de fontes alternativas, como a eólica. Como comentado ao longo do trabalho, esses investimentos não são sentidos diretamente uma vez que são investimentos de longo prazo. Por esse motivo, o crescimento na produção de algumas dessas fontes só foram sentidas anos ou décadas após as crises do petróleo.

O trabalho expôs o tema proposto de uma maneira ampla e transparente, sem, contudo aprofundar-se em questões técnicas e elaboradas do setor energético, que demandariam o estudo exaustivo de diversos tópicos vinculados ao tema.

O tema estudado pelo presente trabalho pode ser analisado futuramente com maior profundidade e partindo de outras perspectivas diferentes das aqui propostas. Os dados expostos podem dar espaço para uma possível projeção do futuro energético do país, considerando o crescimento da economia e dos investimentos atuais do governo. É possível ainda analisar a questão energética pela ótica ambiental, destacando a utilização de fontes energética renováveis para o desenvolvimento sustentável e como a ampliação da matriz energética brasileira foi influenciada por essa ideologia.

Referências

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª ed. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>> Acesso em: 19/11/2011.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **BIG - Banco de Informações de Geração. USINAS** do tipo Eólica em Operação. Novembro, 2011. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoGeracaoTipo.asp?tipo=7&ger=Outros&principal=E%F3lica>>. Acesso em: 27/11/2011.

BARAT, Josef; NAZARETH, Paulo Buarque de. Transporte e Energia no Brasil: as repercussões da crise do petróleo. **IPEA - Pesquisa e Desenvolvimento Econômico**. Vol. 14, Ed. 1, pág. 197-243. 1984.

BARUFI, Clara Bonomi; DOS SANTOS, Edmilson Moutinho; IDE, Cristiane Reis. Auto-Suficiência Energética e Desenvolvimento : o Comércio de Gás Natural entre Brasil e Bolívia. **Cadernos PROLAM/USP**. Vol. No2, pág. 183-208, 2006.

BELO MONTE. **Usina Belo Monte**. S/d. Disponível em: <<http://www.blogbelomonte.com.br/usina-belo-monte/>>. Acesso em: 24/11/2011

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **Nossos negócios – Usinas**. S/d. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/NossosNegocios/Paginas/usinas.aspx>>. Acesso em: 23/10/2011.

CESP – Companhia Energética de São Paulo. **Usinas e Eclusas**. S/d. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_UsinaEclusa?OpenDocument&Menu=5%20-%20menu_lateral@@002_004>. Acesso em: 23/10/2011

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Geração Hidráulica e Térmica**. S/d. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf/sistema_chesf_geracao/container_geracao?p_name=8A2EEABD3C03D002E0430A803301D002>. Acesso em: 22/10/2011

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Nossa História**. S/d. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/institucional/institucional_no

ssa_historia/conteiner_nossa_historia?p_name=8A2EEABD3B92D002E0430A803301D002>

. Acesso em: 22/10/2011

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Hidrelétricas**. S/d. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F86108AB3CF1D4E5F032574120060B8F0>>. Acesso em: 22/10/2011

DE ARAÚJO, José Lizardo; GHIRARDI, André. Substituição de derivados do petróleo no Brasil: questões urgentes. **IPEA - Pesquisa e Desenvolvimento Econômico**. Vol. 16, Ed. 3, pág. 745-771, 1986.

DE BARROS, Evandro Viera. A matriz energética mundial e a competitividade das nações: Bases de uma nova geopolítica. **Engevista**. Vol. 9, Ed. 1, Pág. 47-56. 2007.

EIA, U.S. Energy Information Administration. **Brazil Energy Data, Statistics and Analysis - Oil, Gas, Electricity, Coal**. 2011. Disponível em: <<http://www.eia.gov/EMEUCabs/Brazil/pdf.pdf>> Acesso em: 13/11/2011

DO AMARANTE, Odilon A. Camargo; BROWER, Michael; ZACK, John; DE SÁ, Antonio Leite. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. 2001. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>>. Acesso em: 27/11/2011.

EIA. **Nonrenewable Energy**. s/d. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/non-renewable/nonrenewable.html>> Acesso em: 10/01/2009

ELETRONORTE, Eletrobrás. **Tucuruí**. S/d. Disponível em: <<http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/pilares/geracao/estados/tucurui/>>. Acesso em: 22/10/2011

ELETRONUCLEAR. S/d. Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php?idSecao=2&idCategoria=21>>. Acesso em: 26/11/2011

ELETRONUCLEAR. S/d. **Angra 3**. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/perguntas_respostas/perguntas_respostas.php?id_categoria=3&id_subcategoria=6>. Acesso em: 26/11/2011.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco energético nacional**. 2010. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>> Acesso em: 29/10/2011

FERREIRA, Léo da Rocha. Proálcool, energia e transportes. **IPEA - Pesquisa e Desenvolvimento Econômico**. Vol. 13, Ed. 2, pág. 667-672, 1983.

FURNAS, Eletrobrás. **Parque Gerador**. S/d. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/>>. Acesso em: 22/10/2011

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. **Estudos Avançados**. Vol. 19, Ed. 55, pag. 215-228; 2005.

GOLDEMBERG, José. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em Perspectiva**. Vol. 14, Ed. 3, pág. 91-97. 2000.

GOLDEMBERG, José. Energia e desenvolvimento. **Estudos Avançados**. Vol 12, Ed. 33, pág. 5-15, 1998.

GWEC, Global Wind Energy Council. **Brazil**. s/d. Disponível em: <<http://www.gwec.net/index.php?id=118>> Acesso em: 14/11/2011.

IEA, International Energy Agency. **Key World Energy Statistics 2011**. 2011. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf> Acesso em: 19/11/2011.

INFLATIONDATA. **Historical Crude Oil Prices (Table)**. 2011. Disponível em: <http://www.inflationdata.com/inflation/inflation_rate/historical_oil_prices_table.asp>. Acesso em: 29/10/2011.

IPEADATA. População Residente. 2011. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em 30/10/2011.

IPEADATA. Produto Interno Bruto. 2011. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em 31/10/2011.

ITAIPU BINACIONAL. **Nossa História**. S/d. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/nossa-historia>>. Acesso em: 23/10/2011

KRUGMAN, Paul; OBSTFELD, Maurice. **Economia internacional: teoria e política**. Ed. 8. São Paulo: Pearson Pretentice Hall, 2010.

LOBÃO, Edilson. **O Brasil e as fontes renováveis de energia**. s/d. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/O_Brasil_e_as_fontes_renovxveis_de_energia.pdf> Acesso em: 15/11/2011

LOBÃO, Edilson. **A crise do petróleo e os biocombustíveis.** s/d. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/A_crise_do_petrleo_e_os_biocombustxveis.pdf> Acesso em: 15/11/2011

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2007.

MME, Ministério de Minas e Energia. **O Proinfa.** s/d. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>> Acesso em: 15/11/2011

OPEP Secretariat. **OPEC Statute.** Caracas: Resolution II.6. Janeiro, 1961. Disponível em <<http://www.opec.org/library/opec%20statute/pdf/os.pdf>>. Acesso em 13/09/2008.

PETROBRÁS. **Gasoduto Urucu-Coari-Manaus: mais energia para o Brasil.** Novembro, 2009. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/noticias/gasoduto-urucu-coari-manau-mais-energia-para-o-brasil/>>. Acesso em: 26/11/2011

PETROBRÁS. Nossa história. S/d. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/nossa-historia/>>. Acesso em: 08/09/2011

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** São Paulo, Atlas, 1999.

RIZZO, Luis Gustavo Pascual; PIRES, Marcos Cordeiro. A questão energética: da exaustão do modelo fóssil ao desafio da sustentabilidade. **Revista de Economia e Relações Internacionais**, São Paulo, Vol. 3, nº 6, pág. 88-103, Janeiro 2005.

SALVATORE, Dominick; **Introdução à economia internacional.** Rio de Janeiro, LTC, 2007.

SANTANA, Carlos Ribeiro. O aprofundamento das relações do Brasil com os países do Oriente Médio durante os dois choques do petróleo da década de 1970: um exemplo de ação pragmática. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, ano 49, nº 2, p. 157-177, Julho – Dezembro, 2006.

SCHMIDT, Cristiane Alkmin Junqueira; DE LIMA, Marcos André. **Índices de Concentração.** Março, 2002. Disponível em: <http://www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/documento_trabalho/2002-1/doctrab13.pdf>. Acesso em: 27/11/2011.

SENHORAS, Martins Elói; DOS SANTOS, Alexandre Felipe Pinho; DOS ANJOS, Jeniffer Natalie Silva. **O estudo da segurança energética nas relações internacionais.** 2011. Acesso

em: 14/11/2011. Disponível em: <http://www.revistaautor.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=687:o-es>

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Almicar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira. **Novos Estudos**. Vol. 79, pág. 47-69. 2007.

TROSTER, Roberto Luiz; MORCILLO, Francisco Mochón. **Introdução à Economia**. 2ª ed. – São Paulo: Makron Books, 1994.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de. **Economia: micro e macro**. Ed. 4. São Paulo: Atlas, 2008.

VEJA. O petróleo da cana. Junho, 1979. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/petroleo/130679.html>>. Acesso em: 17/09/2011

YERGIN, Daniel. **O Google da Energia**. Veja, São Paulo, n. 2012. 13 de Junho, 2007. Entrevista concedida a Gabriela Carelli.

YERGIN, Daniel. Ensuring Energy Security. **Foreign Affairs**. Nova Iorque, v. 85, n. 2, p. 69-82, mar./abr. 2006.

Anexo A – Compilação dados de produção interna por fonte

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Petróleo (10 ³ tep)	Produção Interna Gás Natural (10 ³ tep)	Produção Interna Carvão Vapor (10 ³ tep)	Produção Interna Carvão Metalúrgico (10 ³ tep)	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Produção Interna Lenha (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Produção Interna Outras Fontes (10 ³ tep)
1970	49627,37	8160,72	1254,65	611,24	503,77	0,00	3421,52	31851,53	3600,70	223,24
1971	50472,17	8521,00	1169,29	653,75	532,65	0,00	3713,63	31807,22	3841,81	232,82
1972	51838,74	8313,08	1231,82	656,93	537,14	0,00	4356,82	32143,13	4298,39	301,43
1973	52582,84	8453,46	1171,27	599,74	529,44	0,00	4976,55	31897,40	4644,41	310,58
1974	55218,77	8969,47	1476,99	830,33	729,66	0,00	5646,13	32598,65	4618,65	348,89
1975	55551,50	8727,47	1612,98	743,11	557,67	0,00	6214,20	33153,94	4179,51	362,61
1976	55865,78	8472,59	1629,85	951,08	643,03	0,00	7127,67	31881,90	4748,01	411,64
1977	57703,98	8177,13	1794,63	1095,46	769,45	0,00	8036,06	30822,13	6538,73	470,39
1978	58677,73	8154,34	1918,70	1250,09	845,18	0,00	8832,62	29794,27	7321,94	560,58
1979	62103,05	8419,00	1884,95	1403,89	922,83	0,00	10021,87	30374,67	8254,13	821,72
1980	66404,44	9255,90	2188,69	1492,54	991,49	0,00	11081,57	31083,35	9300,96	1009,94
1981	68980,69	10928,31	2456,69	1922,23	726,45	0,00	11241,29	30414,95	10196,41	1094,36
1982	76720,42	13338,14	3007,59	2193,89	730,95	2899,77	12132,50	29108,82	12139,97	1168,81
1983	86216,83	16910,56	3983,32	2355,29	751,48	2311,70	13021,64	30233,36	15455,23	1194,26
1984	99348,18	23711,53	4865,74	2656,61	836,19	1399,19	14321,27	33339,56	16792,92	1425,18
1985	106989,97	28079,55	5426,56	2620,20	902,93	1010,86	15334,11	32924,94	19107,72	1583,09
1986	106260,41	29432,80	5643,94	2491,17	853,52	365,01	15681,76	32765,98	17256,55	1769,69
1987	110372,13	29103,89	5738,24	2377,32	635,97	1151,49	15955,22	32776,82	20771,60	1861,58
1988	108630,34	28447,67	6005,41	2492,45	788,70	182,50	17115,15	32565,18	19031,50	2001,77
1989	110960,70	30623,41	6059,84	2220,52	675,11	354,87	17596,30	32953,14	18479,79	1997,72
1990	107632,24	32549,99	6232,55	1594,57	320,23	50,70	17769,78	28536,79	18451,28	2126,36

Ano	Produção Interna Total (10 ³ tep)	Produção Interna Petróleo (10 ³ tep)	Produção Interna Gás Natural (10 ³ tep)	Produção Interna Carvão Vapor (10 ³ tep)	Produção Interna Carvão Metalúrgico (10 ³ tep)	Produção Interna Urânio (10 ³ tep)	Produção Interna Hidráulica (10 ³ tep)	Produção Interna Lenha (10 ³ tep)	Produção Interna Produtos da Cana (10 ³ tep)	Produção Interna Outras Fontes (10 ³ tep)
1991	108621,25	32117,29	6548,20	1954,47	146,96	0,00	18721,76	26701,09	20093,17	2338,32
1992	108364,68	32466,50	6924,40	1794,50	80,86	0,00	19199,82	25089,42	20063,84	2745,35
1993	109663,93	33169,35	7300,59	1783,72	37,22	0,00	20207,50	24803,40	19377,64	2984,49
1994	114900,16	34446,23	7698,63	1942,87	76,37	0,00	20864,28	24857,63	22009,85	3004,31
1995	115496,47	35775,63	7896,16	1966,75	68,02	0,00	21827,10	23261,15	21778,25	2923,41
1996	122788,59	40521,37	9088,27	1792,01	85,35	0,00	22846,99	21969,28	23397,36	3087,96
1997	130378,10	43589,59	9752,32	2110,79	57,76	0,00	23982,00	21663,12	25939,07	3283,45
1998	138244,23	50512,05	10708,20	2066,61	12,83	23,32	25056,31	21260,59	25155,22	3449,10
1999	146410,44	56612,27	11809,99	2110,12	19,25	0,00	25187,92	22126,08	24575,26	3969,54
2000	153333,80	63848,77	13184,74	2603,33	9,63	131,81	26168,19	23054,15	19894,60	4438,59
2001	156386,41	66742,36	13894,45	2174,59	9,63	669,18	23028,12	22437,19	22800,11	4630,78
2002	174418,35	75123,63	15410,16	1935,22	62,89	3335,11	24594,07	23635,56	25271,78	5049,94
2003	184096,91	77580,24	15681,46	1784,96	37,88	2744,93	26282,98	25965,08	28356,56	5662,83
2004	190237,66	76641,22	16852,20	2015,57	137,38	3569,49	27588,53	28187,44	29385,40	5860,42
2005	200522,50	84300,10	17575,31	2348,44	134,81	1308,74	29021,27	28419,68	31094,44	6319,71
2006	211801,61	89214,49	17582,06	2199,70	87,31	2337,94	29997,27	28495,82	35133,23	6753,79
2007	223678,85	90765,49	18024,59	2257,06	92,26	3621,60	32165,30	28618,34	40458,49	7675,71
2008	236511,48	93999,88	21398,32	2493,65	166,81	3950,47	31781,85	29226,58	45018,52	8475,41
2009	241099,74	101032,89	20987,19	2239,40	0,00	4117,23	33624,97	24609,43	45251,90	9236,72

FONTE: (EPE, 2010)

Anexo B – Compilação dados importação por fonte

Ano	Importação Petróleo (10 ³ tep)	Importação Gás Natural (10 ³ tep)	Importação Carvão Vapor (10 ³ tep)	Importação Carvão Metalúrgico (10 ³ tep)	Importação Urânio (10 ³ tep)	Importação Hidráulica (10 ³ tep)	Importação Lenha (10 ³ tep)	Importação Produtos da Cana (10 ³ tep)	Importação Outras Fontes (10 ³ tep)
1970	17845,05	0,00	0,00	1453,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	20434,56	0,00	0,00	1236,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	25706,19	0,00	0,00	1373,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	35000,20	0,00	0,00	1316,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	35077,19	0,00	0,00	1290,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1975	36528,48	0,00	0,00	2065,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	41767,38	0,00	0,00	2192,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1977	41477,17	0,00	0,00	2828,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1978	45810,67	0,00	0,00	2623,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	51000,36	0,00	0,00	3145,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	44311,26	0,00	0,00	3339,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	43263,19	0,00	0,00	3154,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1982	40944,02	0,00	0,00	3032,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	37389,46	0,00	0,00	4038,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	33387,33	0,00	0,00	5604,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	28007,83	0,00	0,00	5953,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	30915,07	0,00	0,00	6244,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	31810,47	0,00	0,00	7145,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	32796,40	0,00	0,00	6865,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	30439,89	0,00	0,00	7065,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	29464,01	0,00	0,00	7505,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ano	Importação Petróleo (10 ³ tep)	Importação Gás Natural (10 ³ tep)	Importação Carvão Vapor (10 ³ tep)	Importação Carvão Metalúrgico (10 ³ tep)	Importação Urânio (10 ³ tep)	Importação Hidráulica (10 ³ tep)	Importação Lenha (10 ³ tep)	Importação Produtos da Cana (10 ³ tep)	Importação Outras Fontes (10 ³ tep)
1991	27110,21	0,00	0,00	7957,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	27321,69	0,00	0,00	7692,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	26201,20	0,00	0,00	8118,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	28488,38	0,00	60,97	8293,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	25983,95	0,00	0,00	8721,11	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00
1996	29407,16	0,00	0,00	9502,98	1409,33	0,00	1,55	0,00	0,00
1997	29761,64	0,00	0,00	9529,61	8384,99	0,00	0,62	0,00	0,00
1998	28504,80	0,00	0,00	9548,10	5413,24	0,00	3,72	0,00	0,00
1999	24168,78	351,86	0,00	9447,50	6,18	0,00	3,72	0,00	0,00
2000	20537,29	1944,90	0,00	9789,24	618,48	0,00	3,72	0,00	0,00
2001	21569,77	4053,42	0,00	9616,15	1632,39	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	19720,91	4722,83	0,00	9625,03	3579,63	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	17727,08	4448,40	0,00	9985,12	2154,95	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	23258,02	7115,68	0,00	10419,94	506,89	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	17673,76	7917,85	0,00	10137,26	5155,62	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	17284,69	8614,32	0,00	9914,52	1984,81	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	21515,04	9093,92	0,00	10999,43	2504,85	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	19688,67	9986,15	0,00	11330,14	371,23	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	19367,91	7517,84	0,00	9375,80	29,85	0,00	0,00	0,00	0,00

FONTE: (EPE, 2010)

Anexo C – Compilação dados secundários diversos

Ano	Reserva Interna Petróleo (10 ³ m ³)	Reserva Interna Gás Natural (10 ⁶ m ³)	Reserva Interna Hidráulica (MW)	Reserva Interna Carvão Mineral (10 ⁶ ton)	Reserva Interna Urânio (ton)	Preço Petróleo (USD/barril)	PIB Brasil Ipeadata (10 ⁹ USD)	População Residente Brasil (10 ⁶ Habitantes)
1970	120730	25936	79347	5083	6292	3,39	324,52	93,14
1971	120730	25936	79347	5083	6292	3,60	361,33	95,85
1972	120730	25936	79347	5083	6292	3,60	404,48	98,63
1973	120730	25936	79347	5083	6292	4,75	460,98	101,47
1974	120730	25936	79347	5083	11040	9,35	498,57	104,36
1975	120730	25936	79347	12094	11040	12,21	524,33	107,27
1976	135900	34135	79347	12108	26380	13,10	578,11	110,18
1977	173940	39455	79347	20891	66800	14,40	606,63	113,10
1978	178970	44389	79347	21248	142300	14,95	636,78	115,98
1979	198420	45082	79347	22773	215300	25,10	679,83	118,83
1980	209540	52544	106570	22814	236300	37,42	742,37	118,56
1981	234640	60287	106570	22814	266300	35,75	710,82	121,38
1982	273210	72334	106570	22829	301490	31,83	716,72	124,25
1983	294100	81606	106570	22886	301490	29,08	695,72	127,14
1984	320520	83892	106570	22953	301490	28,75	733,29	130,08
1985	344694	92734	106570	30993	301490	26,92	790,85	133,00
1986	374958	95834	127543	32447	301490	14,44	850,09	135,81
1987	405538	105343	127543	32428	301490	17,75	880,09	138,59
1988	447730	108900	127543	32421	301490	14,87	879,57	141,31

Ano	Reserva Interna Petróleo (10 ³ m ³)	Reserva Interna Gás Natural (10 ⁶ m ³)	Reserva Interna Hidráulica (MW)	Reserva Interna Carvão Mineral (10 ⁶ ton)	Reserva Interna Urânio (ton)	Preço Petróleo (USD/barril)	PIB Brasil Ipeadata (10 ⁹ USD)	População Residente Brasil (10 ⁶ Habitantes)
1989	438779	116008	127543	32393	301490	18,33	907,36	144,00
1990	717516	172018	127543	32415	301490	23,19	867,89	146,59
1991	766055	181523	129000	32410	301490	20,20	876,84	149,09
1992	789490	192534	129000	32405	301490	19,25	872,75	151,55
1993	792100	191071	134486	32401	301490	16,75	913,46	153,99
1994	854468	198761	134486	32396	301490	15,66	962,19	156,43
1995	989385	207964	143380	32391	301490	16,75	1004,69	158,87
1996	1062143	223562	143380	32386	301490	20,46	1026,29	161,32
1997	1129755	227650	143380	32380	309370	18,64	1060,93	163,78
1998	1169710	225944	143380	32375	309370	11,91	1061,31	166,25
1999	1296273	231233	143380	32370	309370	16,56	1134,53	168,75
2000	1345746	220999	143380	32364	309370	27,39	1183,36	171,28
2001	1349039	219841	143380	32358	309370	23,00	1198,88	173,81
2002	1558757	244547	143380	32353	309370	22,81	1230,78	176,30
2003	1685518	245340	143380	32348	309370	27,69	1244,86	178,74
2004	1787500	326084	143380	32342	309370	37,66	1315,94	181,11
2005	1871640	306395	143380	32336	309370	50,04	1357,52	183,38
2006	1936665	347903	138400	32330	309370	58,30	1411,42	185,56
2007	2006970	364991	138400	32324	309370	64,20	1496,75	187,64
2008	2035200	364236	138400	32318	309370	91,48	1572,66	189,61
2009	2044091	366467	138400	32312	309370	53,48	1576,91	191,48

FONTES: (EPE, 2010); (IPEADATA, s/d); (INFLATIONDATA, 2011)