



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**ISAIAS RIBEIRO JÚNIOR**

**A UTILIZAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA**  
**RENOVÁVEIS E O REFLEXO NA ECONOMIA BRASILEIRA**

**TRÊS RIOS - RJ 2015**

**ISAIAS RIBEIRO JÚNIOR**

**A UTILIZAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA  
RENOVÁVEIS E O REFLEXO NA ECONOMIA BRASILEIRA**

**TRÊS RIOS – RJ 2015**

## ISAIAS RIBEIRO JÚNIOR

Projeto de pesquisa apresentado como conclusão da disciplina de metodologia do curso de economia.

**Orientador:** Cícero A. Prudêncio Pimenteira

---

**Orientador:** Cícero Augusto Prudêncio Pimenteira

Dedico este trabalho a minha mãe pessoa que em sua simplicidade me ensinou o verdadeiro sentido do que é viver e também aos meus amigos e parentes por todo amor, dedicação e apoio ao longo do caminho percorrido.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à DEUS, que foi meu maior porto seguro. Com a ajuda dele tive forças para chegar ao final dessa jornada. Durante o período dedicados ao curso não deixou faltar forças para ir até o final e quebrar as barreiras. A minha mãe, família e amigos.

Ambos são responsáveis por cada sucesso obtido e cada degrau avançado, para resto da minha vida, grande exemplo de força, de coragem, perseverança e energia infinita para nunca desistir diante do primeiro obstáculo encontrado. Obrigado por estarem sempre comigo caminhando, ajudando a construir os alicerces de um futuro que começa agora. Vocês me ajudaram direta e indiretamente para contribuir para meu sucesso profissional. Aos mestres obrigado por contribuir com tantos ensinamentos, tanto conhecimento, tantas palavras de força e ajuda. Levarei tudo isso comigo juntamente com seu exemplo de profissionalismo.

## **RESUMO**

A utilização de energia elétrica é um fator indispensável ao crescimento econômico de um país. A energia utilizada nas indústrias, hospitais, comércio, escolas nos dá o conforto em nossas casas. No entanto a energia nesta forma não está disponível na natureza de forma aproveitável para as finalidades mencionadas. Para a obtenção da energia nesta forma é preciso um processo de transformação que aproveita de outras formas de energia disponíveis na natureza convertendo esta em energia elétrica, e esta através de linhas de transmissão, subestações e redes de distribuição chega ao local onde será consumida. Por meio de estruturas específicas e adequadas transforma-se a energia cinética da água, a energia térmica do carvão e do gás, a energia cinética dos ventos entre outras em energia elétrica. Esta energia é hoje um insumo de vital importância para o sistema produtivo e por consequência a sua disponibilidade em quantidades suficientes é ponto crucial para a manutenção do crescimento e desenvolvimento econômico e social de uma nação.

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>7e8</b>
<b>1-Conceito de energia.....</b>	<b>9</b>
<b>1-Um breve histórico de Energia Elétrica.....</b>	<b>09e10</b>
<b>1-Conceito de Cadeia Energética.....</b>	<b>10</b>
<b>2-O Estudo de Economia de Energia Elétrica.....</b>	<b>11,12e13</b>
<b>3- Energia Eólica.....</b>	<b>14e15</b>
<b>3.1- Energia Hidráulica e Biomassa.....</b>	<b>16,17,18e19</b>
<b>4-Energia renovável e o reflexo na economia brasileira.....</b>	<b>20 a 37</b>
<b>5-Conclusão.....</b>	<b>38 e 39</b>
<b>6-Referências.....</b>	<b>40e41</b>

## INTRODUÇÃO

"Há uma força motriz mais poderosa que o vapor,  
eletricidade e a energia atômica: a vontade".

Albert Einstein

Esta pesquisa tem como objetivo geral a avaliação dos impactos da utilização da energia eólica na matriz energética brasileira. O método visa garantir a exequibilidade e qualidade do processo de pesquisa (BOCCHI, 2004). Para desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica como fonte de dados. Por se tratar de um tema relativamente novo, além de livros, foram utilizados principalmente informações de órgãos governamentais, artigos e publicações no mais das vezes disponibilizados na Internet. Analisar a polêmica de energias renováveis no Brasil. Sobre esse tema apresentam, mas de 85,4% da energia elétrica produzida internamente e utilizada no Brasil. Após os choques do Petróleo de 1970, o Brasil passou a se concentrar no desenvolvimento de várias fontes alternativas de energia, principalmente o etanol. Suas grandes fazendas de cana-de-açúcar, ajudaram muito nesse processo. Aja visto que em 1985, os carros produzidos funcionavam em etanol de cana. Hoje o País manteve o índice. Esta vem sendo uma grande conquista, considerando que em outros Países no mundo ainda dependem muito do petróleo.

O Brasil realizou o seu primeiro leilão de energia eólica em 2009(ANEEL), em um movimento para diversificar a sua matriz de energia. A energia eólica é utilizada desde a antiguidade para mover os barcos impulsionados por velas ou para fazer funcionar a engrenagem de moinhos ao mover as suas pás. Vejamos nos moinhos de vento e energia eólica é transformada em energia mecânica, que é utilizada para moer grãos ou bombear água. Atualmente utiliza-se a energia eólica para mover aero geradores, que são turbinas colocadas em lugares de muito vento, para produzir energia. Essas turbinas têm geralmente a forma de um cata vento ou moinho.

O Brasil tem um dos maiores potenciais eólicos do planeta e, existem muitos planos para exploração dessa fonte de energia. Mas o que impede a instalação de mais centrais eólicas ainda é a falta de um planejamento, pois seu custo ao ser gerado custa entre 60% ou 80% (ANEEL) a mais que a mesma quantidade gerada por uma usina hidrelétrica. No

início desta década passada, uma grande seca no Brasil limitou água as barragens hidroelétricas do País, causando uma grave escassez de energia. A crise, que vem devastando a economia do País e levou ao racionamento de energia elétrica em vários seguimentos, ressaltando a necessidade premente do País em diversificar suas distribuições de fontes de energia. No Brasil como no resto do mundo, o uso de biomassa como fonte renovável de energia, vem através do uso de restos de madeira, bagaço de cana, lenha, carvão vegetal, dejetos de animais (como o caso do porco), álcool e outras fontes primárias de energia. No País das necessidades energéticas é suprido pela biomassa sob forma de lenha para queima de cerâmicas, carvão vegetal para redução de ferro gusa em fornos das siderúrgicas e combustível sustentável para fábricas de cimento no nordeste.

O bagaço da cana também é bem utilizado para geração de vapor para produção de energia elétrica, usadas nas usinas de açúcar e álcool. O uso da biomassa no País auxilia na redução de desastres causados pelo desmatamento de recursos naturais, além de contribuir com o aumento da economia, geração de emprego e renda.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, economia, energia renovável e eólica.

## **1-O CONCEITO DE ENERGIA**

Energia é um termo que deriva do grego "ergos" cujo significado original é trabalho. Energia na Física está associada à capacidade de qualquer corpo produzir trabalho, ação ou movimento. O conceito de energia é utilizado no sentido corrente para designar o vigor, a firmeza e a força.

A energia é tudo o que produz ou pode produzir ação, podendo por isso tomar as mais variadas formas: Energia mecânica, calorífica, gravítica, elétrica, química, magnética, radiante, nuclear, etc. É tudo energias.

### **1.1 - UM BREVE HISTÓRICO DA ENERGIA ELÉTRICA**

O homem vem usando a inteligência para criar mecanismos que reduzam o esforço e aumentem seu conforto. A primeira forma de energia utilizada pelo homem foi a do seu próprio corpo na luta pela sobrevivência num mundo onde somente os fortes sobreviviam. Ao dominar a Técnica do fogo, melhorou sua alimentação, iluminação e segurança. Inventou a roda e outros mecanismos que multiplicaram sua força física e facilitaram o transporte. Descobriu a força das águas, dos ventos e domesticou animais, usando a força de cavalos e bois para o trabalho. Um fato que marcou a história da energia foi à invenção da máquina a vapor, um símbolo energético da Revolução Industrial.

O fogo então foi transformado em movimento. Isso permitiu a construção de grandes fábricas e sua aplicação nos transportes.

O carvão mineral, de origem fóssil, foi uma das primeiras fontes de energia utilizadas em larga escala pelo homem. Sua aplicação na geração de vapor para movimentar as máquinas foi um dos pilares da Primeira Revolução Industrial.

Existem dois tipos básicos de carvão na natureza: vegetal e mineral.

O vapor foi aproveitado na produção de energia elétrica. Ao longo do tempo, contudo, o carvão perdeu espaço na matriz energética mundial para o petróleo e o gás natural, com o desenvolvimento dos motores a explosão. O interesse reacendeu-se na década de 70, em consequência, sobretudo, do choque do petróleo. O petróleo e eletricidade que seriam as responsáveis pelo grande salto no desenvolvimento da humanidade. Atualmente, e em virtude das mudanças operadas, o homem alcançou feitos imensuráveis (como por ex. ultrapassar as fronteiras do espaço), e pode ambicionar alcançar muito mais, e se mantém em alta até hoje.

Os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) também evoluíram bastante. Até hoje representam a mais importante fonte de energia. Mas foi apenas a pouco mais de 100 anos que surgiu a energia elétrica, símbolo da Era da Informação.

Através dela, outras formas de energia puderam se transformar com eficiência, como: calor, iluminação e energia mecânica.

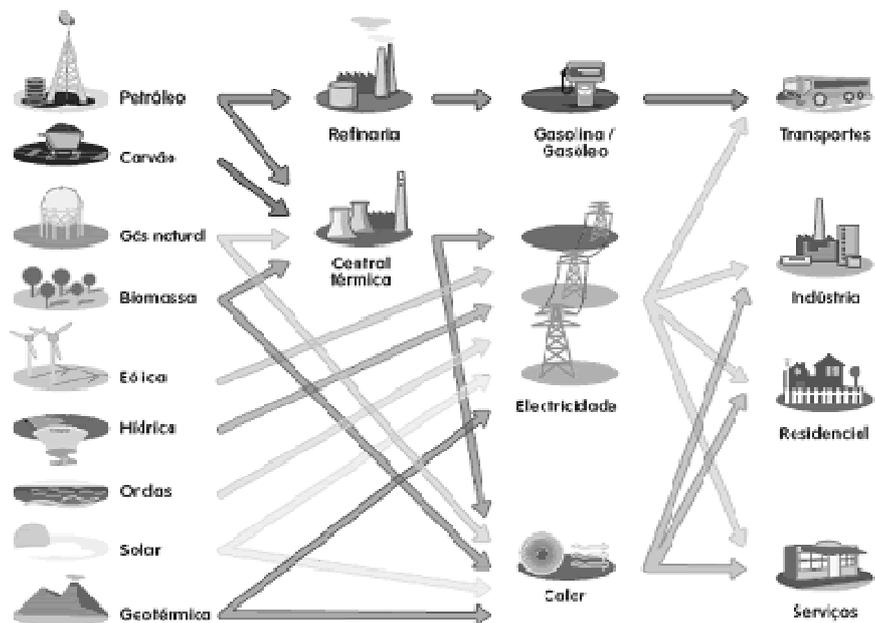
A energia nuclear, ainda muito questionada pelos elevados riscos ao meio ambiente. Além disso, está em desenvolvimento, entre outras, a conversão de energia solar diretamente em energia elétrica e a utilização do hidrogênio como fonte de energia, o que num futuro breve, também terão importante participação em nossas vidas.

## 1.2-O CONCEITO DE CADEIA ENERGÉTICA

A energia é uma propriedade da matéria que se manifesta de diversas formas: energia mecânica (trabalho), térmica (calor), energia das ligações químicas, físicas (nuclear), elétrica e energia das radiações eletromagnéticas.

Exemplos de fontes de energia:

**Gráfico- 1**



A energia pode ser utilizada para satisfazer uma série de necessidades e obter condições ambientais adequadas ao bem-estar humano; Enfim, um sem número de necessidades que vão desde aquelas ligadas à produção até aquelas ligadas ao lazer.

## 2- O ESTUDO DE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA

A palavra “economia” deriva da junção dos termos gregos “oikos” (casa) e “nomos” (costume, lei) resultando em “regras ou administração da casa, do lar”.

O conceito de economia engloba a noção de como as sociedades utilizam os recursos para produção de bens com valor e a forma como é feita a distribuição desses bens entre os indivíduos.

A energia é necessária para se criar bens com base em recursos naturais e para fornecer muitos dos serviços com os quais temos nos beneficiados. O desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. Com o advento da primeira Revolução Industrial a economia passou alicerçar suas bases em torno da disponibilidade energética. A partir de então, a energia tornou-se uma questão estratégica condensando aspectos econômicos, geopolíticos, sociais, tecnológicos e ambientais. Pinto Jr. et al., (2007) destacam que, no cerne do movimento liderado no final do século XVIII, existia uma sucessão de aspectos tecnológicos interligados que propiciaram a mudança do paradigma em relação à utilização econômica em larga escala da energia. O desenvolvimento industrial da época, voltado para grandes unidades produtivas mecanizadas, teria sido impossível sem a existência de uma fonte energética mais vigorosa e independente das disponibilidades da natureza, como eram as forças humana e animal. Nesse sentido, o uso da máquina a vapor como conversor de energia e de seu combustível inerente, o carvão mineral, ofereceram as condições ideais para as mudanças postas em curso. (LANDES, 1994)

O aprofundamento da relação entre o sistema econômico e a energia, principalmente no que refere ao aumento da dependência dos combustíveis fósseis, levou o binômio energia/economia a uma relação que repercute em múltiplas dimensões. Pinto Júnior et al., (2007) apontam cinco dimensões principais desse binômio: macroeconômica, microeconômica, tecnológica, política internacional e ambiental, esta última sendo o foco principal deste trabalho. A dimensão macroeconômica por si só apresenta uma série de condicionantes. Primeiro, porque os impactos dos investimentos em energia, devido à escala dos empreendimentos, possuem importância para a formação bruta de capital fixo. Em segundo lugar, o forte poder arrecadatório da comercialização da energia a torna uma fonte de receita tributária importante para a maioria dos países. Em terceiro lugar, a importância do comércio internacional de energia que, por ter uma disponibilidade desigual entre as nações,

está sujeita a oscilações de preços e estoques que podem submeter a balança comercial e a atividade econômica dos países a instabilidades, como as verificadas nos dois choques do petróleo da década de 1970. Em quarto lugar está o impacto que a oscilação de preços dos energéticos pode causar sobre as taxas de inflação. O último aspecto dessa dimensão gira em torno da elasticidade-renda da demanda de energia, o que traz ao debate a relação entre crescimento econômico e consumo energético. Estudos como o de Mainguy (1967) identificaram uma relação proporcional entre as oscilações de consumo energético e renda nacional, com uma elasticidade próxima a 1 para a maioria dos países observados. Esse consenso da relação direta entre as duas variáveis permaneceu até o final da década de 1960 e influenciou a maioria das políticas energéticas ao redor do mundo, que pautaram o seu crescimento numa expansão da demanda energética. No entanto, o padrão único na relação entre energia e economia passou a sofrer forte contestação, a partir da década de 1970, quando trabalhos como os de Darmstader (1971), Janosi e Grayson (1972) e Martin (1992) encontraram indícios de que o consumo energético, apesar de estar relacionado ao nível da atividade econômica, também se relacionava com o estágio no qual se encontrava cada economia, se mais agrária ou mais industrial, por exemplo, e na forma como os recursos energéticos eram utilizados nos processos produtivos, isto é, no nível de eficiência do consumo de energia. Esses questionamentos levaram a comparação internacional da relação Energia/PIB tornar-se um instrumento de pouca abrangência, e conduziram à procura de novas formas de análise do uso econômico da energia, como o Indicador de Intensidade Energética (IIE), que, grosso modo, busca analisar a quantidade de energia que cada economia necessita para produzir uma mesma unidade monetária (PINTO JÚNIOR et al., 2007). A dimensão microeconômica possui duas vertentes principais. A primeira está relacionada com os critérios de formação de preços e às funções de custos dos energéticos, haja vista, a existência de diversas estruturas de mercado no setor energético. A segunda vertente relaciona-se às tomadas de decisão de investimento e financiamento, questão central na expansão do sistema energético. A dimensão tecnológica ancora-se nos processos de inovação existentes não só no setor energético, mas em todo sistema econômico e nas novas técnicas produtivas e de utilização dos distintos energéticos. A dimensão política internacional relaciona-se com a distribuição desigual dos recursos energéticos ao redor do mundo e, como isso, influencia a geopolítica mundial, não se limitando ao escopo puramente econômico. Por fim, a dimensão ambiental, que está diretamente relacionada ao

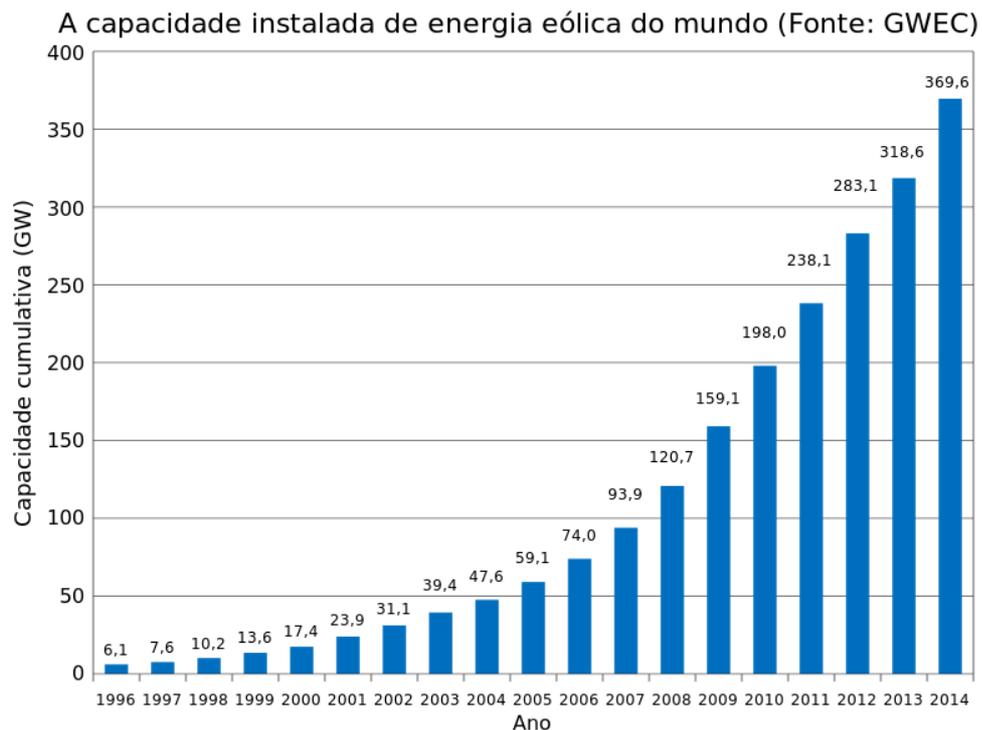
desenvolvimento sustentável e consiste em análises como a relacionada às mudanças climáticas, além de envolver restrições às fontes mais poluentes, custos de implementação de alternativas energéticas mais limpas e a admissão do fato que a atual matriz energética mundial é a principal responsável pela emissão de Gases do Efeito Estufa de origem humana. (WEO,2009).

### 3-ENERGIA ÉOLICA

A extração de energia do vento, especialmente na forma de eletricidade, tem despertado cada vez mais o interesse das empresas e dos governos. A eólica é a forma de energia que mais cresce atualmente. É uma fonte de energia limpa e renovável que não produz a emissão de gases de efeito estufa ou resíduos tóxicos. Contribui para o combate às mudanças climáticas. Projetada para operar por mais de 20 anos e, ao final de sua vida útil, a área pode ser restaurada com baixos custos financeiros e ambientais. É uma forma de desenvolvimento essencialmente reversível. Melhora da segurança e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica com a diversificação da matriz. Reduz a dependência de importação de energia. A geração de empregos com desenvolvimento do mercado de energia eólica. Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cataventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água. Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, a saber: bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial. A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo. Como mostra o gráfico à abaixo:

O gráfico abaixo mostra o total instalado no Brasil:





O que ajudou nesse crescimento foi o fato de que muitos Estados requerem que suas concessionárias comprem um certo total de energia eólica por ano. A reestruturação da indústria de energia elétrica também deu um empurrão para a eólica. Muitas concessionárias estão oferecendo este tipo de energia como o principal ou único recurso em programas de energia verde. Os consumidores podem optar por adquirir eletricidade eólica em vez daquela produzida por fontes convencionais. Um crescimento contínuo e forte é esperado, e deverá ser incrementado pelo aprimoramento dos projetos de turbinas de vento, pelos aumentos e demanda de eletricidade e pelas preocupações ambientais, que tornam a energia eólica uma alternativa bastante atraente.

### 3.1-ENERGIA HIDRÁULICA E BIOMASSA

A energia hidráulica tem sido utilizada para fazer a água gerar trabalho útil, moer grão, serrar madeira e fornecer energia para outras tarefas. A força das águas foi transferida para uma série de máquinas de movimento rotatório por meio de eixos, hastes roldanas, polias, cabos e engrenagens.

A força das águas foi à única fonte de energia mecânica além do vento disponível até o desenvolvimento do motor a vapor. É a fonte de energia que ainda apresenta os menores custos de geração. Os custos da energia gerada pelas Usinas Hidrelétricas brasileiras é na

faixa de 70-80 R\$/Mwh(ANEEL). Os maiores potenciais remanescentes estão localizados em regiões com fortes restrições ambientais e distantes dos principais centros consumidores. As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), com potências de 1-30 MW, operam a fio d'água com reservatórios limitados. Essa modalidade de aproveitamento hidráulico apresenta um menor impacto ambiental sendo enquadrada com uma fonte alternativa.

O uso da energia hidráulica foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, particularmente para bombeamento de água e moagem de grãos. Entre as características energéticas mais importantes, destacam-se as seguintes: disponibilidade de recursos, facilidade de aproveitamento e, principalmente, seu caráter renovável. A energia hidráulica é proveniente da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, através da evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre. Ao contrário das demais fontes renováveis, já representa uma parcela significativa da matriz energética mundial e possui tecnologias devidamente consolidadas. Atualmente, é a principal fonte geradora de energia elétrica gerada no mundo. No Brasil, água e energia têm uma forte e histórica interdependência, de forma que a contribuição da energia hidráulica ao desenvolvimento econômico do país tem sido expressiva. Seja no atendimento das diversas demandas da economia atividades industriais, agrícolas, comerciais e de serviços, ou da própria sociedade, melhorando o conforto das habitações e a qualidade de vida das pessoas. Também desempenha papel importante na integração e desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais.

Apesar da tendência de aumento de outras fontes, devido a restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos e os avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não convencionais, tudo indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil. Embora os maiores potenciais remanescentes estejam localizados em regiões com fortes restrições ambientais e distantes dos principais centros consumidores, estima-se que, nos próximos anos, a necessidade de expansão da capacidade de geração seja de origem hídrica. O recente processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro tem estimulado a geração descentralizada de energia elétrica, de modo que as fontes não convencionais, principalmente as renováveis, tendem a ocupar maior espaço na matriz energética nacional.

A biomassa no ponto de vista energético é toda matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e

outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos. Embora grande parte do planeta esteja desprovida de florestas, a quantidade de biomassa existente na terra é da ordem de dois trilhões de toneladas (Ramage & Scurlock, 1996). Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, através da combustão em fornos, caldeiras, etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão eficiente, como a gaseificação e a pirólise. A médio e longo prazo, a exaustão de fontes não renováveis e as pressões ambientalistas acarretarão maior aproveitamento energético da biomassa. Mesmo atualmente, a biomassa vem sendo mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de geração e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas da rede elétrica.

Disponibilidade de Recursos, Produção e Consumo de Biomassa. Embora grande parte da biomassa seja de difícil contabilização, devido ao uso não comercial, estima-se que, atualmente, o consumo mundial de energia primária. Esse índice é superior ao do carvão mineral e similar ao do gás natural e ao da eletricidade.

Atualmente, várias tecnologias de aproveitamento estão em fase de desenvolvimento e aplicação. Mesmo assim, estimativas da Agência Internacional de Energia (IEA) indicam que, futuramente, a biomassa ocupará uma menor proporção na matriz energética mundial. Outros estudos indicam que, ao contrário da visão geral que se tem, o uso da biomassa deverá se manter estável ou até mesmo aumentar. Devido ao crescimento populacional; urbanização e melhoria nos padrões de vida (Hall et al., 2000). Segundo os autores, um aumento nos padrões de vida faz com que pessoas de áreas rurais e urbanas de países em desenvolvimento passem a usar mais carvão vegetal e lenha, em lugar de resíduos (pequenos galhos de árvore, restos de materiais de construção, etc.). Ou seja, a urbanização não leva necessariamente à substituição completa da biomassa por combustíveis fósseis. A precariedade e falta de informações oficiais sobre o uso da biomassa para fins energéticos deve-se principalmente aos seguintes fatores: trata-se de um energético tradicionalmente utilizado em países pobres e setores menos desenvolvidos; trata-se de uma fonte energética dispersa, cujo uso tradicional é muito ineficiente; o uso tradicional da biomassa para fins energéticos é indevidamente associado a problemas de desflorestamento e desertificação. Contudo, essa imagem relativamente pobre da biomassa está mudando, graças aos seguintes fatores: esforços

recentes de mensuração mais acurada do seu uso e potencial, através de novos estudos, demonstrações e plantas-piloto; uso crescente da biomassa como um vetor energético moderno (graças ao desenvolvimento de tecnologias eficientes de conversão), principalmente em países industrializados; reconhecimento das vantagens ambientais do uso racional da biomassa, principalmente no controle das emissões de CO<sub>2</sub> e enxofre [Rosillo-Calle ET al., 2000].

No Brasil, além da produção de álcool, queima em fornos, caldeiras e outros usos não comerciais, a biomassa apresenta grande potencial no setor de geração de energia elétrica. Como indicado anteriormente, o setor sucroalcooleiro gera uma grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de cogeração. A produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras também gera uma grande quantidade de resíduos, que pode igualmente ser aproveitada na geração de energia elétrica.

A quantidade de energia aproveitável a partir de resíduos de extração vegetal é função do poder calorífero desses resíduos. Também pesa sobre a decisão econômica de implantação de usinas de aproveitamento o transporte desses resíduos até as usinas. O tipo de produção de madeira, atividade extrativista ou reflorestamento, influi na distribuição espacial dos resíduos gerados. Nos casos de extração seletiva e beneficiamento descentralizado, o aproveitamento de resíduos pode se tornar economicamente inviável. Os estados brasileiros com maior potencial de aproveitamento de resíduos da madeira para a geração de energia elétrica são: Pará (atividade extrativista) e São Paulo (reflorestamento). Ao contrário da produção de madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha, etc.) é facilitado pela centralização dos processos de produção. O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional de cana-de-açúcar. Entre os demais estados, destacam-se Paraná e Pernambuco. Em alguns estados brasileiros, principalmente na Região Amazônica, verifica-se também a importância de várias plantas para a produção de óleo vegetal, que pode ser queimado em caldeiras e motores de combustão interna, para a geração de energia elétrica e atendimento de comunidades isoladas do sistema elétrico. Entre essas plantas destaca-se o dendê, com produtividade média anual de 4 toneladas de óleo por hectare (dez vezes maior que a da soja, por exemplo!) e maior disponibilidade tecnológica para o uso do óleo. Outras culturas de grande potencial são o buriti, o babaçu e a andiroba, fartamente encontrados na região [Freitas ET al., 1996]. Os

resíduos agrícolas também apresentam grande potencial no setor de geração de energia elétrica. Os maiores potenciais são verificados nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com destaque para os Estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

Energia elétrica é um dos fatores que garantem o desenvolvimento de uma nação. Dela depende o funcionamento da indústria, do comércio, das comunicações e do transporte. Além disso, nunca o ser humano esteve tão ligado a aparelhos eletrônicos para trabalho, estudo, lazer e convívio social.

Por outro lado, a conexão facilita a propagação de blecautes no sistema, num "efeito dominó". Uma pane em determinada estação pode se espalhar rapidamente para as demais, afetando todo o território nacional. Foi isso o que aconteceu no apagão de novembro de 2009.

#### **4-A ENERGIA RENOVÁVEL E O REFLEXO NA ECONOMIA BRASILEIRA**

Definição de Energia renovável é aquela originária de fontes naturais que possuem a capacidade de regeneração (renovação), ou seja, não se esgotam.

Como exemplos de energia renovável, podemos citar: energia solar, energia eólica (dos ventos), energia hidráulica (dos rios), biomassa (matéria orgânica), geotérmica (calor interno da Terra) e mareomotriz (das ondas de mares e oceanos).

Vantagens do uso ao contrário dos combustíveis não renováveis (como os de origem fóssil, por exemplo), as fontes de energias renováveis, no geral, causam um pequeno impacto (poluição, desmatamento) ao meio ambiente. Portanto, são excelentes alternativas ao sistema energético tradicional, principalmente numa situação de luta contra a poluição atmosférica e o aquecimento global.

O Homem sempre necessitou de energia para viver. Acompanhando a evolução da humanidade, houve uma crescente necessidade de fontes de energia. Até hoje a civilização industrial viveu quase exclusivamente da exploração intensiva de energias acumuladas ao longo das épocas geológicas. Assim, a energia consumida hoje é obtida através do carvão, petróleo, gás natural, urânio...

Principal fonte de combustível para o fogo era a lenha de árvores e arbustos, embora também fossem utilizadas outras ervas e outro tipo de vegetação como fonte. Naquela época esse tipo de fonte era muito abundante, as fontes de energia renováveis dispostas eram vastas, pois a população humana era muito pequena. Outra fonte de energia conhecida da idade primitiva era o carvão, mas não foi utilizada.

O consumo de energia no mundo cresce e deverá dobrar ao longo dos anos se prosseguirem as tendências atuais. Nos países em desenvolvimento que estão crescendo rapidamente e que vão dominar o cenário mundial no que se refere ao consumo de energia dentro de alguns anos. Cerca de 400 bilhões de dólares são investidos, por ano, neste setor.

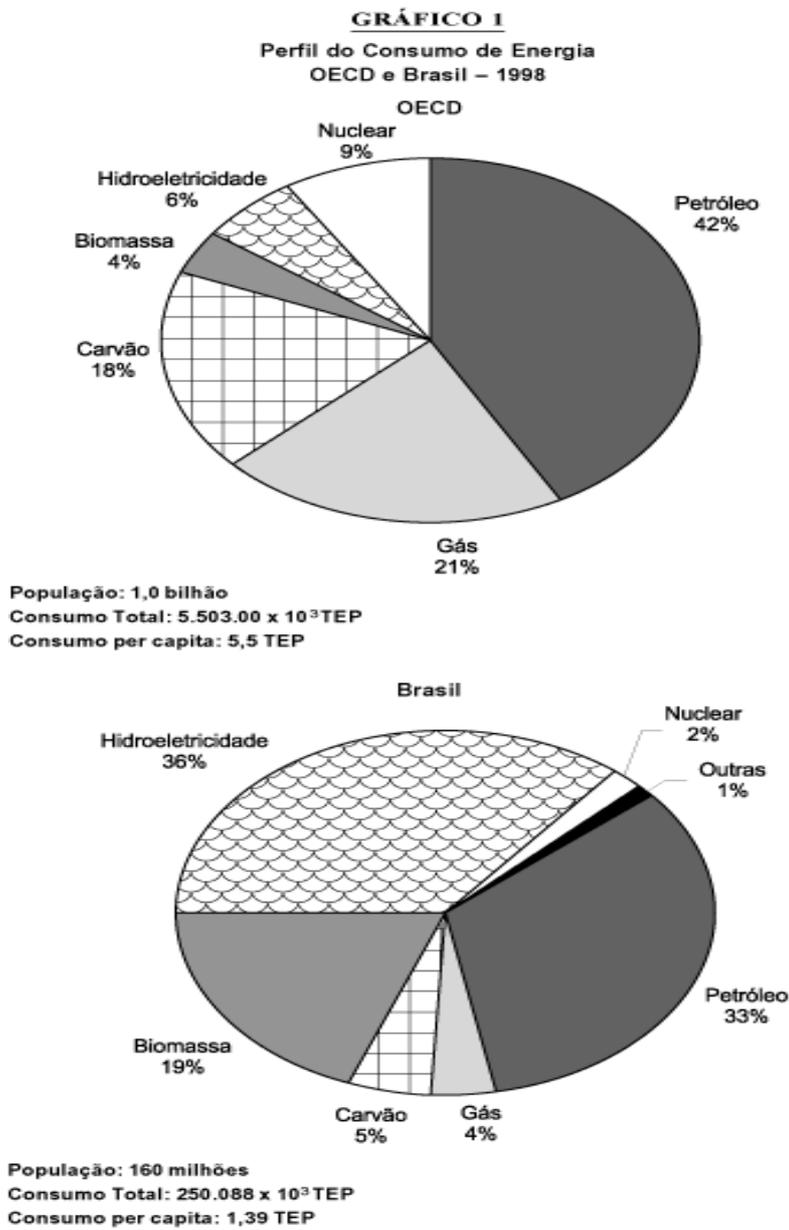
As principais consequências desta evolução são o aumento do consumo de combustíveis fósseis e a resultante poluição ambiental em todos os níveis <sup>3</sup>/<sub>4</sub> local regional e global. O enxofre lançado na atmosfera (principal responsável pela poluição urbana e pela chuva ácida) origina-se na queima de carvão e petróleo, bem como as emissões de carbono (responsável pelo "efeito estufa").

O consumo per capita de energia no Brasil tem crescido a uma taxa anual de 2,2% nos últimos anos, mas o país não precisa repetir a trajetória de desenvolvimento seguida pelos países que são hoje industrializados, nos quais o elevado consumo de energia de origem fóssil resultou em sérios problemas ambientais.

No Brasil, a energia consumida é produzida internamente e o restante é importado, principalmente petróleo e gás natural.

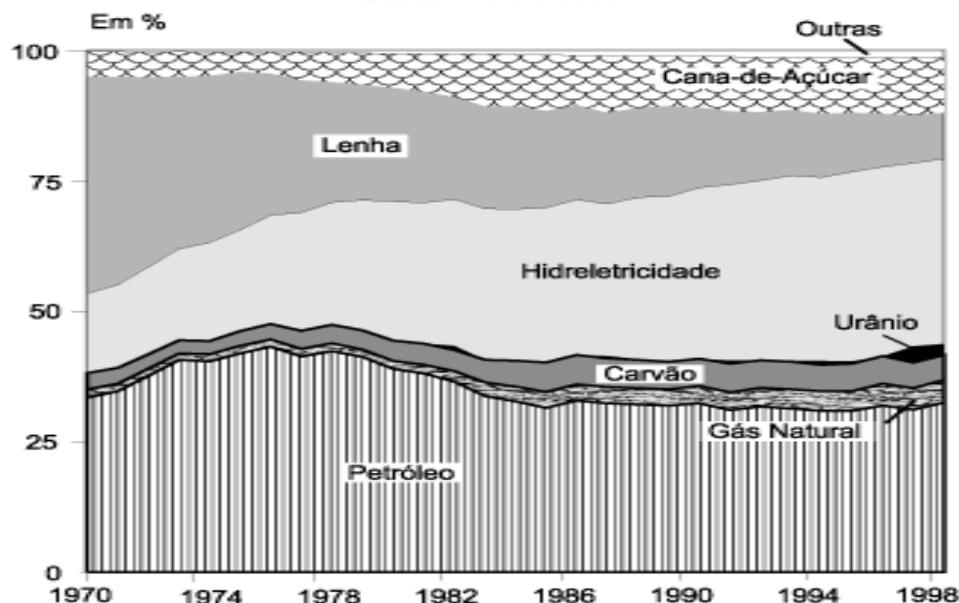
A evolução do consumo de energia elétrica entre 1970 e 1998 mostra que o consumo de petróleo e o de lenha vem se reduzindo em termos percentuais. Em contrapartida, estão crescendo o consumo de cana-de-açúcar e o de energia hidroelétrica.

De acordo com o (Gráfico 1) Ministério de Minas e Energia de 1999 . A importação de petróleo, que representava cerca de 50% no passado, tem caído lentamente.



Fonte: UNDP/DESA/WEC, 2000; Ministério de Minas e Energia, 1999.

**GRÁFICO 2**  
Consumo de Energia, segundo Fontes  
Brasil – 1970-1998



Fonte: Ministério de Minas e Energia, 1999.

Fontes renováveis de energia significam cerca de 58% do consumo, em 1998, e sua percentagem tem se mantido aproximadamente constante desde 1970. Porém, a situação das reservas brasileiras de combustíveis fósseis não é encorajaste (Tabela 1). Para o petróleo e gás, estas reservas não são superiores há 20 anos, mesmo considerando os recursos medidos e reservas estimadas.

**TABELA 1**  
Produção e Recursos de Energia  
Brasil – 1998

Produção e Recursos de Energia	Petróleo	Gás Natural	Carvão
Produção de Energia Primária ( $\times 10^3$ TEP)	49.571	10.443	2.030
Recursos Medidos (RM)	513.880	120.400	80.175
RM/Produção (em anos)	10,4	11,6	39,5
Reservas Estimadas (RE)	499.124	980.200	175.910
RE/Produção (em anos)	10,1	9,4	86,6
Recursos Totais (1) (RT)	1.017.030	218.671	256.137
RT/Produção (2) (em anos)	20,5	21,0	126,1

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 1999.

(1) RT = recursos medidos + reservas estimadas.

(2) Assumindo que o consumo e as reservas medidas se mantenham constantes.

Fontes renováveis de energia as principais fontes renováveis disponíveis são apresentadas na Tabela\_2, bem como o estágio que já atingiram tanto do ponto de vista técnico

como comercial. Dentre elas, a mais relevante para o Brasil é a energia de biomassa, que representa uma importante contribuição ao consumo de energia no Brasil.

**TABELA 2**  
**Características Mundiais das Tecnologias de Energia Renovável**  
**1994**

Tecnologias	"Status" Técnico (1)	"Status" Comercial Atual (2)
<b>Biomassa</b>		
Rejeitos Agrícolas	P-D	A
"Fazendas" Energéticas	P-D	A
Lixo Urbano	P-D	A
Biogás	D	A
Álcool	M	E
<b>Geotérmica</b>		
Hidrotérmica	M	E
Geopressurizada	D	NE
Rochas Secas Quentes	P-D	NE
Magma	P	NE
<b>Hidroelétrica</b>		
Pequena Escala	M	A
Grande Escala	M	A
<b>Oceânica</b>		
Marés	M	A?
Corrente de Maré	P	NE
Ondas Costeiras	P-D	A?
Ondas no Mar	P	NE
Térmica Oceânica (Otec)	P-D	A?
Gradiente de Salinidade	P	NE
<b>Solar</b>		
Termoelétrica Solar	P-D	NE
Térmica Solar	M	E
Arquitetura Solar	M-D	E
Fotovoltaica	M-D	A
Termoquímica	M-P	A?
Fotoquímica	P	NE
<b>Vento</b>		
Em Terra Firme	M-D	A
No Mar	D	A?
Bombas de Ar	M	A

**Fonte:** "Energy and Environment Technology to Respond to Global Climate Concerns", Scoping Study 1994, IAE/OECD. Paris, 1994.

(1) P = Pesquisa; D = Demonstrado; M = Maduro.

(2) A = Econômico em certas áreas ou nichos de mercado; E = Econômico; NE = Não-Econômico.

Os avanços tecnológicos ocorreram sobre tudo em duas áreas: produção de álcool e geração de eletricidade a partir de cana-de-açúcar.

Produção de Álcool o desenvolvimento tecnológico das usinas de açúcar e álcool foi inicialmente dificultado pelo baixo nível técnico. Com o aumento na produção, avanços tecnológicos foram introduzidos nas fases agrícolas e industriais: uso de variedades selecionadas de cana-de-açúcar; redução do consumo de combustível na maquinaria e

mecanização da colheita; acoplamento de vários "contêineres" a um veículo para a transferência da cana-de-açúcar; manejo dos resíduos agrícolas <sup>3</sup>/<sub>4</sub> como a utilização do vinhoto para fertilizantes e a limpeza da cana sem a necessidade de lavagem, que leva a perdas do açúcar; extração do suco superior ao de 1975, com redução da energia utilizada por tonelada de cana; tratamento do suco e fermentação <sup>3</sup>/<sub>4</sub> graças à fermentação contínua e o controle biológico; destilação <sup>3</sup>/<sub>4</sub> devido a melhorias nos equipamentos e mudanças no conteúdo do álcool da mistura.

Outras reduções de custo poderiam ser obtidas nos próximos anos simplesmente adotando tecnologias disponíveis, algumas das quais já em uso (Tabela 3). (É provável, portanto, que a taxa média de redução de custo na última década) possa ser mantida por vários anos.

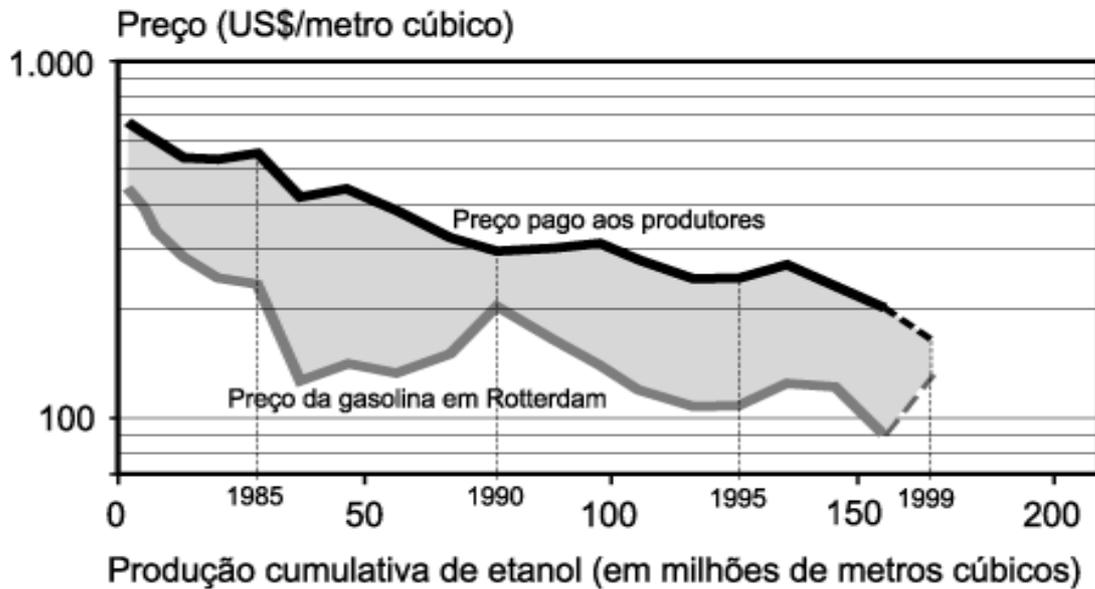
**TABELA 3**  
**Potencial de Redução do Custo de Produção de Etanol**  
**Estado de São Paulo – 1989**

Setor	Em porcentagem Redução de Custo (1)
<b>Total</b>	<b>23,1</b>
<b>Produção de Cana (agricultura)</b>	
Seleção de Variedades e Manuseio	9,8
Aplicação de Calcáreo	1,6
Fertilizantes Líquidos	0,7
Uso da Vinhaça	1,0
Remoção de Ervas Daninhas	2,1
Transporte	0,5
Planejamento Operacional	3,4
<b>Produção de Etanol (indústria)</b>	
Moagem	1,3
Fermentação	3,3
Destilação	0,3
Energia	1,5

**Fonte:** Copersucar.

(1) Corresponde à razão entre os ganhos no benefício líquido menos os custos associados, incluindo custos de processamento e o custo total de produção e armazenagem do etanol.

Curva de Aprendizado para o Custo do Etanol  
Brasil – 1985-1999



Fonte: Datagro (várias edições). Elaboração do autor.

Como resultado de tais avanços tecnológicos, a produção de etanol passou de 2.633 litros por hectare, em 1977, para 3.811 litros, em 1985. Durante o mesmo período, a produtividade agrícola cresceu e a produtividade industrial aumentou (medida em litros de etanol por tonelada de cana). Em 1989, a média de produtividade no Estado de São Paulo era de 4.700 litros de etanol por hectare, aumentando para 5.100 litros em 1996.

O custo do álcool produzido caiu rapidamente como resultado destes avanços. Geralmente o preço de qualquer produto manufaturado declina à medida que as vendas aumentam de acordo com a "curva de aprendizagem", que reflete ganhos devido ao progresso tecnológico, às economias de escala e ao aprendizado organizacional. A experiência mostra que tal redução é exponencial à medida que a produção cresce. Um indicador chamado razão de progresso (PR) é, em geral, usado para descrever este fenômeno.

A eletricidade a partir da cana de açúcar geração de energia, uma prática corrente da produção industrial do etanol no Brasil, reduz os danos ao meio ambiente e poderia ser aumentada significativamente se o desenvolvimento tecnológico acarretasse o uso dos resíduos da cana-de-açúcar, além do bagaço, para a geração de energia. A quantidade de resíduos estimada é de quase  $40 \times 10^6$  toneladas de matéria seca, sendo que uma porção significativa poderia ser usada. Em média, 280 kg de bagaço são produzidos por toneladas de cana, o que equivale a 2.1 gigas joules de energia por tonelada; o bagaço é queimado para produzir vapor

(450 a 500 kg de vapor podem ser gerados de 1 tonelada de cana) que, por sua vez, pode ser utilizado gerar eletricidade e potência mecânica para os motores da usina.

Na maioria das unidades de produção de álcool do Brasil, as caldeiras que produzem vapor para o estágio de destilação operam em pressões de 20 bares quando gerando pequena quantidade de eletricidade (15-20 kWh/t de cana), suficiente para as necessidades da unidade. Isto significa que o potencial para geração é praticamente inexplorado. A melhoria mais simples para a geração de eletricidade é usar turbinas de vapor do tipo condensação extração (Cest) e pressões de até 8 megapascal e reduzir o uso de vapor de processo a 350 kg vapor por tonelada de cana.

Unidades tipo Cest são usadas rotineiramente em outras partes do mundo e são capazes de gerar um excesso de eletricidade de 80-100 kWh/t de cana que pode ser vendida à rede elétrica.

Um sistema Cest é viável para a venda de eletricidade a 50 US\$/Mwh. Se o preço da eletricidade vendida for maior, a consequência é uma redução no custo do álcool. Isto está ocorrendo com a indústria do açúcar do Havaí e Ilhas Maurício, mas não é o caso do Brasil, onde a hidroeletricidade em bloco é vendida a um valor inferior a US\$ 40/Mwh. Este é um sério obstáculo à geração que exigirá uma melhor avaliação do custo marginal real da eletricidade em bloco no Brasil.

A moderna tecnologia de gaseificação de biomassa integradas com turbinas a gás (BIG/GT), ainda em desenvolvimento, deverá ser capaz de produzir um excesso de eletricidade de 600 kWh/t de cana.

Um projeto está em desenvolvimento no Brasil para uma usina completa de demonstração de 25 MW, apoiada financeiramente pela Global Environment Facility (GEF).

Várias outras oportunidades do uso de biomassa para fins energéticos têm sido exploradas no Brasil, mas ainda não atingiram um volume significativo (pequenas centrais termoelétricas utilizando lenha e resíduos vegetais, óleos vegetais como substituto de óleo diesel, briquetes de madeira, carvão vegetal e produção de metano em lixões).

Existe uma enorme gama de atividades em novas tecnologias que estão sendo exploradas para encontrar outros caminhos para enfrentar a necessidade crescente de energia e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis.

Enumeração simples de algumas delas é a seguinte: células de combustível para transporte; células de combustível acopladas com turbinas a gás (ou vapor) para a produção

de eletricidade ou geração de calor e eletricidade; produção de hidrogênio a partir da redução de combustíveis fósseis (principalmente carvão) e sequestro de CO<sub>2</sub>. Este sequestro pode se dar por reinjeção em poços de petróleo, no mar a grandes profundidades ou em lençóis de água em terra firme; uso de células fotovoltaicas e energia dos ventos que são intermitentes por natureza acopladas a geração hidroelétrica em armazenagem de ar comprimido.

Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento nessas áreas, no Brasil, são modestos e se destinam, de modo geral, a um acompanhamento do que se fez no exterior.

Dignos de menção, contudo, são os trabalhos referentes ao "efeito estufa", vinculados a emissões em reservatórios de barragens para geração de eletricidade. Existem, também, os diversos esforços para entender melhor o que ocorre na Amazônia, onde o desmatamento é uma das principais fontes de emissões de CO<sub>2</sub>, mas onde há também evidências para a "fertilização" da floresta e a resultante reabsorção do CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Energia elétrica é um dos fatores que garantem o desenvolvimento de uma nação. Dela depende o funcionamento da indústria, do comércio, das comunicações e do transporte. Além disso, nunca o ser humano esteve tão ligado a aparelhos eletrônicos para trabalho, estudo, lazer e convívio social.

Energia elétrica no Brasil é gerada em usinas hidrelétricas, que aproveitam a água de rios, e termelétricas, movidas a diesel, óleo, gás, carvão ou biomassa. Ela é distribuída por linhas de transmissão até subestações e, depois, para as cidades.

De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a capacidade de produção no país é de aproximadamente 105,9 mil MW. Desse total, as hidrelétricas fornecem 75,2 mil MW (71%) e as termelétricas, 25 mil MW (23,6%).

O modelo de distribuição adotado no país é chamado Sistema Interligado Nacional (SIN). Como o Brasil tem regiões com climas diversos, com períodos de secas e chuvas em diferentes regiões, as usinas são interligadas por meio de redes de transmissão. Assim, se um período de seca no Sul afetar a produção de uma hidrelétrica, a região Norte pode suprir a demanda com a produção de suas usinas. O SIN, em proporção, é único no mundo. Ele se divide em dois subsistemas: o Sul/Sudeste/Centro-Oeste e o Norte/Nordeste.

Somente uma parcela da região Norte do país, que corresponde a 3,4% da capacidade de produção elétrica, não faz parte do SIN. Em tais localidades, a energia é gerada por termelétricas movidas a diesel, que são mais poluentes (emitem gás carbônico) e encarecem as contas de luz. O maior benefício do SIN, portanto, é a economia. Cidades do Nordeste, por

exemplo, podem receber energia de usinas hidrelétricas do Sudeste no período de seca. Do mesmo modo, as termelétricas do Nordeste são acionadas quando há risco de faltar água nos reservatórios das hidrelétricas. Por outro lado, a conexão facilita a propagação de blecautes no sistema, num "efeito dominó". Houve em 22 de janeiro de 2005, um grande blecaute que atingiu os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, afetando 3 milhões de pessoas. Em 7 de setembro de 2007, novamente os dois estados foram atingidos por desligamento de energia causado por problemas em Furnas.

Uma pane em determinada estação pode se espalhar rapidamente para as demais, afetando todo o território nacional. Foi isso o que aconteceu no apagão de novembro de 2009. O blecaute que atingiu 18 estados e afetou 70 milhões de brasileiros entre a noite de 10 e a madrugada de 11 de novembro de 2009 foi considerado o mais grave nos últimos dez anos. O apagão, cujas causas são investigadas, também levantou suspeita sobre eventuais falhas no sistema de distribuição de energia no país.

Com os reservatórios das usinas hidrelétricas cheios e a situação econômica estável, o país foi pego de surpresa pelo apagão. Segundo o Ministério de Minas e Energia, o blecaute ocorreu em razão de um curto-circuito que desligou três linhas de transmissão da hidrelétrica de Itaipu, por volta das 22h13 do dia 10 de novembro. Duas linhas ligam as subestações de Ivaiporã (PR) a Itaberá (SP) e outra de Itaberá a Tijuco Preto (SP). Como o sistema nacional é interligado, a pane em Itaipu, que gera 19,3% de toda energia elétrica do país, levou ao desligamento das subestações. De acordo com o governo, a principal hipótese para a causa do curto-circuito nas linhas de transmissão teria sido a queda de raios. Havia fortes chuvas na região de Itaberá, na noite do apagão. Em 04 de fevereiro de 2011, quase toda a região Nordeste do País ficou às escuras a partir das 23h30 (horário local) 0h30 (horário de Brasília), após um problema em linhas de transmissão locais. O blecaute atingiu pelo menos sete estados: Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Paraíba, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte. Em 22 de setembro de 2012, outro grande problema no setor elétrico foi registrado no Nordeste Brasileiro. Em 3 de Outubro de 2012, novo blecaute registrado por falha em transformador de Itaipu afetou cinco Estados. O blecaute atingiu áreas do Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Acre, Rondônia e parte do Centro-Oeste. Em 4 de Outubro de 2012, devido ao desligamento geral da Subestação Brasília Sul, controlada por Furnas Centrais Elétricas, Brasília também enfrentou uma queda de energia por volta das 13h15min do dia 4 de Outubro de 2012 e durou por mais de 2 horas. Em 25 de Outubro de 2012, devido ao incêndio em um equipamento 9

estados da Região Nordeste e parte da Região Norte ficou sem energia durante 3 horas. Em 15 de dezembro de 2012, um blecaute atingiu municípios de ao menos seis estados do país, deixando, só no Rio de Janeiro e São Paulo, 2,7 milhões de consumidores sem luz. O blecaute foi causado por um problema na hidrelétrica de Itumbiara, em Goiás, de propriedade de Furnas. Foi o quinto blecaute desde setembro de 2012. Em 28 de Agosto de 2013, um blecaute de energia elétrica atingiu áreas no Nordeste do país às 15h03 desta quarta-feira (28), informou o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico). Há relatos de falta de energia em Salvador (BA), Fortaleza (CE), Recife (PE), João Pessoa (PB) e Natal (RN). Em 4 de Fevereiro de 2014, cerca de 6 milhões de consumidores foram afetados pela falta de energia nos estados do Sudeste, Centro-Oeste e Sul, segundo cálculo do diretor do ONS. O blecaute que atingiu ao menos 11 estados do país teve origem em um curto-circuito numa linha de transmissão no estado de Tocantins. Em 11 de Fevereiro de 2014 às 20h20, mais de 40 cidades ficaram às escuras no ES, incluindo a capital Vitória, devido a uma falha em uma subestação de Furnas. Em 19 de Janeiro de 2015 às 14h55, um blecaute atingiu parte de 10 estados (SP, RJ, ES, PR, SC, RS, GO, MG, MS, RO) e o DF causando falta de energia elétrica a mais de 3 milhões de unidades consumidoras. As causas, segundo as concessionárias de energia, foi uma ordem do ONS para que as mesmas reduzissem a carga devido a um pico de energia que ultrapassou a capacidade de produção do país. Por volta das 15h45 a situação começou a ser normalizada. Os reservatórios das usinas hidrelétricas baixos e o calor excessivo contribuíram para o evento.

É o sistema de energia elétrica brasileiro continua vulnerável. Em resumo, o sistema energético brasileiro é bom: gera energia limpa e econômica. Mas possui falhas que provocam apagões de tempos em tempos. Corrigir essas falhas exige mais investimentos, qualidade de gestão e políticas públicas, isto é, uma clara visão do governo do que precisa ser feito e de em quais áreas as verbas devem ser aplicadas.

Em todas as análises, os anos 70 são descritos como uma época de crescimento econômico vertiginoso, rotulada de “década do Milagre Brasileiro”.

Havia investimentos estatais em setores básicos como, por exemplo, a energia e os transportes. A produção industrial se ampliava a todo o vapor, e as exportações batiam recordes. Por outro lado, a repressão política e a subversão armada, esta principalmente na forma de guerrilha urbana, atingiam níveis também inéditos. Nos primeiros anos da década, já haviam sido estabelecidas as regras para o tripé que sustentaria a economia na década

seguinte: o Estado, as multinacionais e o grande capital nacional. Surgiam as chamadas joint ventures. A ideia em voga era executar, em todos os setores básicos da economia, um forte programa de substituição de importações.

O governo procurou estimular os empresários destinando-lhes recursos do BNDES para que iniciassem ou expandissem seus negócios. Já com vinte anos de experiência na análise de viabilidade de projetos e no gerenciamento de créditos, o BNDES continuaria sendo peça indispensável no esquema estatal de indução ao desenvolvimento. À frente dessa missão, Marcos Pereira Vianna presidiu o Banco por dez anos, de 1969 a 1979.

O principal objetivo do PND era preparar a infraestrutura necessária para o desenvolvimento do Brasil. O I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), sob a responsabilidade do ministro do Planejamento, João Paulo dos Reis Velloso, estabeleceu as diretrizes para o período 1972-4. Prevvia-se um crescimento do PIB em torno de 8% a 9% ao ano, uma inflação anual abaixo dos 20% e um aumento das reservas cambiais em pelo menos US\$ 100milhões.

O setor automobilístico era uma das principais atividades produtivas no Brasil. Desde meados da década de 60, o governo abriu o mercado brasileiro às montadoras General Motors, Ford e Chrysler, permitindo que fabricassem no Brasil não apenas veículos populares (como fora política nos anos 50), mas também carros médios e grandes, segundo os padrões americanos. Em poucos anos, a produção automotiva conheceu um avanço gigantesco, crescendo três vezes mais que a média do setor industrial brasileiro na época. Tudo isso implicava a necessidade de uma indústria de base capaz de suprir com insumos o setor automobilístico. A siderurgia também continuava sua marcha ascendente. Em 1973, criou-se a Siderbrás. Uma combinação de aciarias particulares (Villares, Barra Mansa, Rio-grandense) com estatais (Vale do Rio Doce, CSN, Usiminas) e multinacionais (Kawasaki Steel e Nippon Steel) dava suporte ao crescimento da indústria de bens duráveis.

A década de 70 marcou a entrada em funcionamento da Petroquímica União (SP), que passou a produzir a partir da nafta matérias químicas básicas, como as olefinas e os aromáticos, que proporcionaram articulação do polo petroquímico de Capuava (SP). São igualmente dessa época os projetos e o apoio do BNDES à construção do polo petroquímico de Camaçari e da Companhia Petroquímica do Nordeste (Copene), ambos na Bahia. Indústria, de plástico. Um infinitas de produtos entraram na era do descartável e do inquebrável. Produtos de acrílico colorido eram a febre de designers e decoradores.

O governo federal continuava atuante na produção de energia elétrica, e atingiu-se um marco com o início da construção daquela que seria à época a maior hidrelétrica do mundo: Itaipu (PR). Concluí-la significou a consolidação de todo o conhecimento técnico que, na construção de usinas de menor porte, a engenharia brasileira vinha adquirindo ao longo dos anos.

Na mesma década, já podendo contar com empresas e técnicos experientes no projeto de grandes hidrelétricas, o Brasil começou a erguer a usina de Tucuruí (PA), que atenderia a grande parte da demanda por energia elétrica na região Norte. Tanto Itaipu quanto Tucuruí foram contempladas com o apoio financeiro do BNDES.

Nos transportes, as rodovias continuavam na ordem do dia. A Rio Santos desbravavam paraíso do litoral norte de São Paulo e a costa recortada do estado do Rio de Janeiro.

A Transamazônica e a Cuiabá Santarém rasgavam a floresta equatorial, milhões de telespectadores, graças às frequentes reportagens que registravam as realizações do governo. Outra área estratégica que recebeu forte apoio do BNDES foi à mineração, que também exigia investimentos vultosos. Fundamentais na pauta de exportações, os minérios saídos de grandes jazidas do Pará e de Minas Gerais, muitas delas sob a responsabilidade da Companhia Vale do Rio Doce, favoreciam a balança comercial e o conseqüente aumento de reservas. Além disso, demandava uma série de investimentos complementares, como estradas e portos, que beneficiavam a circulação de outros produtos, para consumo tanto interno quanto externo. O governo se empenhava em substituir importações, e todas as suas ações se dirigiam a tal meta. O BNDES, como agente financiador, participou ativamente desse processo. Viabilizou numerosos projetos, sobretudo no apoio à empresa privada nacional, considerada o elo mais vulnerável no tripé econômico. Para tanto, precisou adequar-se à mudança de rumo empreendida pelo governo, ampliando as áreas atendidas.

Em 1974, o BNDES passou a gerenciar os recursos do Programa de Integração Social (PIS) e do Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP), criados no início da década com uma parcela do lucro das empresas, formando um fundo dos trabalhadores.

A maior parte desses recursos destinava-se a aplicações em novos investimentos, desde que estes não fossem estrangeiros, não proviessem de municipalidades e não servissem para compor capital de giro no comércio ou na prestação de serviços. O PIS-Pasep significou uma mudança profunda para o BNDES, com forte incremento da capacidade de apoio aos

investimentos. Era a alvorada de uma nova etapa na história do Banco. Também em 1974, o BNDES criou o Programa de Operações Conjuntas (POC). Substituindo o Fipeme no apoio às pequenas e médias empresas, o POC dava autonomia aos agentes financeiros: eles próprios faziam a análise dos pedidos de crédito e assumiam o risco das operações. Fortalecia-se assim uma ampla e ágil rede de agentes repassadores, propiciando ao BNDES uma capilaridade que ele, banco sem agências, não poderia ter. Adaptando as formas de atuação às necessidades de cada momento, o BNDES abriu uma nova frente de apoio ao desenvolvimento e modernização da economia brasileira naquele mesmo ano de 1974, estabeleceu três subsidiárias para atuar no mercado de capitais, de modo a ampliar as formas de capitalização das empresas brasileiras. Essas subsidiárias eram a Mecânica Brasileira SA (Embramec), a Insumos Básicos SA Financiamentos e Participações (Fibase) e a Investimentos Brasileiros SA (Ibrasa).

Naquela altura, o Banco já percebia a importância de um sólido mercado de capitais. Em 1982, as três empresas iriam fundir-se numa só, a BNDES Participações SA (Bndespar). Tanto aquelas subsidiárias anteriores quanto a Bndespar seguiam uma filosofia de trabalho baseada em participação minoritária no capital das empresas, temporariedade do investimento e incentivo à captação de recursos no mercado.

Em 1976, o Banco instituiu o Programa de Estímulo ao Desenvolvimento do Mercado de Capitais (Procap). Por meio dele, concediam-se financiamentos para subscrições de ações, como garantia firme outorgada a ofertas públicas de títulos.

Com essas iniciativas, o BNDES acompanhava o processo de transformação pelo qual vinha passando o mercado de crédito e de capitais desde a reforma que, na década de 60, modificara totalmente o Sistema Financeiro Nacional. Naquela época, implantara-se um conjunto de instituições especializadas, segundo os vários segmentos. Havia exemplo, o crédito imobiliário e rural, os bancos para captação de depósitos à vista, os bancos de investimento, as financeiras e as Bolsas de Valores, com diversas formas de captação e aplicação. Contudo, não ocorrera o esperado aumento da oferta de financiamentos privados de longo prazo, e a principal razão disso era a escalada inflacionária.

A nova estratégia do BNDES logo começou a dar resultados. O Banco detectava os setores que considerava importante desenvolver e buscava empresários que, mediante condições favoráveis, se dispusessem a ocupar esses nichos. Na época, a correção monetária dos débitos se limitava a 20%. A política seguida pelo Banco correspondia assim à

estabelecida pelo governo fornecer juros subsidiados como forma de incentivar o desenvolvimento de setores econômicos que eram considerados estratégicos e não vinham sendo devidamente explorados. Graças a financiamentos do BNDES, viabilizaram-se importantes projetos nos ramos do aço, do papel e celulose, da petroquímica, da soda cáustica e cloro, do estanho, zinco e alumínio, do cimento e dos fertilizantes. Um exemplo: todas as empresas nacionais de papel e celulose, setor até então carente de financiamento, fizeram uso dos incentivos do BNDES para ampliar e modernizar suas fábricas, alcançando assim as metas de autossuficiência pretendidas pelo governo. O projeto da Aracruz (ES) é um dos muitos casos de sucesso na história da política de financiamento do Banco. Fundada em 1972 e apoiada desde o início pelo BNDES (com participação em capital de risco e com créditos para projetos de expansão e modernização), a Aracruz é hoje a maior fabricante mundial de celulose branqueada de eucalipto, produzindo 2 milhões de toneladas/ano. No setor de equipamentos básicos, o Banco não só concedia financiamentos a fabricantes, mas também facilitava através da Finame o crédito para comercialização, adotando taxas de juro decrescentes na razão direta da nacionalização do equipamento, tendo como critérios o conteúdo tecnológico, o caráter pioneiro da fabricação e a participação da engenharia brasileira. Empresas como a Cofap, a Villares Equipamentos, a Máquinas Piratininga e a Bardella receberam forte apoio da Finame.

Outra prova da visão modernizadora do Banco eram os investimentos numa área que, embora ainda nova e pouco conhecida, viria a revolucionar o mundo nos anos seguintes: a informática. Em meados da década de 70, o BNDES engajou-se no Projeto Cobra, destinado a desenvolver, fabricar e comercializar sistemas de eletrônica digital e associados. O Banco atuava mediante os financiamentos diretos e com participação na Empresa Digital Brasileira (Digibrás). Em 1975, o BNDES também realizou contratos no campo dos componentes eletrônicos. Um deles foi assinado com a Telebrás e o Laboratório de Microeletrônica da USP, visando a fabricar lâminas de cristal de três polegadas para circuitos integrados, até então importados.

Na tecnologia de ponta, outro investimento importante se relacionava a um projeto anterior, o Centro Técnico Aeroespacial, em São José dos Campos. O BNDES passou a financiar as indústrias que utilizassem tecnologia desenvolvida pelo CTA para fabricar, em série, equipamento aeronáutico e aeroespacial ainda não produzido no país.

Em 1977, instituiu-se o Prêmio BNDES de Economia, com o objetivo de estimular a pesquisa no campo da ciência econômica pura ou aplicada, segundo a perspectiva nacional, regional ou setorial. Em 2002, o Prêmio já está em sua 25ª edição.

Nos primeiros anos da década, o governo conseguiu implementar com eficácia o seu programa de crescimento nacional. Também data dessa época o I Plano Quinquenal de Ação do BNDES, que destacava a necessidade de aperfeiçoar os instrumentos de apoio à indústria nacional. A Ibrasa, a Fibase e a Embramec apoiavam os projetos mediante capital de risco, e a Finame se encarregava de facilitar a comercialização de equipamento nacional.

À diferença da década de 60, marcada pelo debate político, os anos 70 se caracterizaram por uma guinada para a contestação dos costumes. No Rio, apesar da censura, proclamou-se a “República de Ipanema”,

Contudo, os projetos econômicos do governo passaram a enfrentar dificuldades desde a primeira crise do petróleo, em 1973, quando o preço do barril saltou de US\$ 2,8 para US\$ 12, deixando o Brasil, grande importador, em situação delicada. Mas, enquanto duraram as reservas cambiais acumuladas, as autoridades financeiras mantiveram o ritmo de investimentos. Uma ideia era criar outra opção energética no país. O Brasil apelou para a poupança externa para dar conta dos compromissos assumidos. Um deles, de grande monta, era acordo com a Alemanha assinado em 1975 pelo presidente Ernesto Geisel (que governou de 1974 a 1979) para que se instalasse uma série de usinas nucleares no país. Na prática, o acordo resultaria apenas na construção de Angra II (Angra I, uma obra anterior, empregava tecnologia americana, da Westinghouse).

Em 1979, a persistência da crise internacional do petróleo levou mais uma vez o BNDES à vanguarda dos acontecimentos. Naquele ano, o Banco deixou sua marca financiando os recém-criados Programas Nacional do Álcool (Proálcool) e Programa Conserve (economia de energia) e dando apoio à construção de Itaipu. A publicidade do Proálcool abrangia até patrocínio à Fórmula 1. O importante para a balança comercial seria mesmo achar petróleo nacional que substituísse o importado. Assim, a Petrobras deu início à prospecção em várias bacias. Os resultados obtidos em Campos (litoral do Rio de Janeiro) foram importantes e duradouros.

A partir de 1974, o governo decidiu intensificar o programa de substituição de importações, conforme estabelecido no II PND. O resultado foi à formação do mais completo parque industrial da América Latina. Essa reorientação da política econômica gerou sensíveis

mudanças no BNDES, que passou a financiar principalmente dois setores de peso os bens de capital e os insumos básicos (mineração, siderurgia, metalurgia, química e petroquímica, papel e celulose, cimento e fertilizantes). Não havia grande projeto no Brasil que não fosse apoiado pelo Banco. Captando as tendências da economia nacional, o BNDES colaborou significativamente para que as transformações necessárias ao desenvolvimento econômico ocorressem com a maior eficiência e rapidez.

Os problemas econômicos enfraqueceram o regime militar e deram margem a que a sociedade civil se reorganizasse. A paulatina volta à normalidade política se fez acompanhar do aparecimento de novas lideranças sindicais, nascidas nas indústrias que tanto haviam se expandido no ABC paulista. Até os empresários percebiam que o modelo vigente, tanto político quanto econômico, se esgotara. Eles mesmos admitiam maior abertura e reestruturação social. Em 1979, o BNDES foi novamente transferido, indo da Secretaria do Planejamento para a Indústria e do Comércio, sob a gestão do ministro João Camilo Penna. O Banco ficaria ali até 1982. A justificativa era que esse ministério contava com dois importantes instrumentos para desenvolver a tecnologia e a indústria nacional: a Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) e o Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI).

Estava plenamente cumprida a missão do BNDES como fomentador da política de substituição de importações. Agora, era preciso encontrar outro norte para guiar o desenvolvimento futuro da instituição. Em 1978, o Banco lançou seu Plano de Ação 1978-81. Junto com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o BNDES era o único órgão do governo que consignava explicitamente a necessidade de distribuir melhor a renda, aprimorar a infraestrutura dos grandes centros, aumentar o número de empregos, atenuar os desequilíbrios regionais e controlar a inflação. Além disso, passava a dar mais ênfase à agropecuária, seguindo orientação do governo federal. A assistência ao setor se concentrou na produção de fertilizantes, corretivos, máquinas, equipamentos, mudas e sementes selecionadas e na atualização das usinas de açúcar e álcool. Inovadora foi à criação de uma secretaria executiva do BNDES para cuidar de desestatizar empresas sob controle acionário do Banco e vender ações que a instituição controlava em sete empresas (das 228 em que tinha participação). Essas sete eram a Mafersa, a Usimec, a Companhia Editora Nacional, a Livraria José Olympio, a Caraíba Metais, a Companhia Brasileira de Cobre e a Fibisa. Nelas estavam investidos cerca de US\$ 300 milhões. Mais uma vez, o BNDES traria à tona uma questão nova à privatização, que seria incorporada, tempos depois, à agenda nacional. A experiência

adquirida nesse processo foi valiosa para o país alguns anos adiante, quando o Banco foi novamente chamado a emprestar sua experiência na execução de políticas governamentais.

Mas isso ainda demoraria. Antes, os anos 80 trariam outras questões inadiáveis. O BNDES teria que reinventar-se.

O BNDES foi fundamental para a integração do território nacional, financiando desde a construção de estradas vicinais para escoamento da produção agrícola até a recente modernização das principais rodovias do país.

Desse modo, o que antes tinha funcionado com razoável sucesso até meados da década de 70, passava a ser uma armadilha para a estabilização de preços. Opinião compartilhada por Castro (2011, p. 101): “diante da ineficácia das medidas fiscais e monetárias implementadas na primeira metade dos anos 1980, fortaleceu-se a tese de que o princípio da correção monetária, introduzido pelo Plano de Ação Econômica do Governo (Paeg), tornara-se um elemento de dificuldade para o combate à inflação”.

E é nessa instabilidade dos preços que se foram gerando novos problemas, como a flexibilização das margens de lucros das empresas, que veio a pressionar ainda mais inflação.

Para Castro e Souza (1985, p. 215):

Taxas de inflação excepcionalmente elevadas implicam um aumento do risco associado a erros de previsão. Para compensá-los, as empresas tenderiam a resguardar-se, elevando suas margens de lucro. Este comportamento introduz, em princípio, um mecanismo de aceleração inflacionária.

Assim, o período compreendido entre 1980 a 1985 foi marcado pela aceleração do processo inflacionário, mesmo diante um contexto recessivo, demonstrando a inocuidade das políticas monetárias e a conseqüente perda de capacidade do Banco Central em administrar o processo inflacionário. Em síntese, o aperfeiçoamento do sistema de indexação, trouxe graves implicações para a economia, o que contribuiu decisivamente para a busca pela desindexação da economia.

Os dados pesquisados sobre o Brasil econômico e social no regime militar levam a conhecer a economia brasileira, é salutar que se busque levantar um pouco mais a história para uma compreensão mais convincente dos parâmetros que norteiam os programas governamentais, que são encetados pelos governos para que economia caminhe dentro dos princípios do equilíbrio, nem que seja de longo prazo.

## CONCLUSÃO

Com diversificados recursos energéticos, o grande desafio da energia no Brasil é transformar esta dotação em uma alavanca para o desenvolvimento econômico e social do país. No futuro, a solução para o problema da energia terá que passar não só pela exploração de um método perfeito, mas também pela procura de um equilíbrio entre os diferentes métodos aplicados a diferentes realidades.

Mais importante que procurar novas formas de obter energia e de aproveitá-la ou armazenar, é sem dúvida conseguir reduzir os seus gastos.

Assim, é inquestionável que as energias renováveis contribuirão para um futuro melhor. Porque os minutos de hoje constroem os de amanhã.

Desafio este que passa inexoravelmente pela definição de uma política energética inserida em uma estratégia nacional de desenvolvimento que não apenas contemple a questão do atendimento da energia necessária a esse desenvolvimento, mas que, acima de tudo, induza a esse desenvolvimento, mediante a exploração das possibilidades de articulações sinérgicas entre o forte crescimento do setor de energia e os demais setores da economia. Uma política energética que enfrente a difícil compatibilização entre as diferentes fontes, cadeias e interesses. Dificuldade esta advinda, justamente, da amplitude da matriz de recursos naturais, que torna, por um lado, as escolhas mais ricas, porém, por outro, muito mais complexas. Uma política energética que não se perca na tentação fácil das soluções confortáveis do curto prazo, de níveis de preços e competitividades artificiais, que propiciam ganhos políticos imediatos, mas que, fragilizando o pilar energético, terminam por colocar em xeque a sustentabilidade do processo de desenvolvimento de longo prazo. Uma política energética que mantenha a matriz energética brasileira limpa, incorporando as novas fontes de energia renováveis (solar e eólica) e conservando as renováveis tradicionais (principalmente a hidráulica) mediante uma nova concepção do seu papel no setor elétrico que não só consolide a sua participação de forma sustentável como também alavanque a participação das novas. Na verdade, o setor energético brasileiro se encontra no limiar de profundas transformações. Assim como nos anos cinquenta o Brasil soube inventar um setor de energia capaz de sustentar o seu desenvolvimento; agora é necessário reinventar esse setor para fazer face a uma nova e distinta etapa do desenvolvimento brasileiro. Se por ventura o desafio hoje parece maior, cabe lembrar que os recursos disponíveis hoje também são maiores. Mais uma vez trata-se de encontrar a energia do Brasil lembrando o livro clássico do professor Dias Leite. Trata-se de

encontrar aquele fator que mais uma vez possa nos dar uma vantagem competitiva decisiva no contexto internacional cada vez mais competitivo. Esse fator pode ser a energia. Mas para que isso aconteça é preciso ir muito além dos esboços que nos são apresentados, transvestidos de fundamentos de uma política energética nacional. Em suma, há que se encontrar a nova energia do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- BNDES. *BNDES 50 anos - Anos 70*. Brasília, setembro de 2002
- CALABI, A. et al. *A energia e a economia brasileira*. São Paulo: Pioneira, 1983.
- CASTRO, Lavínia Barros de. Esperança, Frustração e Aprendizado: A História da Nova República. In: GIAMBIAGI, F. et al. **Economia brasileira contemporânea (1945-2010)**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- CASTRO, Antônio Barros de. Ajustamento X Transformação. A Economia Brasileira de 1974 a 1984. In: CASTRO, Antônio Barros de; SOUZA, Francisco Eduardo Pires de. **A economia brasileira em marcha forçada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
- CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA (CBEE)/UFPE. 1999. Atlas Eólico do Brasil - dados preliminares de 1998. Disponível em < <http://www.eolica.com.br> >
- COPERSUCAR. "Pro-Álcool". *Fundamentos e perspectiva Copersucar*. São Paulo, 1989. [ [Links](#) ]
- DATAGRO. *Boletim informativo sobre a indústria sucro-alcooleira*. Várias edições. [ [Links](#) ]
- (Fonte: WWEA, 2012. 2012 Annual Report. Disponível em: <http://www.wwindea.org/>) **Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel**.
- Fontes: ANEEL, 2013. *Banco de Informações de Geração*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 22/05/2013 ANEEL, 2013. *Fiscalização dos Serviços de Geração*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 24/05/2013
- GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1998. [ [Links](#) ]
- <http://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/apagao-o-brasil-nas-sombras.htm>
- [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro50anos/Livro\\_Anos\\_70.PDF](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro50anos/Livro_Anos_70.PDF)
- [https://pt.wikipedia.org/wiki/Blecaute\\_no\\_Brasil\\_e\\_Paraguai\\_em\\_2009](https://pt.wikipedia.org/wiki/Blecaute_no_Brasil_e_Paraguai_em_2009)
- JANOSI, P.E.; GRAYSON, L.E. Patterns of energy consumption and economic growth and structure. *The Journal of Development Studies*, v. 8, n. 2, jan. 1972.
- LANDES, D.S. *Prometeu desacomodado: Transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, desde 1750 até a nossa época*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.
- MARTIN, J.M. *A Economia mundial da Energia*. São Paulo: UNESP, 1991.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balço Energético Nacional*, 1999. [ [Links](#) ]
- MOREIRA, J.R. e GOLDEMBERG, J. "The Alcohol Program". *Energy Policy*, 27, 1999, p.229-245. [ [Links](#) ]

PINTO Jr. Helder Queiroz. **Economia da Energia**: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização Industrial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. Cap. 2, p. 43-106

PINTO JÚNIOR, H.Q. et al. *Economia da Energia: Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Problema em Itaipu causa apagão em 18 Estados do País, Terra Notícias, 10/11/2009

UNDP/DESA/WEC □ United Nations Development Programme/United Nations. Department of Economic and Social Affairs/World Energy Council. *World energy assessment. Energy and the challenge of sustainability*. Nova York, 2000. [ [Links](#) ]