

FERNANDO STRAPAÇÃO LANZONI

**A INOVAÇÃO COMO PONTO DE PARTIDA PARA O DESENVOLVIMENTO
DE COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS: UM ESTUDO DA ENERGIA SOLAR**

Monografia apresentada ao Curso
de Graduação em Ciências
Econômicas da Universidade
Federal do Paraná.

Professor orientador: José
Wladimir Freitas da Fonseca

**CURITIBA
2009**

TERMO DE APROVAÇÃO

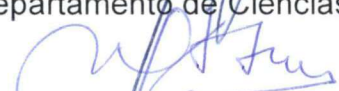
FERNANDO STRAPAÇÃO LANZONI

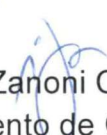
A INOVAÇÃO COMO PONTO DE PARTIDA PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS: UM ESTUDO DA ENERGIA SOLAR

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado no Curso de Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora.

Orientador:


Prof. José Wladimir Freitas da Fonseca
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR


Prof. Maurício Aguiar Serra
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR


Prof. Igor Zanoni Carneiro Leão
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Curitiba, 02 de julho de 2009

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATRIZ ENERGÉTICA: BREVE HISTÓRICO	3
2.1	O QUE É UMA MATRIZ ENERGÉTICA	3
2.1.1	Conceito.....	4
2.1.2	Estrutura.....	4
2.2	HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGETICA BRASILEIRA	7
2.2.1	Evolução a matriz energética brasileira (%).....	11
2.3	AS POLÍTICAS DO GOVERNO E A MATRIZ ENERGÉTICA ENTRE 1945 A 2009	15
2.4	O DESENVOLVIMENTO DA INOVAÇÃO DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA	23
2.4.1	Energia Solar.....	24
2.4.2	Energia Eólica.....	25
2.4.3	Biodiesel e sua inserção na matriz energética brasileira.....	25
2.4.4	A produção de biogás a partir de resíduos.....	28
2.4.5	Girassol é a alternativa para produção de biocombustíveis.....	28
2.4.6	Embrapa estuda diferentes matérias primas para produção de etanol.....	29
2.4.7	Embrapa mostra a tecnologia de produção de álcool de batata doce.....	30
3	A INOVAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS	32
3.1	O QUE É O PROCESSO DE INOVAÇÃO?	32
3.2	A TEORIA EVOLUCIONISTA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO	35
3.2.1	A necessidade de inovar.....	37
3.2.2	O Modelo de Dosi e o processo de inovação.....	38
3.2.3	O Modelo de Nelson e Winter e o processo de inovação.....	41
4	HISTÓRICO E ANÁLISE DA ENERGIA SOLAR	46
4.1	ORIGEM E TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR	47
4.1.1	Energia solar fototérmica.....	48
4.1.2	Arquitetura bioclimática.....	48
4.1.3	Energia solar fotovoltaica.....	49
4.2	RADIAÇÃO SOLAR E INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	50
4.2.1	Radiação solar a nível de solo.....	50
4.3	POTENCIAL SOLAR	53

4.4	CARACTERÍSTICAS COMPONENTES E FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE CAPTAÇÃO SOLAR	55
4.4.1	Energia fotovoltaica.....	55
4.4.1.1	Tipos de células.....	56
4.4.1.2	Alguns modelos de módulos fotovoltaicos.....	58
4.4.2	Energia solar térmica.....	61
4.4.2.1	Meio de funcionamento e componentes.....	63
4.4.2.2	Aplicação.....	64
4.4	ENERGIA SOLAR: CUSTO EFICIÊNCIA E PROGRAMAS DE INCENTIVO.....	65
5	CONCLUSÃO.....	69
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN - Balanços Energéticos Nacional

BNDE - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica

CRESESB/CEPEL Centro de Referência para Energia Solar e Eólica

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia

MBAG - Metas e Bases para a Ação do Governo

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia

MEB - Matriz Energética Brasileira

MME - Ministério de Minas e Energia

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PAEG - Programa de Ação Econômica – PAEG

PED - Programa Estratégico de Desenvolvimento

PND - Plano Nacional de Desenvolvimento

PPA - Plano Plurianual

PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios

PROEÓLICA - Programa Emergencial de Energia Eólica

PROINFRA - Programa de Incentivo ao Uso de Fontes Alternativas de Energia Elétrica

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura do Ministério das Minas e Energia.....	5
Figura 2: Balanço Energético Nacional.....	6
Figura 3: Instrumentos públicos de incentivo ao investimento em infra-estrutura energética.....	22
Figura 4: Previsão de Investimento em Petróleo, gás e combustíveis renováveis.....	22
Figura 5: Ação em Petróleo, Gás e Combustíveis Renováveis.....	23
Figura 6: Energia Solar.....	24
Figura 7: Cadeia Produtiva do Biodiesel.....	27
Figura 8: Girassol.....	28
Figura 9: Cana de açúcar.....	29
Figura 10: Batata doce.....	30
Figura 11: Processo de Inovação Tecnológica.....	34
Figura 12: Células Solares.....	56
Figura 13: Módulos Fotovoltaicos.....	58
Figura 14: Sistema Fotovoltaico.....	58
Figura 15: Diagramas de Sistemas Fotovoltaicos.....	59
Figura 16: Exemplo de Sistema Híbrido.....	60
Figura 17: Sistema Conectado a Rede.....	61
Figura 18: Sistema Termo-solar – 1.....	63
Figura 19: Sistema Termo-solar – 2.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Utilização Mundial de coletores térmicos.....	54
Tabela 2: Potência total Instalada.....	54
Tabela 3: Unidades Termo-solares em Refinarias.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Oferta de Energia Interna.....	8
Gráfico 2: Consumo Final por Fonte.....	8
Gráfico 3: Evolução da Participação das Fontes Renováveis e Não-Renováveis.....	9
Gráfico 4: Matriz Energética Brasileira - 1970.....	11
Gráfico 5: Matriz Energética Brasileira - 1980.....	12
Gráfico 6: Matriz Energética Brasileira - 1990.....	13
Gráfico 7: Matriz Energética Brasileira - 2000.....	14
Gráfico 8: Matriz Energética Brasileira - 2007.....	14

RESUMO

O problema de energia sempre esteve ligado nas expectativas de planejamento desenvolvidas no Brasil, mas hoje nos deparamos com uma escalada de consumo e preços de combustíveis fósseis com graves conseqüências geopolíticas. Tomando-se a estrutura atual da matriz energética brasileira, de acordo com o Balanço Energético Nacional, constata-se que sua base é rica e diversificada, mas com grande dependência de petróleo e seus derivados. Analisando outras formas necessárias de obtenção de energia, realizam-se estudos sobre a energia solar, essas novas formas de energia vem somando atualmente em nossa MEB cerca de 3%. Com todas essas profundas mudanças ocorridas nas últimas décadas e associadas à significativa evolução e utilização das tecnologias de informação e comunicação, permitem que se tenha uma melhor noção do processo de inovação a partir da teoria evolucionista. Contudo, mesmo tendo elevados processos inovativos, a energia solar por ser energia renovável e limpa seus elevados custos impedem a implementação no presente.

Palavras-chave: Matriz energética. Energia solar. Inovação.

1. INTRODUÇÃO

Hoje, nos deparamos com uma escalada de consumo e preços de combustíveis fósseis com graves conseqüências geopolíticas, em função da disputa pelo controle das reservas de energia não-renováveis que poderão acabar num futuro próximo.

Na contramão da grande maioria de todos os países, o Brasil além de estar na auto-suficiência em petróleo, dispõe da possibilidade de explorar de forma sustentável energia gerada a partir de fontes renováveis e limpa.

O período analisado neste trabalho compreende desde a primeira ação do Estado em promover a industrialização a partir 1950 e proporcionar o desenvolvimento brasileiro até 2009. Tomando-se a estrutura atual da matriz energética brasileira, de acordo com o Balanço Energético Nacional, constata-se que sua base é rica e diversificada, mas com grande dependência de petróleo e seus derivados. Baseando-se nesta dependência surge o interesse por este estudo, analisando outras formas necessárias de obtenção de energia; como também através do reconhecimento de uma nova oportunidade para o crescimento e desenvolvimento do país.

Desta forma, podemos levantar a seguinte questão: De que forma pode-se compreender o processo de inovação para o desenvolvimento de novas fontes de energia?

Diante disso, este trabalho propõe analisar o caso da energia solar para promover o desenvolvimento de combustíveis alternativos na matriz energética brasileira.

Para que o objetivo geral deste trabalho seja alcançado descrevem-se os fatos ocorridos, explicando a ocorrência dos mesmos para que posteriormente se consiga comparar a eficiência de cada tipo de energia.

O instrumento teórico do estudo será a Teoria Evolucionista quanto ao processo de inovação. Contudo, os modelos de Dosi e Nelson e Winter sobre o processo de inovação é que guiarão esta pesquisa, devido a estrutura de mercado considerada como uma variável endógena, e pela percepção de que, além dos conhecimentos teóricos envolvem os conhecimentos adquiridos na prática e na experiência adquirida.

Por fim esta monografia está estruturada em três capítulos, conforme

demonstrado abaixo:

No primeiro capítulo, faz um breve histórico das principais fontes de energia brasileira, desde 1950 até o corrente ano, para que com isso possa se ter uma visão geral da evolução da matriz energética do país. Inclusive, será abordado o papel do Estado como articulador deste processo. Após será apresentado alguns projetos, ainda em fases de estudo, e alguns já aplicados sobre fontes alternativas de energia.

Posteriormente, o segundo capítulo abordará as teorias econômicas sobre evolução processo de inovação tecnológico, através do pensamento Evolucionista.

O último capítulo trará um estudo introdutório do ciclo de funcionamento da energia solar.

2. MATRIZ ENERGÉTICA: BREVE HISTÓRICO

O problema de energia sempre esteve ligado nas expectativas de planejamento desenvolvidas no Brasil. Assim a ação direta do Estado em promover a industrialização fez com que se exigisse uma infra-estrutura pesada na área de energia e transporte sendo seu principal alicerce. E com a proposta de desenvolvimento chegando a todo território nacional, faz com que se tenha um aumento na demanda por energia, diante disso torna-se fundamental uma análise da evolução de nossa matriz energética.

Este capítulo está estruturado em quatro etapas para possibilitar uma melhor compreensão do seu conteúdo. Primeiramente será abordado o conceito de energia, matriz energética e estrutura para sua obtenção; após será apresentado o seu histórico e sua evolução; em seguida dar-se-á ênfase na discussão da ação governamental. E por fim mostrarão alguns resultados no campo da inovação.

2.1 O QUE É UMA MATRIZ ENERGÉTICA

O Ministério de Minas e Energia (MME) na década de 60 contratou um grupo de empresas brasileiras para a formação da Matriz Energética Brasileira (MEB). Este estudo levou em conta todos os nossos recursos de energia primária, como: petróleo, álcool, lenha, hidráulica, entre outros. Com isto o objetivo era a definição da política energética nacional, visando estabelecer as relações entre os diversos insumos energéticos, as formas tecnologicamente aptas para disponibilização ao mercado e as características demandadas pelos consumidores, construindo um instrumento fundamental para embasar o planejamento brasileiro.

A construção da Matriz Energética (ME) envolve um estudo sistemático que exige o exercício de planejamento contínuo em função da complexidade das variáveis envolvidas, vinculadas a dinâmica do setor de energia e ao contexto econômico geral. A construção e desenvolvimento da matriz energética, para ser eficiente e oferecer resultados efetivos, deve ser flexível o suficiente para incorporar revisão e metas e reprogramação de estimativas. Em síntese, a gestão eficiente de

conhecimento e informações é uma condição necessária e central na realização das atividades que convergem para formação da ME.

Atualmente com o objetivo de subsidiar a formulação de políticas energéticas bem como a definição de planejamentos setoriais existe a elaboração de Balanços Energéticos, no âmbito do Ministério de Minas e Energia.

2.1.1 CONCEITO

Partimos do pressuposto que os serviços energéticos são essenciais para a sociedade e cabe ao Estado garantir o fornecimento regular e de qualidade, seja diretamente ou por meio de concessões. Devem-se garantir, ainda, mecanismos de controle social sobre a atuação do Estado nesta área.

A matriz energética é a quantidade de recursos energéticos renováveis ou não renováveis oferecidos por um país ou região, no decorrer do tempo. Esta análise ao longo do tempo é fundamental para que se realize um planejamento do setor de energia e também se avalie a utilização de recursos de forma racional, para diversas áreas de consumo.

2.1.2. ESTRUTURA¹

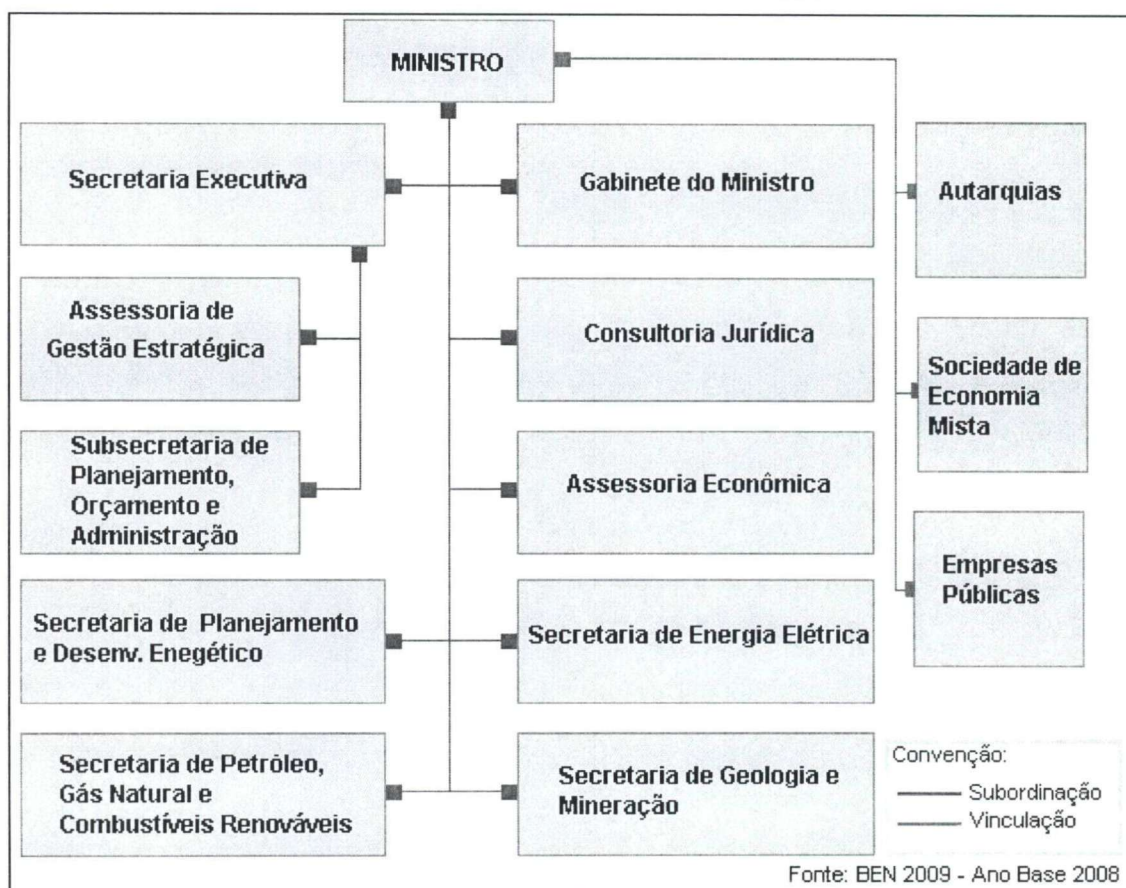
O Ministério de Minas e Energia, órgão da administração federal direta, é responsável por desenvolver ações estruturais de longo prazo e apontar as potencialidades do setor energético, para o estabelecimento e implementação de políticas setoriais, formulando os princípios básicos e as diretrizes de política energética nacional. O MME promove por meio de seus órgãos e empresas vinculadas, diversos estudos e análises orientadas para o planejamento do setor energético.

A empresa de pesquisa energética – EPE, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tem por finalidade prestar serviços na área de

¹ Estrutura extraída do BEN – Balanço Energético Nacional 2007 (Ano Base 2006).

estudos e pesquisas destinados ao planejamento do setor energético. Entre as atribuições da EPE consta a responsabilidade de elaborar e publicar o Balanço Energético Nacional, que anualmente documenta pesquisa sobre consumo, produção e a comercialização dos diferentes energéticos no âmbito nacional. Apresentaremos na figura a seguir a estrutura do Ministério de Minas e Energia na qual a EPE encontra-se vinculada.

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

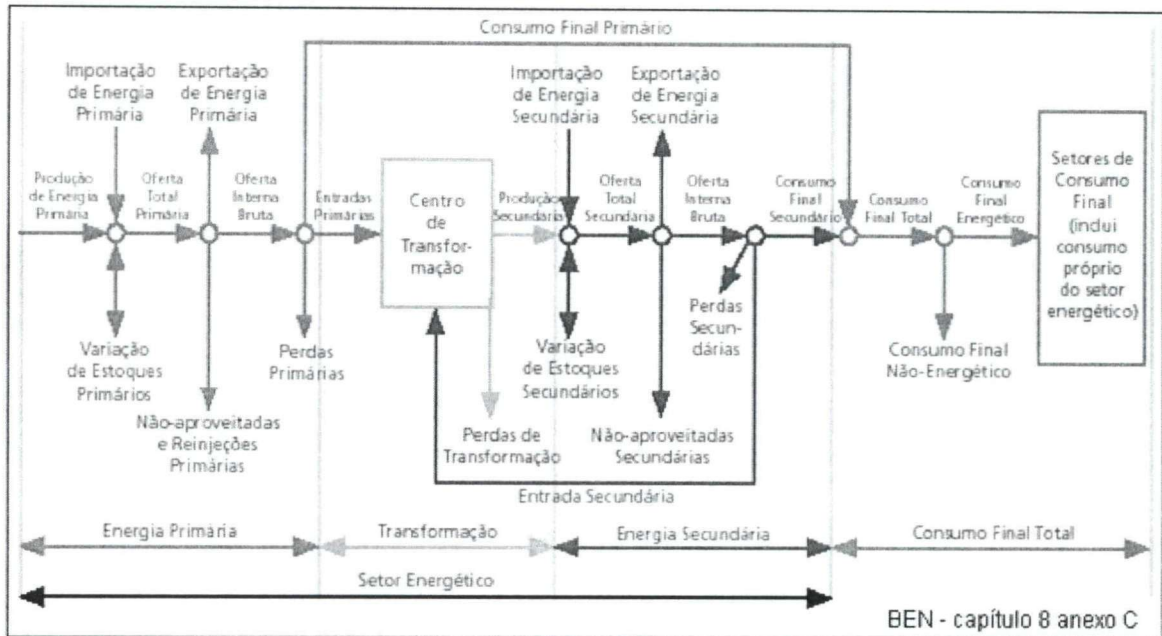


Fonte: MME - BEN 2009

A estrutura do Balanço Energético Nacional – BEN foi elaborado, de forma a permitir a obtenção de adequada configuração das variáveis físicas do setor energético.

A matriz balanço energético, expressa o balanço das diversas etapas do processo energético: produção, transformação e consumo. E a estrutura é composta por quatro partes: energia primária, transformação, energia secundária e consumo final conforme figura a seguir.

FIGURA 2 - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL



Fonte: MME BEN - 2009

Energia Primária – são produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, energia solar, eólica, etc.

Setor de Transformação – agrupa todos os centros de transformação onde a energia que entra (primária e/ ou secundária) se transforma em uma ou mais formas de energia secundária com suas decorrentes perdas na transformação. Citamos refinarias de petróleo, usinas de gaseificação, centrais elétricas, etc.

Energia Secundária - advém dos produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação que têm como destino os diversos setores de consumo e eventualmente outro centro de transformação. Temos por exemplo o óleo diesel, gasolina, nafta, eletricidade, querosene, etc.

Consumo Final – nesta parte se detalham os diferentes setores das atividades socioeconômicas do país, para onde convergem às energias primária e secundária, configurando o consumo final de energia. Aqui se configura o consumo final não energético e o energético.

A partir destas informações, pode-se construir a matriz energética através das operações e equações demonstradas a seguir.

ENERGIA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA

Oferta total = produção (+) importação (+) ou (-) variação de estoques

Oferta interna bruta = oferta total (-) exportação (-) não aproveitada (-) reinjeção

Oferta interna bruta = total transformação (+) consumo final (+) perdas na distribuição e armazenagem (+) ou (-) ajuste

TRANSFORMAÇÃO

Produção de energia secundária = transformação primária (+) transformação secundária (-) perdas na transformação

CONSUMO FINAL DE ENERGIA

Consumo final = consumo final primário (+) consumo final secundário ou

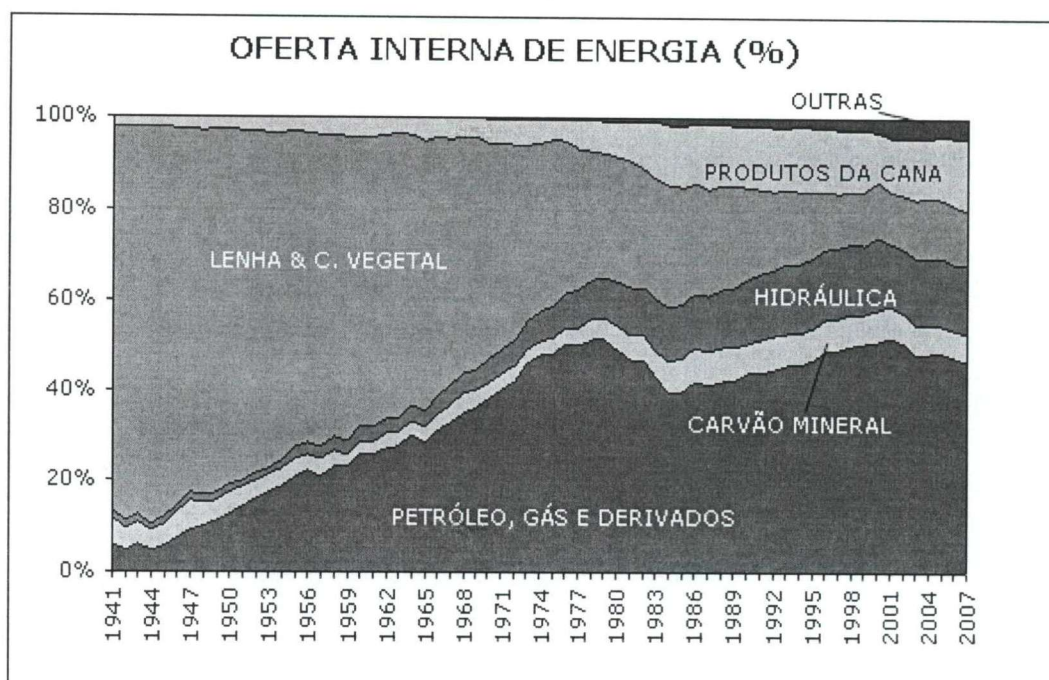
Consumo final = consumo final não energético (+) consumo final energético.

2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGETICA BRASILEIRA

Energia é um ingrediente fundamental para o desenvolvimento, que é uma das aspirações fundamentais da população dos países da América Latina. O consumo de energia per capita pode ser usado como um indicador da importância dos problemas que afetam estes países, onde se encontram aproximadamente 7,6% da população mundial.

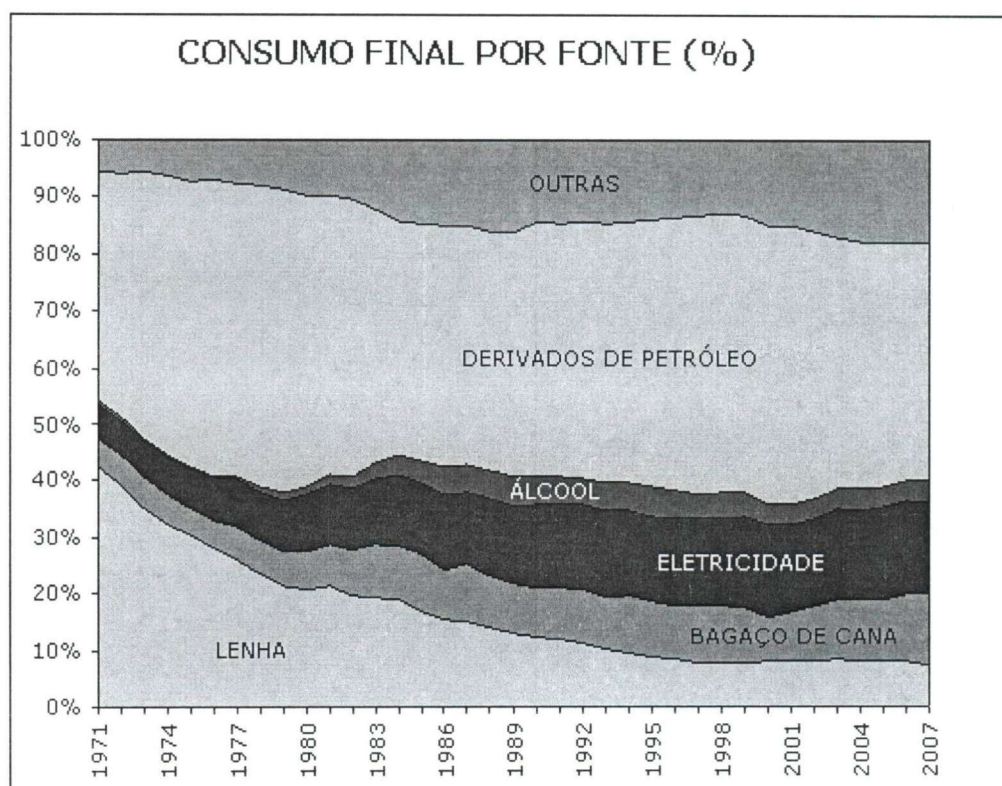
Para entendermos a evolução da matriz energética brasileira basearemos nosso estudo após a década de 70, uma vez que durante as décadas de 50 e 60, mais de 60% da matriz energética brasileira era gerada pela lenha e carvão vegetal, conforme gráfico a seguir. Onde somente a partir dos anos 70 a necessidade de inovar, e o avanço científico e tecnológico exigiram uma redefinição de papéis nas relações produtivas e comerciais, impondo uma nova realidade mercadológica de soma de esforços, com vistas a otimização de resultados. Tornando-se cada vez mais significativa a importância de investimentos sólidos em pesquisa e desenvolvimento, em sistemas de inteligência competitiva e capacitação profissional, orientados a criatividade e capacidade inovadora.

GRÁFICO 1 - OFERTA INTERNA DE ENERGIA



FONTE: BEN (2009) - MME

GRAFICO 2 - CONSUMO FINAL POR FONTE

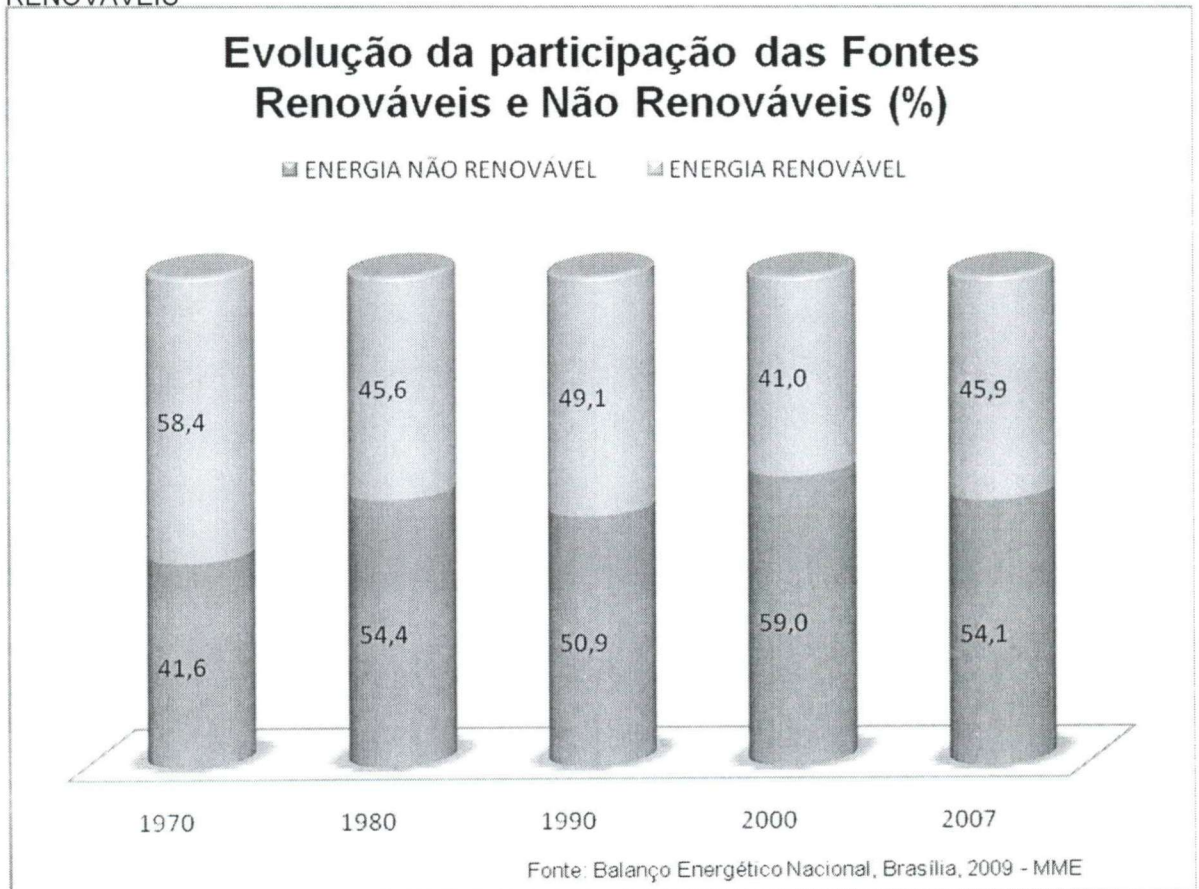


FONTE: BEN (2009) - MME

Segundo TOLMASQUIM (2000) o Brasil com 1,17 TEP (toneladas equivalentes de petróleo) por habitante, encontra-se em posição ascendente no cenário internacional. No entanto, o consumo de energia tem crescido 4,6% por ano desde 1970 – duplicando a cada 15 anos – acompanhando de perto o crescimento interno do produto interno bruto. No período de 1970 a 1996 o consumo de energia triplicou. O crescimento da população na década de 90, no Brasil, foi de 1,3% ao ano, o consumo de energia per capita foi de 3,3% ao ano. Por esse fato, é razoável esperar que esse consumo atinja um valor de 2,5 ou 3,0 TEP/capita dentro de 20 anos, aproximando –se do valor atual dos países da Europa.

No Brasil aproximadamente (45%) da energia usada é de origem renovável; energia hidrelétrica (14%); produtos de cana de açúcar (15%); lenha e outros (12%); o restante (54%) é de origem não renovável.

GRÁFICO 3 - EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DA FONTES RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS



FONTE: BEM (2009) - MME

A hidroeletricidade é uma importante fonte energética do país, correspondendo a 77,1% dada oferta total da energia elétrica. A contribuição do

petróleo reduziu-se em 39% em 1980 para 31% em 1995. Dois fatores explicam a redução. O aumento no preço internacional e a descoberta e o desenvolvimento das jazidas petrolíferas da Bacia de Campos, que ampliaram a produção doméstica de petróleo em 165 mil barris em 1979 para 550 mil barris em 1985. Além disso, o etanol foi amplamente utilizado como combustíveis para automóveis, provocando uma redução na parcela do consumo de gasolina. Em 1975 o desenvolvimento do programa Pró Álcool – para uso direto de álcool hidratado em automóveis – teve por resultado aumento na oferta de álcool em 3,5 vezes, passando de 3,5 bilhões de litros em 1979 para 12,4 bilhões de litros em 1994 (GOLDEMBERG, J. 2003). Entretanto, a oferta de petróleo no mercado interno voltou a ganhar espaço, atingindo 37,7% de participação na matriz energética em 2006.

O carvão desempenha papel secundário no setor energético brasileiro. As reservas locais necessitam de processamento antes de sua utilização na indústria siderúrgica. Desse modo, o uso industrial do carvão depende principalmente de importações, enquanto as usinas termelétricas a carvão têm importância bastante reduzida, ainda que relevante. O consumo de gás natural foi muito pequeno até a década de 80, quando suas reservas mais que duplicaram. O consumo então, ampliou-se em mais de seis vezes. O gás natural continuou, em 2006, aumentando sua participação na matriz energética passando de 7,7% em 2003 para 8,3% resultado da crescente utilização na geração elétrica na indústria e transporte (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2008).

O setor industrial representa cerca de 40% do total de energia consumida. A indústria consome principalmente eletricidade, cuja parcela passou de 15,7% em 1980 para 20,2% em 2007. Os transportes utilizaram aproximadamente 23% da energia consumida no país no período de 1980 a 1995, a maior parte para transporte rodoviário. O óleo diesel tem sido a principal fonte de energia para os transportes, correspondendo atualmente cerca de 50% da energia consumida no setor. Por outro lado, a parcela de gasolina reduziu-se em 34,2% em 1980 para 24,8% em 2007 ao mesmo tempo que o consumo do etanol passou de 5,5% em 1980 para 14,9% em 2007 (Ministério de Minas e Energia, 2008).

Esses dados nos mostram uma mudança na estrutura da matriz energética vindo a confirmar os estudos da teoria evolucionista explicando o processo de inovação tecnológica e a necessidade de inovar, onde o avanço tecnológico da atualidade exige uma redefinição de papéis nas relações produtivas e comerciais,

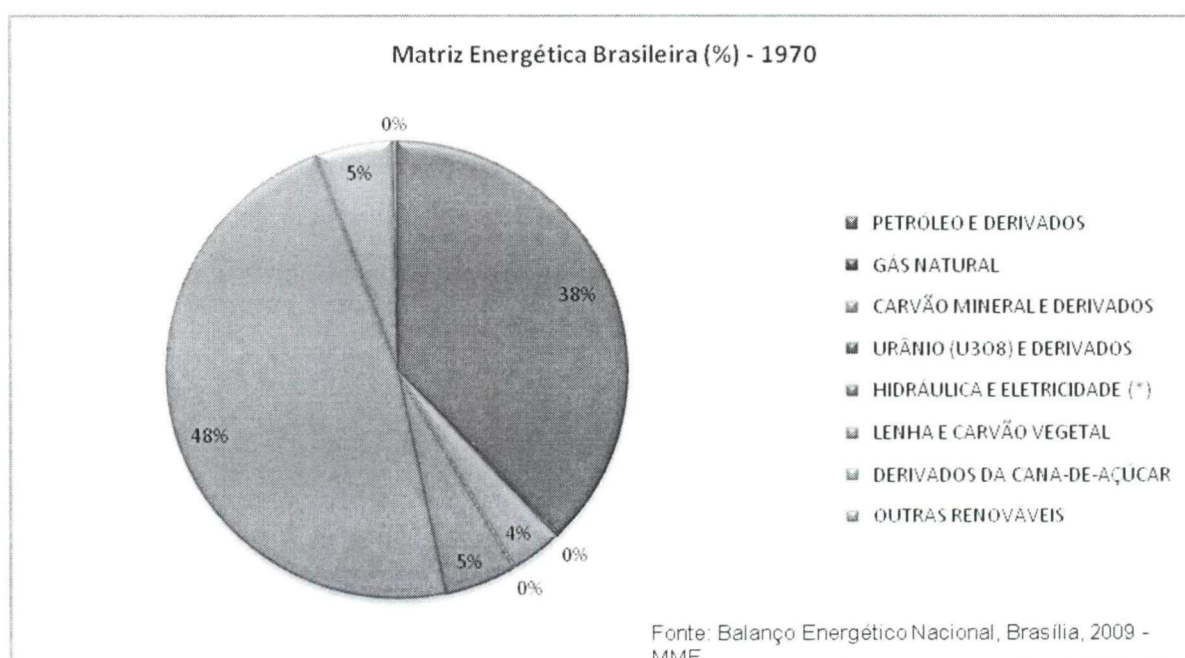
impondo uma nova realidade mercadológica de soma de esforços, com vistas a otimização de resultados.

Onde para um país que possui um porte econômico do nível do Brasil a matriz energética brasileira apresenta uma característica peculiar, que é a alta participação da energia renovável. Esta alta participação confere vantagens comparativas ao Brasil em relação aos outros países: baixa perda elétrica em relação a OIE (Oferta Interna de Energia) e baixa emissão de CO₂ na atmosfera. A primeira é conseguida pela elevada participação da geração hidráulica, e a segunda pela grande utilização da biomassa.

Atualmente como fonte renovável, a biomassa ganhou força e o Brasil é o segundo maior exportador de cana de açúcar do mundo. Os fatores que levarão, o Brasil a esta posição são: a dependência externa a combustíveis fósseis não renováveis; problemas políticos com companhias produtoras de petróleo; restrições ambientais para diminuir a poluição ambiental; questões de mudança climática do planeta; e o aumento da consciência pública sobre o crescimento sustentável.

2.2.1 EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (%)²

GRAFICO 4 - MATRIZ ENEGETICA BRASILEIRA - 1970

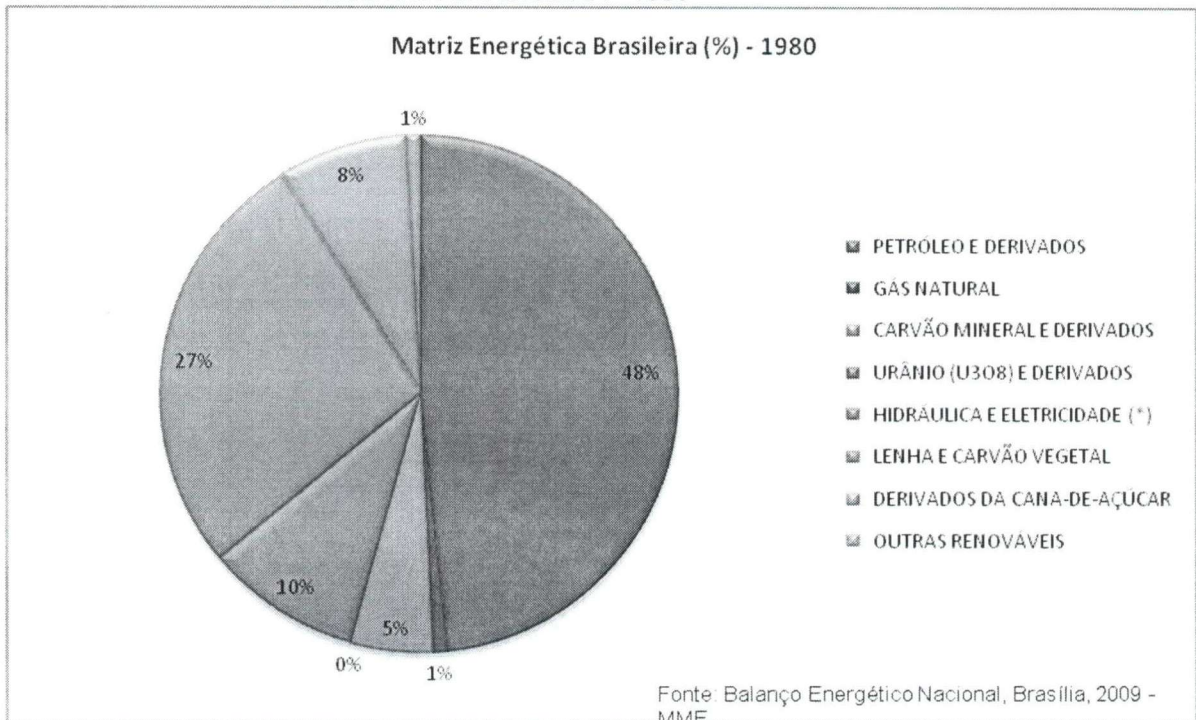


FONTE: BEN (2009) - MME

² Dados das matrizes energéticas de 1970 a 2007 foram extraídas do site www.mme.gov.br

Como já citado anteriormente, durante as décadas de 50 e 60, mais de 60% da matriz energética brasileira era gerada pela lenha e carvão vegetal³. Na década de 70, veremos uma alteração do quadro energético nacional, essa transformação se dá principalmente com o aumento do uso de combustíveis derivados do petróleo ocupando um espaço de 38% na matriz energética. Esse processo de inovação ou transformação para ROGERS “é como idéia ou objeto, que é percebido como novo por um indivíduo”. O processo de desenvolvimento de inovação consiste em todas as decisões e atividades, e seus respectivos impactos, que acontecem no reconhecimento de uma necessidade ou de um problema por meio de pesquisa, desenvolvimento e comercialização de uma inovação, ou ainda por meio da difusão a adoção de inovação por usuários.

GRAFICO 5 - MATRIZ ENEGETICA BRASILEIRA - 1980



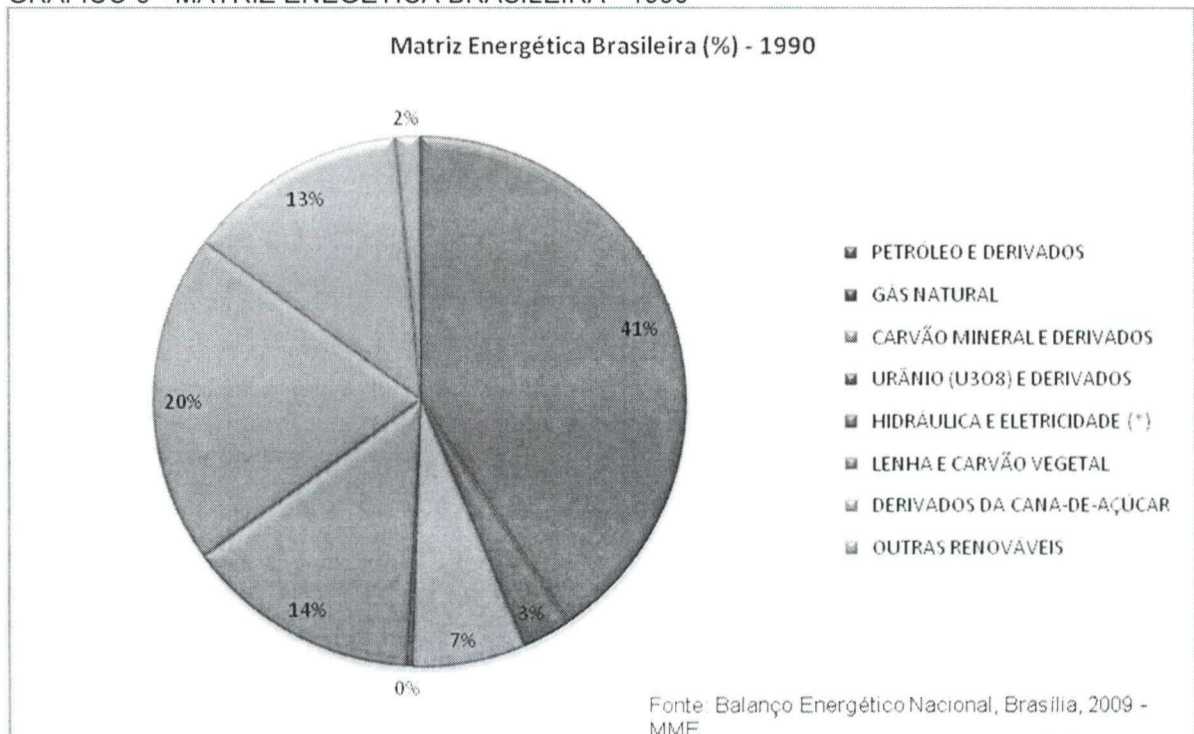
FONTE: BEN (2009) - MME

Na década de 80 observamos a grande perda de espaço da energia gerada pela lenha e carvão vegetal, dando espaço outras formas de energia a serem utilizadas como: gás natural, cana-de-açúcar, hidráulica e eletricidade e petróleo principalmente. Revelando de alguma forma uma mudança de paradigma conforme

³ Ver Gráfico 1, pág. 10

DOSI esclarece "... definiremos um paradigma tecnológico como um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados derivados das ciências naturais e em selecionadas tecnologias materiais". De outra forma: existe um padrão tecnológico que domina os outros possíveis padrões. Este padrão envolve um conjunto de princípios técnicos e científicos que estrutura um específico e determinado campo de desenvolvimento tecnológico. O paradigma tecnológico seleciona os programas e os programas de investigação tecnológica a serem efetivados e, ao mesmo tempo determina uma forma de resolver problemas.

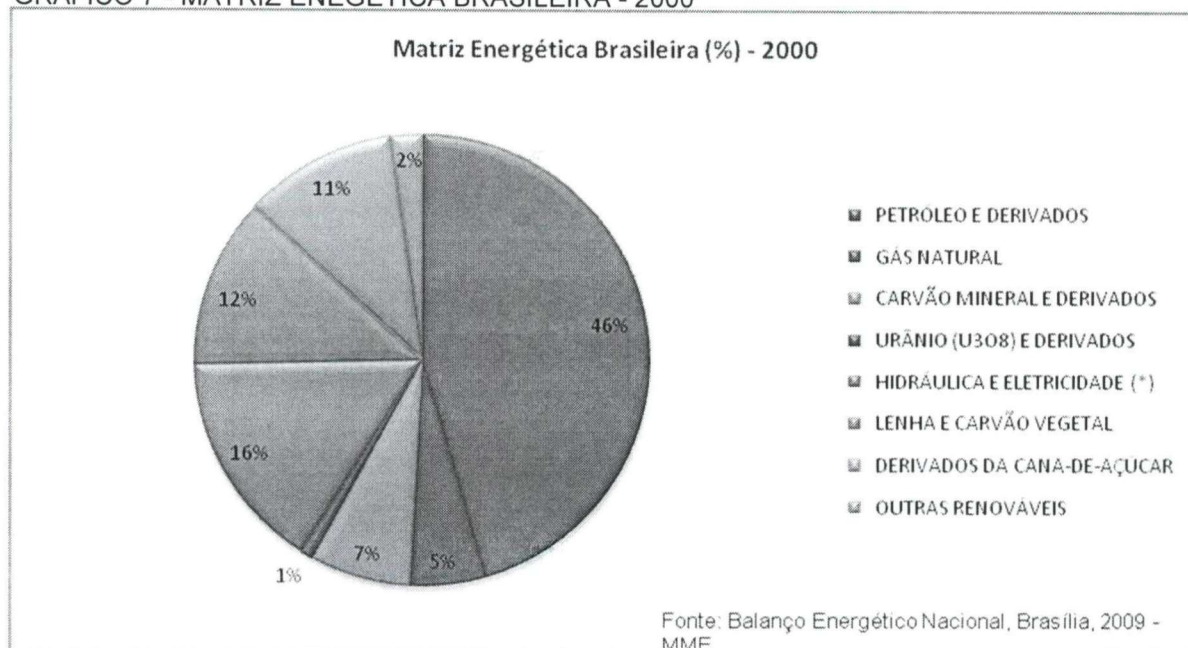
GRAFICO 6 - MATRIZ ENEGETICA BRASILEIRA - 1990



FONTE: BEN (2009) - MME

A década de 90 como podemos observar é marcada por uma redução nas fontes utilizadas de petróleo, isto é devido principalmente à crise do petróleo e ao incremento de produtos derivados de cana, mais especificamente o álcool que faz sua participação na matriz energética brasileira (MEB) passar de 8% em 1980 para 13% em 1990. A energia Hidráulica e elétrica continua sua ascensão devido a novas obras de usinas e extensão de rede de atendimento.

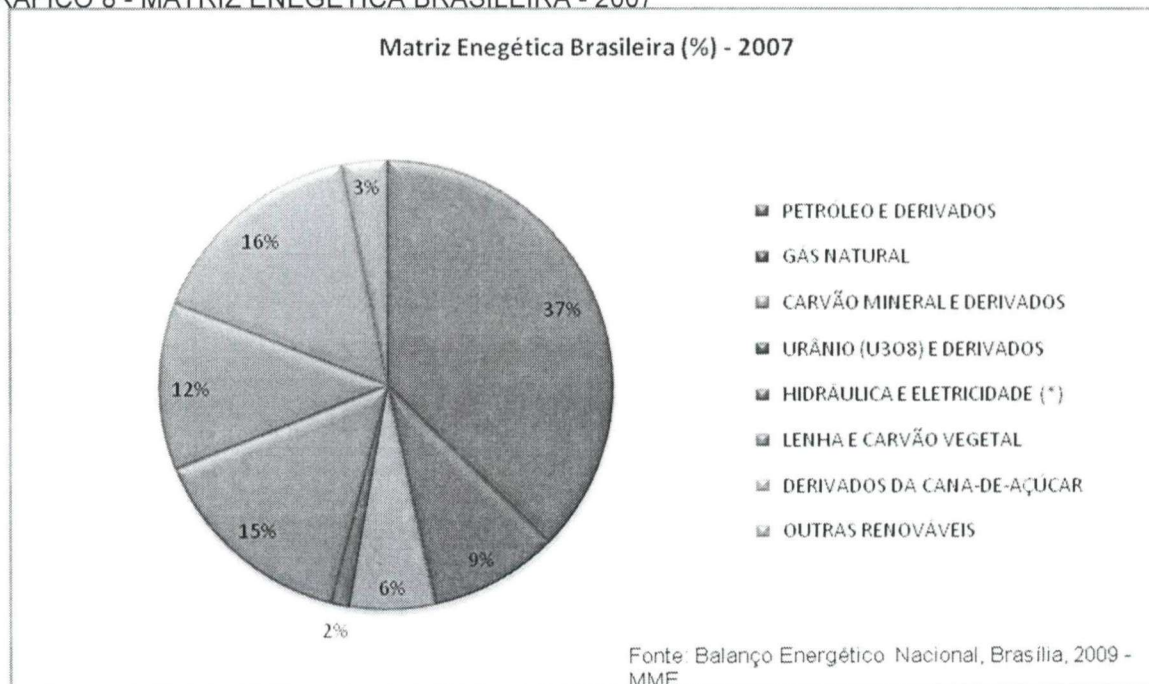
GRAFICO 7 - MATRIZ ENEGETICA BRASILEIRA - 2000



FONTE: BEN (2009) – MME

No ano de 2000 como anteriormente mostra a predominância dos combustíveis fósseis, com uma acentuada demanda devido a maior utilização de automóveis e transportes movidos a estes combustíveis. Neste período, ocorre um crescimento em outras fontes de energia que passa a ocupar 2% da (MEB), envolvendo energias como a eólica, solar, etc.

GRAFICO 8 - MATRIZ ENEGETICA BRASILEIRA - 2007



FONTE: BEN (2009) - MME

Como pode ser visto através dos gráficos 4 a 8, a mudança na utilização das fontes primárias de geração de energia no período considerado mostrou que houve uma importante modernização na matriz energética brasileira (MEB). Os combustíveis não-renováveis continuam representando maior parcela de nossa pizza, ou seja, aproximadamente 54%, gerando um cenário instável para o futuro. Com sua previsível escassez e aumento de demanda mundial, seus preços se tornarão elevados, que poderá acarretar graves conflitos mundiais em torno dessas fontes de energia; na questão ambiental, provocara um aumento na emissão de gases poluentes, impactando na temperatura e no clima do nosso planeta, e ocasionando outros diversos agravantes.

2.3 AS POLÍTICAS DO GOVERNO E A MATRIZ ENERGÉTICA ENTRE 1945 A 2009⁴

A partir de 1945 o problema da energia sempre esteve ligado as expectativas de crescimento e planejamento desenvolvidas no Brasil, o objetivo era o desenvolvimento e este seria alcançado por meio da industrialização. Assim problemas do desenvolvimento eram identificados com os problemas da indústria e estes com os de infra-estrutura de energia e transporte. Então caberia ao governo elaborar planos e estimar as necessidades energéticas e propor os meios para ampliar a disponibilidade de energia.

PERÍODO DE 1945 – 1950

Neste período não houve de fato um plano econômico, mas vários documentos aproximaram-se do que se estabeleceu como planejamento e merecem, portanto, certa atenção.

Foi criada neste período a Missão Abbink, ⁵esta comissão oferecia subsídios à política econômica, mais tarde os resultados desta missão articularam-se ainda com o plano SALTE (CALABI, A.S. 1983).

⁴ Informações retiradas - CALABI, Andréa Sandro (et ai.). **A energia e a economia brasileira**. São Paulo: Editora Pioneira: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1983.

O Plano SALTE⁶ constituía um bloco de dotações orçamentárias que se concentraram em investimentos na área da saúde, alimentação, transportes e energia. A área de energia receberia⁷ 16% deste orçamento, que seria distribuído em aproximadamente 52% para eletricidade; 46% para o setor do petróleo e 2% para o carvão mineral. Apesar de referências positivas feitas pelo Plano SALTE o plano enfrentou problemas financeiros e veio a reforçar a idéia de uma demanda reprimida no setor de energia.

PERÍODO DE 1950 – 1955

O Plano SALTE teve sua execução estendida pelo governo Getúlio Vargas, que nesse período contou com uma Assessoria Econômica especialmente no setor de energia.

Em 1954, deu-se a criação da Petrobrás, o Ministério da Saúde e também nesta época foi elaborado o projeto de criação da Eletrobrás que previa a reestruturação do setor de energia elétrica, de modo a concentrar a propriedade de usinas em mãos do Governo Federal e Estaduais que distribuiriam a energia para as demais empresas. Foram criados também o Plano Nacional do Carvão e a Vale do Rio Doce ocorrendo assim um incremento na matriz energética brasileira.

PERÍODO 1955 – 1960

Neste período surge o programa de metas de Juscelino Kubitschek efetivando uma experiência mais profunda de planejamento energético, este planejamento tinha como objetivo alcançar certas metas quantitativas de produção por setor, na energia eram possíveis se definir cinco metas⁸:

1. Energia Hidrelétrica: aumento da potencia instalada de 3.000.000 kW para 5.000.000 kW em 1960.

⁵ Missão Abbink - Comissão Mista Brasileiro-Americana de Estudos Econômicos

⁶ Implementado pelo Governo do General Eurico Gaspar Dutra

⁷ Conforme citado em Comissão Mista Brasil – Estados Unidos para desenvolvimento Econômico. *Relatório Geral*. 2 v. IBGE, Rio de Janeiro, 1954.

⁸ Informações retiradas do livro: CALABI, Andréa Sandro (ET al.). **A energia e a economia brasileira**. São Paulo: Editora Pioneira: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1983.

2. Instalação de uma central atômica pioneira de 10.000 kW e expansão da metalurgia de minerais atômicos.
3. Aumento de produção anual de carvão de 2.000.000 kW, em 1955, para 3.000.000 kW, em 1960.
4. Aumento da produção de petróleo de 6.800 barris/dia, em 1955, para 100.000 barris/dia, em fins de 1960.
5. Aumento da capacidade de refino de 130.000 barris/dia, em 1955, para 330.000 barris/dia, em 1960.

Com estas metas colocadas como as primeiras da relação, reafirmam o ponto crítico representado pela energia no programa de desenvolvimento do Governo Kubitschek. E quanto ao petróleo entre produção e refinação, esta última ganhava importância com a criação da Petrobrás (CALABI, A.S. 1983).

PERÍODO DE 1960 – 1965

O Plano Trienal⁹ (1963-1965) do Governo de João Goulart, onde mantinha uma postura eminentemente técnica quanto ao setor energético, não propondo mudanças fundamentais no setor energético. Apenas ressaltava as mesmas proposições de aumento de sua produção, com alguns aspectos adicionais (maior eficiência na distribuição de energia elétrica, auto-suficiência no refino de petróleo e etc.).

PERÍODO DE 1965 – 1970

Esta fase se inicia com a instauração do regime militar, e há implantação de alguns planos de governo como: PAEG; PED; 1º PND e o Plano Decenal. Quanto à questão energética, afirma-se seguidamente a necessidade de criar condições para rentabilidade do capital investido no setor e para aumentar a eficiência produtiva do setor.

⁹ Ver PRESIDÊNCIA da República. *Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico e Social* (1963-65). Departamento de Imprensa Nacional.

O Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG¹⁰) é o primeiro dos planos dos governos após 1964, ele propunha um programa de investimentos a fim de atingir a capacidade de produção necessária. Na política de energia elétrica, estabelecida no PAEG, também se definiam os parâmetros quanto à forma e expansão, esta se faria com bases em usinas convencionais, desconsiderando energia nuclear como fonte de energia elétrica em larga escala. Ao mesmo tempo, sugeria-se o aproveitamento das reservas de carvão e a redução do uso de derivados do petróleo para a produção de energia elétrica (LEITE. Antonio Dias, 1997).

PERÍODO DE 1970 – 1975

No governo de Emílio Médici não se pretendia criar um novo plano, mas sim, completar o plano existente com outros dois documentos: o Orçamento Plurianual de Investimentos e o primeiro Plano Nacional de desenvolvimento (1º PND).

A energia elétrica era objeto de um dos grandes programas de investimento: O Programa Básico de Energia Elétrica que envolvia a primeira Central Nuclear e o conjunto de grandes usinas hidrelétricas (acima de 500.000 kW cada). Sem dúvida, a máxima do 1º PND estaria em ressaltar o Programa Nuclear com objetivos estratégicos, econômicos e de transferência de tecnologia, este período promoveu uma nova configuração da matriz energética brasileira com a introdução da energia nuclear, mesmo que de forma reduzida (CALABI, A.S. 1983).

PERÍODO 1975 – 1980¹¹

Nesta época a crise do petróleo veio a alterar o panorama energético no país. Pôs-se em prática o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (2º PND), após reconhecer ser a política energética peça decisiva para estratégica nacional, este plano durante o governo do General Ernesto Geisel constitui a mais ampla

¹⁰ MINISTÉRIO do Planejamento e Coordenação Econômica. *Programa de Ação Econômica do Governo – 1964-1966*. 2ª ed. Documentos EPEA.

¹¹ Informações referentes ao período, retiradas dos livros: CALABI, Andréa Sandro (ET al.). **A energia e a economia brasileira**. São Paulo: Editora Pioneira: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1983. e LEITE, Antonio Dias. *A Energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

experiência de planejamento no Brasil após o plano de metas. E no campo energético as propostas estavam sintetizadas da seguinte maneira:

- Intensificação do programa do xisto, pela Petrobrás;
- Execução de programa maciço de prospecção e produção, com redução do prazo de início da produção, depois da descoberta do campo;
- Esforço no sentido de limitar a um mínimo o consumo de petróleo, principalmente dos transportes;
- Melhor aproveitamento dos recursos hidrelétricos;
- Execução de programas de pesquisas sobre novas fontes de energia;
- Ampliação do carvão para fins industriais;
- Desenvolvimento do Programa Nuclear.

No período após 1974, a crise energética que atinge o Balanço de Pagamentos, dissocia a eficiência privada, das empresas públicas, da necessidade de uma política de energia nacional. O 2º PND tenta deslocar o plano de decisão que se concentra nas grandes empresas do setor para o próprio Estado, como resultado busca recobrar a capacidade de dirigir o setor ao estabelecer no 2º PND os princípios básicos a serem seguidos (CALABI, A.S. 1983).

PERÍODO DE 1980 – 1989¹²

Nessa época o Estado assumiu a maior parte do ônus da crise econômica, que impossibilitou manter um esquema de financiamento baseado em expressivo endividamento externo. Os planos econômicos não conseguiram modificar a situação ampliando os desequilíbrios existentes, então, os primeiros governos civis defrontaram-se com graves problemas que dificultaram sua capacidade de planejamento.

Na década de 80 ainda tentou-se lançar o 3º PND que reconheceu como setores prioritários da economia brasileira a agricultura e o desenvolvimento do setor energético. Entretanto na realidade, o 3º PND não pode ser considerado um plano

¹² Ver LEITE, Antonio Dias. A Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

de desenvolvimento, pois seus objetivos não foram alcançados, muito menos houve a implementação desse plano.

PERÍODO DE 1989 – 2000

O grande modelo de planejamento a ser apresentado neste período foi a introdução dos Planos Plurianuais – PPA's. O plano era voltado à programação da ação do governo, sem características de plano de desenvolvimento econômico social dos períodos anteriores.

De 1996 a 1999 durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, o PPA estabeleceu novos princípios de planejamento no Brasil, com a execução pelo Estado de parcerias entre a União, os Estados e os Municípios e entre o setor público e privado.

No setor petrolífero, mediante a uma abertura ao setor privado, deveria ser eliminado o estrangulamento de recursos para investimento e redefinido o papel da Petrobrás num ambiente mais competitivo. O setor elétrico com investimentos aquém do necessário sofreu atrasos na execução de projetos.

PERÍODO DE 2000 – 2009¹³

Como no plano anterior, o PPA deste período objetivava investimentos no setor energético. Entre as ações, o programa tinha aproximadamente R\$ 19,3 bilhões para serem divididos entre fornecimento de energia para populações rurais; oferta de petróleo e gás natural; geração termelétrica; geração hidrelétrica e linhas de transmissão.

Nos dias atuais, podemos perceber, ainda, a intervenção do governo quanto à utilização de políticas que desenvolvem o setor energético nacional algumas dessas políticas podemos ver nas figuras de 3 a 5. Entre estas políticas estão: PROEÓLICA, com o objetivo de agregar a geração de energia eólica a matriz energética nacional; PROINFRA, com garantia de compra de energia gerada por um prazo de 15 anos; PRODEEM, que tem aplicado fundos ao sistema de eletrificação de instalação de uso comunitário; e o Plano Nacional de Agroenergia (2001-2006), onde a Embrapa

¹³ Fonte: www.brasil.gov.br/pac/

agroenergia incluiu quatro plataformas em sua pauta de pesquisa: etanol; biodiesel; florestas energéticas e resíduos.

O principal conjunto de ações do período de governo LULA quanto à energia, esteve focado na área de biocombustíveis, este conjunto envolve o programa biodiesel, o Hbio da Petrobrás e o programa de agroenergia. Este conjunto de ações esteve diretamente ligado ao PAC – Programa de aceleração do crescimento.

O PAC é um novo conceito de investimento em infra-estrutura que, aliado a medidas econômicas, vai estimular setores produtivos e, ao mesmo tempo, levar benefícios sociais para todas as regiões do país. O PAC é coordenado pelo Comitê Gestor do PAC (CGPAC), composto pelos ministros da Casa Civil, da Fazenda e do Planejamento. Há também o Grupo Executivo do PAC (GEPAC), integrado pela Subchefia de Articulação e Monitoramento (Casa Civil), Secretaria de Orçamento Federal e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos (Planejamento), além da Secretaria Nacional do Tesouro (Fazenda).

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) vai aplicar em quatro anos um total de investimentos em infra-estrutura da ordem de R\$ 503,9 bilhões, nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos. O conjunto de investimentos está organizado em três eixos decisivos: Infra-estrutura Logística, envolvendo a construção e ampliação de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias; Infra-estrutura Energética, correspondendo a geração e transmissão de energia elétrica, produção, exploração e transporte de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis; e Infra-estrutura Social e Urbana, englobando saneamento, habitação, metrô, trens urbanos, universalização do programa Luz para Todos e recursos hídricos.

Para a Infra-estrutura Logística, a previsão de investimentos de 2007 a 2010 é de R\$ 58,3 bilhões; para a Energética, R\$ 274,8 bilhões; e para a Social e Urbana, R\$ 170,8 bilhões. Entre outras ações, o plano de investimentos vai significar a geração de mais de 12.386 MW de energia elétrica, construção de 13.826 quilômetros de linhas de transmissão, instalação de quatro novas unidades de refinarias ou petroquímicas, construção de 4.526 quilômetros de gasodutos e instalação de 46 novas usinas de produção de biodiesel e de 77 usinas de etanol.

Abaixo vemos três figuras, a primeira trata da questão de instrumentos públicos de incentivo em infra-estrutura energética, a segunda figura faz a previsão

de investimento em petróleo, gás natural e combustíveis renováveis e na última figura as ações e suas metas para 2010.

FIGURA 3 - INSTRUMENTOS PÚBLICOS DE INCENTIVO AO INVESTIMENTO EM INFRA-ESTRUTURA ENERGÉTICA

INSTRUMENTOS PÚBLICOS DE INCENTIVO AO INVESTIMENTO EM INFRA-ESTRUTURA ENERGÉTICA	
PROGRAMAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Geração de Energia Elétrica ➤ Transmissão de Energia Elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Financiamento - BNDES <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento do limite de prazo: 14 para 20 anos ➤ Até 80% do investimento será financiado ➤ Redução do índice de cobertura da dívida de 1,3 para 1,2 ➤ Aumento da carência de 6 para 12 meses ➤ Isonomia entre auto-produtores e PIE's ➤ FIP'S - Infraestrutura
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Combustíveis Renováveis 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parcerias com o Setor Privado ➤ Financiamento Público
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Petróleo e Gás Natural 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Orçamento Petrobrás ➤ Parcerias da Petrobrás - Setor Privado ➤ Concessões Privadas

FONTE: www.brasil.gov.br/pac/-2009

FIGURA 4 - PREVISÃO DE INVESTIMENTO EM PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS

BRASIL		
PREVISÃO DE INVESTIMENTO EM PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS		
PREVISÃO DE INVESTIMENTO CONSOLIDADO		
Ação	Até 2010	Após 2010
Petróleo - Exploração e Produção	93,4	100,2
Refino, Transporte e Petroquímica	45,2	31,7
Gas Natural	40,4	6,2
Combustíveis Renováveis	17,4	27,0
TOTAL	196,4	165,1

R\$ bilhões

FONTE: www.brasil.gov.br/pac/-2009

FIGURA 5 - AÇÕES EM PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS

BRASIL	
AÇÕES EM PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS	
Ações	METAS 2010
Petróleo - Exploração e Produção	
Exploração - aumento de reservas	800 milhões de barris de óleo p/ano
Produção - auto-suficiência	2,6 milhões de barris/dia
Refino, Transporte e Petroquímica	
ADICIONAL	
Novas Refinarias e Petroquímicas	350 mil barris/dia (2012)
Refino - Ampliação e Modernização	250 mil barris/dia de petróleo pesado processado; 100 mil barris/dia na capacidade de refino
Petroleiros em construção no Brasil	42 navios contratados (16 entrefiques) 2 super petroleiros contratados
HBIO	425 mil m ³ /ano de óleos vegetais no refino
Gás Natural	
ADICIONAL	
Gás Natural = Plangas + outros	39,2 milhões de m ³ /dia + 15,8 milhões m ³ /dia = 55 MM/dia
GNL	20 milhões de m ³ /dia (2008)
Gasodutos	4.526 km
Combustíveis Renováveis	
Biodiesel	3,3 bilhões de litros/ano, 46 novas usinas
Etanol	23,3 bilhões de litros/ano, 77 novas usinas
Alcoolduto / Poliduto	1.150 km de dutos

FONTE: www.brasil.gov.br/pac/-2009

2.4 O DESENVOLVIMENTO DA INOVAÇÃO: AS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

A busca por fontes alternativas de energia tem se intensificado nos últimos anos. O Brasil já demonstrou sua intenção de aprimorar o uso de energias renováveis e diversificar suas fontes de energia, mas para isso é preciso que se invista em pesquisa e tecnologia, a fim de possibilitar a introdução de novas fontes de energia em nossa matriz energética. Para Nelson e Winter esse investimento em pesquisa e tecnologia vinha através da questão do progresso técnico como uma das principais fontes de crescimento e mudança estrutural da economia, portanto, era preciso que se investisse nos setores de P&D dentro da empresa, para um melhor aproveitamento da energia.

2.4.1 ENERGIA SOLAR¹⁴

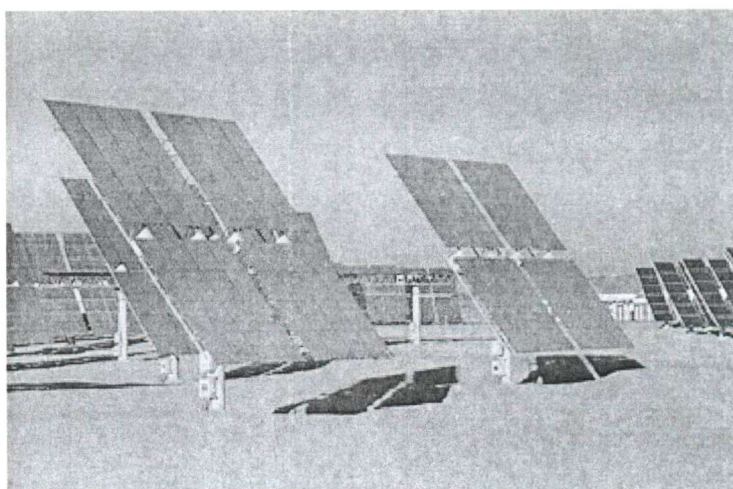
Quase todas as formas de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. A radiação solar pode ser usada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para a geração de energia mecânica ou elétrica.

O aproveitamento solar passivo ocorre através da absorção ou penetração da radiação solar nas edificações, reduzindo as necessidades de aquecimento e iluminação.

Já o aproveitamento térmico denominado ativo é feito através do uso de coletores ou concentradores solares transformando-os em outras formas de energia. A conversão de energia solar em energia elétrica ocorre através de efeitos de radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de força eletromotriz, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, através do uso de células solares.

Entre os vários processos de aproveitamento de energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica.

FIGURA 6 - ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



FONTE: energiasrenovaveis.wordpress.com

¹⁴ Ver Atlas de Energia Elétrica do Brasil, ANEEL.

2.4.2 ENERGIA EÓLICA¹⁵

Denomina-se energia eólica a energia contida nas massas de ar em movimento. Seu aproveitamento ocorre através da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores para a geração de energia.

No início da utilização da energia eólica, surgiram turbinas de vários tipos. Mas nos últimos anos, as maiores inovações tecnológicas foram a utilização de acionamento direto, que permitem o funcionamento das turbinas em velocidade variável, com qualquer tipo de gerador.

Embora haja divergências entre especialistas e instituições na estimativa do potencial eólico brasileiro, vários estudos indicam valores consideráveis. De qualquer forma, os diversos estudos realizados e em andamento têm dado suporte e motivado a exploração comercial da energia eólica no país.

2.4.3 BIODIESEL E SUA INSERÇÃO NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA¹⁶

A conceituação mais usual de tecnologia esta associada a materiais, ferramentas, técnicas e progressos.

Existem diversas fontes potenciais de oleaginosas no Brasil para a produção de biodiesel, dada a ampla diversidade de nosso ecossistema. Além dessa vantagem comparativa que o Brasil possui, existem outras mais específicas para a utilização do biodiesel:

Vantagens ecológicas – ajudando a controlar o efeito estufa;

Vantagens macroeconômicas – expansão da demanda por produtos agrícolas devesa gerar oportunidades de emprego para população rural. E a influência do fator econômico está vinculada diretamente à tecnologia, pois, na existência de oportunidades tecnológicas, os agentes econômicos tendem a reagir ou antecipar as mudanças nos preços relativos e nas condições de demanda, procurando novos produtos e processos dentro dos limites tecnológicos. (DOSI et al., 1988).

¹⁵ Ver Atlas de Energia Elétrica do Brasil, ANEEL.

¹⁶ Ver Revista de biotecnologia & desenvolvimento, site ANP.

Diversificação da matriz energética – através da introdução dos biocombustíveis. É necessário definir uma metodologia específica para estudos de alternativas de investimentos na introdução de novas tecnologias para a produção e distribuição e logística dos biocombustíveis.

Vantagens financeiras – a produção de biodiesel permitira atingir as metas propostas pelo Protocolo de Kyoto.

A conceituação mais usual desta nova tecnologia esta associada a materiais, ferramentas, técnicas e progressos. Porém, em termos econômicos, a tecnologia deve ser encarada como conhecimento humano aplicado para ampliar a produção. Para aplicar o conhecimento a produção a nação deve possuir mão de obra capacitada, ou seja, deve propiciar um ambiente capaz de criarem ater capacitação tecnológica.

A abordagem evolucionista (DOSI, 1984) vêem essa inovação como um processo dependente da trajetória, por meio do qual o conhecimento e a tecnologia são desenvolvidos a partir da interação entre vários atores e fatores. A estrutura dessa interação afeta a trajetória futura da mudança econômica. Por exemplo, a demanda de mercado e as oportunidades de comercialização influenciam quais produtos devem ser desenvolvidos como o caso do biodiesel e quais são as tecnologias bem-sucedidas.

O biodiesel é obtido através do processo de transesterificação, o qual envolve a reação do óleo vegetal (obtido através do processamento / esmagamento de uma oleaginosa), com um álcool, utilizando como um catalisador à soda cáustica. O resultado dessa reação é um éster (biodiesel), e seu principal subproduto é a glicerina (PLÁ, 2002). Esse processo de transesterificação envolve os conceitos utilizados pelos evolucionistas no qual investimento em P&D permite uma mudança técnica ou inovação que são incorporados pela firma a fim de resolver problemas existentes.

A mistura do biodiesel ao óleo diesel, segundo as normas da ANP, somente pode ocorrer no caso do Brasil, junto às refinarias da Petrobrás, por conseguinte sendo vedada a comercialização do produtor do biodiesel diretamente ao revendedor. A partir de 1º de julho de 2008, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil deve conter, obrigatoriamente, 3% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada

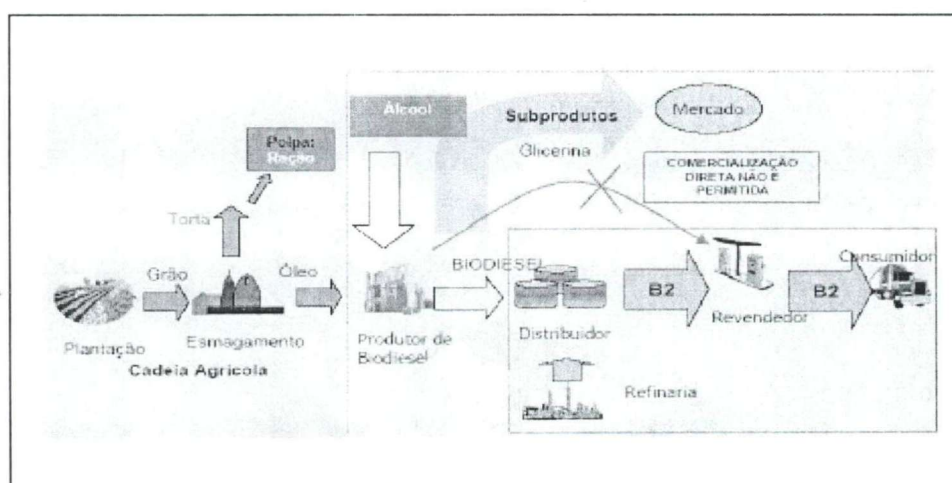
em março de 2008, que aumentou de 2% para 3% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel.

A produção e o uso do biodiesel no Brasil propiciam o desenvolvimento de uma fonte energética sustentável sob os aspectos ambiental, econômico e social e também trazem a perspectiva da redução das importações de óleo diesel. A redução das importações de diesel vai resultar numa economia de cerca de US\$ 410 milhões por ano e gerar divisas para o País, além de reduzir a dependência externa referente ao produto de 7% para 5%.(ANP, 2009)

A dimensão do mercado no Brasil e no mundo assegura grande oportunidade para o setor agrícola. Com a ampliação do mercado do biodiesel, milhares de famílias brasileiras serão beneficiadas, principalmente agricultores do semi-árido brasileiro, com o aumento de renda proveniente do cultivo e comercialização das plantas oleaginosas utilizadas na produção do biodiesel. A produção de biodiesel já gerou cerca de 600 mil postos de trabalho no campo, de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário. (ANP, 2009)

A figura a seguir procura demonstrar o resultado da cadeia

FIGURA 7 - CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL



FONTE: ANP - 2005

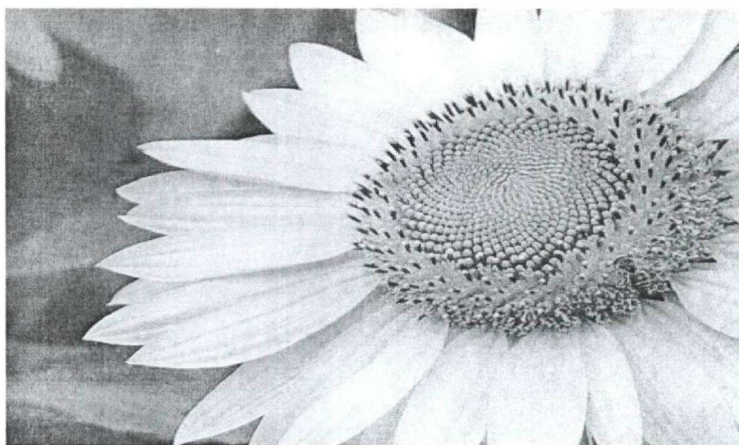
2.4.4 PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS¹⁷

O biogás é um combustível gasoso com conteúdo energético elevado e semelhante ao gás natural, composto principalmente por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para redução de custos de produção. No Brasil, os biodigestores rurais vêm sendo utilizados para saneamento rural, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante.

O tratamento de dejetos por meio de biodigestores tem inúmeras vantagens, como destruição de organismos patogênicos e parasitas, utilização de metano como fonte de energia e baixo custo. Um setor no qual essa tecnologia tem tido boa repercussão é na atividade de suinocultura.

2.4.5 GIRASSOL É A ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS¹⁸

FIGURA 8 - GIRASSOL



FORNTE : www.portalsaofrancisco.com.br

O girassol é uma das opções para produção de biocombustíveis porque apresenta elevado teor de óleo nos grãos (38% a 53%) e ampla adaptação às diversas regiões brasileiras, além disso, seu cultivo deve ganhar força com o lançamento do zoneamento do risco climático para agricultura (com o zoneamento é possível delimitar as áreas e épocas de semeadura com maior aptidão climática para o desenvolvimento da cultura do girassol).

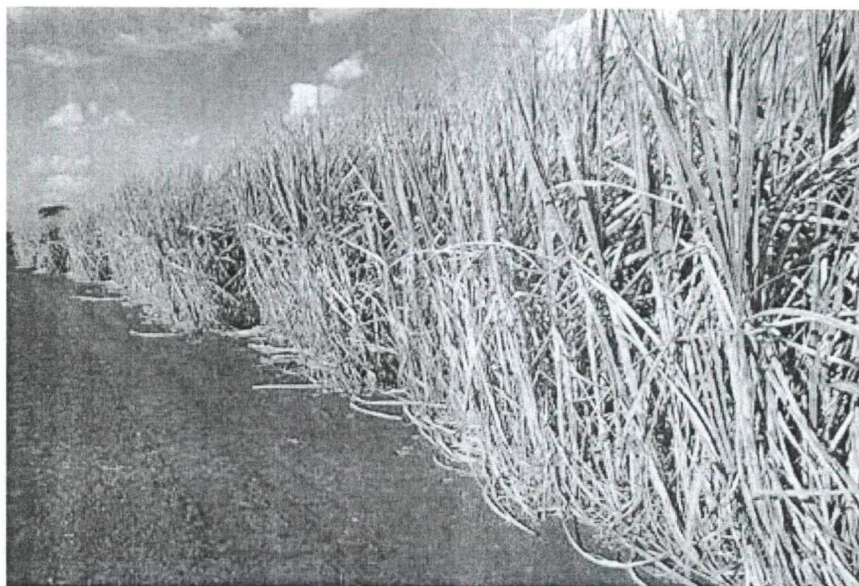
¹⁷ Ver site EMBRAPA

¹⁸ Ver site EMBRAPA

Atualmente, o girassol ocupa cerca de 100 mil hectares no país, a há perspectiva de crescimento devido à produção de biocombustíveis ganhar força ainda maior.

2.4.6 EMPRAPA ESTUDA DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

FIGURA 9 - CANA DE AÇÚCAR



FONTE: www.iac.sp.gov.br

Açúcar solúvel, (obtido principalmente da cana de açúcar), amido (grãos e tubérculos, como a mandioca e milho) e celulose (bagaço de cana, resíduos florestais e biomassa de gramíneas, dentre outros) são, atualmente, as principais matérias primas para obtenção do etanol. Contudo há diferenças no que compete a facilidade e aos custos pra produção deste composto químico.

Segundo informações da Embrapa Agroenergia (Brasília-DF), unidade responsável por coordenar pesquisas sobre o assunto, o etanol da cana de açúcar é o principal componente da matriz brasileira de biocombustíveis, mas já existem grandes focos de pesquisa sobre etanol de amido e de celulose, visando a sustentabilidade e consolidação do programa de energia renovável no Brasil.

Esse protagonismo da cana de açúcar acontece, basicamente, porque é mais barato obter etanol a partir desta matéria prima. Os componentes que a diferenciam na produção do composto gerador de energia são o alto rendimento agrícola e

industrial. Além disso, tanto amido quanto celulose precisam ser fermentados para obtenção de açúcares simples para só depois serem transformados em etanol. A cana de açúcar dispensa este processo.

2.4.7 EMBRAPA MOSTRA A TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE ÁLCOOL DE BATATA DOCE¹⁹

FIGURA 10 - BATATA DOCE



FONTE: sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br

A tecnologia é pouco conhecida no Brasil e pode se tornar mais uma alternativa ao etanol obtido da cana de açúcar.

A unidade da Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária – Embrapa está avaliando materiais de batata doce com o objetivo de determinar a aptidão como matéria prima para produção de álcool.

E por fim, não esgotando o tema, este capítulo demonstrou que a partir da década de 50 era necessário para o país promover sua industrialização uma infraestrutura pesada na área de geração de energia e transportes.

A matriz energética que utilizava basicamente lenha e carvão, a partir de 1975 alavancou-se principalmente com a utilização de petróleo e energia hidráulica. Essa

¹⁹ Ver site EMBRAPA

mudança na matriz energética nos indica uma alteração paradigma conforme Dosi afirmava e apresentava alguns fenômenos para o entendimento desta mudança técnica, como atividades relacionadas a pesquisas e desenvolvimento fazendo uma ponte com os laboratórios governamentais e as universidades ao invés de inovadores individuais. Esta mudança de paradigma pode ser definida então como a solução de problemas encontrados em determinadas épocas ocorrendo uma mudança técnica ou tecnológica. Como ocorreu na década de 70 onde a matriz energética que vinha até então sendo dominada pela lenha e carvão foi perdendo a hegemonia para utilização de outras formas de energia como petróleo e energia hidráulica.

Nos dias atuais, podemos perceber o conjunto de ações quanto à energia, esteve focado na área de biocombustíveis, este conjunto envolve o programa biodiesel, o Hbio da Petrobrás e o programa de agroenergia.

3 A INOVAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

Este capítulo será composto por dois itens. No primeiro será mostrada uma breve introdução do que vem a ser o processo de inovação. O segundo trará a abordagem da Teoria Evolucionista através dos Modelos de Dosi e de Nelson e Winter. Por fim, discute-se brevemente o processo de inovação.

3.1 O QUE É O PROCESSO DE INOVAÇÃO?

As profundas mudanças ocorridas nas últimas décadas são associadas à significativa evolução e utilização das tecnologias de informação e comunicação; do profundo processo de segmentação dos mercados. Dessa forma, torna-se possível a apresentação de um modelo mais amplo, capaz de demonstrar as fases e interações nas diversas etapas do processo de inovação.

ROGERS (1995, p. 11) define a inovação como “uma idéia ou objeto, que é percebido como novo por um indivíduo”. O processo de desenvolvimento de inovação consiste em todas as decisões e atividades, e seus respectivos impactos, que acontecem no reconhecimento de uma necessidade ou de um problema por meio da pesquisa, desenvolvimento e comercialização de uma inovação, ou ainda por meio da difusão ou adoção da inovação por usuários. Esse processo de inovação pode ser bem visto na década de 70 com a mudança na matriz energética brasileira passando de lenha e carvão para a época do petróleo, a nos dias atuais concorrendo com o biodiesel. Esse conceito tem validade por considerar as diversas etapas do processo de inovação, desde a identificação de necessidades até a difusão, como também as possibilidades de inovar, seja por meio do desenvolvimento de novos produtos ou serviços seja pela adoção de uma nova tecnologia, englobando todas as decisões e ações subjacentes ao processo. A questão da percepção, presente neste conceito, também remete a uma discussão acerca das características de identificação e filtragem de estímulos, próprias a cada indivíduo e que assumem configurações peculiares na composição de grupos.

Para DOSI (1998), o processo inovativo é caracterizado por ser descontínuo e irregular, podendo ser considerado como uma busca, uma descoberta, uma

experimentação, um desenvolvimento, uma imitação e uma adoção de novos produtos, bem como de processos e através de novas formas organizacionais.

Um sistema de inovação é definido como um conjunto de agentes e instituições (grandes e pequenas firmas, públicas e privadas; universidades e agências governamentais; etc.), articulada com bases em práticas sociais, vinculadas à atividade inovadora tendo forte influência do meio, sendo as firmas privadas o coração de todo sistema. As inter-relações dos agentes e instituições determinam o poder e a eficiência da produção, assim como a difusão e o uso do novo conhecimento, útil economicamente, marca o estado de desenvolvimento tecnológico local.

Cabe aqui ressaltar a distinção de inovação e invenção. Inovar pressupõe a capacidade de gerar transformações, que se manifesta no desenvolvimento ou inserção de um produto ou serviço novo, diferenciado, sendo que o agente inovador pode ser ou não o inventor. Já a invenção está relacionada à livre geração de idéias, que podem ou não ser implementadas, conforme sua viabilidade e interesse do inventor.

Outra análise apresenta modelos de inovação segundo duas perspectivas: fonte (origem) e usuário. Na visão da origem destacam a questão da produção da tecnologia, e o que a difere da existente no mercado; enquanto na visão do usuário, analisam a implicação social da inovação tanto no ambiente de uso final como no contexto de geração, destacando a integração e incorporação de uma nova ferramenta. Nessa ótica, os autores argumentam que a "inovação tecnológica envolve novos conhecimentos e a introdução de ferramentas derivadas do conhecimento, artefatos e equipamentos pelos quais as pessoas interagem com o ambiente". (TORNATZKY e FLEISCHER, 1990)

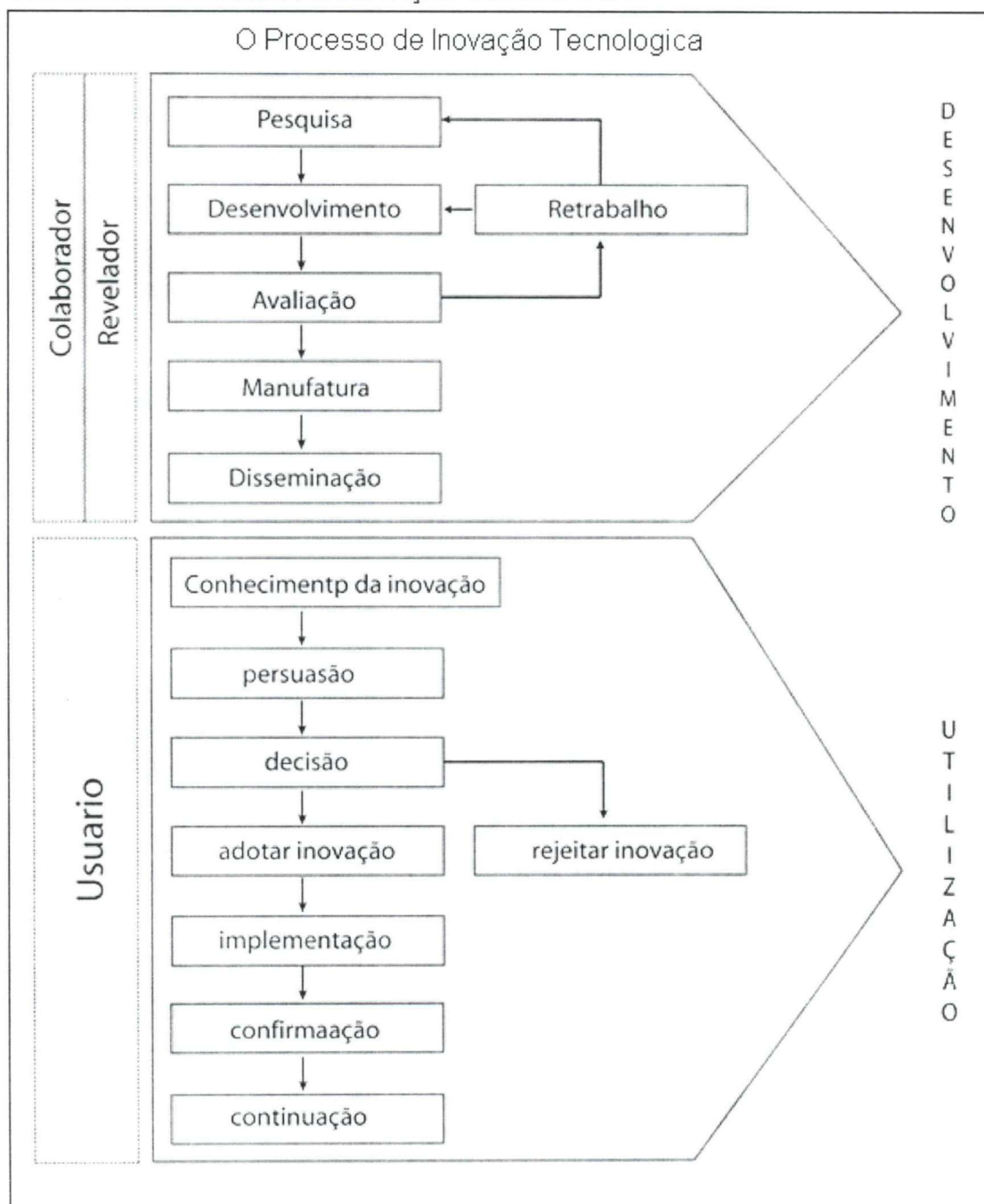
Dessa análise, destaca-se a condição primeira à inovação: o conhecimento; e, de forma complementar, sua força motriz: a necessidade de buscar novas maneiras de interagir com o ambiente, tomado em qualquer contexto, com seus atores e complexidade.

Portanto, não basta olhar a inovação do ponto de referência das técnicas e métodos. É necessário extrapolar para suas origens e implicações, passando pelo seu campo de desenvolvimento, no contexto social em que se insere. O contingente de características individuais e processos comportamentais que surgem das relações humanas, e na interação com um ambiente em particular, é que irá definir,

em grande parte, os fatores motivadores ou restritivos à inovação, tornando-a um processo situacional.

A Figura 11 ilustra a estruturação das fases do processo de inovação tecnológica segundo a ótica do desenvolvimento (TORNATZKY e FLEISCHER, 1990) da inovação tecnológica. Ela detalha a diferença existente entre as etapas do processo de inovação do ponto de vista do desenvolvedor e do usuário, ou em outras palavras, do gerador de novas tecnologias para o seu adotante.

FIGURA 11 - PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA



FONTE: ADAPTADO ROGERS (1995).

O caso da energia solar se enquadra nesse processo de inovação, tanto ao nível de desenvolvimento quanto ao nível de usuário, mas para este processo em desenvolver ou adotar uma inovação existe uma análise de pré-condições e dos impactos gerados pelo processo. Dentro do processo de desenvolvimento o painel solar e as outras formas de captação de energia estão circulando dentro das etapas entre pesquisa e disseminação. Por ser um processo não muito barato e dependente de fator climático existem várias pesquisas para seu melhor aproveitamento e desenvolvimento de uma tecnologia em que a captação solar se torne mais viável e eficaz para as residências e indústrias.

Ampliando a discussão sobre os aspectos organizacionais, pode-se identificar que estruturas orgânicas mostram-se mais adequadas para adoção de inovações, pois esta decisão lida essencialmente com a criatividade num contexto de complexidade. Já na fase de implementação, estruturas mecanicistas são mais eficazes, já que apresentam maior facilidade na sistematização e rotinização de atividades. É o que afirma Zaltman (1973), citado por Abreu (1999, p. 160), quando diz que “a complexidade auxilia a adoção, mas não é ajuda para implementação. De outro lado, a formalização e descentralização são auxiliares durante a implementação, mas não na adoção.”

Ao nível de usuário, para a grande maioria da população a fonte de energia solar esta concentrada entre rejeitar ou adotar a inovação. Isto se da principalmente devido ao custo e falta de incentivo governamental para adoção em residências e em outros locais.

Dessa forma, os chamados agentes informais de ligação assumem importância central na articulação de uma estrutura complexa, influenciando e servindo de ponte entre as diferentes etapas e agentes da decisão acerca da inovação.

3.2 A TEORIA EVOLUCIONISTA E O PROCESSO DE INOVAÇÃO

A teoria evolucionista surge na década de 1980, como uma difusão da teoria Neo-schumpeteriana, a qual se preocupava com a análise da empresa e com a estrutura de mercado - partir das publicações de NELSON e WINTER (1982), na

tentativa de elaborar uma estrutura teórica capaz de explicar a importância e aceleração do processo de inovação tecnológica no sistema econômico.

Assim, podemos identificar três conhecimentos teóricos que contribuíram para a teorização desta teoria evolucionista na economia.

A primeira refere-se às teorias de Schumpeter e dos Neo-schumpeterianos, de onde foram retirados os conceitos para se entender o sistema econômico dinâmico mostrando o papel das inovações tecnológicas nesse processo, tanto no nível macroeconômico como no nível da firma, ou seja, microeconômico.

A segunda trata o fato de que os economistas evolucionistas passam a basear o sistema econômico nas teorias biológicas da evolução de cunho Darwinista, abandonando a visão mecanicista da mecânica clássica que excluía do sistema o conhecimento fundamental. Dessa mudança de ótica para a compreensão do sistema econômico surge um sistema que incorpora a aprendizagem, o conhecimento e o papel das inovações no entendimento do funcionamento da economia.

A terceira menciona a influência da física e da química contemporânea, especialmente no que diz respeito à termodinâmica de não-equilíbrio, de onde foram extraídas as idéias dos sistemas abertos, onde os sistemas não se movem em direção a nenhum equilíbrio, mas a estados estacionários nos quais a invariância no tempo de pelo menos um grupo de variáveis caracteriza o sistema pode ser mantida na presença de trocas contínuas de matéria e energia com seu ambiente. (CERQUEIRA, 2000).

A teoria evolucionista apresenta uma multiplicidade de idéias, sendo que para os Shumpeterianos as idéias giravam em torno das inovações em produtos, processos e nas formas de organização da produção, onde as inovações não são necessariamente graduais, podendo causar instabilidade ao sistema econômico. Esta teoria descarta qualquer princípio de racionalidade invariante dos agentes econômicos, onde, portanto, o conceito de maximização não é útil, pois envolve variáveis que não podem ser conhecidas pelo empreendedor. Diante disso, os evolucionistas adotam o conceito de racionalidade procedual, onde a racionalidade dos indivíduos não pode, ser pré- definidas, pois é o resultado do processo de aprendizagem ao longo das interações com o mercado e novas tecnologias, e por fim, a firma possui a propriedade da auto- organização como o resultado das flutuações do mercado, rejeitando o equilíbrio do mercado.

A partir disso podemos entender a idéia comum que liga toda geração de estudiosos da análise evolucionista através da concepção do desenvolvimento tecnológico como um processo evolutivo, dinâmico, acumulativo e sistêmico, cuja compreensão depende do entendimento das relações de interação dialética entre o desenvolvimento das tecnologias e a dinâmica econômica. Sendo que a tecnologia vai se desenvolvendo gradualmente ao mesmo tempo em que se difunde, mais ainda, essa difusão tem lugar num contexto industrial, econômico e social específico.

3.2.1 A NECESSIDADE DE INOVAR²⁰

De acordo com FORMICA (1995) o avanço científico e tecnológico da atualidade exige uma redefinição de papéis nas relações produtivas e comerciais, impondo uma nova realidade mercadológica de soma de esforços, com vistas à otimização de resultados. Torna-se cada vez mais significativa a importância de investimentos sólidos em pesquisa e desenvolvimento, em sistemas de inteligência competitiva e capacitação profissional, orientados à criatividade e capacidade inovadora. As empresas estão se tornando lugares de cultura, criatividade e inovação, pela mudança do baricentro dos fluxos materiais para os fluxos de informação.

Neste contexto das fontes alternativas de energia, as parcerias entre governo, instituições, empresas privadas e cooperações são cada vez mais freqüentes e necessárias, pois é desta sinergia de competências e recursos que se gera o dinamismo inerente aos processos de desenvolvimento e transferência de tecnologias, como o caso da transferência tecnológica do bicombustível no qual o Brasil como grande detentor desta tecnologia importa para os demais países interessados. Com isso, a capacidade de trabalhar em equipe torna-se insumo essencial, e significa saber captar e entender a lógica e o papel de cada parceiro. Significa, ainda, extrair lições que, diminuindo os índices de desacerto e acidentes de percurso, levem à obtenção de melhores resultados.

Para que o desenvolvimento empresarial se dê de forma planejada, embora flexível, não basta a preocupação com questões internas. É necessário manter uma

²⁰ FORMICA, P.(1995). **A economia dos parques tecnológicos**. Rio de Janeiro: ANPROTEC

relação de vantagem frente à concorrência, o que se dá por meio de um sistema de inteligência competitiva, que sistematiza a busca de informações dentro e fora da empresa, as processa internamente e usa estrategicamente, gerando vantagem competitiva.

Nas empresas de base tecnológica, que têm mais dificuldades de nascer, sobreviver e crescer do que as empresas tradicionais, por desenvolverem produtos e processos que exigem conhecimentos específicos e atualização permanente, a informação torna-se fundamental para a consolidação do negócio e a diminuição das chances de fracasso em momentos de crise, sejam elas gerenciais ou de ordem tecnológica.

Em que pese à relevância dos aspectos tecnológicos, as questões organizacionais também devem ser ponderadas e adequadas a um contexto inovador, onde as estruturas e as relações se refazem continuamente, gerando um espaço de participação e criatividade.

3.2.2 O Modelo de Dosi e o processo de inovação

Pelos conceitos estabelecidos por Nelson e Winter (1982), DOSI (1984) surgem os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas a fim de explicar a relação entre as forças econômicas e o relativo momento autônomo que o progresso tecnológico mantém.

DOSI, PAVITT e SOETE (1990), então, apresentam seis fenômenos cruciais para o entendimento do processo de mudança técnica:

1. O processo inovativo tem leis próprias que não podem ser descritas como relações simples e flexíveis às mudanças nas condições do mercado. Pois é a própria natureza das tecnologias que determinam quais produtos e processos conseguem se ajustar às mudanças nas condições econômicas e às possíveis direções do progresso técnico.
2. O conhecimento científico tem um papel cada vez mais crucial na abertura de novas possibilidades de avanços tecnológicos.
3. A crescente complexidade das atividades de pesquisa e desenvolvimento favorece as organizações institucionais, tais como os laboratórios de P&D, os

laboratórios governamentais, as universidades, etc., ao invés dos inovadores individuais, como o ambiente típico para a produção de inovações.

4. Uma quantidade significativa de melhoramentos e inovações acontecem através do learning by doing, e é geralmente intrínseco nas pessoas e organizações. O mesmo pode ser demonstrado para a P&D, que geralmente é incorporada e ligada às atividades produtivas das firmas.
5. As atividades de pesquisa e inovação mantêm uma natureza de alta incerteza, uma vez que o resultado (até mesmo o comercial) das atividades de pesquisa são difíceis de predizerem ex-ante.
6. A mudança técnica não ocorre aleatoriamente por duas razões: primeiro pelo motivo das inovações específicas variam em direção das mudanças técnicas definidas pelo "estado das artes" das tecnologias em uso; e segundo a probabilidade de avanços tecnológicos pelas firmas, organizações e até mesmo pelos países é uma função dos níveis tecnológicos já alcançados por eles. Ou seja, a mudança técnica é, também, em grande parte, uma atividade de acumulação de conhecimento.

DOSI (1984) propõe uma analogia entre o comportamento da tecnologia com o da ciência, utilizando o conceito de paradigma. De forma análoga ao paradigma científico, definido por Kuhn, DOSI (1984, pág. 83) propõe a seguinte definição de paradigma tecnológico: "... nós definiremos um paradigma tecnológico como um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em selecionadas tecnologias dos materiais." Em outras palavras, existe um padrão tecnológico que domina outros possíveis padrões. Este padrão envolve um conjunto de princípios técnicos e científicos que estrutura um específico e determinado campo de desenvolvimento tecnológico. O paradigma tecnológico seleciona os problemas e os programas de investigação tecnológica a serem efetivados e, ao mesmo tempo, determina uma forma de selecionar e resolver os problemas. No caso das fontes alternativas de energia até 1970 existia um padrão da lenha e carvão que dominava os outros padrões a partir de 1980 com desenvolvimento tecnológico este padrão foi substituído pelo petróleo e trazendo junto uma grande variedade de fontes energéticas alternativas devido aos avanços científicos. DOSI também chama a

atenção que o paradigma tecnológico, distintamente do científico, é composto por um conjunto de conhecimentos não tão bem articulados, por conhecimento tácito, por experiência e *skills*. Isto decorre da sua percepção de que a tecnologia além de conhecimentos teóricos envolve conhecimentos adquiridos pela prática, pela experiência etc.

No caso da noção formulada por DOSI (1984) importante é o reconhecimento de que um paradigma tecnológico é, mesmo que em graus variados, específico de cada tecnologia (de cada setor), isto é, é uma tecnologia de mudança técnica, definida pela base de informações resultantes do conhecimento formal (científico) ou tácito e da acumulação de capacitações pelos inovadores através de experiências anteriores que são obviamente idiossincráticos a cada tecnologia e a cada institucionalidade setorial.

Sendo assim, o paradigma define um padrão tecnológico a ser seguido pela empresa, por outro lado, relaciona-se com o ambiente econômico e social em dois sentidos: o ambiente atua de forma a selecionar o paradigma tecnológico em surgimento; e, uma vez estabelecido o paradigma, o ambiente seleciona as alternativas rentáveis, sancionando o seu desenvolvimento.

Um paradigma tecnológico pode ser definido, então, como o padrão de solução de problemas selecionados baseados em princípios altamente selecionados e derivados de conhecimento e experiência. Ele está em movimento interno e progride numa determinada direção. Esta evolução normal de um paradigma tecnológico é conceituada por DOSI como sendo a trajetória tecnológica.

DOSI (1984) buscou distinguir o processo de busca e seleção *ex-ante* e *ex-post*, baseando-se nas complexas interações entre fatores científicos, econômicos e institucionais. Dosi sugere que antes da seleção (*ex-post*) pelo mercado dos produtos (inovações) que ali chegam, há uma seleção dos mecanismos de geração de mutações. Nesse último caso, aceitando e indo além da analogia biológica de Nelson e Winter, o ambiente econômico e social afeta o progresso técnico de dois modos, primeiro selecionando a direção das mutações, isto é, selecionando o paradigma tecnológico, e então selecionando entre os mutantes, de um modo mais Darwinista, isto é, a seleção *ex-post* entre tentativas e erros de tipo schumpeteriano.

Um mesmo paradigma admite mais de uma alternativa tecnológica. Em conseqüência, existe um grau de incerteza da atividade tecnológica. Incerteza em relação ao sucesso técnico da atividade e, também, no sentido de que nem sempre

a opção adotada é a mais promissora no longo prazo. Tudo isto sob o ponto de vista técnico. O ambiente econômico e social funciona como mecanismo de seleção da alternativa mais rentável, que acaba por se constituir na trajetória tecnológica de um paradigma. Desta forma o paradigma tecnológico delimita as possibilidades de mudança técnica para a empresa e age como um direcionador do progresso técnico, definido ex-ante as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas.

É dotado, portanto, de um “poderoso efeito exclusão” ao permitir a redução do número de possibilidades de desenvolvimento tecnológico. Isto porque o processo seletivo de uma tecnologia acontece dentro de um ambiente maior, no interior de um paradigma onde vários conjuntos de mutações possíveis se comportam dinamicamente, de onde as novas oportunidades de produção são frutos de um progressivo processo de aprendizado a partir da interação de rotinas estabelecidas com experiências adquiridas.

Assim, as firmas produzem por meios que são diferenciados tecnicamente das outras firmas e fazem inovações largamente baseadas na tecnologia interna, mas com algumas contribuições de outras firmas e do conhecimento público. Dada sua natureza altamente diferenciada, ao invés, as firmas irão procurar melhorar e diversificar suas tecnologias atrás de pesquisas em áreas que possibilitem usar e construir sobre suas bases tecnológicas previamente existentes. O que a firma espera ser capaz de fazer tecnologicamente no futuro é, dessa forma, muito restringido pelo que ela foi capaz de fazer no passado.

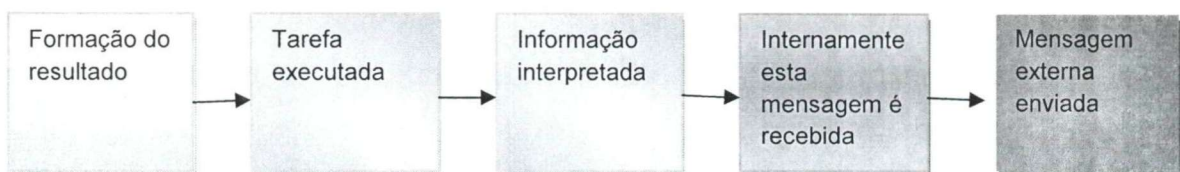
3.2.3 O Modelo de NELSON E WINTER e o processo de INOVAÇÃO

Em Teoria Evolucionária da mudança Econômica, NELSON e WINTER (1982) procuraram, basicamente, desenvolver uma teoria dinâmica da empresa, através da questão do progresso técnico como uma das principais fontes de crescimento e mudança estrutural na economia.

Para eles "... a rotinização da atividade numa organização constitui a forma mais importante de armazenamento do conhecimento operacional específico de uma organização." As rotinas de uma organização são semelhantes aos skills de um indivíduo, isto é, definem a seqüência de um comportamento coordenado que é

efetivado para o alcance de determinados objetivos. Em outros termos, implica numa prática de comportamento que respeita determinados mecanismos estabelecidos pela empresa ao longo de sua evolução, mediante um padrão repetitivo de atividade numa organização inteira.

Desse modo, há um fluxo circular internamente equilibrado de informação nas organizações em operações rotineiras, tratando-se de um fluxo que é continuamente coagido por fontes externas de mensagens e por equipamentos de controle de tempo. Cabe então às operações rotineiras servir de base para a memória da organização. Podemos entender melhor este processo de uma organização a partir do esquema abaixo:



O elemento central do desempenho produtivo de uma organização é a coordenação. Por sua vez, o elemento central da coordenação está no fato de os membros individuais interpretarem e responderem corretamente às mensagens. Assim sendo, uma descrição apresentada de forma detalhada, acrescido da habilidade, da organização e da tecnologia empregada, resultarão numa rotina funcional.

A abrangência das rotinas da empresa é abundante, afetando tanto atividades operacionais de curto prazo e longo prazo da empresa, tais como o investimento e a aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). A própria atividade tecnológica é rotinizada; existem procedimentos estabelecidos para a busca de inovações. Como a atividade inovativa envolve elevado grau de incerteza, o comportamento empresarial tende a ser mais conservador e defensivo. Isto não significa que não haja mudanças na empresa, sobretudo na sua estrutura tecnológica, mas sim que este processo de mudança é rotinizado e limita as opções técnicas para as próprias empresas. A incorporação de uma inovação implica numa mudança de rotinas. Quanto ao sucesso da inovação, este depende da qualidade de suporte das rotinas existentes.

Conforme NELSON e WINTER (1982) espera-se que as firmas se comportem no futuro de acordo com as rotinas que empregaram no passado. Isto não implica

uma identidade literal de comportamento ao longo do tempo, uma vez que as rotinas podem ser acionadas de formas complexas pelos sinais do ambiente. Mas implica que é bastante inadequado conceber o comportamento da firma em termos de uma escolha deliberada a partir de um amplo cardápio de alternativas que algum observador externo considera serem oportunidades "disponíveis" para a organização. O cardápio não é amplo, mas estreito e idiossincrático; ele é construído sobre as rotinas da firma, e a maior parcela das "escolhas" também é executada automaticamente por aquelas rotinas. Isso não significa que as firmas individuais não possam ter grandes sucessos por um período curto ou longo: o sucesso e o fracasso dependem do estado do ambiente.

Considerando o campo limitado de alternativas para as empresas definirem a incorporação de progresso técnico, as rotinas determinam os procedimentos que devem ser seguidos no seu processo de busca de inovações. Esse processo é condicionado tanto por fatores de ordem econômica quanto por determinações de ordem técnica. Os fatores econômicos podem ser resumidos em possibilidades de lucros extras ou então em defesa de benefícios ou posições já conquistadas pela empresa. Os fatores técnicos são determinações de um paradigma tecnológico, constituindo no que Nelson e Winter (1982) consideram como sendo a trajetória natural e Dosi (1984) como trajetória tecnológica (já apresentado no item anterior). A mudança de um paradigma abre maiores oportunidades tecnológicas, o que tem por consequência alterar o processo de busca de inovação por parte da empresa. Contudo, nem todas as empresas têm capacitação suficiente para participar deste processo porque isto depende da sua trajetória tecnológica passada e do caráter cumulativo do progresso técnico.

A cumulatividade é um aspecto importante do processo de busca de inovação da empresa porque implica num determinado nível de capacitação tecnológica, que permite, ou não, à empresa se propor alcançar tecnologias específicas. A cumulatividade tem diversas dimensões. Num sentido, ela se expressa através de melhoramentos técnicos incrementais, que viabilizam uma característica trajetória natural. Numa outra dimensão, o conjunto de conhecimentos científicos, técnicos e empíricos que constitui uma determinada tecnologia estabelece um padrão tecnológico que capacita a empresa na busca de outro padrão superior. Em outros termos, a P&D que a empresa tem condições de realizar num momento depende da P&D por ela realizada no passado. Além disso, no processo de busca de inovação, o

resultado da atividade tecnológica não é apenas o desenvolvimento de um novo produto ou novo processo, mas também uma série de conhecimentos que se encontram na "vizinhança" da inovação (este é o termo utilizado por Nelson e Winter).

O processo de busca de inovação por parte da empresa se estrutura em metas e objetivos a serem alcançados, conformando o que se considera como a estratégia da empresa. Esta estratégia tecnológica envolve um conjunto de elementos tais como: definição do horizonte de tempo das suas ações, podendo privilegiar o curto ou o longo prazo; direção da mudança técnica em termos de promoção de grandes inovações ou de incorporação de progresso técnico incremental; desenvolvimento de atividades tecnológicas no interior da empresa e/ou realização de licenciamentos de tecnologia; formação de alianças estratégicas com outras empresas; volume de recursos destinados às atividades tecnológicas, trocas de conhecimentos, entre outros.

De forma análoga, a cumulatividade também condiciona o ritmo da difusão. Quanto maior o grau de cumulatividade de uma trajetória tecnológica, menor é a possibilidade de difusão, pois se requer uma série de conhecimentos passados que não são facilmente transferíveis entre empresas. Disto pode ser deduzido que cumulatividade e apropriabilidade são características interligadas do progresso técnico; a cumulatividade atua, inclusive, como forma de aumentar o grau de apropriabilidade privada da mudança técnica.

Desta maneira, estas duas características contribuem para a explicação da diferenciação técnica entre empresas de um mesmo setor. Assim, a teoria Neoschumpeteriana afasta-se de dois pressupostos da teoria tradicional, quais sejam, a informação perfeita e a tecnologia igual para todas as empresas de um mesmo mercado. Nelson e Winter (1982), descrevendo o processo de busca e seleção de inovações, concluem que a diferenciação entre empresas é a situação normal da economia capitalista, as estratégias bem sucedidas são estocásticas, gerando empresas que são bem sucedidas, as vencedoras, e outras que fracassam, as perdedoras. Hagedoorn (1989) apresenta esta conclusão da teoria evolucionista de Nelson e Winter:

A concorrência não é um fenômeno estático mas um processo no qual são gerados vencedores e perdedores. Vencedoras são aquelas empresas que fazem melhor uso das oportunidades tecnológicas, o que as habilita a crescer. Perdedoras são aquelas que tiram menores vantagens

das oportunidades tecnológicas, depois do que gradualmente declinam para um estágio de obsolescência tecnológica. As perdedoras não necessariamente desaparecem do mercado, algumas delas podem subsistir por longos períodos de tempo. (Hagedoorn, 1989, pág. 71).

As vencedoras podem usufruir de margens de rentabilidade acima da média auferida pelo seu setor de atividade, o que permite o crescimento dessas empresas, caminhando em busca da apropriação de economias de escala, e a aumentar sua participação no mercado. Todo este processo de mudança técnica condiciona a estrutura de mercado, assim como a estrutura de mercado influi no processo de busca e seleção das inovações.

Portanto, a estrutura de mercado deve ser considerada uma variável endógena num modelo interpretativo do desenvolvimento econômico. Nelson e Winter (1982) destacam alguns fatores como determinantes da estrutura de mercado, decorrentes da sua teoria: facilidade de imitação, embora cara e imperfeita no nível individual constitui um mecanismo poderoso pelo qual novas rotinas chegam a organizar uma fração maior da atividade total do sistema; o grau em que as grandes empresas restringem o investimento; o caráter do regime da mudança tecnológica, entre outros.

Após a apresentação da teoria que envolve o processo de inovação, podemos analisar o quadro das fontes alternativas de energia. O capítulo apresentou uma associação teórica do processo de inovação, a qual possibilita uma melhor análise histórica da matriz energética. Desse modo, com a evolução e utilização das tecnologias focadas, principalmente, no conhecimento, possibilitam o reconhecimento de uma necessidade, como também de uma nova oportunidade, para que então se desenvolvam e posteriormente, novas fontes alternativas de energia sejam utilizadas.

Assim, a base estrutural e teórica dar-se-á segundo a teoria evolucionista pelo fato do modelo basear-se numa estrutura de mercado considerada como uma variável endógena ao sistema de desenvolvimento, pela existência da seleção de inovações, ocorrência de assimetrias de informação, e a presença da cumulatividade quanto ao aspecto importante no processo de busca de inovação. Isto implica num determinado nível de capacitação tecnológica, o que permite, ou não, à empresa se propor a alcançar tecnologias específicas pelo fato da sua percepção de que além de conhecimentos teóricos envolve conhecimentos adquiridos pela prática e pela experiência adquirida, esta última através da aprendizagem e da rotina.

4. HISTÓRICO E ANÁLISE DA ENERGIA SOLAR

O Sol é a principal fonte energética para a Terra, não passa de uma estrela tamanho médio, que oferece duas calorias por centímetro quadrado por minuto em uma área sobre a atmosfera terrestre, perpendicular aos raios solares.

A energia liberada pelo Sol implica uma perda de massa diária de trilhões de toneladas. Parte dessa energia atinge a Terra sob forma de radiação eletromagnética, especialmente luz visível.

Do ponto de vista do estudo científico pode-se afirmar que a vida sobre a Terra interagiu com três fontes primárias de energia, a saber: Fonte Solar, Fonte Geotérmica e Fonte Gravitacional. Todas as três são **FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA**, ou seja, fontes eternas produtoras de energia. É importante observar que as Fontes Primárias de Energia apresentam-se disponíveis aos seres vivos na forma ou estado que os ciclos da natureza oferecem e determinam.

No primeiro caso é a Fonte Solar que contribui com a formação da biomassa, com o movimento das águas (ciclos pluviométricos e rios), com a formação dos ventos (ciclos climáticos) e com o movimento dos oceanos (ondas e marés).

As características físicas do Sol²¹:

- A sua massa é de $2 \cdot 10^{30}$ Kg (330 000 mt)
- O raio é: 7.105Km distância Terra-Sol 1,496.108
- Hidrogênio transformado em Hélio 600.106 Ton/s
- Transformação de massa em energia 3,8 1020 MW
- Temperatura da superfície do Sol 5762K

Recebemos fora da atmosfera anualmente $1,5 \cdot 10^{18}$ kwh na ordem de grandeza: 0.01% toda a energia consumida.

Só um bilionésimo(10^{-12}) da energia liberada pelo Sol é efetivamente absorvida pela Terra. Constando a seguinte distribuição :

- 66,6% evaporam a água dos oceanos e rios;
- 23,3% aquecem os solos;

²¹ Portal São Francisco – junho 2009. www.portalsaofrancisco.com.br

- 10% aquecem o ar; produzindo ventos;
- 0,1% é usado por plantas marinhas e terrestres na fotossíntese;
- Parte dessa energia é recuperada quando chove, transformando-se em energia elétrica nas usinas hidrelétrica;
- Antigas plantas, hoje na forma de petróleo, gás e carvão , também constituem uma reserva de energia solar;
- Alimentos para o homem e animais;
- Também parte dessa energia pode ser utilizada na transformação de energia luminosa em energia elétrica ou energia térmica em energia eólica e em seguida em energia elétrica.

Energia é movimento, sem a sua presença o mundo seria inerte. A utilização de diversas formas de energia permite ao homem se desenvolver dentro do processo industrial e economicamente.

Embora a quantidade de energia disponível em uma comunidade ou país esteja diretamente relacionada com o seu grau de civilização ou desenvolvimento, ela é apenas um parâmetro ou índice útil nessa avaliação. Mas não podemos afirmar que o desenvolvimento de um país é produto direto da exploração de seus recursos energéticos, porque ele não pode estar restrito à sua capacidade de produção de aço, concreto ou papel. A qualidade de vida é o objetivo final do desenvolvimento ou a civilização.

4.1 ORIGEM E TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR²²

Os raios solares que chegam até nosso planeta representam uma quantidade espetacular de energia, além de ser uma fonte energética não poluente e renovável. O problema consiste em descobrir como aproveitar essa energia de forma econômica e como armazená-la. A geração de energia elétrica tendo o sol como fonte pode ser obtida de forma direta ou indireta. Uma forma direta de obtenção de energia solar se dá por meio das chamadas Células Fotovoltaicas que são feitas de material especial (semicondutores). Ao absorver a luz, este material produz uma pequena corrente elétrica que pode ser aproveitada. A forma indireta consiste na

²² Fonte: Portal Colégio São Francisco

obtenção de energia elétrica através da construção de espelhos côncavos que absorvem a energia solar e canalizam o calor obtido para o aquecimento da água.

4.1.1 ENERGIA SOLAR FOTOTÉRMICA²³

Aqui, estamos interessados na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la. Os equipamentos mais difundidos com o objetivo específico de se utilizar a energia solar fototérmica são conhecidos como coletores solares.

Os coletores solares são aquecedores de fluidos (líquidos ou gasosos) e são classificados em coletores concentradores e coletores planos em função da existência ou não de dispositivos de concentração da radiação solar. O fluido aquecido é mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final (água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas, etc.).

Os coletores solares planos são, hoje, largamente utilizados para aquecimento de água em residências, hospitais, hotéis, etc. devido ao conforto proporcionado e a redução do consumo de energia elétrica.

4.1.2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Chama-se arquitetura bioclimática o estudo que visa harmonizar as construções ao clima e características locais, pensando no homem que habitará ou trabalhará nelas, e tirando partido da energia solar, através de correntes convectivas naturais e de microclimas criados por vegetação apropriada. É a adoção de soluções arquitetônicas e urbanísticas adaptadas às condições específicas (clima e hábitos de consumo) de cada lugar, utilizando, para isso, a energia que pode ser diretamente obtida das condições locais.

A arquitetura bioclimática não se restringe a características arquitetônicas adequadas. Preocupa-se, também, com o desenvolvimento de equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação (aquecimento

²³ Fonte: CRESESB – www.cresesb.cepel.br

de água, circulação de ar e de água, iluminação, conservação de alimentos, etc.) e com o uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível.

4.1.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA²⁴

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Inicialmente o desenvolvimento da tecnologia apoiou-se na busca, por empresas do setor de telecomunicações, de fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas. O segundo agente impulsionador foi a "corrida espacial". A célula solar era, e continua sendo, o meio mais adequado (menor custo e peso) para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de permanência no espaço. Outro uso espacial que impulsionou o desenvolvimento das células solares foi a necessidade de energia para satélites.

A crise energética de 1973 renovou e ampliou o interesse em aplicações terrestres. Porém, para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessário, naquele momento, reduzir em até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao daquelas células usadas em explorações espaciais. Modificou-se, também, o perfil das empresas envolvidas no setor. Nos Estados Unidos, as empresas de petróleo resolveram diversificar seus investimentos, englobando a produção de energia a partir da radiação solar.

O Sol fornece anualmente, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia. Trata-se de um valor considerável, correspondendo a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Este fato vem indicar que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia (térmica, elétrica, etc.).

²⁴ Fonte: CRESESB

Uma das possíveis formas de conversão da energia solar é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Estas células são componentes eletrônicos que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade. São basicamente constituídas de materiais semicondutores, sendo o silício o material mais empregado.

4.2 RADIAÇÃO SOLAR E INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

O nosso planeta, em seu movimento anual em torno do Sol, descreve em trajetória elíptica um plano que é inclinado de aproximadamente 23,5º com relação ao plano equatorial. Esta inclinação é responsável pela variação da elevação do Sol no horizonte em relação à mesma hora, ao longo dos dias, dando origem às estações do ano.

A radiação solar que atinge o topo da atmosfera terrestre provém da região da fotosfera solar que é uma camada tênue com aproximadamente 300 km de espessura e temperatura superficial da ordem de 5800 K.

A radiação solar é radiação eletromagnética que se propaga a uma velocidade de 300.000 km/s, podendo-se observar aspectos ondulatórios e corpusculares. Em termos de comprimentos de onda, a radiação solar ocupa a faixa espectral de 0,1mm a 5 mm, tendo uma máxima densidade espectral em 0,5 mm, que é a luz verde.

A energia solar incidente no meio material pode ser refletida, transmitida e absorvida. A parcela absorvida dá origem, conforme o meio material, aos processos de fotoconversão e termoconversão (CRESESB).

4.2.1 RADIAÇÃO SOLAR A NÍVEL DE SOLO²⁵

De toda a radiação solar que chega às camadas superiores da atmosfera, apenas uma fração atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Esta fração que atinge o solo é constituída por um componente direta (ou de feixe) e por uma componente difusa.

²⁵ Fonte: outrasenergias.blogspot.com/2007/12/piranmetros.html

Antes de atingir o solo, as características da radiação solar são afetadas por interações com a atmosfera devido aos efeitos de absorção e espalhamento. Estas modificações são dependentes da espessura da camada atmosférica, também identificada por um coeficiente denominado "Massa de Ar" (AM), e das condições atmosféricas e meteorológicas.

Devido à alternância de dias e noites, das estações do ano e períodos de passagem de nuvens e chuvosos, o recurso energético solar apresenta grande variabilidade, induzindo, conforme o caso, à seleção de um sistema apropriado de estocagem para a energia resultante do processo de conversão.

Observa-se que somente a componente direta da radiação solar pode ser submetida a um processo de concentração dos raios através de espelhos parabólicos, lentes, etc. Consegue-se através da concentração, uma redução substancial da superfície absorvedora solar e um aumento considerável de sua temperatura.

A medição da radiação solar, tanto a componente direta como a componente difusa na superfície terrestre é de maior importância para o estudos das influências das condições climáticas e atmosféricas. Com um histórico dessas medidas, pode-se viabilizar a instalações de sistemas térmicos e fotovoltaicos em uma determinada região garantindo o máximo aproveitamento ao longo do ano onde, as variações da intensidade da radiação solar sofrem significativas alterações.

De acordo com as normas preestabelecidas pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia) são determinados limites de precisão para quatro tipos de instrumentos: de referência ou padrão, instrumentos de primeira, segunda e terceira classe. As medições padrões são: radiação global e difusa no plano horizontal e radiação direta normal.

A seguir mostramos alguns instrumentos de medida da radiação, o uso mais freqüente e a classe associada ao seu desempenho.

a) PIRANÔMETROS

Este instrumento caracteriza-se pelo uso de uma termopilha que mede a diferença de temperatura entre duas superfícies, uma pintada de preto e outra pintada de branco igualmente iluminadas. A expansão sofrida pelas superfícies

provoca um diferencial de potencial que, ao ser medida, mostra o valor instantâneo da energia solar.

Um outro modelo bem interessante de piranômetro é aquele que utiliza uma célula fotovoltaica de silício monocristalino para coletar medidas solarimétricas (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

b) PIRELIÔMETROS

Os pireliômetros são instrumentos que medem a radiação direta. Ele se caracteriza por apresentar uma pequena abertura de forma a "visualizar" apenas o disco solar e a região vizinha denominada circunsolar. O instrumento segue o movimento solar onde é constantemente ajustado para focalizar melhor a região do sensor(Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

c) HELIÓGRAFO

Instrumento que registra a duração do brilho solar. A radiação solar é focalizada por uma esfera de cristal de 10 cm de diâmetro sobre uma fita que, pela ação da radiação é energrecida. O cumprimento desta fita exposta a radiação solar mede o número de horas de insolação (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

d) ACTINÓGRAFO

Instrumento usado para medir a radiação global. Este instrumento é composto de sensores baseados na expansão diferencial de um par bimetálico. Os sensores são conectados a uma pena que, quando de suas expansão, registram o valor instantâneo da radiação solar (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

4.3 POTENCIAL SOLAR²⁶

Aproveitar a energia solar significa utilizá-la diretamente para uma função, como seja aquecer um fluido (sistemas solares térmicos), promover a sua adequada utilização num edifício (sistemas solares passivos) ou produzir energia elétrica (sistemas fotovoltaicos).

O nosso país é, a nível europeu, dos que tem mais horas de sol por ano: entre 2 200 a 3 000. Perante este cenário, seria natural que fôssemos também um dos maiores consumidores de energia solar. No entanto, no nosso país existem cerca de 220 000 m² de painéis solares instalados, o que é muito pouco comparativamente com a Grécia, que tem 2,6 milhões m², e a mesma exposição solar.

A energia solar é medida por instrumentos denominados piranômetros, solarímetros ou radiômetros, normalmente operados por instituições de pesquisa científica. A potência solar instantânea que incide em determinado ponto é normalmente medida em W/m² (potência/área) e o total de energia em um dia que atinge este ponto é normalmente medido em kWh/m².dia (energia/área/dia). Muitas outras unidades são também utilizadas correntemente (J/m², cal/cm².min, BTU/ft².dia, etc), de forma que muitas vezes faz-se necessária uma tabela de conversão.

No Brasil, com seu território situado em sua maioria em latitudes entre o Equador e o Trópico de Capricórnio, apresenta uma incidência de energia solar bastante favorável. A potência instantânea incidente na superfície terrestre pode atingir valores superiores a 1000W/m². A média anual de energia incidente na maior parte do Brasil varia entre 4kWh/m².dia e 5kWh/m².dia. Está disponível nesta página do CRESESB (Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) um programa para o cálculo da disponibilidade de radiação solar no Brasil, denominado SUNDATA.

A energia solar pode ser aproveitada de duas principais maneiras:

- Fotovoltaico – geração de energia elétrica através de módulos fotovoltaicos;

²⁶ Fonte: CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica)

- Térmico – aproveitamento sob forma de calor para aquecimento de água, secagem de produtos agropecuários, geração de energia elétrica através de processo termodinâmico, etc.

Abaixo encontram-se alguns dados estatísticos de utilização mundial de coletores solares térmicos planos para aquecimento de água, nos países de maior utilização, datados de fins de 2002. Estes dados²⁷ são expressos em área de coletores (m²) por 1000 habitantes.

TABELA 1 - UTILIZAÇÃO MUNDIAL DE COLETORES TÉRMICOS -2002

PAÍS	m /1000hab
Israel	67,1
Áustria	17,5
Grécia	15,2
Coréia do Sul	10,8
Japão	7,9
Turquia	6,8
Alemanha	5,1
Suíça	4,4
China	3,2
Dinamarca	2,6
Índia	2,0
Holanda	1,9

FONTE: CRESESB (2009)

Já a potência total instalada (MW) de energia solar fotovoltaica nos 10 países que apresentam maior utilização no mundo, é listada abaixo, de acordo com dados de fins de 2002.

TABELA 2 - POTÊNCIA TOTAL INSTALADA - 2002

Colocação	País	Potência Instalada (MW)
1	Japão	205,3
2	EUA	117,3
3	Alemanha	89,5
4	Austrália	25,3
5	Itália	18,5

²⁷ CRESESB

6	Suíça	13,4
7	México	12,9
8	Holanda	9,2
9	França	9,1
10	Espanha	9,1

FONTE: CRESESB (2009)

4.4 CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES E FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE CAPTAÇÃO SOLAR²⁸

4.4.1 ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia fotovoltaica é fornecida de painéis contendo células fotovoltaicas ou solares que sob a incidência do sol geram energia elétrica. A energia gerada pelos painéis é armazenada em bancos de bateria, para que seja usada em período de baixa radiação e durante a noite.

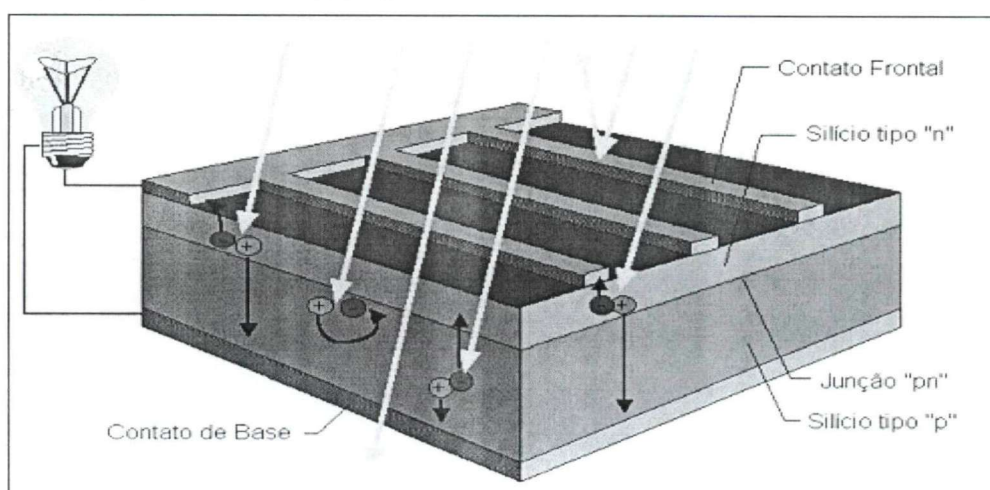
Os sistemas fotovoltaicos autônomos são compostos pelos seguintes equipamentos:

- painel fotovoltaico - composto por um ou mais módulos fotovoltaicos, funciona como gerador de energia elétrica;
- banco de baterias - composto por uma ou mais baterias, normalmente baterias Chumbo-ácido 12V seladas, funciona como elemento armazenador de energia elétrica para uso durante a noite e em períodos de nebulosidade, onde não há disponibilidade de radiação solar;
- controlador de carga – dispositivo eletrônico que protege as baterias contra sobrecarga ou descarga excessiva;
- inversor – dispositivo eletrônico que converte a energia elétrica em corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), de forma a permitir a utilização de eletrodomésticos convencionais; Alguns sistemas pequenos não empregam inversor e utilizam cargas (luminárias, TV, etc.) alimentadas diretamente por corrente contínua (CC).

²⁸ Fonte: (PORTAL COLEGIO SÃO FRANCISCO).

A conversão direta de energia solar em energia elétrica é realizada nas células solares através do efeito fotovoltaico, que consiste na geração de uma diferença de potencial elétrico através da radiação. O efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (energia que o sol carrega) incidem sobre átomos (no caso átomos de silício), provocando a emissão de elétrons, gerando corrente elétrica. Este processo não depende da quantidade de calor, pelo contrário, o rendimento da célula solar cai quando sua temperatura aumenta (PORTAL COLEGIO SÃO FRANCISCO).

FIGURA 12 - CÉLULAR SOLAR



FONTE: CRESESB (2009)

4.4.1.1 TIPOS DE CÉLULAS

As células fotovoltaicas são fabricadas, na sua grande maioria, usando o silício (Si) e podendo ser constituída de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo (PORTAL COLEGIO SÃO FRANCISCO).

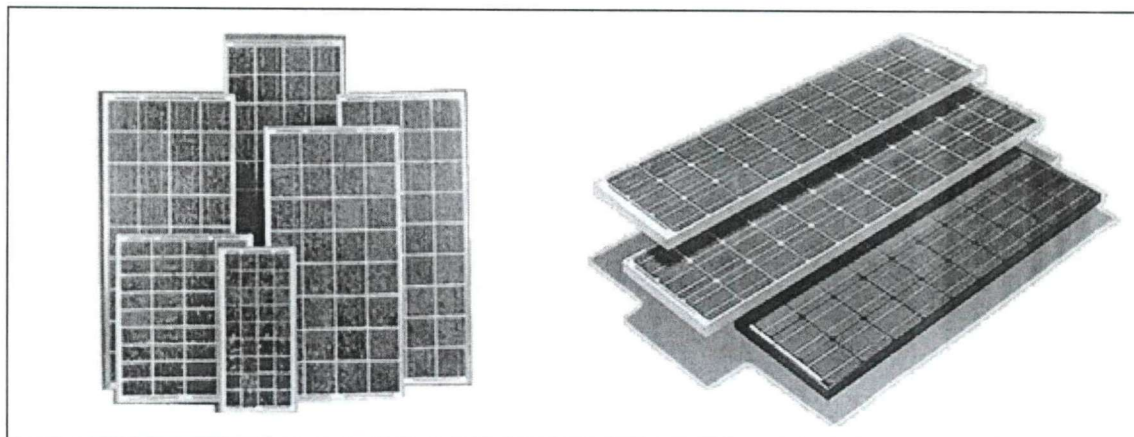
- **Silício Monocristalino** A célula de silício monocristalino é o mais usado e comercializado como conversor direto de energia solar em eletricidade e a tecnologia para sua fabricação é um processo básico muito bem constituído. Este processo atinge um grau de pureza em 98 e 99% CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

- **Silício Policristalino** As células de silício policristalino são mais baratas que as de silício monocristalino por exigirem um processo de preparação das células menos rigoroso. A eficiência, no entanto, cai um pouco em comparação as células de silício monocristalino. Ao longo dos anos, o processo de fabricação tem alcançado eficiência máxima de 12,5% em escalas industriais CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

- **Silício Amorfo** A utilização de silício amorfo para uso em fotocélulas tem mostrado grandes vantagens tanto nas propriedades elétricas quanto no processo de fabricação. Mesmo apresentando um custo reduzido na produção, o uso de silício amorfo apresenta duas desvantagens: a primeira é a baixa eficiência de conversão comparada às células mono e policristalinas de silício; em segundo, as células são afetadas por um processo de degradação logo nos primeiros meses de operação, reduzindo assim a eficiência ao longo da vida útil.
Por outro lado, o silício amorfo apresenta vantagens que compensam as deficiências acima citados, são elas: processo de fabricação relativamente simples e barato; possibilidade de fabricação de células com grandes áreas; baixo consumo de energia na produção CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

4.4.1.2 ALGUNS MODELOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

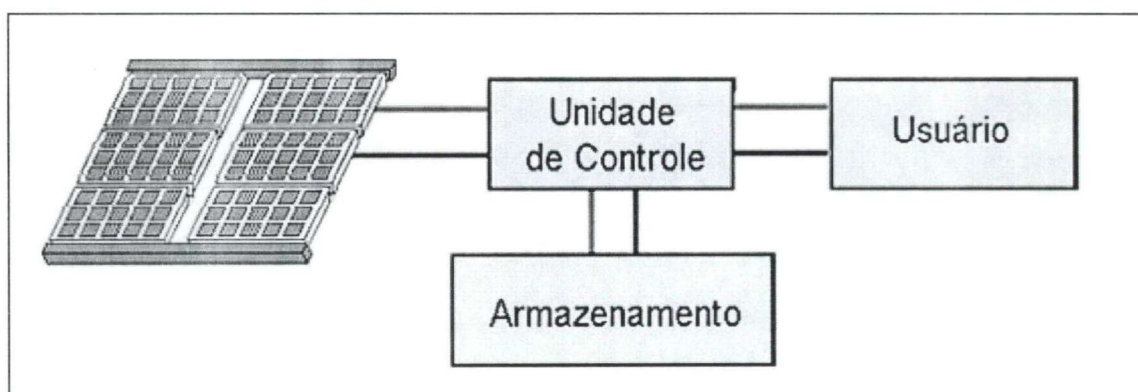
FIGURA 13 - MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



FONTE: PORTAL COLÉGIO SAO FRANCISCO

Um sistema fotovoltaico pode ser classificado em três categorias distintas: sistemas isolados, híbridos e conectados a rede. Os sistemas obedecem a uma configuração básica onde o sistema deverá ter uma unidade de controle de potência e também uma unidade de armazenamento CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

FIGURA 14 - SISTEMA FOTOVOLTAICO



FONTE: PORTAL COLEGIO SAO FRANCISCO

a) Sistemas Isolados

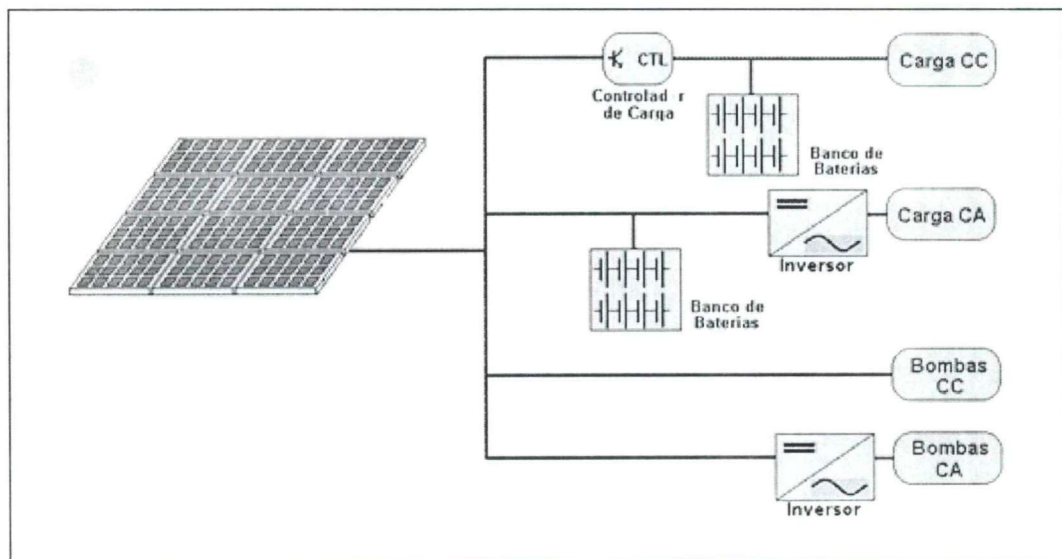
Sistemas isolados, em geral, utiliza-se alguma forma de armazenamento de energia. Este armazenamento pode ser feito através de baterias, quando se deseja

utilizar aparelhos elétricos ou armazena-se na forma de energia gravitacional quando se bombeia água para tanques em sistemas de abastecimento. Alguns sistemas isolados não necessitam de armazenamento, o que é o caso da irrigação onde toda a água bombeada é diretamente consumida ou estocadas em reservatórios CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

Em sistemas que necessitam de armazenamento de energia em baterias, usa-se um dispositivo para controlar a carga e a descarga na bateria. O "controlador de carga" tem como principal função não deixar que haja danos na bateria por sobrecarga ou descarga profunda. O controlador de carga é usado em sistemas pequenos onde os aparelhos utilizados são de baixa tensão e corrente contínua (CC).

Para alimentação de equipamentos de corrente alternada (CA) é necessário um inversor. Este dispositivo geralmente incorpora um seguidor de ponto de máxima potência necessário para otimização da potência final produzida. Este sistema é usado quando se deseja mais conforto na utilização de eletrodomésticos convencionais CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

FIGURA 15 - DIAGRAMAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

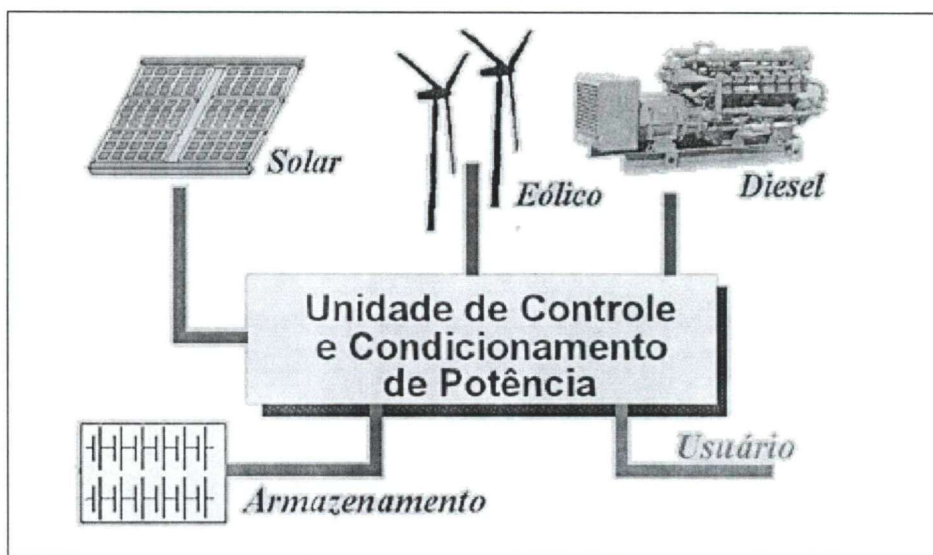


FONTE: PORTAL COLEGIO SAO FRANCISCO

b) Sistemas Híbridos

Sistemas híbridos são aqueles que, desconectado da rede convencional, apresenta várias fontes de geração de energia como por exemplo: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos entre outras. A utilização de várias formas de geração de energia elétrica torna-se complexo na necessidade de otimização do uso das energias. É necessário um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência na entrega da energia para o usuário.

FIGURA 16 - EXEMPLO DE SISTEMA HÍBRIDO



FONTE: PORTAL DO COLEGIO SAO FRANCISCO

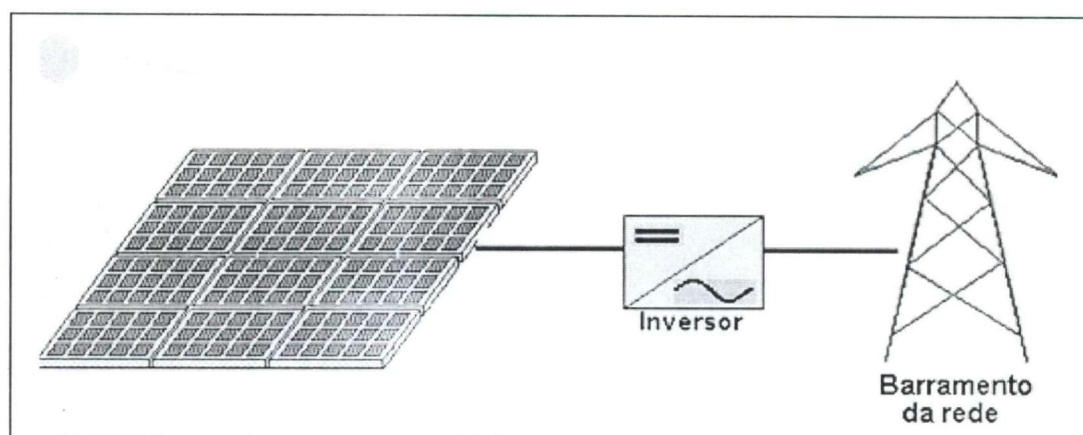
Em geral, os sistemas híbridos são empregados para sistemas de médio a grande porte vindo a atender um número maior de usuários. Por trabalhar com cargas de corrente contínua, o sistema híbrido também apresenta um inversor. Devido a grande complexidade de arranjos e multiplicidade de opções, a forma de otimização do sistema torna-se um estudo particular para cada caso CRESESB (Centro de Referência de Energia Solar e Eólica).

c) Sistemas Interligados à Rede

Estes sistemas utilizam grandes números de painéis fotovoltaicos, e não utilizam armazenamento de energia pois toda a geração é entregue diretamente na

rede. Este sistema representa uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual esta conectada. Todo o arranjo é conectado em inversores e logo em seguida guiados diretamente na rede. Estes inversores devem satisfazer as exigências de qualidade e segurança para que a rede não seja afetada.

FIGURA 17 - SISTEMA CONECTADO A REDE



FONTE: PORTAL DO COLEGIO SAO FRANCISCO

4.4.2 ENERGIA SOLAR TÉRMICA

O aquecimento de um fluido, líquido ou gasoso, em coletores solares, é a utilização mais frequente da energia solar. O aquecimento de água por esta via é hoje uma tecnologia economicamente competitiva em muitas circunstâncias. No nosso país as aplicações mais correntes verificam-se no setor doméstico, para produção de águas quentes sanitárias e, em alguns casos, para aquecimento ambiente. Além do setor doméstico, existem também aplicações de grandes dimensões, nomeadamente em piscinas, recintos desportivos, hotéis e hospitais. O setor industrial também utiliza sistemas solares térmicos, quer para as aplicações acima mencionadas, quer quando há necessidade de água quente de processo a baixa ou média temperatura CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

Este tipo de sistemas capta, armazena e usa diretamente a energia solar que neles incide. Os edifícios constituem um bom exemplo de sistemas solares passivos. Um edifício de habitação pode ser concebido e construído de tal forma que o seu conforto, a nível térmico, no inverno e no verão, seja mantido com recurso reduzido

a energias convencionais (como a eletricidade ou o gás), com importantes benefícios econômicos. Para isso, existe um grande número de intervenções ao nível das tecnologias passivas, desde as mais elementares, como sejam o isolamento do edifício e uma orientação e exposição solar adequados às condições climáticas, a outras mais elaboradas, respeitantes à concepção do edifício e aos materiais utilizados. Em muitas dessas intervenções o sobre custo relativamente a uma construção sem preocupações energéticas é mínimo. Em situações em que esse sobre custo é maior, ele é facilmente recuperado em economia de energia e em ganhos de conforto CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

Atualmente uma das mais utilizadas e viáveis formas de aproveitamento da energia termo solar é o aquecimento de água em residências, piscinas, hotéis, indústrias, edifícios, propriedades rurais ou qualquer outra aplicação que necessite de água quente. E quando se pensa em água quente com economia, a energia solar reforça ainda mais essa visão CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

Sua instalação muito fácil. O coletor solar é instalado normalmente sobre o telhado. O reservatório térmico e a caixa d'água fria, sempre que possível, ficam abaixo do mesmo. Para passar a água quente é preciso colocar uma tubulação própria, de cobre ou termoplástica. Assim, onde tiver água quente, como nos chuveiros, ficam duas tubulações, a de água fria e a de água quente.

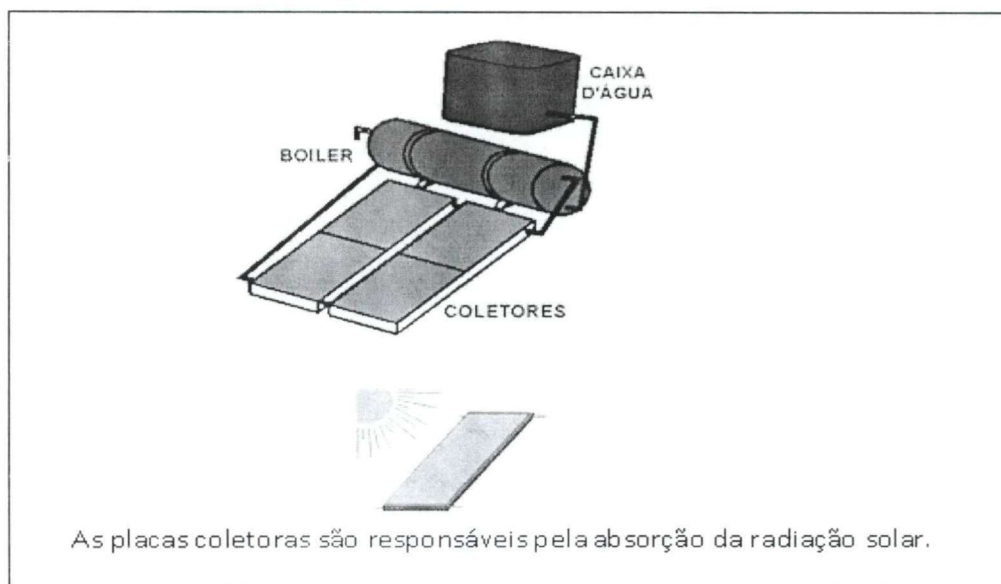
Numa visão geral e ampla, a energia solar é a fonte absoluta de vida do nosso planeta, mas, avaliando seu aproveitamento no armazenamento cotidiano para o uso doméstico / comercial / industrial, ela pode chegar a substituir qualquer outro sistema de energia convencional, com a diferença de não agredir o meio ambiente por ser totalmente natural.

Com sistemas fototérmicos, o uso desta alternativa energética se estende a residências, piscinas, hotéis, indústrias, propriedades rurais, grandes obras em geral ou onde houver a necessidade de aquecimento de água.

4.4.2.1 MEIO DE FUNCIONAMENTO E COMPONENTES

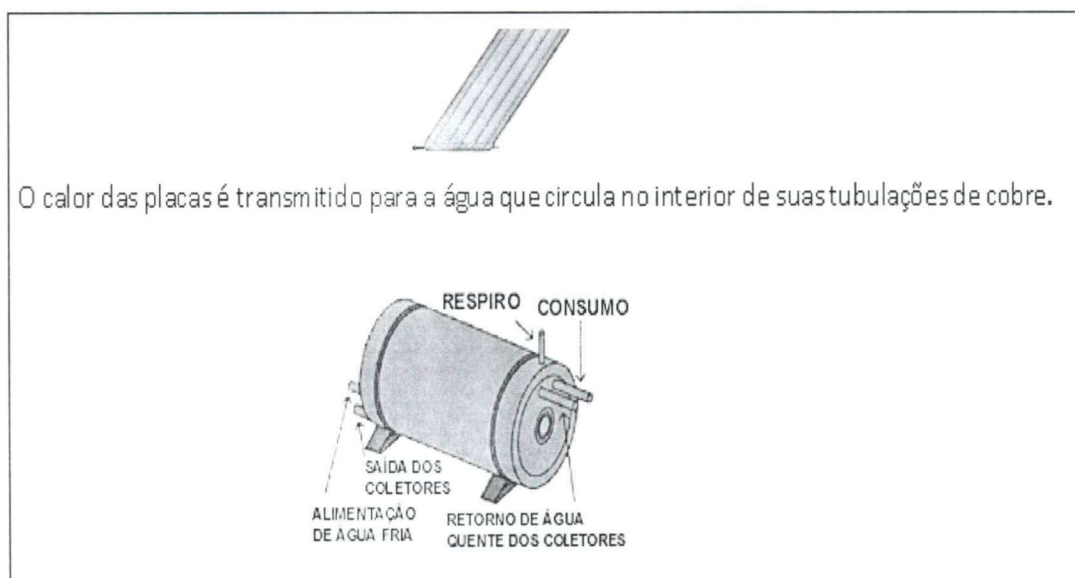
Um sistema básico de aquecimento de água por energia solar é composto de placas coletoras solares e reservatório térmico (Boiler). Como segue na figura 18 e 19.

FIGURA 18 - SISTEMA TERMO SOLAR -1



FONTE: PORTAL COLEGIO SAO FRANCISCO

FIGURA 19 - SISTEMA TERMO SOLAR -2



FONTE: PORTAL COLEGIO SAO FRANCISCO

O reservatório térmico é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre ou inox, isolados termicamente com poliuretano expandido sem CFC. Desta forma, a água permanece aquecida e pronta para o uso a qualquer hora do dia.

Em sistemas mais simples, a água circula entre os coletores e o reservatório através de um mecanismo natural chamado termosifão. Nesse sistema, a água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim a água fria “empurra” a água quente gerando a circulação.

Esses sistemas são chamados de circulação natural ou termosifão. A circulação da água também pode ser feita através de moto bombas, sendo então chamada de circulação forçada ou bombeada, que é normalmente mais utilizada em piscinas e sistemas de grandes volumes CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica).

4.4.2.2 APLICAÇÃO²⁹

A Petrobras aproveita a energia solar em projetos de aplicação térmica (para aquecimento de água) e fotovoltaica (para a geração de energia elétrica) em suas unidades operacionais.

Energia térmica: A energia solar para geração térmica é uma tecnologia limpa ainda pouco explorada no Brasil apesar de apresentar grande potencial, em função das características climáticas brasileiras e pelos resultados expressivos obtidos nos projetos que estão sendo implementados.

A Petrobras identificou várias oportunidades para aplicação de aquecimento termo-solar de água, em vestiários e restaurantes das diversas unidades da empresa.

Os sistemas desenvolvidos fazem parte de um grande programa de instalação de unidades termo-solares em várias unidades do Sistema Petrobras.

A Petrobras desenvolve um programa de instalação de unidades termos solares em diversas unidades como refinarias, campos de produção e postos de serviços. Sistemas de aquecimento de água já são utilizados nos banheiros e cozinhas de cinco unidades industriais, inclusive no edifício-sede da Companhia

²⁹ Informações extraídas do site da Petrobrás

localizado no Rio de Janeiro. A área total dos coletores já implantados é de 1.741,1 m² e o volume de água aquecido chega a 101 mil litros por dia. Com esta iniciativa, a Companhia obtém, anualmente, uma economia de 857,5 MWh.

TABELA 3 - UNIDADES TERMO SOLARES EM REFINARIAS

Unidade	Área dos Coletores (m ²)	Volume de Água (litros/dia)	Economia (MWh/ano)
Edifício-Sede (EDISE)	100	10 mil	52
Refinaria de Capuava (RECAP/SP)	182	10 mil	86,1
Refinaria de Duque de Caxias (REDUC/RJ)	665	35 mil	230
Refinaria Gabriel Passos (REGAP/MG)	550	27 mil	242,7
Fábrica de Fertilizantes do Sergipe (FAFEN-SE)	129,5	10 mil	139,4
Fábrica de Fertilizantes da Bahia (FAFEN-BA)	114,6	9 mil	107,3
Total	1.741,10	101 mil	857,5

FONTE: CRESESB (2009)

4.4 ENERGIA SOLAR: CUSTO EFICIÊNCIA E PROGRAMAS DE INCENTIVO

Ao longo dos anos o maior desafio para a ciência nessa área, foi, e ainda é, desenvolver equipamentos que convertam, com eficiência e baixo custo, a radiação solar em eletricidade. Talvez esteja aí a razão da tímida geração de eletricidade a partir da energia solar que o país possui.

A eficiência do atual sistema de energia solar ainda é baixa se comparada a de outras fontes de geração de eletricidade. Existe apenas um fabricante no Brasil de tecnologia fotovoltaica, mas sua capacidade é ociosa por falta de mercado. Se houvesse um aumento da demanda, preços seriam mais baixos, pois o custo de produção do equipamento seria mais baixo.

Tudo isso exige uma série de ações como investimentos pesados nas indústrias para nacionalização dos equipamentos e também em centros de pesquisas de energias renováveis, e ainda abertura de linhas de crédito para facilitar a aquisição dos equipamentos. Esses são os desafios, a curto e longo prazo, para

ampliar o sistema de geração de energia renovável dentro do modelo energético brasileiro.

Projetos pilotos que utilizam os sistemas fotovoltaicos estão conectados à rede elétrica do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da USP e no sistema do Cepel (Centro de Pesquisas em Energia Elétrica), da Eletrobrás, no Rio de Janeiro. A instalação faz parte de uma pesquisa que estuda a viabilidade econômica do sistema. “No caso dessa tecnologia acho que o desafio maior, a curto prazo, é político, depois vem a questão econômica e, por fim, o desenvolvimento técnico, diz a professora Eliane Fadigas, do Departamento de Engenharia e Automação Elétrica, da Escola Politécnica da USP.

Programas de incentivo³⁰

Uma das principais políticas de incentivo ao desenvolvimento de fontes alternativas, começou mais efetivamente em 94, com o Prodeem³¹ (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios). O programa do governo federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, foi criado para atender localidades isoladas da rede elétrica convencional.

A iniciativa garantiu a instalação de 8 mil equipamentos, a maioria alimentado por energia solar. Os dispositivos foram instalados em prédios públicos, centros comunitários, escolas e postos de saúde. Mas a falta de manutenção deixou boa parte dos equipamentos sem funcionar. O Ministério de Minas e Energia recomendou, depois de uma auditoria, a reformulação do programa.

A nova fase prevê que as concessionárias de energia elétrica fiquem responsáveis por ensinar a comunidade a lidar com os sistemas de geradores de energia alternativa. Com a revitalização do PRODEEM, cerca de 600 cidades do Nordeste serão beneficiadas. A ação do Programa é direcionada às populações mais pobres, um benefício que gera também saúde e melhor qualidade de vida garantindo o desenvolvimento das comunidades com as instalações de casas de farinha e hortas comunitárias, e fixando o homem em sua região, reduzindo a migração para as áreas urbanas.

³⁰ CRESESB (Centro de Referencia de Energia Solar e Eólica)

³¹ Ver site CRESESB

Outras iniciativas de estatais e concessionárias de energia elétrica promovem o desenvolvimento de tecnologias de energia solar no Brasil, como os estudos desenvolvidos nos principais centros de pesquisas e universidades públicas do país.

Outro programa visando incentivar investimentos em energia solar é o projeto Swera³² implementado pela ONU. Para lidar com esse problema, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Unep), em parceria com 25 entidades em todo o mundo, realizou um projeto de coleta, seleção, padronização e divulgação de dados sobre os recursos solares e eólicos no Brasil e em outros 12 países da América Central, Ásia e África. Finalizada com sucesso em 2006, a iniciativa foi expandida para outros países por meio de um programa permanente das Nações Unidas.

Pelo Projeto Swera, foi possível mapear as fontes de energia renovável e desenvolver um banco de dados acessível a investidores de todo o mundo. O pesquisador Ênio Bueno Pereira, que participou da etapa brasileira, diz que o trabalho foi minucioso porque exigia a compilação e organização de informações de documentos que estavam dissipados em diferentes lugares do país, como em teses de doutorados guardadas em bibliotecas das universidades.

O projeto também atuou no desenvolvimento, na aplicação e na adaptação de modelos existentes para o levantamento dos recursos. Pereira explica que muitos conhecimentos aplicados na área de meteorologia foram adaptados para o setor de energia. Um dos resultados do trabalho foi a publicação de um atlas brasileiro de radiação solar, que demonstra em detalhe o potencial do país para esse tipo de energia. “O Brasil possui uma maior faixa solar entre o Nordeste e o Sudeste, com destaque para a região Noroeste da Bahia, onde encontramos o maior potencial para energia fotovoltaica”. As regiões litorâneas e a Amazônia apresentam menor potencial devido a freqüente presença de nuvens, que limitam a radiação solar, justifica o pesquisador.

A importância do estudo é destacada quando se analisa o potencial solar brasileiro em termos relativos. “Se pegarmos uma área do tamanho da usina hidrelétrica de Balbina, na Amazônia, e preencheremos com painéis solares, teremos

³² Fonte: Envolverde/ Pauta Social

energia para suprir toda a demanda energética atual do Brasil e ainda sobrar um excedente de 30%", afirma Pereira³³.

³³ Pesquisador: fonte; Sabrina Domingos, do Carbono Brasil - Programa amplia mapeamento de recursos para energia solar e eólica

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho procurou-se apresentar uma visão detalhada da matriz energética brasileira desde 1970, com vistas de um processo inovativo como ponto de partida para o desenvolvimento de combustíveis alternativos. Desse modo, a teoria econômica apresentada possibilitou o entendimento de como o tempo, a ciência, a tecnologia, a história, o meio social, entre demais aspectos, são de fundamental importância para compreendermos o processo evolutivo e inovativo em que passamos.

Com uma matriz energética utilizando basicamente energia provida por lenha e carvão vegetal até meados de 1975, e após, com grande utilização de petróleo e seus derivados como fonte de energia, até hoje predominante, vemos que os diversos impactos – ambientais, sociais, políticos, entre outros – pela utilização de combustíveis fósseis em grande escala, conduzem os países a optarem por fontes alternativas de energia mais adequadas.

Com todas essas profundas mudanças ocorridas nas últimas décadas e associadas à significativa evolução e utilização das tecnologias de informação e comunicação, permitem que se tenha uma melhor noção do processo de inovação a partir da teoria evolucionista.

Para evolucionistas a idéia comum está na concepção do desenvolvimento tecnológico como um processo evolutivo, dinâmico, acumulativo e sistêmico, cuja compreensão depende das relações de interação entre o desenvolvimento das tecnologias e a dinâmica econômica. Com isso, tornava-se cada vez mais significativo a importância de investimentos sólidos em pesquisa e desenvolvimento, em sistemas de inteligência competitiva e capacitação profissional, orientados à criatividade e capacidade inovadora. As empresas estariam se tornando lugares de cultura, criatividade e inovação. Conforme DOSI o progresso técnico seria uma das principais fontes de crescimento e mudança estrutural na economia.

Assim sendo, procurou-se analisar o processo inovativo dentre as fontes de energias renováveis, entre elas, a energia solar. Contudo, mesmo tendo elevados processos inovativos, por ser energia renovável e limpa seus elevados custos impedem a implementação no presente. Mediante este fato, ao que tudo indica, estas energias serão largamente utilizadas nas próximas décadas e quando

forem sendo utilizadas, caberá então à ciência a produção de novos conhecimentos; à técnica conceder a passagem de mais inovações; e a indústria tornar viável o conhecimento e a inovação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMANAQUE ABRIL 2005. São Paulo: Editora Abril Cultural.

BARBALHO, Arnaldo. Energia e Desenvolvimento no Brasil. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás, 1987.

BÔA NOVA, Antonio Carlos. Energia e classes sociais no Brasil. São Paulo: Editora Loyola, 1985.

BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2002.

BRASIL, Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em internet. <http://www.anp.gov.br>. Acessado em 15 de fevereiro de 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – EMBRAPA. Disponível em internet. <http://www.embrapa.br>. Acessado em 23 de fevereiro de 2009.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional. Brasília, 2009. Disponível em internet. <http://www.mme.gov.br>. Acessado em 01 de março de 2009.

CALABI, Andréa Sandro (et al.). A energia e a economia brasileira. São Paulo: Editora Pioneira: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1983.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito: Rio de Janeiro: 2005

DOSI, Giovanni (et al.). Technical Change and Economic Theory. London: Pinter, 1988.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. (1990). The economics of technical change and international trade. Great British: Harvester Wheatsheaf, 1990. Tradução UNICAMP, SP

FORMICA, P.(1995). A economia dos parques tecnológicos. Rio de Janeiro: ANPROTEC

GREMAUD, Amaury Patrick; VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval de; TONETO JÚNIOR, Rudinei. Economia brasileira contemporânea. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAGEDOORN, John. **Organizational modes of inter-firm co-operation and technology transfer**. *Technovation*, v.10, n.1. London: Elsevier Science Publishers Ltd. 1990.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, [Http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=energia-solar-no-brasil-pode-ser-vantajosa-a-partir-de-2013&id=](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=energia-solar-no-brasil-pode-ser-vantajosa-a-partir-de-2013&id=) acessado em 18 de junho de 2009.

LACERDA, Antônio Corrêa de (et al.). Economia Brasileira. São Paulo: Saraiva. 2.^a edição, 2003.

LEITE, Antonio Dias. A Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

NELSON, Richard. R. & WINTER, Sidney G. Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica. Tradutor: Cláudio Heller. Clássicos da Inovação. Campinas, SP; Editora da UNICAMP, 2005.

PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S.A. Disponível em internet. <http://www.petrobras.com.br> . Acessado em 14 de março de 2009.

PLÁ, J.A, Perspectivas do biodiesel no Brasil. Indicadores Econômicos FEE. Porto Alegre, v.30, n 2, p.179-190, set. 2002.

RAMOS, L.P. et al, Biodiesel: Um Projeto de sustentabilidade econômico e sócio ambiental para o Brasil. Revista de biotecnologia & desenvolvimento, São Paulo, v. 31, jul. /dez, 2003.

ROGERS, Everett. M. Diffusion of innovation. New York: Free Press, 4th ed., 1995.

ROSSETI, José Paschoal. Política e Programação Econômicas. São Paulo: Editora Atlas, 7.^a edição, 1987.

SANDRONI, Paulo Henrique. Novíssimo dicionário de economia. São Paulo: Best Seller, 13.^a edição, 2004.

SOUZA, Edward , fundamentos da termodinâmica e cinética química, Belo Horizonte, Editora UFMG, 2005.

TINBERGEN, Jan; RAMOS, Péricles Eugênio da Silva. Programação para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Atlântida, 1977.

TORNATZKY, L. G.; FLEISCHER, M. PROCESSO TECNOLÓGICO DE INOVAÇÃO. Lexington, MA: Lexington Books, 1990.

WEB–Inovação Tecnológica. Disponível em internet. <http://www.inovacaotecnologica.com.br> . Acessado em 13 de abril de 2009.

WEB–Mercado Ético <http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/programa-ampliamapeamento-de-energia-solar-e-ecologica/>

WEB-PORTAL SÃO FRANCISCO, <http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/fontes-alternativas-de-energia/index.php> acessado em 12 de junho de 2009.