

ENERGIA E DESENVOLVIMENTO NO MERCOSUL

Antonino Eustáquio Teixeira

D. Sc., M. Sc., Eng^o Elet., professor do CEFET-MG.

E-mail: aet@pib.com.br

Resumo

Este artigo trata da inserção da energia nas atividades humanas desde a sua primitiva aplicação até os dias atuais de transição para a Era da Informação. Explana-se a necessária geração de energia com minimização dos impactos ambientais e biofísicos. É mostrada a relevância da energia elétrica na qualidade de vida e na melhoria do Índice de Desenvolvimento Humano IDH, com foco em países do Mercosul.

Palavras-chave: Energia elétrica, desenvolvimento, qualidade de vida, mercosul.

Abstract

This paper deals with the energy insertion in human activities since its primitive application up to the nowadays transition to the Information Age. It is explained the necessary energy generation with minimum environment and biophysical impacts. It is showed the electrical energy relevance in quality of life as well as in the Human Development Index HDI improvement, focusing the Mercosul's members.

Key-words: Electric energy, development, quality of life, mercosul.

I. Introdução

O Universo é constituído de matéria e de energia. A energia é constante no Universo, podendo ser transformada, porém não pode ser destruída. Ela sustenta de forma ampla a dinâmica do Universo e, portanto, é fundamental na evolução humana.

A energia irradiada pelo Sol é a fonte de quase toda a energia consumida no planeta, e por meio dela a vida tornou-se possível pela química e fotossíntese, produzindo a biomassa e viabilizando a vida animal. A fotossíntese é também responsável pela existência dos combustíveis fósseis, que é a principal fonte de energia consumida no mundo. A radiação solar anual no planeta Terra equivale a 178×10^6 GW/ano, ou seja cerca de 15.000 vezes a energia consumida no mundo.

A radiação solar incidente na atmosfera terrestre é refletida em cerca de 34 % pela atmosfera e nuvens, 19% são absorvidos pela atmosfera e nuvens e os 47% restantes representam a incidência direta de 24% e indireta (das nuvens) de 23% na superfície terrestre. O ciclo hidrológico é produzido por 20% do total da incidência e a fotossíntese por apenas 0.06%.

As fontes básicas ou primárias de energia existentes na natureza podem ser renováveis ou não renováveis. As fontes renováveis são aquelas fornecidas pelo Sol e permanentemente recarregadas por ele, portanto inesgotáveis, e representam atualmente 18 % da energia consumida, principalmente através dos recursos hídricos e da biomassa. As fontes primárias não renováveis são os combustíveis fósseis e os nucleares. A queima dos combustíveis fósseis é cerca de 78% da energia

consumida pela combustão do carvão mineral, de subprodutos do petróleo e do gás natural [2].

Estima-se que o consumo mundial de energia aumentará 40 a 50% até o ano 2010 e a participação global das fontes primárias de energia não modificará de modo significativo, sendo que atualmente as fontes renováveis representam 18%, as fósseis 78% e a nuclear 4%. A taxa de aumento de consumo é maior nos países em desenvolvimento como o Brasil e a Argentina, quando comparados com o aumento de consumo de energia nos países desenvolvidos ou de ponta.

A eletricidade utilizada pela humanidade é uma fonte de energia secundária, de vez que não é disponível na natureza para consumo e advém de transformação de energia primária. A energia elétrica pode ser gerada através da conversão de várias formas de energia, como a térmica de combustíveis fósseis e nucleares e da incidência dos raios solares em células fotovoltaicas, a hidráulica, a eólica, a maremotriz [5].

A produção de energia elétrica no mundo é constituída de origem térmica em 64% (carvão 42%, gás 12% e petróleo 10%), termonuclear 17% e de base hidráulica 19%.

II. A Inserção da Energia nas Atividades Humanas da Revolução Industrial à Sociedade do Conhecimento

O trabalho é inerente às atividades humanas e pode ser definido cartesianamente como a ação que provoca mudanças de estado. A energia, sendo a capacidade de realizar trabalho, é aplicada pela humanidade nos

setores produtivos desde o início da evolução do *homo sapiens*. Inicialmente as atividades de produção e os serviços se apoiavam na força física do homem, na tração animal, na utilização direta das forças naturais dos rios, dos ventos e no calor da queima da lenha, posteriormente com os recursos da ciência e da tecnologia.

Na revolução industrial, iniciada em meados do século XVII, processaram-se mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas significativas na Europa. O desenvolvimento industrial no século XIX tornou-se viável através do progresso tecnológico e das invenções no domínio da transformação da energia. Alterou-se qualitativamente a utilização da energia, caracterizando-se pela substituição do trabalho físico do ser humano pelo das máquinas e a substituição da força animal pela energia hidráulica e a de vapor.

O vapor produzido nas caldeiras, através do calor gerado nas fornalhas, acionou as máquinas que por sua vez impulsionaram a produção industrial, e atuou os motores nas locomotivas e navios que permitiram a expansão dos transportes de pessoas e mercadorias. O processo de industrialização na América Latina ocorreu mais tarde, sendo que no Brasil a lenha representava 75 % do consumo de energia até o final da década de 1930 [1].

A descoberta do petróleo nos Estados Unidos, em 1854, e a crescente descoberta de grandes quantidades de petróleo, assim como a facilidade de sua extração, transporte e aplicação em grande variedade de produtos oriundos da produção de seus derivados, impactou o progresso tecnológico.

Houve um substancial desenvolvimento da ciência e da tecnologia aplicando a energia, com o impacto do desenvolvimento de motores a combustão interna, desenvolvidos por Otto, Daimler e Diesel e do eletromagnetismo, com o desenvolvimento das máquinas de conversão eletromecânica da energia e equipamentos elétricos por Volta (pilha, 1799), Faraday (corrente induzida, 1831), Gramme (motor elétrico, 1873), Edison (lâmpada, 1879) dentre outros [9].

A partir de 1940, a pesquisa da energia nuclear bem como o desenvolvimento de foguetes, o advento da eletrônica de semicondutores em 1950 e da pesquisa espacial e, em decorrência, a tecnologia da computação e informática, provocaram crescimentos exponenciais nos desenvolvimentos tecnológicos. A ciência da informação e da automação industrial, incluindo a computação e as telecomunicações, conduziu a melhorias nos sistemas produtivos.

A utilização crescente das novas tecnologias nos países industrializados, a partir da década de 1960, assume características de uma nova revolução industrial ou o surgimento da época “ pós industrial “ ou “ da informação “. Algumas de suas conseqüências são a diminuição de empregos típicos do ambiente industrial, porém o surgimento de novos campos de trabalho adequados às mudanças havidas, principalmente no setor terciário da economia (comércio e serviços).

Ampliaram-se as possibilidades de redução de consumo específico de energia nas atividades produtivas, o que explica a tendência de estabilização da intensidade de consumo energético nos países de vanguarda.

Surge a preocupação com esgotamento de recursos energéticos não renováveis e a sua melhor utilização com a redução de desperdícios e a preocupação ecológica com a qualidade do meio ambiente.

Recentemente, os países latinoamericanos, apresentando defasagem variada de desenvolvimento, acompanham a trajetória dos países desenvolvidos, e no âmbito do Mercosul este processo inicia-se na década de 1990 com as reformas estruturais, em busca do crescimento sustentável e estabilidade política e monetária, com a privatização da economia, a busca da cooperação entre as nações e o abandono de políticas protecionistas.

A abundância e o preço do petróleo explicam em parte os desperdícios de energia havidos até 1972, sendo que o preço permaneceu praticamente inalterado em US\$ 3,00 / barril de 1948 a 1972, atingindo valores superiores a US\$13,00/barril entre os dois choques de preços do petróleo realizados pela OPEP, ocorridos em 1973 e em 1979. Com estes choques de preço na economia, alterou-se significativamente a relação de preços de derivados de petróleo com os demais energéticos [7].

Após os dois choques do preço do petróleo, aconteceram significativos ajustes na procura, na produção e na substituição por recursos energéticos alternativos ao petróleo. Houve redução de consumo das parcelas de petróleo e de carvão na matriz energética mundial e cresceu fortemente o uso do gás e da energia nuclear. No Brasil, em virtude da abundância hidráulica e escassez de petróleo, ocorreu um forte acréscimo da hidroeletricidade e queda do uso de biomassa como um todo, embora tenha havido um acréscimo de álcool e derivados da cana de açúcar de 5 para 10% na matriz energética.

No decorrer do século XX e limiar do novo milênio, a desigualdade entre as poucas nações desenvolvidas e as demais economicamente em desenvolvimento e as sub desenvolvidas têm como importante indicador o consumo de energia. A questão energética é um desafio para os países em desenvolvimento: 850 milhões de habitantes dos países centrais consomem mais da metade da energia no Mundo, que atingiu a população de seis bilhões no final de 1999. O consumo de energia por habitante dos países desenvolvidos é cerca de oito vezes o dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

Na Tabela 1 tem-se um quadro do consumo mundial de energia no início da década de 90, quando se iniciam as reformas estruturais na Argentina. Brasil e Argentina são considerados entre as nações em desenvolvimento ou emergentes. Os países desenvolvidos constituíam 16% da população mundial e consumiam cerca de 50% da energia produzida.

Tabela 1 - Consumo de Energia e População Mundiais em 1990

Regiões	Energia		População	
	10 ⁶ Tep	%	10 ⁶ hab.	%
Nações desenv. – OECD	4.112	50	852	16
Rússia, Europa Centro- Leste	1.724	20	413	8
Nações em desenvolv. /sub	2.459	30	4.005	76
Totais mundiais	8.295	100	5.270	100

Fonte : *Commission of European Communities*

Notas :

- a) OECD constitui-se dos países da Comunidade Européia, a EFTA, EUA, Japão, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul.
 b) Tep : tonelada equivalente de petróleo = 10 800 Mcal

A Tabela 2 mostra as evoluções de 1971 a 1992 do consumo de energia primária no mundo. Nota-se tendência de decréscimo da utilização do carvão e do petróleo e aumento relativo do consumo de gás e energia nuclear até 1992. O consumo da energia potencial de queda d'água teve reduzido crescimento relativo para

fins energéticos, juntamente com a energia de biomassa. Considerando a composição final da demanda de energia, durante o período de 1970 a 1990, houve um crescimento significativo da energia elétrica, passando de 25 % para 38 % nos países industrializados [6]. Este quadro terá alteração no horizonte de 2000 a 2010, em especial nos países em desenvolvimento.

Tabela 2 - Evolução do Consumo de Energia Primária Mundial (%)

Recurso	1971	1992	1998
Carvões	31,0	29,0	26,0
Petróleo	47,8	39,2	40,0
Gás	18,4	22,0	23,1
Nuclear	0,6	7,0	7,0
Hidro	2,1	2,4	2,7
Biomassa/ outros	0,1	0,4	< 1,0

Fonte : *United Nations, Energy Statistics Yearbook/ OLADE*

Na Tabela 3 estão indicados os consumos de energia por setor de utilização.

Tabela 3 - Demanda de Energia Final em 1993 (%)

Setores	Países Desenvolv.	Países em desenv.
Residências e serviços	21	21
Transportes	22	14
Indústrias	19	34
Eletricidade (todos)	38	31

Fonte : *World Energy Council*

III. A Energia Elétrica e a Transição para a Era da Informação

O surgimento das aplicações industriais da eletricidade no final do século XIX é um marco importante na utilização dos recursos energéticos, em virtude da versatilidade e aplicabilidade da energia sob a forma elétrica. Representou a ampliação do uso inicial dos recursos naturais como a madeira, o carvão e o petróleo para atender às demandas da sociedade, que

utilizava a queima de combustíveis em candeias para a iluminação e em caldeiras gigantes em produção de vapor nas fábricas, com pouca flexibilidade de processos e significativas perdas térmicas.

A energia elétrica teve, no princípio, o seu potencial competitivo na iluminação em substituição a óleos e gorduras, no transporte com bondes, locomotivas e trens-metrô e na indústria, com os motores elétricos estacionários em substituição a máquinas a vapor.

Rapidamente se disseminaram as máquinas, equipamentos e materiais elétricos como turbinas, alternadores, motores, cabos e transformadores necessários à produção em centrais hidro e termoeletricas, na transformação, na transmissão, na distribuição e no consumo da energia elétrica.

A liderança na indústria elétrica localizou-se inicialmente nos EUA e na Alemanha. As grandes empresas no final do século XIX eram a General Electric e a Westinghouse (EUA) e a Siemens (Alemanha). Empresas que hoje atuam em setores automobilísticos e eletroeletrônicos e que são referência em faturamento e qualidade, tais como as japonesas Toshiba, Hitachi, Mitsubishi e Fuji, nasceram ao adquirir licenças de fabricação de produtos destas três grandes empresas pioneiras.

A crise de 1930 levou as empresas elétricas a se associarem (International Electric Association), organizando-se uma divisão geográfica do mercado mundial em cada tipo de material elétrico. A partir de 1945 esta estrutura sofre alteração com a reestruturação e recuperação das empresas alemãs e japonesas. Parcerias com associações cruzadas, trocas de patentes, participações em empresas de países em desenvolvimento têm sido estratégicas nas multinacionais da energia elétrica [3].

A sucessão de novos mercados de iluminação pública, de força motriz móvel (nos metrô), força motriz fixa (motores elétricos estacionários), tecnologias eletroquímicas e eletrometalúrgicas, a ampliação de redes e a diminuição do custo sob o efeito de economia de escala impulsionaram a utilização da energia elétrica.

No final do século XX a humanidade passa por um período de transição da era industrial para a sociedade do conhecimento, tendo como característica a mudança na importância dos recursos naturais e da mão-de-obra. A tecnologia da eletro-eletrônica desempenha papel fundamental nesta fase evolutiva, caracterizada pelo uso intensivo dos computadores, equipamentos eletrônicos, novos materiais e biotecnologia.

O consumo de energia cresce proporcionalmente menos em relação ao crescimento do produto interno bruto (PIB) nas nações de ponta e a intensidade energética no PIB (kWh/US\$) diminui com a automação, novas tecnologias e eficiência na racionalização dos processos industriais, com ganhos na produtividade e na competitividade. A participação no PIB do setor terciário aumenta. A energia na forma elétrica tem um papel estratégico devido a sua versatilidade e eficiência nesta nova fase que apenas se inicia.

IV. A Energia e o Avanço na Qualidade de Vida

Rotstein [13] cita um relatório do Conselho Mundial de Energia, publicado em 1996, que discute a questão energética e contém projeções em um horizonte até o ano 2.020, destacando que os principais problemas energéticos se deslocarão dos países industrializados para os países em desenvolvimento.

Em 1990, início da reestruturação dos países do Mercosul dentro dos novos paradigmas mundiais de economia globalizada, a população dos países em desenvolvimento representava 76 % da população mundial e participava apenas em 30 % do consumo de energia (ver Tabela 1). Cerca de 70 % da população mundial consome 25 % do total de energia consumida na Europa, e de 17 % do consumo nos Estados Unidos.

Prevê-se um crescimento deste índice de participação dos países em desenvolvimento até 2.020, passando dos 30 % para 55 % do consumo mundial.

Há uma clara definição entre as prioridades de energia dos países industrializados e dos países emergentes ou em desenvolvimento: os temas-chaves dos países em desenvolvimento são o crescimento econômico, o acesso a suprimentos suficientes de energia e aos financiamentos adequados, ao passo que nos países economicamente desenvolvidos as questões-chaves são assegurar maior eficiência energética e continuado aperfeiçoamento das tecnologias.

De acordo com a OLADE [10] o consumo per capita de energia no Brasil em 1994 foi de 5,35 barris equivalentes de petróleo (Bep)/ano e na Argentina de 7,27 Bep/ano ao passo que países da Comunidade Européia e o Japão apresentam consumo de 10 a 21 Bep/ano e os EUA e Canadá na faixa de 40 Bep/ano.

Estudos sobre a expectativa de vida em número de anos, a taxa de mortalidade infantil por 1000 nascimentos e de analfabetismo versus consumo energético destacam a importância da energia no desenvolvimento humano.

O desenvolvimento humano apresenta uma disparidade entre os hemisférios norte e sul, embora os países em desenvolvimento tenham apresentado alguma melhoria na qualidade de vida:

- Expectativa de vida: em 1960 a disparidade entre o norte e o sul era de 22,8 anos e em 1990 de 11,7 anos;
- Educação: apresenta diferença de 49 % em 1960 e de 33% em 1990;
- Nível de nutrição: Em quantidade de alimentação diária requerida, em 1960 a diferença é de 34% e em 1990 de 25 % entre norte e sul;

- abastecimento de água encanada e tratada em porcentagem da população: a diferença é de 60 % entre o norte e o sul em 1975 e em 32 % em 1990.

Na tabela 4 são apresentados indicadores sociais dos países do Mercosul no início da década de 90 [1].

Tabela 4 - Indicadores Sociais no Mercosul em 1990

Indicador	Argentina	Brasil	Paraguai	Uruguai
Expectativa de vida (anos) - 1988	71	65	67	72
Mortalidade infantil - 1988 (por 1000 nascidos)	31	61	41	23
Analfabetismo de adultos 1990 (%)	5	22	12	5
Consumo - 1986 (calorias/dia/hab)	3210	2656	2853	2648

Fonte : Banco Mundial

A intensidade energética é a relação entre o consumo de energia e o PIB de um país. Este índice diminui com o aumento do desenvolvimento humano, ao passo que a produtividade aumenta. O consumo de energia no Mercosul foi de 221,96 GWh (155 milhões

de toneladas equivalentes de petróleo) em 1994, sendo 78% no Brasil, 19 % na Argentina, 2% no Paraguai e 1% no Uruguai. Na Tabela 5 são apresentados o consumo per capita de energia e a intensidade energética do PIB nos países do Mercosul em 1994.

Tabela 5 - Consumo de Energia per Capita e Intensidade Energética do PIB no Mercosul – 1994

País	Consumo (KWh/hab)	Intensidade (GWh/ US\$ 10 ³)
Argentina	1400	360
Brasil	1450	780
Paraguai	550	390
Uruguai	1500	630
Mercosul	1175	540

Fonte : OLADE/SIEE

Há uma alta correlação entre o produto nacional bruto (PNB = PIB – Rendas Líquidas enviadas ao Exterior), o PNB per capita e outros indicadores econômicos e sociais.

Embora esta correlação seja significativa, organizações multilaterais e instituições de pesquisa econômica e social aplicada têm-se ocupado com a construção de índices mais abrangentes de aferição de padrões comparativos de desenvolvimento.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) a partir de 1990, considera o PNB per capita, a longevidade (expectativa de vida ao nascer) e a educação (as taxas de alfabetização de adultos), a paridade do poder efetivo de compra da renda interna e, em suas versões mais recentes, incorpora outros indicadores como as condições culturais prevaletentes, a relação entre o trabalho e o lazer e os graus observados de liberdade política [10].

O Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD) desenvolveu uma forma de medir o desenvolvimento sócio-econômico de um país através

de evidências entre os índices econômicos, energéticos e de desenvolvimento ou seja : o PIB, o consumo de energia e o índice de desenvolvimento humano (IDH) respectivamente.

De Paula [11] mostra que há um crescimento exponencial do consumo de energia elétrica com o crescimento linear do IDH. O consumo médio per capita de energia elétrica na América Latina é da ordem de 2.000 kwh/hab ao passo que na Comunidade Européia e no Japão é de 6.000 e 6.300 kWh e Estados Unidos e Canadá é de 11.000 a 15.000 kWh.

O IDH, em uma escala de 0 a 1,000, agrupando os países em cinco níveis de desenvolvimento, apresentava em 1993, início das reformas estruturais no Brasil os seguintes números [13] :

Primeiro Grupo – de 0,953 (Alemanha) a 0,996 (Japão)
 Segundo Grupo - de 0,899 (Cingapura) a 0,978 (Austrália)
 Terceiro Grupo - de 0,784 (Filipinas) a 0,913 (Iugoslávia)
 Quarto Grupo - de 0,489 (Marrocos) a 0,783 (Brasil)
 Quinto Grupo -de 0,318 (Bangladesh) a 0,423 (Índia)

A Argentina apresentava um IDH de 0,84, no terceiro grupo, e o Brasil de 0,78, no limite entre o quarto e o terceiro grupos. A partir de 1998 o Relatório das Nações Unidas considera : a) Baixo IDH – de 0,0 a 0,5; b) Médio IDH – de 0,5 a 0,8; c) Alto IDH – de 0,8 a 1,0

No Relatório de Desenvolvimento Humano de 1999 da ONU [10] referente ao ano de 1998 , evidencia-se a

disparidade entre os países mais ricos e os países mais pobres. Entre 174 países classificados, a Argentina encontra-se na 39ª posição e o Brasil na 79ª posição e estão classificados com IDH de país de elevado e de médio índice IDH, respectivamente. As disparidades entre países ricos e pobres com relação à participação no mercado global são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 - Disparidades entre Países Ricos , Pobres e Intermediários (%) – 1998

Indicadores	Países		
	20 % mais ricos	60 % médios	20 % mais pobres
Participação no PIB mundial	86	13	1
Participação em exportações e serviços	82	17	1
Participação em investimentos externos diretos	68	31	1
Participação de usuários da Internet	93,3	6,5	0,2

Fonte : ONU/PNUD

A Tabela 7 mostra indicadores sociais recentes, já consolidados, da Argentina e do Brasil :

Tabela 7 - Indicadores Sociais da Argentina e do Brasil (1998)

Indicador	Argentina	Brasil
População (x 10 ⁶)	36,1	165,9
PIB per Capita (US\$)	8970	4570
PIB (US\$ 10 ⁹ / ano)	324,1	758,0
Crescimentos médios de 1992 a 1998 :		
População (% ao ano)	1,3	1,4
Força de trabalho (% ao ano)	2,2	1,7
Pobreza (% da população abaixo da linha nacional de pobreza)	23	17
População urbana (% da população)	89	80
Expectativa de vida ao nascer (anos)	73	67
Mortalidade infantil (por mil nascimentos)	22	34
Desnutrição infantil (% de crianças menos de 5 anos)	2	6
Acesso a água tratada (% da população)	65	69
Analfabetismo (% da população + de 15 anos)	4	16

Fonte : Banco Mundial

V. A Energia e o Meio Ambiente

Um dos objetivos sócio-econômicos do mundo atual é a superação de um dilema: de um lado as razões de desenvolvimento humano fundamentadas na expansão da produção e, de outro, as razões fundamentadas na preservação ambiental, voltadas para a qualidade de vida do ser humano; porém grande parcela de tudo que o homem produz resulta da transformação dos recursos naturais.

As conseqüências negativas de degradação ambiental decorrentes da expansão da produção levam a uma preocupação fundamental na utilização da energia. Dentre as conseqüências negativas destacam-se a devastação das florestas, a ocorrência de chuvas ácidas, o efeito estufa, a acumulação de lixos não recicláveis, a extinção de espécies da flora e da fauna e

a contaminação da água, do ar e da terra, a diminuição da camada de ozônio.

O desenvolvimento provoca uma demanda crescente de energia, conforme foi mencionado nos ítems anteriores. No entanto, a energia após liberada pode ser transformada, porém não pode ser destruída. Este fato leva à preocupação da geração de energia compatibilizada com o equilíbrio da natureza.

Deve-se considerar o custo ambiental na escolha das opções de geração de energia. Um dos grandes desafios atuais é, pois, o aproveitamento da energia de fontes duradouras e abundantes em harmonia com a natureza.

O conceito de desenvolvimento sustentável ou ecoeficácia está relacionado com as novas concepções de produção de energia, fundamentadas em recursos

básicos, processos e produtos que atendam às necessidades presentes em escalas crescentes, sem comprometer a capacidade das futuras gerações. Os mecanismos de viabilização da ecoeficácia são a imposição de controles de instrumentos legais diretos, a incorporação dos custos ambientais da produção e a auto regulação.

As oportunidades de investimento no setor energético estão vinculadas à questão da preservação ecológica pois o custo da produção de energia deve levar em conta as influências sócio-ambientais. Com base nos altos custos de deterioração do meio ambiente nos países desenvolvidos, os países em desenvolvimento devem atuar preventivamente nos seus planejamentos energéticos. A identificação dos impactos sócio-ambientais do aproveitamento das fontes primárias de energia deve quantificar os efeitos climáticos como efeito estufa (aquecimento global), a deposição de chuva ácida e a destruição da camada de ozônio, a contaminação dos rios, o empobrecimento e saturação dos solos e a destruição das matas, assim como os riscos pessoais com a radiação nuclear e com o trabalho em ambiente poluído na mineração, transporte e transformação dos combustíveis.

Desde 1973, com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema) a questão ambiental passou a merecer destaque no Brasil. Em 1989 essa secretaria foi transformada no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis (IBAMA). As usinas de geração e transformação de energia na fase de projetos apresentam Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA) a partir de 1983, data da regulamentação do Programa Nacional de Qualidade do Ar (PRONAR), que atua no setor junto às usinas termelétricas [2]. O Ministério das Minas e Energia tem o seu Comitê Coordenador das Atividades do Meio Ambiente (COMASE). Neste contexto apareceram e multiplicaram-se as organizações não governamentais (ONG) voltadas para a defesa do meio ambiente.

Os maiores danos ecológicos, tais como o efeito estufa e a emissão de dióxido de carbono do consumo de combustíveis fósseis, até a atualidade foram causados pelas nações desenvolvidas, conforme pode ser visto na Tabela 8, as quais devem ter o dever de participarem dos ônus de preservação ambiental no crescente consumo de energia dos países em desenvolvimento. A principal agressão ao meio ambiente nos países desenvolvidos é a queima de combustíveis fósseis nas usinas, para a produção de calor e energia elétrica e em automóveis. Nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos predominam a agressão da fauna e da flora e a poluição das águas. A contaminação ambiental da queima de combustíveis fósseis também já é significativa nas grandes concentrações urbanas dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento.

Tabela 8 – Consumo de combustíveis Fósseis no Mundo – 1995

Regiões	Tep/km ²	Tep/hab
EUA	45	1,7
Comunidade Européia	110	0,7
Japão	190	0,6
Brasil	0,3	0,01

Fonte : [6]

VI. Produção de Energia Elétrica

A produção e a utilização da energia elétrica compreendem um conjunto de atividades que em sua diversidade, características e importância ocasionam diversos impactos ambientais, biofísicos e sociais tanto na obtenção, como no processamento, no transporte e no consumo.

Atualmente, na formulação da política para o setor, são levados em conta os custos externos de energia elétrica ("externalidades") em termos ecológicos, biofísicos e sociais, otimizando-se os benefícios e minimizando-se os efeitos negativos associados às diferentes alternativas de produção e utilização da energia.

Leva-se em consideração que todas as fontes de energia elétrica geram impactos ambientais negativos de distintas qualidades e em diferentes localizações geográficas e setores sociais, sendo que sobre o meio ambiental e sócio-cultural estes custos são de difícil avaliação econômica.

Os organismos internacionais, governamentais e não governamentais, têm procurado definir normas sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente e social para cada tipo de fonte de energia a utilizar. Os marcos institucionais regulatórios de energia elétrica argentino foram o Decreto Nº 634/91 e a Lei Nº 24065. No decreto são estabelecidos limites para cada fonte energética, tais como, a emissão de gases e sua composição em usinas térmicas a óleo combustível, a gás natural e a carvão [8]. As Nações Unidas, no Convênio sobre mudança climática, em 1992 no Rio de Janeiro, forneceram as diretrizes que os países devem seguir sobre a proteção do meio ambiente.

Os rearranjos por que passam os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia no Brasil e na Argentina contemplam o uso de fontes que não contribuem para o aumento do impacto no meio ambiente. A International Atomic Energy Agency (IAEA) com o suporte de várias instituições internacionais, inclusive agentes de financiamento como o Banco Mundial, desenvolveu o software *Databases and Methodologies for Comparative Assessment of*

Diferent Energy Sources for Electricity Generation (DECADES) com o objetivo de considerar avaliações comparativas das questões ambientais, sob o ponto de vista econômico e ecológico de diferentes correntes e estratégias de planejamento e decisão para o setor elétrico [4].

A Comissão Nacional de Energia Nuclear brasileira (CNEN) estabeleceu um contrato de pesquisa com a IAEA objetivando definir a base de dados, específica para o Brasil, que permita uma avaliação comparativa de várias opções de energia para a expansão dos sistemas elétricos. Juntamente com a CNEN estão envolvidas neste trabalho as entidades ELETROBRAS, FURNAS, CESP, INB e UFMG. O estudo da expansão dos sistemas elétricos consiste da avaliação econômica e da análise dos impactos ambientais de uma dada opção energética, cujo resultado estabelece parâmetros fundamentais para a análise de sistemas sustentáveis.

Nestes estudos são consideradas as fontes energéticas, em especial :

- a) Gás Natural: a sua utilização tem grande potencial de crescimento: de baixíssimo índice de poluição ambiental, o aumento das reservas tem crescido a oferta do gás natural. Atualmente representa apenas 3 % do total da energia primária consumida no Brasil, devendo aumentar para mais de 10 % nos próximos oito anos, chegando a sua participação na geração de energia elétrica em cerca de 20 %.
- b) Petróleo e derivados : o consumo para a produção de energia elétrica também é muito reduzido (apenas 3,05 GW da capacidade instalada de 60 GW no Brasil) e tem potencial de crescer, porém em dez anos a sua utilização deverá ser reduzida se comparada com as vantagens do gás natural.
- c) Carvão mineral : grandes reservas brasileiras, porém de pouca capacidade energética e poluição alta devido a emissão de gases, seu potencial de aproveitamento não indica viabilidade técnico-econômica em horizonte menos de cinco anos.
- d) Nuclear : é uma forma de energia polêmica no limiar do ano 2000, devido ao impacto na opinião pública dos acidentes nucleares de Three Mile Islands (EUA, 1979) e em Chernobyl (Ucrânia, 1986) e mais recentemente, no segundo semestre de 1999, vazamentos de usinas nucleares em Tokaimura, Japão e na Coréia do Norte. Procura-se atualmente utilizar alternativas como o gás natural, com pouco potencial de aplicação da energia nuclear para fins energéticos a médio prazo nos países do Mercosul.
Atualmente a França possui cerca de 76 % de sua geração elétrica através da energia nuclear (58.300 MW de potência instalada nuclear) e nos EUA a potência de geração nucleoeletrônica é de 98.331 MW. Usinas com reação de fusão nuclear estão em fase de pesquisa e poderão ser fonte energética em um horizonte de mais de quinze anos, utiliza a água pesada (deutério), abundante no mar, e não gera produtos nocivos da fissão nuclear.
- e) Biomassa (Madeira) : poluição e dano ao ecossistema, tendência a redução de utilização como combustível.

- f) Biomassa (Bagaço de Cana e outros resíduos orgânicos) : O aproveitamento da energia de resíduos orgânicos tais como bagaço de cana na indústria sucroalcooleira e reciclagem do lixo tende a crescer, porém seu percentual relativo face as necessidades de desenvolvimento tem sido limitado.
- g) Hidráulica : apresenta, em princípio, a forma de menor custo e de menor dano ambiental, porém é de investimento inicial elevado e prazo de construção de mais de cinco anos para grandes usinas hidroelétricas, o que não apresenta atratividade para os grupos investidores privados na política atual de afastamento do Estado na geração de energia elétrica, além de apresentar deficiência de abastecimento sazonal, na época de baixo índice pluviométrico. No seu planejamento devem-se levar em conta os custos de inundações de grandes áreas habitadas e compensações de efeitos no equilíbrio ecológico. A energia elétrica no Brasil é produzida em mais de 91 % de aproveitamento de potencial hidráulico (99% no estado de Minas Gerais) e sua predominância na produção de energia elétrica no Brasil continuará elevada devendo cair para cerca de 75% até 2010, com a geração termoeletrônica a gás natural crescendo de 8% para cerca de 20%. A matriz energética argentina apresenta um equilíbrio entre o uso de energia elétrica de origem hídrica e de base térmica, com predominância desta, sem problemas de sazonalidade.

Referências Bibliográficas

- ALVES, J. S. *Mercosul: características estruturais de Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai*. Florianópolis: EdUFSC, 1992.
- AMARAL, C. A. *Geração de energia elétrica no Brasil: histórico e perspectivas*. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ARGENTINA. Ministério de Economia, Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Energia. *Informe de prospectiva del sector eléctrico*. Buenos Aires, 1996.
- ARONNE, I. D. et al. *Evaluation of energy options for electric power generation in Brazil*. In: CONGRESSO GERAL DE ENERGIA NUCLEAR, 7., 1999. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEN, 1999.
- BRAGA, J. P.V. *Energia, recursos e reservas energéticas*. Belo Horizonte: CEFET, 1997.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *A preliminary country specific data base (CSDB) for Brazil*. Rio de Janeiro: 1997.
- LEITE, A. D. *A energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- MARTIN, J. M. *A economia mundial da energia*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1992.
- OLIVEIRA, L. C. *A política energética do Brasil na década de 90 sob o enfoque do setor elétrico*. 1997. Monografia (Especialização). Faculdade de Engenharia Elétrica - Universidade de Itaúna, Itaúna.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Relatório do desenvolvimento humano*. New York: PNUD, 1999.

PAULA, E. *Um modelo de integração energética para a América Latina*. São Paulo: Bartira, 1997.

ROSSETI, J. P. *Introdução à economia*. São Paulo: Atlas, 1997.

ROTSTEIN, J. *Brasil século XXI*. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1996.

TEIXEIRA, A. E. *Potencialidades de interacción energética entre Argentina y Brasil en el contexto del Mercosur*, 2000. Tese (Doutorado) - UMSA, Buenos Aires.